

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA**

**COMUNIDADES DE COLEOPTERA EM CULTIVOS
DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM
SANTA CRUZ DO SUL, RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Jonas Moraes

Santa Maria, RS, Brasil

2014

**COMUNIDADES DE COLEOPTERA EM CULTIVOS
DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM
SANTA CRUZ DO SUL, RS**

Jonas Moraes

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

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sônia Thereza Bastos Dequech

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Moraes, Jonas
Comunidades de Coleoptera em cultivos de tabaco
(*Nicotiana tabacum* L.) em Santa Cruz do Sul, RS / Jonas
Moraes.-2014.
136 f.; 30cm

Orientadora: Sônia Thereza Bastos Dequech
Coorientador: Andreas Köhler
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Agrobiologia, RS, 2014

1. Fumo 2. Cultivo orgânico 3. Cultivo convencional 4.
Diversidade 5. Staphylinidae I. Dequech, Sônia Thereza
Bastos II. Köhler, Andreas III. Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Jonas Moraes. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Padre Réus, n. 386, Bairro Arroio Grande, Santa Cruz do Sul, RS.

CEP: 96830-290

Fone (051) 3713-4359; (051) 9684-7107; E-mail: jonas_moraes@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia**

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

**COMUNIDADES DE COLEOPTERA EM CULTIVOS
DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM
SANTA CRUZ DO SUL, RS**

elaborada por
Jonas Moraes

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agrobiologia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Sônia Thereza Bastos Dequech, Dr.^a
(Presidente/Orientadora) – UFSM

Andreas Köhler, Dr. (UNISC)

Rosana Matos de Moraes, Dr.^a (FEPAGRO)

Santa Maria, 10 de março de 2014.

DEDICATÓRIA

*À Ianaê Lopes de Oliveira, pelo amor, apoio, companheirismo e
compreensão nos momentos em que estive ausente,*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradecer é admitir que houve um momento em que se precisou de alguém; é reconhecer que o homem jamais poderá lograr para si o dom de ser autossuficiente. Ninguém e nada cresce sozinho. Sempre é preciso um olhar de apoio, uma palavra de incentivo, um gesto de compreensão e uma atitude de amor para prosseguir uma jornada superando-se os inevitáveis obstáculos. A todos aqueles que, de diferentes formas, compartilharam dos mesmos ideais ou colaboraram para a realização deste trabalho, **expresso minha profunda gratidão e respeito.**

Ao Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria, pela infraestrutura, formação adquirida, oportunidade de aprendizado e de crescimento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); ao Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), pela concessão da Bolsa de Mestrado.

À Professora Dr.^a Sônia Thereza Bastos Dequech pela orientação, dedicação, disponibilidade, confiança, compreensão, ensinamentos e, também, pelo exemplo de profissionalismo. Por todo apoio e incentivo para a realização do presente trabalho e por estar sempre presente no desenvolvimento do mesmo.

Ao Professor Dr. Andreas Köhler pelos ensinamentos, auxílio e confiança, bem como pelo direcionamento do presente trabalho. Por oportunizar e disponibilizar toda a infraestrutura do Lab. de Entomologia da Universidade de Santa Cruz do Sul.

À Dr.^a Rosana Matos de Moraes e ao Prof. Dr. Andreas Köhler pela participação na banca examinadora.

À Empresa JTI Kannenberg Ltda. por permitir a coleta dos insetos nas lavouras de tabaco e pelo suporte a pesquisa.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe Rosângela A. G. de Oliveira por compartilhar e me auxiliar em muitos momentos dessa caminhada.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia da Universidade Federal de Santa Maria, principalmente aos colegas da turma 2012/1, pela amizade e apoio em muitos momentos.

Meus sinceros agradecimentos.

“I suppose you are an entomologist?”

“Not quite so ambitious as that, sir. I should like to put my eyes on the individual entitled to that name. No man can be truly called an entomologist, sir; the subject is too vast for any single human intelligence to grasp.”

Oliver Wendell Holmes
The Poet at the Breakfast Table (1872)

"Living organisms had existed on Earth, without ever knowing why, for more than three billion years before the truth finally dawned on one of them. His name was Charles Darwin."

Richard Dawkins
The selfish gene (1976)

RESUMO

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

COMUNIDADES DE COLEOPTERA EM CULTIVOS DE TABACO (*Nicotiana tabacum* L.) EM SANTA CRUZ DO SUL, RS

AUTOR: JONAS MORAES
ORIENTADORA: SÔNIA THEREZA BASTOS DEQUECH
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 10 de março de 2014.

O tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) é uma cultura de reconhecida importância para o Rio Grande do Sul e para o Brasil, porém existem poucos estudos a respeito da biodiversidade associada ao cultivo. Portanto, o objetivo do presente estudo foi realizar um levantamento das famílias de Coleoptera associadas a cultivo orgânico de tabaco, analisando a riqueza e a abundância, assim como a distribuição temporal e espacial desses insetos. Ainda, realizar uma análise comparativa entre cultivos orgânico e convencional de tabaco. O estudo foi conduzido em uma lavoura com manejo orgânico, nas safras 2009/2010 e 2010/2011, no município de Santa Cruz do Sul, RS. Na safra 2009/2010 foi avaliada, também, uma lavoura manejada convencionalmente, para análise comparativa. No cultivo orgânico, foram definidas três linhas de amostragem, no sentido “fora-dentro” da lavoura, correspondendo a: (1) linha cuja borda apresenta a vegetação adjacente abundante, composta principalmente por árvores e arbustos de médio e grande porte; (2) linha cuja vegetação adjacente foi constituída por espécies arbustivas e arbóreas nativas de menor porte; e (3) linha com a vegetação adjacente composta por plantas forrageiras. Já em cultivo convencional, foi delimitada uma única linha amostral, no sentido fora-dentro da lavoura, para fins de comparação com a linha “2” do cultivo orgânico. Em cada linha foram determinados três pontos de coleta (“fora, borda e dentro”); e um ponto único no interior da lavoura, denominado ponto “meio”. Nos pontos de coleta, foram instaladas quatro armadilhas tipo *pit-fall* e uma Malaise. No cultivo orgânico, as coletas foram realizadas, semanalmente, de 20 de novembro de 2009 a 19 de março de 2010; e de 3 de novembro de 2010 a 21 de janeiro de 2011. Já no cultivo convencional foi de 23 de novembro a 28 de dezembro de 2009. No cultivo orgânico, foram coletados 49.269 coleópteros, distribuídos em duas subordens, 13 superfamílias e 32 famílias. Seis famílias corresponderam a cerca de 90% do total coletado, sendo elas: Staphylinidae (37,28%), Chrysomelidae (33,40%), Nitidulidae (7,50%), Curculionidae (5,25%), Carabidae (3,10%) e Elateridae (3,09%). A distribuição temporal dos coleópteros está relacionada, sobretudo, ao ciclo da cultura em campo, sendo que ocorre uma redução no número de insetos coletados devido às colheitas sucessivas das folhas do tabaco. Nos pontos “dentro” e “meio” e nas linhas “1” e “2” de amostragem a comunidade de coleópteros foi numericamente maior. Os crisomelídeos, por serem insetos fitófagos, distribuíram-se em locais onde havia maior disponibilidade de alimento. Entretanto, a composição paisagística da vegetação adjacente à lavoura foi determinante na distribuição espacial dos insetos

predadores pertencentes à Staphylinidae, tendo em vista que a maior abundância foi verificada nas áreas com maior diversidade vegetal. O manejo adotado em cultivo convencional teve impacto sobre a comunidade de Coleoptera, principalmente, ao se considerar a diminuição da abundância dos insetos das famílias Chrysomelidae e Staphylinidae.

Palavras-chave: Fumo. Cultivo orgânico. Cultivo convencional. Diversidade. Staphylinidae. Chrysomelidae.

ABSTRACT

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

COMMUNITIES OF COLEOPTERA IN TOBACCO CROPS (*Nicotiana tabacum* L.) IN SANTA CRUZ DO SUL, RS

AUTHOR: JONAS MORAES
ADVISER: SÔNIA THEREZA BASTOS DEQUECH
Date and Local of Defense: Santa Maria, March 10th, 2014.

The tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) is a crop of major importance to Rio Grande do Sul and Brazil, but there are few studies on biodiversity associated with cultivation. Therefore, the aim of this study was to survey the families of Coleoptera associated with organic cultivation of tobacco, analyzing richness and abundance, as well as the temporal and spatial distribution of these insects. Furthermore, it also aims to perform a comparative analysis between organic and conventional cultivation of tobacco. The study was conducted on a crop with organic management in harvest 2009/2010 and 2010/2011, in Santa Cruz do Sul, RS. In the 2009/2010 harvest was also assessed a crop managed conventionally, for comparative analysis. In organic cultivation, three sampling lines were defined in order "inside-out" of crop, corresponding to: (1) line whose edge shows the adjacent vegetation abundant, mainly composed of trees and shrubs of medium and large; (2) line whose adjacent vegetation consisted of native shrub and tree species with size smaller; and (3) line with the adjacent vegetation composed of forage plants. On the other hand, in conventional cultivation, a line sample single was delimited, towards out within the crop, for comparison purposes with the line "2" of organic crop. In each line were determined three sampling points ("outside, border and inside"); and a single point within the sampling, called "middle" point. At sampling points were installed four *pit-fall* traps and one Malaise. In organic cultivation, the samplings were conducted, weekly, from November 20th, 2009 to March 19th, 2010 and from November 3th, 2010 to January 21th, 2011. In conventional cultivation, was from November 23th, to December 28th, 2009. In organic cultivation, were collected 49.269 coleopterans, distributed into two suborders, 13 superfamilies and 32 families. Six families accounted for about 90% of the total collected, namely: Staphylinidae (37.28%), Chrysomelidae (33.40%), Nitidulidae (7.50%), Curculionidae (5.25%), Carabidae (3.10%) and Elateridae (3.09%). The temporal distribution of Coleopterans is related, primarily, to the cycle of culture, and a reduction in the number of insects collected occurs due the subsequent harvests of tobacco leaves. On points "inside" and "middle" and on sampling lines "1" and "2", the community of coleopterans was numerically larger. The chrysomelids, being phytophagous insects, were distributed in places where there was greater food availability. However, the landscape composition of vegetation adjacent to cultivation was instrumental in the spatial distribution of predator insects belonging to Staphylinidae, considering that the highest abundance was observed in areas with greater plant diversity. The management adopted in

conventional cultivation had an impact on the community of Coleoptera, especially when considering the decrease in abundance of the insects of the families Chrysomelidae and Staphylinidae.

Key-words: Smoke. Organic cultivation. Conventional cultivation. Diversity. Staphylinidae. Chrysomelidae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização das áreas de estudo em âmbito nacional, estadual e municipal. (1) lavoura de tabaco com manejo orgânico; (2) lavoura de tabaco com manejo convencional	44
Figura 2 –	Entorno da lavoura de tabaco com manejo orgânico, com o croqui da distribuição das linhas de amostragem (L1, L2 e L3) e dos pontos de coleta (F= fora; B= borda; D= dentro; M= meio). Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011	46
Figura 3 –	Entorno da lavoura de tabaco com manejo convencional, com o croqui da distribuição dos pontos de coleta na linha de amostragem (F= fora; B= borda; D= dentro; M= meio). Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safra 2009/2010	46
Figura 4 –	Armadilha de solo do tipo <i>pit-fall</i> utilizada em lavouras de tabaco, nas safras 2009/2010 e 2010/2011, para a coleta de insetos associados ao solo	49
Figura 5 –	Armadilha de Malaise utilizada em lavouras de tabaco, nas safras 2009/2010 e 2010/2011, para a coleta de insetos em atividade de voo	50
Figura 6 –	Distribuição das famílias de Coleoptera coletadas em cultivo orgânico de tabaco, conforme o tipo de armadilha. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011	64
Figura 7 –	Distribuição das famílias de Coleoptera coletadas em cultivo orgânico de tabaco, conforme o ano agrícola. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011	67
Figura 8 –	Distribuição de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco, conforme os grupos tróficos. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011	76
Figura 9 –	Distribuição temporal de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco durante as safras 2009/2010 e 2010/2011. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011	80
Figura 10 –	Distribuição temporal de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco, temperatura (°C) e pluviosidade (mm) na safra 2009/2010. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010	82
Figura 11 –	Distribuição temporal de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco, temperatura (°C) e pluviosidade (mm) na safra 2010/2011. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2010/2011	83
Figura 12 –	Distribuição temporal das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco na safra 2009/2010. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010	84

Figura 13 – Distribuição temporal das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco na safra 2010/2011. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2010/2011	84
Figura 14 – Distribuição espacial de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011	87
Figura 15 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010	88
Figura 16 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2010/2011	88
Figura 17 – Dendrogramas obtidos através da análise de cluster (similaridade de Jaccard) dos pontos de coleta, quanto à comunidade de Coleoptera associada a cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011 ...	92
Figura 18 – Distribuição espacial de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco conforme as linhas de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011	93
Figura 19 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco conforme as linhas de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010	94
Figura 20 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco conforme as linhas de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2010/2011	94
Figura 21 – Distribuição das famílias mais representativas de Coleoptera, coletadas em cultivos orgânico e convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010	100
Figura 22 – Distribuição espacial de coleópteros coletados em cultivos de tabaco com manejos orgânico e convencional, conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010	106
Figura 23 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo de tabaco com manejo orgânico, conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010	108
Figura 24 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo de tabaco com manejo convencional, conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Total de indivíduos, grupos tróficos (GT), frequência (Fr), constância (C) e dominância (D) das famílias de Coleoptera amostradas em cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011	56
Tabela 2 –	Total de indivíduos e frequência (Fr) das famílias de Coleoptera amostradas em cultivo orgânico de tabaco, conforme o tipo de armadilha. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011	62
Tabela 3 –	Número de famílias e de indivíduos; Índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade da fauna de Coleoptera em cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011	78
Tabela 4 –	Valores de r (correlação de Pearson) para o número total de Coleoptera, Staphylinidae e Chrysomelidae em relação à temperatura (°C) e à pluviosidade (mm). Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011	81
Tabela 5 –	Total de indivíduos pertencentes à Coleoptera amostrados em cultivo orgânico de tabaco, conforme a linha de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011	93
Tabela 6 –	Total de indivíduos, frequência (Fr), constância (C) e dominância (D) das famílias de Coleoptera amostradas em cultivos orgânico e convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safra 2009/2010	98
Tabela 7 –	Número de famílias e de indivíduos; Índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade da fauna de Coleoptera em cultivos orgânico e convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010	105

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Cultura do tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i> L.)	21
2.1.1 Ciclo produtivo	23
2.1.2 Insetos-praga	25
2.2 Biodiversidade em agroecossistemas	27
2.2.1 Biodiversidade entomológica	30
2.3 Ordem Coleoptera	31
2.3.1 Grupos funcionais e grupos tróficos	34
2.3.2 Coleópteros predadores	37
2.3.3 Relação entre diferentes habitats e coleópteros predadores	38
2.3.4 Coleópteros bioindicadores	40
3 MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1 Áreas de estudo	43
3.2 Metodologia de amostragem	47
3.2.1 Armadilha de solo do tipo <i>pit-fall</i>	48
3.2.2 Armadilha de Malaise	49
3.3 Período de realização das amostragens	50
3.4 Triagem e identificação dos coleópteros	51
3.5 Análise dos dados	52
3.5.1 Análise faunística	52
3.5.2 Índices faunísticos	53
3.5.3 Análise de Cluster	54
3.5.4 Coeficiente de Correlação de Pearson	55
3.6 Classificação dos grupos tróficos	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1 Comunidade de Coleoptera em cultivo orgânico de tabaco	56
4.1.1 Frequência total	56
4.1.1.1 Frequência conforme o tipo de armadilha	61
4.1.1.2 Frequência conforme o ano agrícola	66
4.1.2 Estrutura trófica da comunidade	75

4.1.3 Constância e Dominância	77
4.1.4 Índices faunísticos	78
4.1.5 Distribuição temporal	79
4.1.6 Distribuição espacial por pontos de coleta	87
4.1.7 Distribuição espacial por linhas de amostragem	92
4.2 Análise comparativa de comunidades de Coleoptera em cultivos orgânico e convencional de tabaco	97
4.2.1 Frequência	97
4.2.2 Análise faunística e índices faunísticos	103
4.2.3 Distribuição espacial	105
5 CONCLUSÕES	111
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
APÊNDICE A	136

1 INTRODUÇÃO

O tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) é uma planta solanácea nativa das Américas tropical e subtropical, cultivada com fins comerciais em grande parte do mundo para a produção de cigarros e charutos. Com produção em mais de 125 países, o Brasil, atualmente, consolidou-se como o maior exportador de tabaco do mundo e como o terceiro maior produtor da cultura, ficando atrás apenas da China e da Índia (LANDONI, 1990; GUERRERO, 1995; VENCATO et al., 2011). Portanto, apesar de ser uma planta não alimentícia, a cultura do tabaco apresenta relevância econômica em escala mundial, sendo que 85% da produção no Brasil é destinada ao mercado internacional.

A abrangência da produção do tabaco na região Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) é percebida ao se constatar que 65% dos municípios são produtores da cultura. Entretanto, dos Estados componentes desta região, o Rio Grande do Sul compreende a maior área plantada (176.580 ha) onde são cultivadas, principalmente, as variedades Virgínia e Burley, sendo responsável por mais de 51% da produção nacional (VENCATO et al., 2011). O município de Santa Cruz do Sul é um dos principais polos produtivos e sede de grandes empresas beneficiadoras.

A cultura do tabaco possui grande importância econômica, devido ao elevado valor comercial e à capacidade de empregar considerável número de pessoas, tanto no cultivo como na industrialização (SPECHT et al., 2006). Envolve em torno de 800 mil pessoas, em 730 municípios dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, gerando 35.000 empregos diretos nas empresas e 917.000 nas lavouras, além de 1.440.000 indiretos (VENCATO et al., 2009). Porém, não menos importante que a relevância socioeconômica do cultivo, a questão da sustentabilidade ambiental deve ser alvo de atenção.

Nesse sentido, muitos problemas são ocasionados em virtude da grande área destinada à cultura do tabaco, bem como, devido ao alto aporte de insumos externos utilizados na produção convencional. A manipulação dos ecossistemas naturalmente diversificados, em decorrência das perturbações inerentes ao processo de produção do tabaco, em geral resulta na simplificação da estrutura do ambiente (monocultura), na fragmentação do habitat e, principalmente, na redução da biodiversidade do local. Conseqüentemente, essa alteração acaba por gerar uma instabilidade ecológica,

que por sua vez, acarreta problemas fitossanitários relacionados, principalmente, ao aumento das populações de insetos-praga e à diminuição de inimigos naturais, uma vez que as características intrínsecas de auto-regulação dos ecossistemas naturais, proporcionadas pela biodiversidade, são comprometidas ou perdidas.

O conceito de biodiversidade, ou diversidade biológica, abrange a diversidade genética e ecológica e compreende todos os organismos presentes e interagindo dentro de um ecossistema. Em agroecossistemas, a biodiversidade é a base dos sistemas de produção, incluindo as plantas cultivadas, as plantas espontâneas, os animais, os microorganismos, entre outros componentes bióticos que variam de acordo com fatores antrópicos, socioeconômicos, climáticos, edáficos e geográficos, encontrados na unidade agrícola e no seu entorno (AGUIAR-MENEZES, 2004).

A perda da biodiversidade em grande escala, associada ao aumento de áreas cultiváveis, tem fomentado discussões sobre a sustentabilidade de práticas atuais de manejo das culturas agrícolas. Portanto, o grande desafio atual da agricultura é usar de forma racional os recursos disponíveis no ecossistema, assim como, identificar as melhores práticas de manejo dos sistemas agrícolas que estimulem a biodiversidade e que favoreçam a geração de serviços ecológicos fundamentais, tais como: controle biológico de pragas, polinização, decomposição da matéria orgânica, reciclagem dos nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, manutenção do microclima, regulação dos processos hídricos e conservação do solo (MENEZES e AQUINO, 2005).

É nesse sentido que a abordagem de uma agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada, se apoia em práticas conservacionistas como estratégia para reincorporar a biodiversidade à paisagem agrícola utilizando-se, principalmente, de sistemas consorciados, rotação de culturas, adubação verde, agricultura orgânica e plantas de cobertura ou, ainda, pela adoção de habitats não agrícolas, como faixas de plantas silvestres, cercas-vivas, quebra-ventos, fragmentos florestais e vegetação natural preservada nas proximidades dos cultivos agrícolas.

Agricultura orgânica é o termo frequentemente utilizado para designar a forma de manejo sustentável de agroecossistemas com enfoque sistêmico que privilegia a preservação ambiental, a biodiversidade, os ciclos biogeoquímicos e a qualidade de vida humana (RICCI et al., 2006). O aumento da demanda mundial por tabaco com o selo de responsabilidade ambiental e social, certificado como orgânico, obriga a uma adequação da produção de acordo com os preceitos e regulamentações desta forma

de manejo, que limitam e/ou excluem a utilização de produtos de origem sintética ao longo de toda a cadeia produtiva.

Entretanto, embora reconhecida a importância da cultura do tabaco para o Rio Grande do Sul e para o Brasil, e o crescente interesse pelo tabaco autenticado como orgânico, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) ainda é muito recente nessa cultura. A escassez de informações sobre a biodiversidade associada ainda representa um dos principais entraves no manejo de pragas, o que acaba por interferir na produtividade e na sustentabilidade do cultivo, tendo em vista que o conhecimento da diversidade, sobretudo de insetos-praga e inimigos naturais, em culturas agrícolas é fundamental para os estudos ecológicos e a base para o MIP.

Visando obter informações sobre a biodiversidade e relações ecológicas, que subsidiem o MIP, pesquisas sobre a entomofauna recebem destaque mundialmente, por conduzirem ao reconhecimento de insetos-praga, inimigos naturais, decompositores e até mesmo bioindicadores da qualidade ambiental em culturas agrícolas. Portanto, o conhecimento taxonômico é o primeiro requisito para o desenvolvimento de estudos acerca de insetos de importância econômica associados aos agroecossistemas que, por sua vez, abre espaço para o desenvolvimento de pesquisas e ações efetivas nas diversas áreas biológicas das unidades de produção.

Dessa forma, a Ordem Coleoptera, além de ser a que apresenta o maior número de espécies de insetos descritas (RAFAEL et al., 2012), reveste-se de grande importância devido as funções desempenhadas por esses organismos nos agroecossistemas. Isto por agrupar insetos de várias famílias com importância agrícola, tanto pelo seu papel benéfico no controle biológico de pragas, como por ocasionar injúrias em plantas cultivadas.

Porém, na cultura do tabaco ainda são incipientes as informações sobre a biodiversidade de coleópteros, sobretudo, ao que se refere à abundância e à diversidade de insetos-praga e inimigos naturais.

Assim, na situação ambiental e econômica do setor fumageiro, são essenciais pesquisas e ações concretas que reduzam o impacto do cultivo ao meio ambiente e, que concomitantemente, não diminua a qualidade e a produção do tabaco. Portanto, os levantamentos da comunidade de Coleoptera são importantes, compreendendo a primeira etapa do manejo integrado de pragas, através da geração de informações a respeito dos componentes biológicos em agroecossistemas, dentre eles coleópteros

predadores e pragas. Conseqüentemente, essas informações podem contribuir para identificar fatores que favoreçam os insetos predadores e desfavoreçam os insetos-praga. Além disso, os levantamentos fornecem dados sobre os picos de ocorrência e densidade populacional dos insetos, aumentando a eficiência e diminuindo os custos no controle de pragas, assim, podendo eliminar ou reduzir aplicações de inseticidas.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivos:

- realizar o levantamento das famílias de Coleoptera associadas à cultura do tabaco, com manejo orgânico, no município de Santa Cruz do Sul, RS;
- avaliar a riqueza de famílias e a abundância dos coleópteros;
- analisar a eficiência do uso das armadilhas do tipo *pit-fall* e de Malaise para a captura dos coleópteros;
- verificar a influência das condições climáticas e do ciclo da cultura do tabaco na distribuição temporal da comunidade;
- avaliar o efeito da presença ou ausência de áreas de vegetação adjacente ao cultivo na distribuição espacial desses insetos;
- realizar uma análise comparativa entre cultivos orgânico e convencional de tabaco.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.)

O tabaco é uma planta pertencente à família Solanaceae, nativa das Américas tropical e subtropical, com tamanho variando entre 0,90 e 1,5 m de altura, dependendo da variedade. Além disso, caracteriza-se por ser uma espécie herbácea anual, séssil, autógama, com raiz pouco profunda, caule cilíndrico e folhas grandes, densamente glandulares. As folhas são ovadas-lanceoladas, dispostas em torno do caule de forma helicoidal, de coloração verde; porém tornam-se amareladas ou marrons quando maduras. As flores encontram-se agrupadas ao final dos ramos, possuindo um cálice cilíndrico e esverdeado, o qual também pode ser avermelhado na parte superior. Os frutos têm formas distintas e apresentam sementes globulares (LANDONI, 1990; GUERRERO, 1995). O tabaco apresenta em seus caules, folhas e flores inúmeros tricomas ou pêlos glandulares que produzem um material viscoso ou pegajoso (LEON, 1987).

Dentre as muitas espécies de tabaco, *N. tabacum* é a mais largamente cultivada, com todas as folhas sendo usadas, principalmente, na produção comercial de cigarros e charutos (KUEPPER e THOMAS, 2008). Em geral, o tabaco é cultivado em uma grande amplitude de climas, porém necessitando de condições adequadas para um melhor desenvolvimento. As regiões produtoras de tabaco têm, tipicamente, precipitação anual de 1.000 a 1.100 mm e entre 90 e 120 dias sem geada, cobrindo desde a fase de transplântio ao final da colheita. Ainda, temperaturas médias diárias entre 20 e 30° C são as melhores para um crescimento adequado, além de umidade atmosférica de 80 a 85%. A cultura é sensível à temperatura, ao ar, ao tipo de solo e ao encharcamento do mesmo, exigindo solos arejados e drenados (LANDONI, 1990; DOORENBOS e KASSAM, 1994; KUEPPER e THOMAS, 2008). No entanto, Cakir e Cebi (2006), pesquisando diferentes regimes de irrigação em tabaco do tipo Virgínia, em Kirklareli, Turquia, verificaram que todos os parâmetros vegetativos e, também, o processo de acúmulo de massa seca foram significativamente afetados pela falta de água no perfil do solo nos primeiros estágios de desenvolvimento das plantas.

As taxas de crescimento das plantas variam conforme a variedade do tabaco, as condições ambientais e climáticas, bem como, conforme os diferentes regimes de

irrigação e práticas culturais (FLOWER, 1999). Além disso, as folhas mais próximas do solo são mais largas, diminuindo o tamanho em direção à parte superior (apical) das plantas (HINDS, 1882).

Fatores de qualidade são de extrema importância para a produção e consequente comercialização do tabaco. Folhas de alta qualidade apresentam elevados teores de carboidratos e potassa; baixos teores de nitrogênio, fibras e cálcio; e uma coloração uniforme (KUEPPER e THOMAS, 2008). Ainda, Durbin (1979) através de numerosos trabalhos sobre os sítios de formação dos alcaloides, observou que a nicotina, fundamental para a qualidade do tabaco, é formada principalmente na raiz e translocada apicalmente através do xilema, concentrando-se nas folhas.

Nicotiana tabacum é, atualmente, a espécie agrícola não alimentícia de maior importância no cenário econômico mundial. Com produção em mais de 125 países, o Brasil, especificamente, destaca-se como o maior exportador internacional da folha processada e, também, como o terceiro maior produtor mundial da cultura, perdendo apenas para a China e para a Índia (VENCATO et al., 2011). Portanto, cerca de 85% da produção é destinada ao mercado internacional, abastecendo, aproximadamente, 100 países com o tabaco brasileiro (SINDITABACO, 2011; VENCATO et al., 2011).

No Brasil, é cultivado principalmente na Região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), a qual concentra em torno de 96% da produção nacional, sendo que a Região Nordeste responde por apenas 4% dessa produção (ABIFUMO, 2012). A abrangência da produção do tabaco na Região Sul é percebida ao se verificar que 65% dos municípios são produtores da cultura. Entretanto, dos Estados constituintes dessa Região, o Rio Grande do Sul compreende a maior área plantada (176.580 ha) onde são cultivados, principalmente, os tipos Virgínia e Burley, sendo responsável por mais de 51% da produção nacional (CORREA et al., 2003; VENCATO et al., 2011). Além disso, o município de Santa Cruz do Sul é um dos principais polos produtivos e sede de grandes empresas beneficiadoras.

A cultura do tabaco possui grande importância econômica, devido ao elevado valor comercial e à capacidade de empregar considerável número de pessoas, tanto no cultivo como na industrialização (SPECHT et al., 2006). Envolve em torno de 800 mil pessoas, em 730 municípios dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, gerando 35.000 empregos diretos nas empresas e 917.000 nas lavouras, além de 1.440.000 indiretos (VENCATO et al., 2009). Devido ao seu impacto social,

a cultura do tabaco é, atualmente, considerada um fator de promoção humana, bem como de permanência e manutenção do produtor no campo (OLIVEIRA, 2006).

No Brasil existem, aproximadamente, 4,4 milhões de estabelecimentos rurais ocupados pela agricultura familiar. Desse total, cerca de 200 mil famílias produzem o tabaco para a agroindústria através de contrato, em um sistema integrado. Portanto, a produção do tabaco é, de modo geral, realizada por pequenos proprietários, sendo praticamente inexistente no sistema patronal (GUILHOTO et al., 2006). Dessa forma, esse comportamento pode ser atribuído à forte influência da fumicultura no Estado do Rio Grande do Sul, atividade ligada às pequenas propriedades familiares. Essas propriedades apresentam, de acordo com a Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA, 2010), uma área média de 18,5 ha, da qual cerca de 2,6 ha são utilizados para o plantio do tabaco. Além disso, o cultivo do tabaco compreende cerca de 70% da renda familiar de pequenos produtores no sul do Brasil, por isso tem importância socioeconômica significativa na região (SINDITABACO, 2011).

Não menos importante que a relevância socioeconômica da cultura, a questão da sustentabilidade ambiental deve ser alvo de atenção. Na produção convencional de tabaco é frequentemente utilizada grande quantidade de agroquímicos, incluindo inseticidas, herbicidas e fungicidas. Assim como na maioria das culturas agrícolas, o uso de inseticidas tem se constituído, até o momento, na principal tática de controle de insetos herbívoros, principalmente como método preventivo de modo a assegurar uma maior produtividade. Em geral, a utilização de agroquímicos leva a um aumento efetivo na produtividade em curto prazo, mas compromete a qualidade ambiental e a sustentabilidade da agricultura. Portanto, a utilização inadequada dos agroquímicos acaba por acarretar uma instabilidade ecológica, aumentando populações de insetos-praga resistentes, eliminando inimigos naturais e causando a contaminação da água e dos solos (MENEZES e AQUINO, 2005; SANTOS, 2006).

2.1.1 Ciclo produtivo

Os produtores descrevem as atividades realizadas durante o cultivo do tabaco como sistemáticas e de intenso trabalho na propriedade. Trabalho que se intensifica à medida que se inicia o processo de colheita e, posteriormente, envolve a secagem, o sortimento (processos denominados como cura) e a organização dos fardos para a comercialização com as empresas beneficiadoras. Dessa forma, a produção ou ciclo

produtivo do tabaco pode ser dividido em algumas etapas-chave como: (1) produção de mudas (semeadura), (2) transplante das mudas para lavoura, (3) crescimento em campo e (4) colheita; além dos processos de cura e posterior comercialização.

Geralmente, as sementes do tabaco não são depositadas diretamente no solo da lavoura, assim como em muitas hortaliças. Por esse motivo, faz-se indispensável o preparo de canteiros ou viveiros de mudas, ou ainda, a utilização do sistema *float*, método tradicionalmente empregado. No sistema *float*, o produtor utiliza bandejas de isopor e câmaras frias para semear o tabaco, o qual é transplantado para a lavoura quando as plantas atingem aproximadamente 13 a 18 cm de altura (ALMEIDA, 2005; KUEPPER e THOMAS, 2008). As raízes das plantas do 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 conforme 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 severa erosão, todos provocando um declínio na produtividade ao longo do tempo. A rotação de culturas na produção de tabaco no Brasil, de modo geral, inclui o plantio de milho e aveia preta nas entressafras.

Após aproximadamente 60 dias da semeadura do tabaco ocorre o transplante das mudas para a lavoura definitiva. As mudas são arranjadas na lavoura em linhas que podem variar de 1 m a 1,5 m de distância, com o espaçamento entre as plantas de, aproximadamente, 0,45 m a 0,90 m (VOGT, 1997; KUEPPER e THOMAS, 2008). Quando não há chuvas nesse período, o produtor precisa realizar o transplante com o auxílio de rega manual ou irrigação. A fertilização suplementar com os fertilizantes comerciais é comum em lavouras manejadas convencionalmente, sendo o nitrogênio e o fósforo 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 surgir, sendo removidos para prevenir a formação de sementes que, por sua vez, estimula as plantas a focarem na produção de folhas. O resultado disso são folhas mais largas, espessas e escuras, que maturam mais uniformemente e contém mais nicotina. O processo de retirada dos botões florais pode ser feito

manualmente ou, ainda, através de máquinas especiais (KUEPPER e THOMAS, 2008).

Os processos de colheita e de cura são realizados quase que simultaneamente. Em torno de 70 a 80 dias após o transplante das mudas para a lavoura, dependendo das condições climáticas, inicia-se a colheita das folhas do tabaco. Como as plantas, assim como as folhas da mesma planta, não amadurecem ao mesmo tempo realizam-se de três a seis colheitas consecutivas, iniciando com as folhas da porção mais próxima ao solo, denominadas popularmente como “baixeiro”, em direção à parte mais apical das plantas, últimas a se tornarem maduras (PAULILO, 1987).

2.1.2 Insetos-praga

O impacto decorrente da substituição da vegetação selvagem por uma cultura homogênea incide na simplificação da estrutura do habitat, bem como em problemas fitossanitários relacionados, sobretudo, ao surgimento de pragas (SCHOWALTER et al., 1986; ALTIERI, 1999). Assim, qualquer agente biótico ou abiótico que interfira na população final de plantas trará reflexos na produção, gerando perdas consideráveis na produtividade agrícola e na sustentabilidade dos agroecossistemas (NERI et al., 2010). Para Seebold et al. (2010), patógenos e insetos causam perdas significativas na produção, no rendimento e na qualidade do tabaco, desde a produção das mudas no sistema *float* até a colheita.

Conforme Silva et al. (1968) existem 93 espécies que se alimentam da cultura do tabaco no Brasil. Em relação aos insetos, Guedes e Sulzbach (2006) citam que a cultura do tabaco é acometida por um grupo restrito de insetos-praga que podem ser divididos em pragas que danificam as raízes e o caule do tabaco, pragas que cortam as folhas e pragas que sugam a seiva das plantas. Além disso, essas pragas podem ser identificadas tanto pelas suas injúrias nas plantas quanto pelas suas morfologias (larvas e adultos) que variam ao longo do seu ciclo de desenvolvimento.

De acordo com Guedes e Sulzbach (2006) o cultivo de tabaco no sul do Brasil é atacado, principalmente, pelos seguintes insetos-praga:

- *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae);
- *Conoderus* spp. Eschscholtz, 1829 (Coleoptera: Elateridae);

- *Corecoris dentiventris* Berg, 1884 (Hemiptera: Coreidae);
- *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae);
- *Epitrix* spp. Foudras, 1859 (Coleoptera: Chrysomelidae);
- *Faustinus cubae* (Boheman, 1844) (Coleoptera: Curculionidae);
- *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1920) (Thysanoptera: Thripidae);
- *Lema trilineata* (Oliver, 1808) (Coleoptera: Chrysomelidae);
- *Manduca sexta paphus* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Sphingidae);
- *Myzus nicotianae* Blackman (Hemiptera: Aphididae);
- *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae);
- *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae);
- *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae);
- *Thrips tabaci* Lindeman, 1889 (Thysanoptera: Thripidae).

A maioria desses insetos reduz a produtividade diretamente através do uso de folhas para sua alimentação ou, no caso dos afídeos, ocasionam injúrias através da sucção da seiva, causando a redução do vigor e do crescimento da planta. Esses insetos-praga 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 insetos e de patógenos causadores de doenças, enquanto que, em lavouras com sistema de produção orgânico, o controle é realizado através do uso de biopesticidas de origem animal ou vegetal, como óleo de nim e terra de diatomácea (DORFEY, 2011).

Dentre os principais coleópteros-praga ocorrentes na cultura do tabaco têm se destacado os crisomelídeos *D. speciosa* e *Epitrix* spp., os quais provocam injúrias ao se alimentarem das folhas do tabaco.

Diabrotica speciosa, conhecida popularmente como “vaquinha”, é um inseto-praga polífago de grande disseminação. Os adultos alimentam-se das partes aéreas das plantas (folhas, brotos, frutos e pólen) causando o desfolhamento (GALLO et al., 2002). O dano mais severo originado por esses insetos no tabaco cultivado é devido ao consumo da área foliar pelos adultos e por apresentarem o hábito de deslocarem-se, constantemente, de uma planta a outra, o avanço da injúria ocorre rapidamente (GUEDES e SULZBACH, 2006).

As espécies de *Epitrix* spp., conhecidas popularmente como “pulga-do-fumo”, compreendem pequenos insetos fitófagos (1,5 a 3 mm de comprimento) que causam injúrias a uma série de plantas cultivadas (DOEBERL, 2000). A injúria provocada por *Epitrix* no tabaco cultivado é característica do dano causado por esses insetos, onde os adultos ao se alimentarem originam pequenos orifícios arredondados tornando as folhas rendilhadas. A pulga-do-fumo é conhecida por danificar as plantas jovens e/ou a folhagem mais desenvolvida na parte inferior do tabaco, portanto, reduzindo a área fotossintética, o peso e a qualidade das plantas (OHASHI e URDAMPILLETA, 2003; GUEDES e SULZBACH, 2006).

2.2 Biodiversidade em agroecossistemas

O termo biodiversidade foi usado pela primeira vez em 1986, pelo entomólogo Edward O. Wilson, para substituir em parte a palavra diversidade biológica, uma vez que a biodiversidade inclui a diversidade genética e ecológica e refere-se a todas as espécies de plantas, de animais e de microrganismos existentes e interagindo dentro de um determinado ecossistema (MCNEELY et al., 1990). Abrange desde a variação dentro de cada espécie até o número e a abundância relativa de diferentes espécies no espaço e no tempo, em um sistema definido, desempenhando funções essenciais para a manutenção dos ecossistemas através de complexas interações e processos de auto-regulação e fluxo de energia (GLIESSMAN, 2001; ALTIERI et al., 2003). Em geral, cada vez mais pesquisadores de todo o mundo estão reconhecendo o papel e o significado da biodiversidade no funcionamento dos sistemas agrícolas (SWIFT et al., 1996).

A agricultura é uma atividade básica para a sustentação humana. No entanto, desde décadas passadas, o homem vem manejando os ecossistemas naturalmente diversificados para o exercício da agricultura, modificando-os em agroecossistemas, os quais diferem tanto em estrutura como em funcionamento. Em agroecossistemas, a biodiversidade é a base dos sistemas de produção, incluindo as plantas cultivadas, as plantas espontâneas, os animais, os microrganismos, dentre outros componentes bióticos que variam de acordo com fatores antrópicos, socioeconômicos, climáticos, edáficos e geográficos, encontrados na unidade agrícola e no entorno (NICHOLLS et al., 1999; AGUIAR-MENEZES, 2004).

Altieri (1999) salienta que, em agroecossistemas, a biodiversidade proporciona serviços ecológicos que vão além da produção de alimentos, fibras, energia e renda. Dentre eles são incluídos a ciclagem dos nutrientes, o controle do microclima, a regulação de processos hídricos, a detoxificação de químicos nocivos e, sobretudo, a regulação da abundância de organismos indesejáveis.

No entanto, a instabilidade dos agroecossistemas manifesta-se à medida que o agravamento de muitos problemas relacionados, principalmente, ao surgimento de espécies-praga está cada vez mais associado à expansão das monoculturas e áreas cultiváveis às custas da perda da vegetação natural, diminuindo assim a diversidade do habitat local (ALTIERI e LETOURNEAU, 1982; FLINT e ROBERTS, 1988). Assim, a destruição da biodiversidade aliada ao manejo inadequado das culturas agrícolas, comumente observadas em áreas com monoculturas, são os principais responsáveis pela quebra dos processos ecológicos, provocando a degradação das condições de produção e a dependência do uso de agrotóxicos no controle de pragas (ALTIERI et al., 2003). De modo geral, as consequências da redução da biodiversidade são mais evidentes quando inseridas no contexto do manejo de pragas. Além da simplificação da estrutura do ambiente sobre áreas extensas, resultando em um ecossistema que requer constante intervenção humana, a biodiversidade também é afetada por meio das externalidades associadas ao uso intensivo e desregrado de agroquímicos com o objetivo de aumentar a produtividade (ALTIERI et al., 2003).

O desenvolvimento de tecnologia e de sistemas agroecológicos que enfatizem a conservação e/ou regeneração da biodiversidade é urgentemente necessário para atingir os desafios socioeconômicos e ambientais da produção agrícola. O aumento da biodiversidade funcional em agroecossistemas é uma estratégia-chave ecológica para alcançar a sustentabilidade da produção (ALTIERI, 1999).

Portanto, um dos objetivos da agricultura na atualidade é promover o aumento da biodiversidade por meio da agricultura sustentável, através do restabelecimento e da conservação de habitats não agrícolas nas unidades de produção. Nesse sentido, uma das técnicas utilizadas para essa finalidade é o controle biológico conservativo, também denominado natural, que consiste na manipulação do ambiente para aumentar a sobrevivência, a fecundidade, a longevidade e a eficiência dos inimigos naturais de artrópodes-praga (LANDIS et al., 2000; PFIFFNER e WYSS, 2004).

É nesse sentido que a abordagem de uma agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada, se apoia em práticas conservacionistas como estratégia

para reincorporar a biodiversidade à paisagem agrícola utilizando-se, principalmente, de sistemas consorciados, rotação de culturas, adubação verde, agricultura orgânica e plantas de cobertura ou, ainda, pela adoção de habitats não agrícolas, como faixas de plantas silvestres, cercas-vivas, quebra-ventos, fragmentos florestais e vegetação natural preservada nas proximidades dos cultivos agrícolas (NICHOLLS et al., 1999; MENEZES e AQUINO, 2005). Esses habitats não agrícolas, adjacentes ou dentro de cultivos, podem funcionar como áreas de hibernação ou refúgio de inimigos naturais, e como fontes de alimento alternativo (pólen, néctar, hospedeiros e presas) em caso de baixa densidade populacional das pragas nos campos cultivados (ALTIERI, 1999; VENZON et al., 2005).

Segundo Nicholls e Altieri (2007), a biodiversidade é crucial para a defesa dos cultivos e quanto mais diversificadas as plantas, os animais e os organismos do solo que ocuparem uma unidade agrícola, maior será a diversidade dos inimigos naturais que o agroecossistema poderá sustentar. A preservação da biodiversidade dentro e no entorno dos sistemas agrícolas possui um papel fundamental na manutenção das dinâmicas populacionais de inimigos naturais de pragas, haja vista que a vegetação natural fornece alimento alternativo e refugio para esses organismos, que se movem para cultivos próximos em condições ambientais favoráveis (ALTIERI, 1994). Muitos trabalhos mostram que sistemas agrícolas diversificados podem reduzir a incidência de insetos-praga e/ou aumentar a abundância e diversidade de inimigos naturais (ALTIERI, 1994; ANDOW, 1991; LANDIS et al., 2000).

A manipulação do agroecossistema deve ser realizada de modo a aperfeiçoar o potencial local. Portanto, as estratégias do controle biológico conservativo buscam a sustentabilidade e a menor interferência possível no ambiente. Para usar de forma efetiva a biodiversidade no Manejo Integrado de Pragas (MIP) é importante entender que, tanto o tipo como a abundância da biodiversidade desejável na agricultura pode diferir de um agroecossistema para outro (ALTIERI, 1999; VENZON et al., 2005). As relações intrínsecas a determinadas culturas em relação aos distintos níveis tróficos devem ser estudadas em profundidade, visando o melhor entendimento do potencial da biodiversidade no controle das populações que causam danos econômicos.

2.2.1 Biodiversidade entomológica

A Classe Insecta constitui, atualmente, o maior e mais diversificado grupo entre todos os seres vivos. Com, aproximadamente, 1 milhão de espécies identificadas, os insetos compreendem em torno de 70% de todos os animais existentes. Contudo, de acordo com alguns especialistas, esse número pode corresponder a apenas 20% de todas as espécies ainda a serem descobertas e identificadas. Os insetos ocupam os mais distintos nichos ecológicos, habitando vegetais, solo e águas, e são de extrema importância para as cadeias vitais do planeta (AZEVEDO-FILHO e PRATES JUNIOR, 2005; GALLO et al., 2002; PARRA et al., 2002; TRIPLEHORN e JONNISON, 2011).

Os insetos apresentam grande capacidade de adaptação, sobretudo, devido à evolução de alguns caracteres como, por exemplo, o tamanho pequeno que facilita a sobrevivência; a existência de um exoesqueleto que protege a estrutura interna, bem como dificulta a dessecação; as asas que conferem mobilidade e facilitam a procura por alimento, a fuga de predadores e a fácil dispersão; e a metamorfose que viabiliza um grande número de habitats em virtude do desenvolvimento holometábolo, o qual possibilita os adultos e as larvas se alimentarem de diferentes recursos alimentares, evitando a competição entre si (BORROR e DELONG, 1969). As maiores Ordens de Insecta são Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera, somando juntas cerca de 740 mil espécies descritas (RUPPERT e BARNES, 2005).

Dentre os vários grupos de animais, um dos mais apontados como indicadores ambientais são os insetos, através da realização de estudos visando inventariá-los e encontrar subsídios para que não apenas se conheça a sua diversidade, abundância e distribuição, mas, também, sirvam de apoio para avaliar as condições ambientais e na tomada de decisões, em casos nos quais causam problemas (HUMPHREY et al., 1999). A ocorrência dos diferentes grupos de insetos está diretamente relacionada a fatores ambientais, tais como, temperatura, umidade, luminosidade, disponibilidade de alimento, densidade e diversidade vegetal e quantidade de material orgânico em decomposição (LAWTON, 1983; TRIPLEHORN e JONNISON, 2011).

Em torno de 10% de todas as espécies descritas de insetos são consideradas pragas, prejudicando plantas, animais domésticos e, conseqüentemente, o homem. As injúrias causadas pelos insetos às plantas são variáveis, podendo atingir todos os

órgãos vegetais. Além disso, podem atuar de forma indireta por meio da transmissão de patógenos, facilitando a proliferação de bactérias e o desenvolvimento de fungos (GALLO et al., 2002). Em contraste, muitos insetos são considerados benéficos, pois atuam como inimigos naturais de diversas espécies-praga e podem ser utilizados no controle biológico (NICHOLLS et al., 1999). Também, de modo geral, são úteis como polinizadores, auxiliam no controle de plantas daninhas, participam da construção do solo (aeração e incorporação de nutrientes) e da decomposição de matéria orgânica, bem como, são fontes de alimento para outros animais e indicadores das condições do ambiente (FUJIHARA et al., 2011).

Alguns estudos têm examinado as possibilidades de integração entre as mais diversas táticas de controle de pragas, por exemplo, as interações tritróficas entre as plantas, as pragas e seus inimigos naturais (KAROWE e SCHOONHOVEN, 1992). A interação entre o inseto herbívoro e o 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) ocorrentes nas espécies de plantas associadas. Em muitos casos, os inimigos naturais são diretamente atraídos para plantas específicas, mesmo na ausência do hospedeiro ou presa, ou ainda pela injúria provocada nas plantas quando os herbívoros estão presentes, seja através de substâncias químicas liberadas pela planta hospedeira do herbívoro, seja por outras plantas associadas (ALTIERI et al., 2003).

2.3 Ordem Coleoptera

A Ordem Coleoptera (do grego *koleos*: estojo; *pteron*: asas) destaca-se dentro da Classe Insecta devido a sua enorme diversidade taxonômica e funcional, incluindo os insetos conhecidos genericamente como besouros. Atualmente, existe em torno de 360.000 espécies descritas em todo o mundo, o que corresponde a cerca de 30% de todos os animais existentes e 40% do total de insetos conhecidos (LAWRENCE e BRITTON, 1991; LAWRENCE e NEWTON, 1995; TRIPLEHORN e JONNISON, 2011; RAFAEL et al., 2012). Coleoptera é, portanto, o maior agrupamento dentre os muitos animais, sendo considerado representativo da riqueza da entomofauna (HALFFTER e EDMONDS, 1982; HUTCHESON, 1990). Entretanto, estima-se ainda a descrição de mais de 1 milhão de espécies (BOOTH et al., 1990).

Para a Região Neotropical são registradas aproximadamente 70.000 espécies de Coleoptera, pertencentes a 127 famílias (COSTA, 2000). Dessa forma, tal Região possui a maior diversidade de espécies, apresentando maior concentração em áreas onde a precipitação é superior a 250 mm por ano e com temperaturas médias acima de 15°C (JANZEN, 1983; GILL, 1991; LÖVEI e SUDERLAND, 1996). O Brasil possui cerca de 30.000 espécies de besouros (LEWINSOHN e PRADO, 2004), distribuídas em 105 famílias (RAFAEL et al., 2012). No entanto, os levantamentos da diversidade de Coleoptera não são igualmente distribuídos entre as Regiões do Brasil, os quais se concentram em ecossistemas das Regiões Sul e Sudeste (VAZ-DE-MELLO, 2000; LEWINSOHN e PRADO, 2004).

Atualmente, Coleoptera é dividida em quatro Subordens, sendo elas: Archostemata, Myxophaga, Adephaga e Polyphaga. As duas últimas apresentam um maior número de representantes e possuem importância agrícola, incluindo espécies predadoras e pragas (TRIPLEHORN e JONNISON, 2011). A Subordem Adephaga é composta por besouros ativos que possuem mandíbulas bem desenvolvidas; assim, em sua grande maioria, compreendem insetos predadores. Dentre as famílias dessa subordem, Carabidae é a mais representativa com espécies terrestres e predadoras, como as pertencentes ao gênero *Calosoma* (TRIPLEHORN e JONNISON, 2011). Já a Subordem Polyphaga é dividida em, aproximadamente, 17 superfamílias, agrupando cerca de 90% das famílias de Coleoptera (COSTA, 2000; LAWRENCE et al., 1999). Os insetos dessa subordem possuem hábitos alimentares variados, todavia, a maior parte das espécies é herbívora (TRIPLEHORN e JONNISON, 2011).

O número de famílias conhecidas varia de 152 a 172 de acordo com a divisão considerada por distintos autores. Crowson (1981) sugeriu 169 famílias para Coleoptera. Já Lawrence (1982) salienta a existência de 152 famílias, enquanto que Lawrence e Newton (1995) citam 166 famílias. Entretanto, a classificação mais atual, de Rafael et al. (2012), considera o registro de 172 famílias para a ordem. De acordo com Elzinga (2000), mais de dois terços de todas as espécies conhecidas no mundo pertencem às seguintes famílias: Curculionidae (50.000), Chrysomelidae (35.000), Staphylinidae (30.000), Cerambycidae (26.000), Carabidae (25.000), Scarabaeidae (20.500), Tenebrionidae (20.000) e Buprestidae (13.000).

Os insetos pertencentes à Coleoptera são distinguíveis dos demais devido ao exoesqueleto esclerotizado e, principalmente, pela presença das asas anteriores, de modo geral endurecidas, transformadas em élitros. Esses, quase sempre espessos,

resistentes e de consistência coriácea, normalmente servem apenas como proteção, permanecendo imóveis durante o voo. Em algumas famílias, os élitros não recobrem totalmente o abdômen e as asas posteriores, deixando alguns segmentos ou apenas o último segmento abdominal (pigídio) exposto. O segundo par de asas (posteriores), quando presente, é membranoso e permanece dobrado sob os élitros quando em repouso. Esse, diferente dos élitros, possui função de voo (TRIPLEHORN e JONNISON, 2011; RAFAEL et al., 2012). Os coleópteros apresentam aparelho bucal mastigador, com mandíbulas fortes e bem desenvolvidas. Além disso, o protórax tem articulação livre dos outros segmentos (GRIMALDI e ENGEL, 2006). Esses insetos apresentam metamorfose completa, ou seja, são holometábolos, tendo fases de ovo, larva, pupa e adulto (MOORE, 2003; TRIPLEHORN e JONNISON, 2011).

Caracteres morfológicos singulares, tais como a presença de élitros e posição dos espiráculos abdominais (abrindo-se em uma câmara de ar formada entre o élitro e o abdômen), permitem a ocorrência de espécies em ambientes dos mais variados, inclusive naqueles extremamente secos (LAWRENCE e BRITTON, 1991). Portanto, os besouros, ao longo de sua evolução, têm ocupado a maior parte dos ecossistemas terrestres, com exceção dos mares abertos (LAWRENCE et al., 1999). Em sua maior parte são aéreos, presentes sobre a vegetação e na superfície do solo. Muitos vivem enterrados no solo, outros são aquáticos ou semi-aquáticos. (MENEZES e AQUINO, 2005). Apenas 10% das espécies de besouros conhecidas no mundo são aquáticas; portanto, a maioria é terrestre (WILLIAMS e FELTMATE, 1992).

O aparelho bucal do tipo mastigador permite partir e triturar o alimento. Assim, os coleópteros alimentam-se de todos os recursos de energia (alimento) disponíveis na natureza, só não havendo referência apenas à hematofagia (COSTA et al., 1988; LAWRENCE e BRITTON, 1991). Muitos dos besouros são herbívoros, fungívoros ou detritívoros, enquanto poucos são algívoros. Ainda, muitos são predadores de outros invertebrados, assim como podem existir espécies ecto e endoparasitas (MARINONI et al., 2001). Os estágios imaturos, de modo geral, diferem muito dos adultos, tanto em morfologia como em habitats e/ou hábitos alimentares (COSTA et al., 1988). Em relação aos herbívoros, muitas espécies alimentam-se de folhas, outras são brocas de troncos ou frutos, algumas fazem minas em folhas, atacam as raízes e outras se alimentam de partes de flores. Portanto, qualquer parte de uma planta pode servir de

alimento para algum tipo de besouro. Além disso, muitos coleópteros causam danos em produtos animais e vegetais armazenados, sobretudo grãos e cereais, enquanto outros apresentam importância econômica por serem pragas de plantas cultivadas (BORROR e DELONG, 1969; MARINONI et al., 2001; RAFAEL et al., 2012).

Os coleópteros desempenham papel fundamental para o funcionamento dos ecossistemas terrestres, uma vez que participam de processos ecológicos, tais como decomposição de material orgânico, reciclagem de nutrientes, polinização, dispersão e predação de sementes, além da regulação das populações de plantas e animais (KEVAN e BAKER, 1983; DIDHAM et al., 1996; SPEIGHT et al., 1999; SCHERER e ROMANOWSKI, 2005; NOGUEIRA e ARRUDA, 2006; NICHOLS et al., 2008). Ainda, devido a sua diversidade e abundância, os besouros constituem grande parte da biomassa de um ambiente, sendo um importante recurso alimentar para diversos vertebrados, como aves, lagartos e pequenos roedores, bem como de outros invertebrados (SPEIGHT et al., 1999).

Em vista dos aspectos ressaltados, a diversidade e abundância de Coleoptera têm sido amplamente estudadas nas diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil, tendo ênfase na comparação da comunidade de Coleoptera em diferentes habitats e na utilização da ordem como indicadora ambiental (HUTCHESON, 1990; DUTRA e MIYAZAKI, 1994; MIYAZAKI e DUTRA, 1995; FOSTER, 1996; MARINONI e DUTRA 1997; CARLTON e ROBINSON, 1998; FERREIRA e MARQUES, 1998; PINHEIRO et al., 1998; DIDHAM et al., 1998; HUTCHESON e JONES, 1999; CHUNG et al., 2000; DAVIES, 2000; MEDRI e LOPES, 2001; BARBOSA et al., 2002; MARINONI e GANHO, 2003). Também, para verificar os distintos padrões de abundância sazonal (KRASNOV e SHENBROT, 1997; GNASPINI et al., 2000; FREITAS et al., 2003), e a influência dos estágios de sucessão vegetal sobre as comunidades desses insetos (MORRIS, 1980; HUTCHESON, 1990; HUTCHESON e JONES, 1999; MARINONI e GANHO, 2003).

2.3.1 Grupos funcionais e grupos tróficos

Estudos salientam que, em ecossistemas naturais, inúmeras espécies realizam certas funções que podem ter diferentes graus de importância para o funcionamento do ecossistema no qual estão inseridas (COELHO et al., 2004). Dessa forma, busca-se agrupar espécies por função desempenhada na tentativa de

minimizar muitas das dificuldades de interpretação da complexidade estrutural comumente encontrada em diferentes ecossistemas. Esses grupos são considerados grupos funcionais, ou seja, grupos de espécies que desempenham funções semelhantes em um dado ambiente (WILSON, 1999). Assim, na literatura há uma nítida predominância de agrupamentos baseados em características funcionais das espécies (GRIME, 1977; TILMAN, 1982; WESTOBY, 1998; GRIME, 2001; ACKERLY, 2004). Nesse sentido, muitos trabalhos buscam interpretar condições ambientais por meio da dominância relativa de grupos tróficos em estruturas de comunidades de diferentes animais, dentre eles, os insetos pertencentes à Coleoptera (HUTCHESON, 1990; GASTON et al., 1992; MARINONI e DUTRA, 1997; DIDHAM et al., 1998; CARLTON e ROBINSON, 1998).

Da mesma forma em que são reconhecidas as qualidades de Coleoptera para estudos ecológicos, são destacadas as dificuldades de identificação taxonômica ao nível de espécie e mesmo de gênero, somadas as poucas informações referentes ao comportamento das espécies (MARINONI, 2001). As constatações dos insuficientes conhecimentos são salientadas por vários autores (MORRIS, 1980; GASTON et al., 1992; MARINONI e DUTRA, 1997; CARLTON e ROBINSON, 1998; DIDHAM et al., 1998). Nesse sentido, conforme Marinoni (2001), a identificação ao nível de espécie é irrelevante, na medida em que as análises das interações ecológicas entre flora e fauna serão estabelecidas com base no hábito alimentar que, na maioria dos insetos de Coleoptera, são semelhantes ao nível taxonômico de família ou subfamília, com as exceções quase sempre encontradas ao nível de espécie e raramente ao nível de gênero.

Assim, o estudo ao nível de família tem sido aceito por diversos autores, obtendo-se resultados importantes sobre a diversidade de Coleoptera associada a ecossistemas naturais e/ou antropizados (MARINONI e DUTRA, 1997; MAGURRAN, 2005). Essas informações resultantes tornam-se essenciais, sobretudo no contexto da carência de levantamentos, fato este constatado para a cultura do tabaco na região Sul do Brasil. O estudo da biodiversidade ao nível taxonômico de família já era admitido por Pielou (1975) e Magurran (1988). Ainda, Schubart e Beck (1968), Rodrigues (1992), Davies et al. (1997), Marinoni e Dutra (1997) e Didham et al. (1998) utilizaram dados sobre as famílias de Coleoptera para análises da riqueza, abundância ou ainda, das relações tróficas com o ambiente.

Dessa forma, em algumas análises tem sido utilizado, principalmente, o conhecimento da biologia de algumas espécies, extrapolando-se esta informação para as outras espécies de taxa superiores (gênero, tribo, família), até que se tenha novos dados biológicos sobre as espécies que apresentam hábitos e comportamentos desconhecidos ou incertos. As denominações sob as quais se estabeleceram os agrupamentos de taxa têm sido as mais diferentes, desde grupo ecológico a guilda (HAWKINS e MACMMAHON, 1989; SIMBERLOFF e DAYAN, 1991).

De acordo com os hábitos alimentares são reconhecidos cinco grupos tróficos para os insetos pertencentes à Coleoptera, seguindo a classificação proposta por Marinoni (2001) e Marinoni et al. (2001), onde o termo *grupo trófico* é empregado para reunir em uma mesma classe todas as espécies que se utilizam de uma mesma fonte de recurso alimentar, independente do nível trófico e, também, do ecossistema a que pertençam (MARINONI, 2001). Nesse contexto, os cinco grupos tróficos estão distribuídos em: (I) carnívoros: são incluídos todos os organismos que se alimentam de tecidos, células ou líquidos internos de animais vivos (parasitas e parasitoides) ou recém mortos pela ação do ingestor do alimento (predadores); (II) detritívoros: estão incluídos os que se alimentam de partículas (resíduos, detritos ou líquidos), produtos da decomposição de células e tecidos animais ou vegetais; (III) fungívoros: incluem todos os que se alimentam de qualquer tipo ou parte de fungos (micélio, esporos ou partes selecionadas de corpos frutíferos de basidiomicetos); (IV) herbívoros: incluem os que se alimentam de plantas ou de partes de plantas (folha, casca, caule, tronco, raiz, flor, fruto e semente); (V) algívoros: incluem todos aqueles que se alimentam de algas (MARINONI, 2001).

Em geral, espécies de diferentes grupos tróficos são afetadas diferentemente pela fragmentação do ambiente (DIDHAM et al., 1998). Estudos desenvolvidos como os de Morris (1980), Hutcheson (1990) e Marinoni e Dutra (1997) verificaram que os coleópteros herbívoros predominam em áreas degradadas, em regeneração, devido à maior disponibilidade de plantas em estágio inicial de desenvolvimento, condição esta que facilita a herbivoria. Por outro lado, os grupos detritívoros e fungívoros são mais representativos em áreas mais preservadas, em virtude da maior disponibilidade de material orgânico em decomposição.

2.3.2 Coleópteros predadores

Os inimigos naturais (predadores, parasitoides e patógenos) são os principais responsáveis pela mortalidade de insetos-praga na maioria dos agroecossistemas e, dentre os insetos, encontram-se distribuídos, principalmente, nas ordens Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera e Neuroptera (ROCHA et al., 2002).

Para tanto, diversos insetos de Coleoptera têm sido relatados como os principais inimigos naturais de alguns insetos-praga em muitas culturas agrícolas. Os coleópteros predadores, principalmente das famílias Carabidae e Staphylinidae, são componentes importantes a se preservar nos sistemas agrícolas, uma vez que estão frequentemente associados à regulação natural das populações de insetos-praga. Devido a esta capacidade de controle, são utilizados com sucesso em programas de manejo integrado de pragas, através da aplicação de técnicas de controle biológico por conservação (HOLLAND e LUFF, 2000; MENEZES e AQUINO, 2005).

Portanto, Carabidae e Staphylinidae incluem importantes espécies predadoras associadas ao solo dos cultivos agrícolas (PFIFFNER e LUKA, 2000), as quais são, potencialmente, úteis ao reduzir as populações de pragas, atuando como agentes no controle biológico (SUNDERLAND e VICKERMAN, 1980; KROMP, 1999; SADEJ e NIETUPSKI, 2000; SUENAGA e HAMAMURA, 2001). Conforme Holland e Luff (2000) para aumentar a efetividade de carabídeos e estafilínídeos como agentes de controle biológico de pragas, faz-se indispensável a avaliação das influências das culturas e demais habitats naturais presentes nos agroecossistemas para identificar componentes que proporcionem as melhores condições para os predadores atuarem como inimigos naturais de pragas.

Entretanto, apesar da reconhecida natureza predatória e do enorme potencial que possuem em controlar pragas, no Brasil existem poucas informações referentes à diversidade e abundância de Carabidae e de Staphylinidae em culturas agrícolas e em fragmentos florestais adjacentes. Dessa forma, alguns autores salientam apenas a ocorrência de carabídeos nas culturas de eucalipto, algodão, soja, milho, hortaliças e feijão (ZANUNCIO et al., 1993; DIDONET et al., 1998; SILVA e CARVALHO, 2000; THOMAZINI e THOMAZINI, 2001; CIVIDANES et al., 2003; DIDONET et al., 2003; CAIXETA et al., 2005; BARROS et al., 2006). Já os estafilínídeos foram referidos em levantamentos nas culturas de soja, goiaba e eucalipto (ZANUNCIO et al., 1993; CIVIDANES et al., 1996; GALLI e RAMPAZZO, 1996).

Os carabídeos são citados como predadores generalistas de afídeos, ovos e larvas de crisomelídeos, curculionídeos e outros coleópteros e larvas de lepidópteros (KROMP, 1999; HOLLAND e LUFF, 2000). Além disso, podem ser destacados como inimigos naturais de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (WYCKHUYS e O'NEIL, 2006), *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja (FULLER, 1988), *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar e sorgo (FULLER e REAGAN, 1988), *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em hortaliças (SUENAGA e HAMAMURA, 2001) e *Alabama argillacea* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão (ALLEN, 1977; CHOCOROSQUI e PASINI, 2000).

Os estafilinídeos destacam-se como importantes predadores de pulgões em cultivo de cereais (DENNIS et al., 1991), dentre eles *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) em cevada (CHIVERTON, 1986) e de alguns dípteros, como *Erioischia brassicae* Bouche, 1758 (Diptera: Anthomyiidae) em brássicas (COAKER e WILLIAMS, 1963).

Outra família de coleópteros importante no controle biológico é Coccinellidae, a qual possui insetos conhecidos genericamente como “joaninhas”, onde os adultos e as larvas são predadores de pulgões, cochonilhas, moscas-branca, tripes, lagartas desfolhadoras (fases iniciais), ovos de outros besouros e artrópodes como os ácaros (ELLIOTT et al., 2002). Cerca de 90% do total de espécies descritas para essa família são consideradas benéficas devido a sua atividade predatória (IPERTI, 1999). Esses insetos atuam como predadores de pulgões nas culturas do milho e sorgo, além de cereais de inverno (ELLIOTT et al., 2002). Ainda, muitas espécies são predadoras de pulgões, cochonilhas e outros insetos nas culturas do citros, café, soja, amendoim e algodão (GUERREIRO, 2004).

2.3.3 Relação entre diferentes habitats e coleópteros predadores

Recentemente, um maior empenho tem sido conferido a estudos relacionados à ecologia da comunidade de inimigos naturais de pragas que ocorrem naturalmente (nativos) ou são introduzidos em sistemas agrícolas, visando conservar ou aumentar a abundância e eficácia desses insetos benéficos no controle biológico de pragas. O controle biológico por conservação, ou natural, implica na manutenção dos inimigos naturais nativos nos agroecossistemas, através de práticas agrícolas que contribuam

para a sua conservação e, se possível, a manipulação do ambiente para favorecer a sobrevivência e reprodução, fornecendo abrigo, microclima apropriado e/ou alimento alternativo. A presença e a manutenção da vegetação natural nos agroecossistemas são importantes como forma de manipulação do habitat (ALTIERI, 1999; LANDIS et al., 2000; PFIFFNER e WYSS, 2004; VENZON et al., 2005).

Dessa forma, a diversidade e a abundância de inimigos naturais nas culturas podem ser positivamente correlacionadas com a presença de fragmentos florestais e com a natureza da vegetação nas adjacências (KROMP, 1999). Esses componentes têm valor econômico e a presença dos mesmos deve ser mantida e incorporada aos agroecossistemas, tendo em vista que favorecem a ocorrência em alta densidade de insetos predadores (ASTERAKI et al., 1995; THOMAS et al., 1991) e colaboram para uma produção agrícola sustentável (ALTIERI et al., 2003). A redução, ou mesmo a ausência, desses habitats não agrícolas pode diminuir a ocorrência de predadores, limitando o potencial desses inimigos naturais em controlar as pragas (COOMBES e SOTHERTON, 1986; THOMAS et al., 1991).

Os fragmentos florestais, cercas-vivas, faixas com plantas herbáceas e outros habitats localizados nas proximidades de culturas constituem o refúgio primordial de carabídeos, estafilínídeos, entre outros inimigos naturais (PFIFFNER e LUKA, 2000). Além disso, tais habitats podem proporcionar disponibilidade de presas alternativas e melhores condições microclimáticas (PFIFFNER e LUKA, 2000), bem como podem contribuir para a redução de medidas drásticas de controle de pragas, diminuindo as influências negativas das práticas agrícolas sobre os insetos predadores (CLARK et al., 1997).

Pollard (1968) verificou que grande parte da fauna de carabídeos presente em culturas na Inglaterra é de origem silvícola e que muitas espécies são extremamente dependentes da vegetação adjacente aos campos, para sua permanência nas áreas agrícolas onde, por exemplo, *Agonum dorsale* (Pontoppidan, 1763) possui migração sazonal entre as áreas de cultivos e a vegetação adjacente. Alguns estudos também constataram que a distribuição e a abundância de Carabidae são influenciadas pela estrutura da vegetação, muitos dos quais reportaram uma correlação positiva entre a cobertura e diversidade de espécies de plantas espontâneas e a diversidade desses insetos (CARCAMO et al., 1995; KROMP, 1990; O'SULLIVAN e GORMALLY, 2002; PFIFFNER e NIGGLI, 1996).

Coombes e Sotherton (1986) observaram em um estudo sobre a dispersão de adultos de predadores terrestres das famílias Carabidae e Staphylinidae em culturas de cereais, dentro de cultivos e a partir de suas bordas, que os besouros podem ser coletados desde a borda a até 200 m no interior dos cultivos. Além disso, verificaram que *A. dorsale* (Carabidae) e *Tachyporus hypnorum* (Fabricius 1775) (Staphylinidae) apresentaram números decrescentes da borda para o centro dos cultivos.

Da mesma forma, Hodeck (1973) salienta que, na antiga Tchecoslováquia, os pomares de maçãs circundados por florestas decíduas possuem a abundância dez vezes maior de *Coccinella quinquepunctata* Linnaeus, 1758 (Coccinellidae), quando comparado a pomares circundados por cultivos agrícolas. Em regiões temperadas, a proximidade de florestas e cercas-vivas, as quais servem como locais de hibernação, tem um efeito fundamental sobre a ocorrência e permanência dos coccinélídeos em ambientes agrícolas (ALTIERI et al., 2003).

2.3.4 Coleópteros bioindicadores

O termo “bioindicadores” pode ser usado em vários contextos, destacando-se: indicação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas, bem como, degradação do solo e ecossistemas (MCGEOCH, 1998). Segundo Allaby (1992), espécies bioindicadoras podem ter uma amplitude estreita a respeito de um ou mais fatores ecológicos e, quando presentes, podem indicar uma condição ambiental particular ou estabelecida.

Diversos autores atestam que bioindicadores são ferramentas importantes no monitoramento de áreas antropizadas ou preservadas, pois fornecem indicativos das condições do habitat e o seu progresso de recuperação ou deterioração, informando sobre a estrutura, o funcionamento e a composição do sistema ecológico, através de monitoramentos em distúrbios ambientais a curto e longo prazo (DALE e BEYELER, 2001; MOFFATT e MCLACHLAM, 2004; MENDOZA e PRABHU, 2004). Além disso, podem ser utilizados na avaliação dos distúrbios ambientais gerados pela aplicação de agrotóxicos e de outras práticas agrícolas, principalmente, fertilidade e manejo do solo (PAOLETTI, 1999).

Dentre os organismos indicadores, os insetos, devido sua grande importância na manutenção dos ecossistemas naturais, tem sido utilizados em diversos estudos de perturbação ambiental (ROSENBERG et al., 1986). Assim, Brown (1997) cita que,

dentre os insetos, espécies pertencentes às ordens Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera e Coleoptera constituem as mais importantes bioindicadoras. Segundo Hole et al. (2005) as comunidades de Coleoptera estão dentre os grupos de animais mais comumente estudados na comparação entre sistemas de manejo agrícola, bem como na avaliação de distúrbios causados pela aplicação de agrotóxicos. Dentre as qualidades atribuídas aos coleópteros para esta finalidade, destacam-se: a riqueza e a abundância de espécies, a alta fidelidade ecológica, o fato de ocuparem diferentes nichos ecológicos, a grande diversidade de grupos tróficos, a habilidade de produzir muitas gerações em um curto espaço de tempo, facilidade e baixo custo de pesquisa e, principalmente, por associarem-se intimamente com outras espécies ou recursos, fornecendo uma resposta rápida as perturbações do ambiente (BROWN, 1991).

Os predadores e parasitoides, frequentemente, apresentam maior mortalidade devido ao uso de inseticidas do que suas presas ou hospedeiros herbívoros (CROFT e BROWN, 1975), tanto pela maior suscetibilidade ao inseticida quanto pelo fato de que sua fonte de alimento é reduzida após a aplicação. Diversos autores citam uma abundância, comumente, mais alta e evidências de maior diversidade de coleópteros predadores em plantios com sistema de manejo orgânico, se confrontados a plantios com sistema de manejo convencional (BOOIJ e NOORLANDER, 1992; CARCAMO et al., 1995; PFIFFNER e NIGGLI, 1996; CLARK, 1999; IRMLER, 2003; PFIFFNER e LUKA, 2003), enquanto poucos estudos mostram o contrário (MOREBY et al., 1994; ARMSTRONG, 1995; YOUNIE e ARMSTRONG, 1995; WEIBULL et al., 2003).

Lee et al. (2001) e Landis et al. (2005) citam que a aplicação de inseticidas na cultura do milho reduz a atividade e a densidade da comunidade de Carabidae, onde esses insetos, possivelmente, utilizam as áreas adjacentes aos cultivos como abrigo, durante os períodos de aplicação de inseticidas e colheitas. Dessa forma, a redução do número de aplicações de agroquímicos pode promover uma maior abundância e diversidade desses besouros (ELLSBURY et al., 1998).

No entanto, Brooks et al. (1995), Andersen e Eltun (2000) e Shah et al. (2003), apesar de reportarem densidades de Carabidae geralmente mais altas em sistemas orgânicos, também constataram densidades de Staphylinidae baixas nesse mesmo sistema, quando comparado com o sistema convencional. Da mesma forma, Krooss e Schaefer (1998), observaram densidade e riqueza de espécies de Staphylinidae mais baixas em sistema orgânico. Esse último parâmetro foi também encontrado por Weibull et al. (2003), enquanto que Booiij e Noorlander (1992) não

verificaram padrões claros na abundância desses coleópteros. Contrariamente, Pfiffner e Niggli (1996) e Berry et al. (1996) registraram a abundância de Staphylinidae significativamente mais alta em sistemas de manejo orgânico.

Conforme Ipertí (1999), muitas espécies de Coccinellidae migram em resposta a condições ambientais desfavoráveis, sendo extremamente vulneráveis a diversos fatores limitantes, incluindo inimigos naturais e, sobretudo, influências antrópicas. A utilização inadequada e intensiva de agrotóxicos e de fertilizantes compreende uma das principais razões da redução do número de coccinélídeos em agroecossistemas, principalmente, devido à vulnerabilidade dos mesmos a produtos químicos sintéticos em todos os estágios de vida (IPERTÍ, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

As áreas de tabaco utilizadas para o estudo localizam-se no município de Santa Cruz do Sul, que se situa na região fisiográfica denominada encosta inferior do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul e está localizado na zona de transição entre a Depressão Central e a Serra Geral, com coordenadas geográficas 29°43'59" de latitude sul e 52°24'52" de longitude oeste, com altitude média de 122 m acima do nível do mar. Distante 155 km da capital Porto Alegre, possui o território com área total de 733,40 km², dos quais 156,96 km² são destinados à área urbana e 576,44 km² à área rural, com uma população estimada de 124.577 habitantes (IBGE, 2013). 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 do tipo subtropical temperado, apresentando temperaturas médias de 19°C, com máxima de 42°C e mínima de 5°C, e precipitações entre 100 e 126 dias ao ano, com 1.300 a 1.800 mm de chuvas (COLLISCHONN, 2001; IBGE, 2013).

Os cultivos de tabaco, nos quais o trabalho foi desenvolvido, apresentaram diferentes manejos:

A. Cultivo com manejo orgânico

Nas safras 2009/2010 e 2010/2011 foi utilizada uma lavoura de tabaco do tipo Virgínia (29°47'41.22"S e 52°24'49.18"O), manejada organicamente, localizada no Distrito Industrial do município de Santa Cruz do Sul, RS (Figura 1). A lavoura compreendia uma área de 160 x 85 metros, de propriedade da empresa JTI Kannenberg Ltda., sendo inspecionada anualmente para receber as seguintes certificações do manejo: CEE 2092/91 (União Européia) e USA NOP – 7 CFR Part 205 (USA National Organic Program).

O entorno era constituído de vegetação adjacente com espécies arbustivas e arbóreas de médio e grande porte (nativas e exóticas), monocultura de *Eucalyptus* sp. e plantas de crescimento espontâneo. Além disso, era limitada por uma segunda lavoura de tabaco, também manejada organicamente (Figura 2).

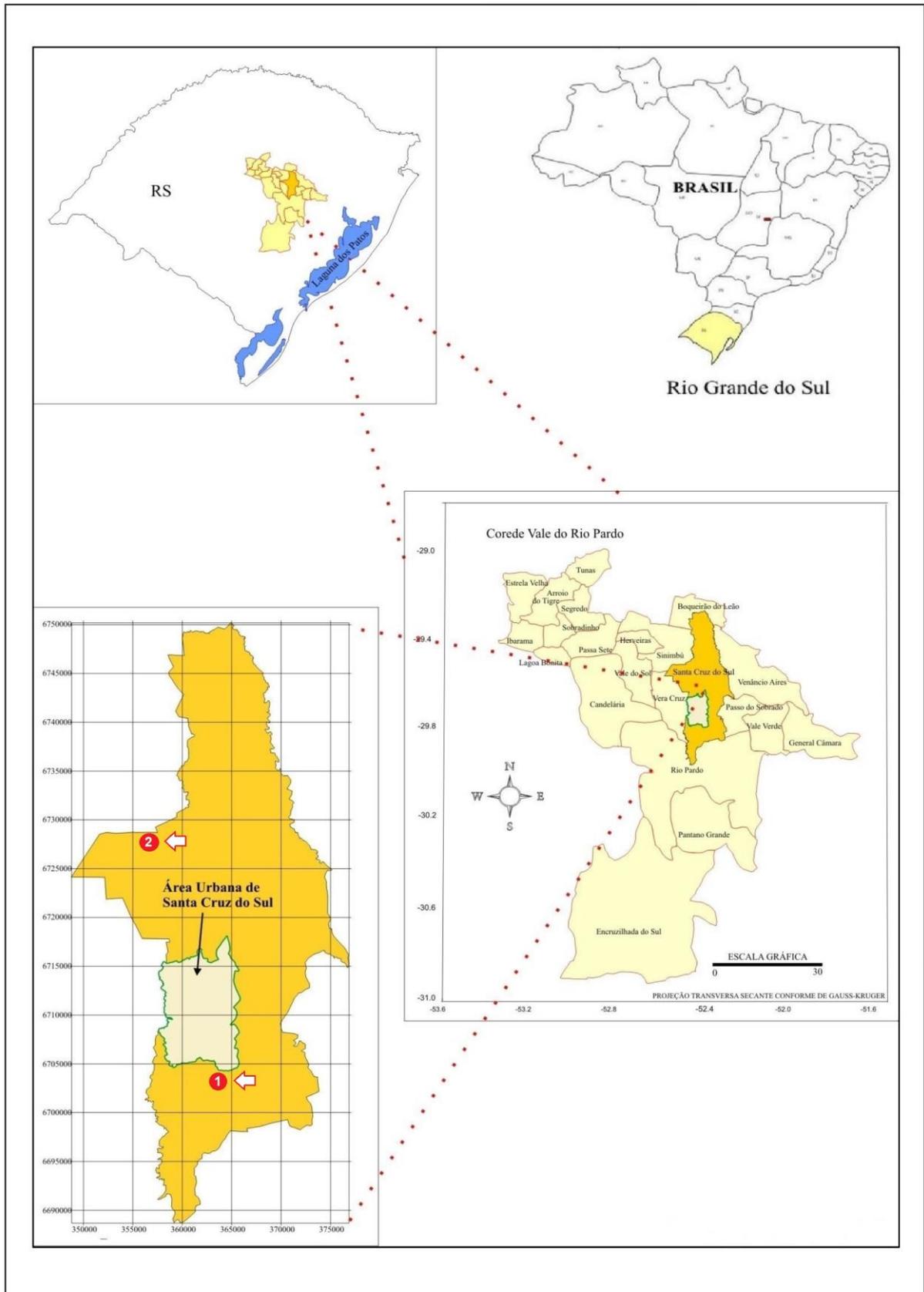


Figura 1 – Localização das áreas de estudo em âmbito nacional, estadual e municipal. (1) lavoura de tabaco com manejo orgânico; (2) lavoura de tabaco com manejo convencional. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da UNISC (modificado).

Cabe ressaltar que o manejo orgânico inclui o uso de práticas ecológicas no controle de pragas. Assim, quando se fez necessária intervenção no controle de insetos-praga, foram utilizados produtos de origem vegetal ou animal, como óleo de linho, óleo de nim e terra de diatomácea. Foi excluída a aplicação de fertilizantes, herbicidas, fungicidas e demais inseticidas, anteriormente ou durante todo o processo de cultivo.

B. Cultivo com manejo convencional

Na safra 2009/2010 foi avaliada, também, uma lavoura de tabaco do tipo Virgínia manejada convencionalmente, localizada no Distrito de Rio Pardinho (pertencente ao município de Santa Cruz do Sul) (Figura 1), possuindo uma área de, aproximadamente, 350 x 100 metros ($29^{\circ}34'17.84''S$ e $52^{\circ}29'07.38''O$). O entorno era constituído de outras lavouras de tabaco, além de uma faixa de 15 metros de largura por 100 metros de comprimento de vegetação adjacente com espécies arbustivas ou arbóreas de médio e grande porte (Figura 3).

O cultivo com manejo convencional caracterizou-se pela utilização de produtos químicos de origem sintética durante todo o processo produtivo, incluindo fertilizantes, herbicidas, fungicidas e inseticidas. Esta área de cultivo foi utilizada apenas para análise comparativa da comunidade de Coleoptera com a área de plantio orgânico, na mesma safra agrícola. Assim, foram avaliadas a frequência, a constância e dominância, os índices faunísticos e a distribuição espacial das famílias mais representativas de ambos os cultivos.

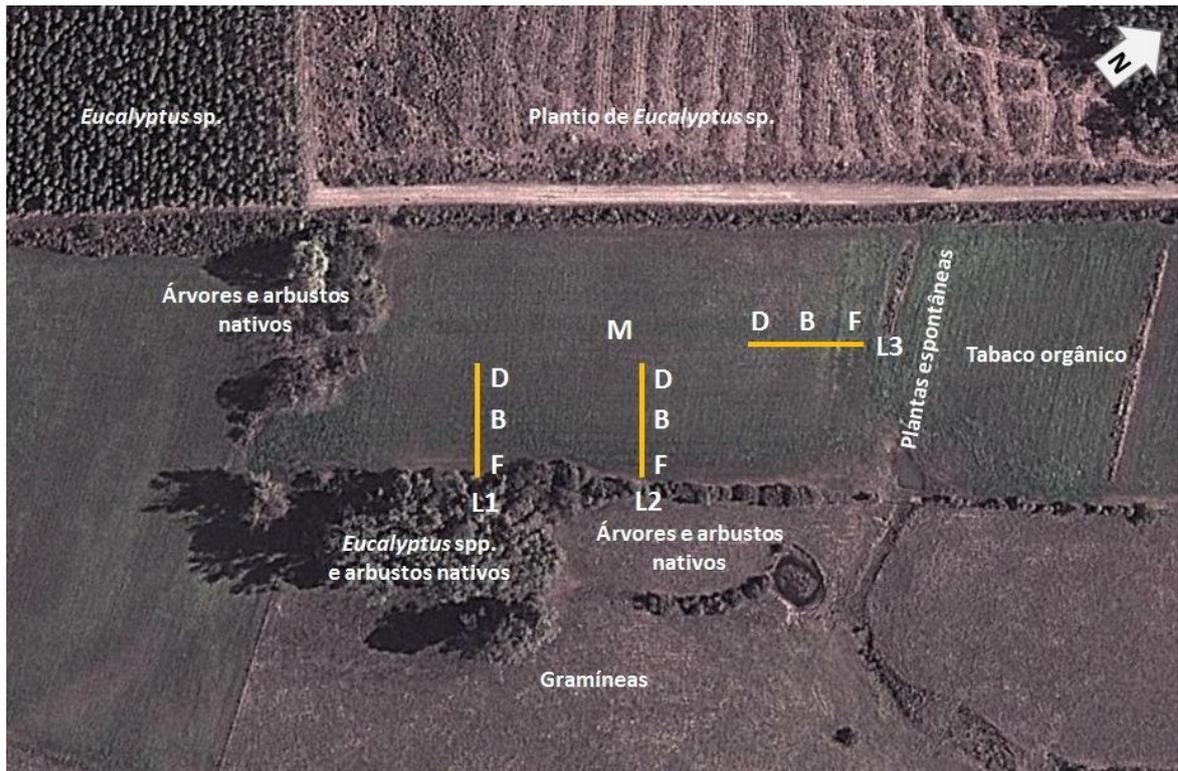


Figura 2 – Entorno da lavoura de tabaco com manejo orgânico, com o croqui da distribuição das linhas de amostragem (L1, L2 e L3) e dos pontos de coleta (F= fora; B= borda; D= dentro; M= meio). Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011. Fonte: Google Earth, 2013 (modificado).



Figura 3 – Entorno da lavoura de tabaco com manejo convencional, com o croqui da distribuição dos pontos de coleta na linha de amostragem (F= fora; B= borda; D= dentro; M= meio). Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safra 2009/2010. Fonte: Google Earth, 2013 (modificado).

3.2 Metodologia de amostragem

A. Cultivo com manejo orgânico

Em ambas as safras estudadas na área de cultivo orgânico (2009/2010 e 2010/2011), foram determinadas três linhas amostrais, no sentido fora-dentro da lavoura, com aproximadamente 40 m de comprimento e, no mínimo, 30 m de distância uma da outra (Figura 2). A vegetação adjacente à lavoura, no ponto onde iniciava cada linha, era constituída de: linha 1 (L1)= árvores de *Eucalyptus* spp. e arbustos, numa faixa com cerca de 10-15 m de largura; linha 2 (L2)= espécies arbóreas e arbustivas nativas de menor porte com, aproximadamente, 3-5 m de largura; e linha 3 (L3)= plantas de crescimento espontâneo, sendo elas: ervilhaca (*Vicia villosa* Roth), nabo-forageiro (*Raphanus sativus* Linnaeus) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), no período da safra de 2009/2010 e ervilhaca, nabo-forageiro e canola (*Brassica napus* Linnaeus), no decorrer da safra de 2010/2011. A linha 3, em ambas as safras, era limitada por uma segunda lavoura de tabaco com manejo orgânico.

Em cada linha amostral foram determinados três pontos de coleta, iniciando a, aproximadamente, oito metros da borda da lavoura e distantes também oito metros um do outro. Esses pontos foram denominados “fora”, “borda” e “dentro”, de acordo com a sua localização na lavoura. Além disso, foi estabelecido um ponto “meio” no centro do cultivo, não pertencendo a nenhuma das linhas amostrais, portanto, único (Figura 2). Dessa forma, utilizou-se a média dos pontos “fora”, a média dos pontos “borda”, a média dos pontos “dentro” e o total do ponto “meio”, na comparação entre os pontos de coleta.

Em cada ponto de coleta foram instaladas quatro armadilhas do tipo *pit-fall* e uma armadilha de Malaise.

B. Cultivo com manejo convencional

Na área de cultivo convencional, utilizada somente na safra 2009/2010, foi delimitada uma única linha amostral, no sentido fora-dentro da lavoura, com aproximadamente 40 m de comprimento (Figura 3). Tendo em vista que o cultivo convencional possuiu apenas uma linha amostral, utilizou-se a linha 2 de amostragem do cultivo orgânico para fins de comparação entre os diferentes tipos de manejo, isto devido a semelhança da vegetação adjacente de ambas as lavouras.

Nessa linha amostral, foram determinados quatro pontos de coleta, iniciando em, aproximadamente, oito metros da borda da lavoura e, também, distantes oito metros entre si, os quais foram denominados pontos “fora”, “borda”, “dentro” e “meio”, conforme sua localização na lavoura (Figura 3). Assim, na comparação entre o cultivo orgânico e o cultivo convencional, considerou-se o ponto “meio” do cultivo orgânico como pertencente à linha 2 de amostragem.

Da mesma forma que no cultivo orgânico, em cada ponto de coleta foram instaladas quatro armadilhas do tipo *pit-fall* e uma armadilha de Malaise.

3.2.1 Armadilha de solo do tipo *pit-fall*

A armadilha do tipo *pit-fall* ou armadilha de solo é especialmente voltada para insetos e outros artrópodes que caminham sobre o solo, por incapacidade de voo ou por preferência de habitat. O modelo empregado no presente estudo corresponde ao de Azevedo-Filho e Prates Junior (2005), sendo composto por um recipiente plástico de boca larga (10 cm de diâmetro), posicionado dentro de um cano PVC e enterrado no solo, em um buraco profundo o suficiente para alocar os 12 cm de altura do cano, de maneira que a abertura fique ao nível da superfície. Dentro do recipiente plástico foi adicionada como substância conservante, uma mistura de álcool 70% e formalina a 2%, preenchendo 1/3 do recipiente. Na superfície da armadilha foram fixados dois suportes de ferro para o apoio de uma telha, com função de cobertura da armadilha, evitando, assim, a entrada de materiais indesejáveis no interior, como terra e água da chuva (Figura 4).



Figura 4 – Armadilha de solo do tipo *pit-fall* utilizada em lavouras de tabaco, nas safras 2009/2010 e 2010/2011, para a coleta de insetos associados ao solo. Fonte: Dorfey (2011).

3.2.2 Armadilha de Malaise

A armadilha de Malaise age como interceptora de voo e é destinada à captura de insetos como dípteros e himenópteros, bem como alguns grupos de lepidópteros e coleópteros. A armadilha utilizada no presente trabalho correspondeu a uma tenda de náilon, dotada de uma barreira frontal, uma central, um teto e duas aberturas nas laterais. A sustentação principal foi feita através de uma estaca de madeira, onde em sua extremidade foi acoplado um recipiente coletor contendo uma mistura de álcool 70% e formalina a 2%, usada como sustância conservante. Estacas menores foram utilizadas para esticar o conjunto, dando forma a tenda (Figura 5).



Figura 5 – Armadilha de Malaise utilizada em lavouras de tabaco, nas safras 2009/2010 e 2010/2011, para a coleta de insetos em atividade de voo. Fonte: Dorfey (2011).

3.3 Período de realização das amostragens

A. Cultivo com manejo orgânico

Por meio de um projeto piloto desenvolvido em safras anteriores (2007/2008 e 2008/2009) pode-se constatar que o início da ocorrência expressiva de coleópteros nas armadilhas correspondeu ao estágio em que as plantas de tabaco apresentavam, em média, dez ou mais folhas bem desenvolvidas. Assim, as armadilhas foram instaladas, na lavoura com cultivo orgânico, no final do mês de novembro, na safra 2009/2010, e no início desse mesmo mês na safra 2010/2011. Nesta última safra, o processo de transplante das mudas de tabaco para o campo foi antecipado em virtude das condições climáticas. As armadilhas permaneceram em campo durante todo o desenvolvimento do estudo.

As coletas foram realizadas, semanalmente, no período de 20 de novembro de 2009 a 19 de março de 2010, perfazendo um total de 18 coletas na safra 2009/2010. Já na safra 2010/2011, ocorreram no período de 03 de novembro de 2010 a 21 de janeiro de 2011, totalizando 12 coletas. Desse modo, os períodos de

realização das amostragens, em ambas as safras, obedeceram ao ciclo da cultura (estádios de desenvolvimento das plantas) e corresponderam às distintas épocas de colheita das plantas.

Para averiguar a possível influência da temperatura e da pluviosidade sobre a comunidade de Coleoptera, dados foram obtidos a partir de Estação Meteorológica situada na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), e disponibilizados pelo Laboratório de Climatologia da mesma Universidade. Além disso, anotaram-se os períodos em que foi realizado o manejo da cultura, incluindo as colheitas sucessivas das folhas do tabaco (de baixo para cima), a floração e a retirada das inflorescências das plantas.

B. Cultivo com manejo convencional

O período de amostragem, na lavoura de tabaco com manejo convencional, foi de 23 de novembro de 2009 até 28 de dezembro de 2009. Após dezembro de 2009, em virtude das constantes chuvas e da consequente enchente do Rio Pardo, que invadiu a área e ocasionou a destruição total da lavoura e a perda das armadilhas, as coletas foram encerradas. Dessa forma, para fins de comparação com o manejo orgânico, foram consideradas apenas seis coletas em ambas as lavouras: 20 de novembro de 2009 a 25 de dezembro de 2009, na área com manejo orgânico; e 23 de novembro de 2009 a 28 de dezembro de 2009, na área com manejo convencional. Em ambas as áreas, os períodos corresponderam ao mesmo estágio de desenvolvimento das plantas.

3.4 Triagem e identificação dos coleópteros

Todos os coleópteros amostrados foram identificados no Laboratório de Entomologia da UNISC e no Laboratório de Entomologia do Departamento de Defesa Fitossanitária, do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A identificação em nível de família foi realizada, com auxílio de microscópio estereoscópico, utilizando como base as chaves taxonômicas de Triplehorn e Johnson (2011) e de Rafael et al. (2012). A sistemática adotada segue a classificação proposta por Rafael et al. (2012) a qual fundamenta-se em Lawrence e Newton (1995). Após a triagem e identificação, os insetos foram tombados em álcool 70% na Coleção Entomológica de Santa Cruz do Sul (CESC).

3.5 Análise dos dados

3.5.1 Análise faunística

Nas áreas de cultivos orgânico e convencional de tabaco foram realizadas a análise faunística dos dados. A mesma 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 et al. (2005), tendo sido calculados os seguintes parâmetros:

A. Frequência

A frequência é expressa pela proporção de indivíduos de determinada família, em relação ao total de indivíduos coletados, 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.

B. Constância

A constância refere-se à porcentagem de amostras em que determinado taxa (família) esteve presente, em relação ao total de coletas realizadas, sendo calculada a partir de:

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

onde: C = constância em porcentagem; p = número de coletas em que a família se fez presente; N = número total de coletas realizadas.

Após esta análise as famílias foram classificadas nas seguintes categorias:

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

C. Dominância

A dominância sugere a relação entre o número de indivíduos de determinada família e o número de indivíduos total de todas as famílias coletadas. O cálculo da dominância é representado por:

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

onde: D = dominância em porcentagem; i = total de indivíduos de uma família; t = total de indivíduos coletados.

De acordo com os valores de dominância encontrados para cada família, as mesmas foram classificadas nas seguintes categorias:

- eudominantes (E_d) = quando a dominância é maior que 10%;
- dominantes (D) = quando a dominância varia entre 5 e 10%;
- subdominantes (S_d) = quando a dominância varia entre 2 e 5%;
- recessivas (R_c) = quando a dominância varia entre 1 e 2% e
- raras (R_r) = quando a dominância é menor que 1%.

3.5.2 Índices faunísticos

A utilização de índices faunísticos na análise da diversidade da entomofauna destina-se ao estudo da estrutura das comunidades de insetos, verificando a relação entre o número de indivíduos, a riqueza e a equitabilidade do grupo, em determinado ecossistema. Ainda, permitem a comparação entre as comunidades em períodos distintos e/ou diferentes ambientes. Da mesma forma que anteriormente, os índices faunísticos foram utilizados tanto na área de cultivo orgânico como na área de cultivo convencional.

Os índices utilizados no presente trabalho foram referidos por Uramoto et al. (2005) e obtidos através do software PAST (HAMMER et al., 2001), sendo eles:

A. Índice de Simpson

O índice de Simpson expressa a dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma família. Varia entre 0 e 1 e quanto mais alto o valor do índice, maior a probabilidade dos indivíduos pertencerem à mesma família, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade. É determinado através da seguinte equação:

$$D = \frac{\sum ni (ni - 1)}{N (N - 1)}$$

onde: D = índice de Simpson ou dominância; ni = número de indivíduos da família ou proporção de cada família; N = número total de indivíduos coletados.

B. Índice de Shannon

O índice de Shannon faz uma avaliação do grau de incerteza em prever a que família pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso de uma amostra com S famílias e N indivíduos. Esse índice assume valores que podem variar entre 0 e 5, sendo que o seu declínio é o efeito de uma maior dominância de alguns grupos em detrimento de outros. Dessa forma, quanto menor o valor do índice, menor o grau de incerteza, e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. É determinado através da fórmula:

$$H' = - \sum pi \times \text{Log} pi$$

onde: pi = frequência de cada família encontrada na comunidade.

C. Índice de Equitabilidade

O índice de equitabilidade indica o padrão de distribuição dos indivíduos entre as famílias amostradas. Varia de 0 a 1, determinando a contribuição das famílias na composição faunística, sendo calculado através da seguinte equação:

$$J' = H' / Hmax$$

onde: J' = índice de equitabilidade; H' = índice de Shannon; $Hmax = \ln(S)$.

3.5.3 Análise de Cluster

A análise de cluster, ou de agrupamento, é uma ferramenta que visa distinguir ou agrupar diferentes objetos conforme suas características, de forma que o grau de associação entre dois objetos é máximo se pertencerem ao mesmo grupo e mínimo em caso contrário (HAIR et al., 1998; BEM e GIACOMINI, 2007). Assim, essa análise reflete a similaridade ou semelhança entre os objetos de estudo, segundo um critério de classificação, em que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos. Nesse sentido, a análise de cluster foi utilizada no presente trabalho para avaliar a similaridade entre os pontos de coleta, nas safras

de cultivo orgânico avaliadas. A análise foi realizada utilizando o software PAST (HAMMER et al., 2001).

3.5.4 Coeficiente de Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de associação linear ou relacionamento entre duas variáveis avaliadas, simultaneamente, no tempo e no espaço (MOORE, 2007; GARSON, 2009). Assume valores entre -1 e 1, onde o sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. No presente estudo, a interpretação da magnitude dos coeficientes seguiu a classificação proposta por Cohen (1988), que considera valores entre 0,10 e 0,29 como pequenos, entre 0,30 e 0,49 como médios e entre 0,50 e 1,0 como grandes, tanto positivos como negativos.

O teste de correlação de Pearson foi realizado através de planilha eletrônica Excel, relacionando a frequência absoluta de Coleoptera nas safras de 2009/2010 e 2010/2011, apenas na área de cultivo orgânico, com a temperatura e pluviosidade nesse mesmo período.

3.6 Classificação dos grupos tróficos

No presente estudo, os hábitos alimentares das famílias de Coleoptera foram determinados conforme a classificação de Marinoni et al. (2001), que se fundamenta em cinco grupos tróficos (carnívoros, herbívoros, fungívoros, detritívoros e algívoros) inicialmente propostos por Marinoni (2001). Para a análise da estrutura trófica da comunidade de Coleoptera foi considerado o grupo trófico predominante em famílias que possuem mais de um hábito alimentar citado para os seus integrantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comunidade de Coleoptera em cultivo orgânico de tabaco

4.1.1 Frequência total

Foi coletado um total de 49.269 indivíduos adultos pertencentes à Coleoptera, distribuídos em duas subordens, 13 superfamílias e 32 famílias, associados a cultivo de tabaco com manejo orgânico em Santa Cruz do Sul, RS, durante as safras 2009/2010 e 2010/2011 (Tabela 1). Em geral, as famílias mais representativas, considerando as safras conjuntamente, foram Staphylinidae (37,28%), Chrysomelidae (33,40%), Nitidulidae (7,50%), Curculionidae (5,25%), Carabidae (3,10%) e Elateridae (3,09%), correspondendo juntas a cerca de 90% do total amostrado. As demais famílias possuíram frequências relativas inferiores a 2,00%.

Tabela 1 – Total de indivíduos, grupos tróficos (GT), frequência (Fr), constância (C) e dominância (D) das famílias de Coleoptera amostradas em cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011.

(continua)

SUBORDEM SUPERFAMÍLIA Família	GT ¹	Safra 2009/2010 (1)				Safra 2010/2011 (2)				(1) + (2)	
		Total	Fr (%)	C ²	D ³	Total	Fr (%)	C ²	D ³	Total	Fr (%)
ADEPHAGA											
CARABOIDEA											
Carabidae	C	1.051	4,11	C	Sd	477	2,01	C	Sd	1.528	3,10
Noteridae	A ou D	2	0,01	Ac	Rr	0	0	-	-	2	0,01
POLYPHAGA											
HYDROPHILOIDEA											
Hydrophilidae	C ou A	1	0,01	Ac	Rr	0	0	-	-	1	0,01
Histeridae	C	15	0,06	As	Rr	5	0,02	As	Rr	20	0,04
STAPHYLINOIDEA											
Hydraenidae	A	1	0,01	Ac	Rr	0	0	-	-	1	0,01
Staphylinidae	C ou D	7.113	27,80	C	Ed	11.255	47,53	C	Ed	18.368	37,28
SCARABAEOIDEA											
Passalidae	H ou D	1	0,01	Ac	Rr	1	0,01	Ac	Rr	2	0,01
Scarabaeidae	D ou H	263	1,03	C	Rc	333	1,41	C	Rc	596	1,21
BUPRESTOIDEA											
Buprestidae	H	45	0,18	C	Rr	35	0,15	C	Rr	80	0,16
BYRRHOIDEA											
Ptilodactylidae	D	159	0,62	C	Rr	142	0,60	C	Rr	301	0,61

Tabela 1 – Total de indivíduos, grupos tróficos (GT), frequência (Fr), constância (C) e dominância (D) das famílias de Coleoptera amostradas em cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011.

(conclusão)

SUBORDEM SUPERFAMÍLIA Família	GT ¹	Safrá 2009/2010 (1)				Safrá 2010/2011 (2)				(1) + (2)	
		Total	Fr (%)	C ²	D ³	Total	Fr (%)	C ²	D ³	Total	Fr (%)
ELATEROIDEA											
Elateridae	H	922	3,60	C	Sd	605	2,55	C	Sd	1.527	3,09
Lycidae	F	1	0,01	Ac	Rr	1	0,01	Ac	Rr	2	0,01
Phengodidae	C	5	0,02	Ac	Rr	0	0	-	-	5	0,01
Lampyridae	C	8	0,03	Ac	Rr	4	0,02	As	Rr	12	0,02
Cantharidae	C ou H	96	0,37	C	Rr	119	0,50	C	Rr	215	0,44
BOSTRICOIDEA											
Anobiidae	H	10	0,04	Ac	Rr	1	0,01	Ac	Rr	11	0,02
CLEROIDEA											
Cleridae	C	14	0,05	C	Rr	97	0,41	C	Rr	111	0,22
Melyridae	C	0	0	-	-	3	0,01	Ac	Rr	3	0,01
CUCUJOIDEA											
Nitidulidae	D ou H	2.478	9,68	C	D	1.221	5,16	C	D	3.699	7,50
Monotomidae	F ou C	56	0,22	C	Rr	33	0,14	Ac	Rr	89	0,18
Cucujidae	C	3	0,01	Ac	Rr	8	0,03	As	Rr	11	0,02
Erotylidae	F	6	0,02	As	Rr	5	0,02	As	Rr	11	0,02
Endomychidae	F	1	0,01	Ac	Rr	1	0,01	Ac	Rr	2	0,01
Coccinellidae	C	301	1,18	C	Rc	203	0,86	C	Rr	504	1,02
TENEBRIONOIDEA											
Mordellidae	H	456	1,78	C	Rc	431	1,82	C	Rc	887	1,80
Zopheridae	F ou D	50	0,19	As	Rr	468	1,98	C	Rc	518	1,05
Tenebrionidae	D	348	1,36	C	Rc	340	1,44	C	Rc	688	1,40
Meloidae	C ou H	54	0,21	C	Rr	46	0,19	C	Rr	100	0,20
Anthicidae	C	218	0,85	C	Rr	281	1,19	C	Rc	499	1,01
CHRYSOMELOIDEA											
Cerambycidae	H	138	0,54	C	Rr	293	1,24	C	Rc	431	0,87
Chrysomelidae	H	9.816	38,36	C	Ed	6.641	28,05	C	Ed	16.457	33,40
CURCULIONOIDEA											
Curculionidae	H	1.958	7,65	C	D	630	2,66	C	Sd	2.588	5,25
Riqueza de famílias:		31				28				32	
Total:		25.590	100,02			23.679	100,03			49.269	99,99

1: Grupos tróficos – H: Herbívoro; C: Carnívoro; D: Detritívoro; F: Fungívoro; A: Algívoro.

2: Constância – C: Constante; As: Acessória; Ac: Acidental.

3: Dominância – Ed: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; Rc: Recessiva; Rr: Rara.

Apesar de poucas publicações sobre o assunto, Barceló e Diéguez (2005) constataram a ocorrência de apenas quatro famílias de Coleoptera em um levantamento da entomofauna associada ao cultivo do tabaco, com manejo

convencional, na Província de Las Tunas, Cuba. Contudo, os autores não citam o número de indivíduos amostrados.

Em levantamento de insetos associados à cultura do milho (*Zea mays* L.), com sistema de plantio direto e sem aplicação de inseticidas, em Eldorado do Sul, RS, Silva e Carvalho (2000) observaram 1.355 indivíduos distribuídos em 11 famílias. Ainda na cultura do milho, Frizzas et al. (2003) verificaram a presença de 15 famílias, durante oito safras, em Barretos, SP, Ponta Grossa, PR, Capinópolis, MG e Santa Helena de Goiás, GO. Já na cultura do feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.), na região do Recôncavo da Bahia, Azevedo et al. (2008) coletaram 245 coleópteros, pertencentes a sete famílias. Em cultura da melancia no semiárido do RN, Costa (2012) amostrou 3.880 coleópteros pertencentes a 12 famílias. Matias (2010), avaliando o efeito do sistema de plantio na comunidade de artrópodes associados às culturas do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em PE, constatou a ocorrência de 11 famílias de Coleoptera.

Por outro lado, em levantamentos exclusivos sobre a ordem Coleoptera, realizados quase na totalidade em sistemas de cultivo homogêneo de *Eucalyptus* spp., Pinto et al. (2000) e Pinto et al. (2004) verificaram a presença de 25 famílias, em ambos os trabalhos, em cultivo de *Eucalyptus urophylla* Blake no município de Três Marias, MG e na região amazônica brasileira, PA, respectivamente. No plantio de *Eucalyptus grandis* em Nova Era, MG, Oliveira et al. (2001) amostraram 2.449 indivíduos distribuídos em 26 famílias. Além disso, Garlet et al. (2009) verificaram 1.559 coleópteros pertencentes a 12 famílias, em plantios de *E. grandis* Hill, *Eucalyptus dunnii* Maiden e uma espécie híbrida de *Eucalyptus*, em São Francisco de Assis, RS. Já Lima et al. (2010) coletaram 1.544 indivíduos distribuídos em 30 famílias de Coleoptera em quatro áreas do município de Parnamirim, RN, que constituem monoculturas de cajueiro anão precoce, coqueiro anão verde e coqueiro híbrido gigante, além de um fragmento de mata atlântica.

A quantidade de indivíduos coletados no presente estudo, de maneira geral, é superior quando comparada à maior parte dos levantamentos entomofaunísticos da ordem Coleoptera realizados em diferentes ecossistemas, incluindo monoculturas e ambientes naturais. Esse grande número de indivíduos constatado no cultivo de tabaco possivelmente seja atribuído, principalmente, à manutenção da vegetação natural diversificada no entorno da lavoura, à forma de manejo da cultura, aos

indivíduos fitófagos, que ao se alimentarem do tabaco encontram grande quantidade de alimento disponível, e ao método de amostragem empregado na captura.

Em função de existirem registro de 105 famílias de coleópteros para o Brasil (RAFAEL et al., 2012), com grande parte dessas exclusivas a ecossistemas naturais, a ocorrência de 32 famílias de Coleoptera associadas ao cultivo do tabaco manejado organicamente permite inferir que a cultura apresentou considerável diversidade desses insetos. Cabe ressaltar que a classificação taxonômica utilizada no presente estudo segue Rafael et al. (2012), que consideram algumas famílias, bastante mencionadas por diversos autores, como subfamílias de outras já existentes, portanto, diminuindo o número de famílias registradas.

Assim, a abundância e a riqueza de Coleoptera observadas para a cultura do tabaco revelam a importância desses insetos para este agroecossistema e, nesse sentido, destaca-se a necessidade de estudos básicos sobre a taxonomia, a biologia e a ecologia dentro do contexto da cultura, permitindo o reconhecimento de espécies predadoras que podem ser utilizadas no controle biológico de pragas, bem como, de espécies fitófagas prejudiciais às plantas, além de gerar informações úteis a respeito da manutenção e preservação da fauna de inimigos naturais e insetos responsáveis pela geração de serviços ecológicos essenciais para o funcionamento do ambiente, como os decompositores da matéria orgânica.

A maioria das famílias encontradas no presente levantamento são comuns em estudos da ordem realizados em diferentes culturas agrícolas, porém, estas variam a frequência e o nível de importância dentro da composição faunística da comunidade.

A grande abundância de coleópteros pertencentes às famílias Staphylinidae e Chrysomelidae registrada no presente trabalho (37,28% e 33,40%, respectivamente) se assemelha ao resultado obtido por Garlet et al. (2009) que encontrou Staphylinidae (15,1%) e Chrysomelidae (10,3%) dentre as famílias mais representativas em plantios de *Eucalyptus* spp., em São Francisco de Assis, RS. Essas famílias foram antecidas apenas por Ptilodactylidae (44,4%), insetos encontrados em pequena porcentagem no cultivo de tabaco (0,61%). Além disso, Batistella et al. (2011) constataram que a família com o maior número de indivíduos em um gradiente ambiental entre áreas de cultivo e vegetação natural na Amazônia mato-grossense foi Staphylinidae, com 19,4% do total amostrado. Todavia, Chrysomelidae foi citada como pouco abundante nas amostragens, diferenciando-se do presente estudo. Ainda no mesmo trabalho, os autores citam que, na

comparação do gradiente ambiental em relação à abundância total de Coleoptera, a área de mata nativa contribuiu com 46,34% dos indivíduos capturados, seguida pela área de borda (37,14%) e cultivo (16,50%), assim, evidenciando a importância da vegetação nativa diversificada para uma maior abundância de Staphylinidae.

Audino et al. (2007) averiguaram a maior representatividade de Staphylinidae (21,84%), em relação ao total de famílias coletadas em áreas de campo natural, com a presença de fragmentos de mata, expostas à prática pecuária de bovinos em Bagé e Caçapava do Sul, RS. Contudo, Chrysomelidae foi a quinta família mais abundante, representando 6,33 do total coletado através de armadilhas do tipo *pit-fall*.

Do mesmo modo, Costa (2012), analisando a fauna de coleópteros associados à cultura da melancia em Baraúna, RN, através de armadilhas de solo do tipo *pit-fall* e armadilhas de Moericke, observou a maior abundância de Scarabaeidae (93,43%), Staphylinidae (1,98%) e Curculionidae (1,75%), em relação às demais famílias, onde Chrysomelidae representou somente 0,03% do total coletado. Além disso, Lima et al. (2010), utilizando-se de armadilhas de Malaise, verificaram Elateridae (18,46%) como a família mais numerosa, seguida por Chrysomelidae (17,62%) e Coccinellidae (14,38%), em três monoculturas (cajuzeiro anão precoce, coqueiro gigante e coqueiro anão verde) e um fragmento de mata atlântica em Parnamirim, RN. Todavia, a família Staphylinidae apresentou pouca representatividade, com somente 2,14% do total de coleópteros amostrados.

No entanto, os resultados obtidos referentes à abundância de Staphylinidae e Chrysomelidae no cultivo orgânico de tabaco diferem daqueles observados por Pinto et al. (2004), em plantio de *E. urophylla* na região amazônica brasileira, PA, por meio de armadilhas luminosas, que mencionam baixa frequência relativa de Staphylinidae (0,47%) e Chrysomelidae (1,20%). Da mesma forma, Bernardi et al. (2010), por meio de armadilhas luminosas e etanólicas, observaram pouca representatividade dessas mesmas famílias, também, em plantio de *Eucalyptus* spp. em Pinheiro Machado, RS, sendo que Staphylinidae representou 0,03% e Chrysomelidae representou 0,10% do total de coleópteros coletados.

Tendo como base o que foi mencionado anteriormente é possível inferir que a frequência de Staphylinidae e Chrysomelidae está diretamente relacionada ao método de amostragem empregado na captura desses coleópteros. Os estafilinídeos, por serem insetos que se associam ao solo de distintos

agroecossistemas, são coletados em maior número em armadilhas de solo, e os crisomelídeos, por apresentarem intensa atividade de deslocamento através do voo, são amostrados em maior número em armadilhas interceptoras de voo. Assim, a grande abundância de Staphylinidae e Chrysomelidae, constatada no presente trabalho, pode estar relacionada ao uso concomitante das armadilhas de solo do tipo *pit-fall* e armadilhas interceptoras de voo do tipo Malaise para a captura dos coleópteros que apresentam diferentes hábitos de deslocamento e forrageamento na cultura do tabaco.

Além disso, o fato de que a maioria dos autores verificou menor abundância e diversidade de famílias de coleópteros nos distintos agroecossistemas, comparando-se ao presente estudo, juntamente com as variáveis climáticas em diferentes épocas de amostragem, esforço amostral diferenciado, localização geográfica do plantio, forma de manejo da cultura e tipo de planta cultivada, possivelmente, contribuíram para uma alteração no arranjo entre as famílias mais numerosas da composição faunística, conforme o ambiente agrícola. De acordo com Petillon et al. (2006) o tipo de solo e de cobertura vegetal, assim como, a escala temporal e regional, são importantes atributos que determinam a composição e riqueza de insetos coletados.

Ainda, fica evidente que a grande representatividade de Staphylinidae, em alguns trabalhos, está relacionada, principalmente, a presença de ecossistemas naturais e/ou diversificados associados aos agroecossistemas. Portanto, a presença de fragmentos com vegetação, nativa ou não, diversificada no entorno da lavoura de tabaco, possivelmente, colaborou para o maior número de estafilinídeos amostrados neste sistema agrícola. Em relação à Chrysomelidae, a mesma apresenta um número considerável de espécies-praga de diferentes culturas agrícolas, dentre elas, a cultura do tabaco, onde encontram grande quantidade de alimento disponível para o seu forrageamento, portanto, favorecendo o estabelecimento desses insetos.

4.1.1.1 Frequência conforme o tipo de armadilha

Em armadilhas do tipo *pit-fall* foram coletados 24.645 coleópteros, distribuídos em 23 famílias, dentre as quais tiveram destaque Staphylinidae (64,96%), Nitidulidae (14,14%), Curculionidae (7,74%), Elateridae (3,83%) e Scarabaeidae (2,08%), sendo que corresponderam juntas a, aproximadamente, 92,75% do total coletado nas duas safras (Tabela 2 e Figura 6). As demais famílias apresentaram frequências relativas

inferiores a 2,00%. Todas as famílias amostradas através de armadilhas do tipo *pit-fall* também foram capturadas em armadilhas de Malaise.

Em armadilhas de Malaise foram amostrados 24.624 indivíduos, pertencentes a 32 famílias. Chrysomelidae, Staphylinidae, Carabidae, Mordellidae, Curculionidae e Elateridae foram as famílias mais numerosas, correspondendo a 65,19; 9,58; 4,88; 3,46; 2,76 e 2,36% do total de coleópteros coletados em ambas as safras, utilizando este tipo de armadilha, respectivamente (Tabela 2 e Figura 6). As demais famílias apresentaram frequências relativas inferiores a 2,00%. Além disso, constatou-se que nove famílias ocorreram exclusivamente em armadilhas do tipo Malaise, sendo elas: Phengodidae, Anobiidae, Erotylidae, Hydrophilidae, Lampyridae, Hydraenidae, Lycidae, Melyridae e Noteridae. Porém, cada uma dessas famílias representou menos de 0,10% do total de insetos coletados, sendo todas de ocorrência ocasional na lavoura.

Tabela 2 – Total de indivíduos e frequência (Fr) das famílias de Coleoptera amostradas em cultivo orgânico de tabaco, conforme o tipo de armadilha. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011.

(continua)

SUBORDEM SUPERFAMÍLIA Família	ARMADILHAS PIT-FALL				ARMADILHAS MALAISE			
	Safra 09/10	Safra 10/11	Total	Fr (%)	Safra 09/10	Safra 10/11	Total	Fr (%)
ADEPHAGA								
CARABOIDEA								
Carabidae	225	102	327	1,33	826	375	1.201	4,88
Noteridae	0	0	0	0	2	0	2	0,01
POLYPHAGA								
HYDROPHILOIDEA								
Hydrophilidae	0	0	0	0	1	0	1	0,01
Histeridae	15	3	18	0,07	0	2	2	0,01
STAPHYLINOIDEA								
Hydraenidae	0	0	0	0	1	0	1	0,01
Staphylinidae	5.976	10.033	16.009	64,96	1.137	1.222	2.359	9,58
SCARABAEOIDEA								
Passalidae	1	0	1	0,01	0	1	1	0,01
Scarabaeidae	214	298	512	2,08	49	35	84	0,34
BUPRESTOIDEA								
Buprestidae	3	0	3	0,01	42	35	77	0,31

Tabela 2 – Total de indivíduos e frequência (Fr) das famílias de Coleoptera amostradas em cultivo orgânico de tabaco, conforme o tipo de armadilha. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011.

(conclusão)

SUBORDEM SUPERFAMÍLIA Família	ARMADILHAS PIT-FALL				ARMADILHAS MALAISE			
	Safra 09/10	Safra 10/11	Total	Fr (%)	Safra 09/10	Safra 10/11	Total	Fr (%)
BYRRHOIDEA								
Ptilodactylidae	5	3	8	0,03	154	139	293	1,19
ELATEROIDEA								
Elateridae	551	394	945	3,83	371	211	582	2,36
Lycidae	0	0	0	0	1	1	2	0,01
Phengodidae	0	0	0	0	5	0	5	0,02
Lampyridae	0	0	0	0	8	4	12	0,05
Cantharidae	2	4	6	0,02	94	115	209	0,85
BOSTRICOIDEA								
Anobiidae	0	0	0	0	10	1	11	0,04
CLEROIDEA								
Cleridae	0	13	13	0,05	14	84	98	0,4
Melyridae	0	0	0	0	0	3	3	0,01
CUCUJOIDEA								
Nitidulidae	2.332	1.154	3.486	14,14	146	67	213	0,86
Monotomidae	37	30	67	0,27	19	3	22	0,09
Cucujidae	0	2	2	0,01	3	6	9	0,04
Erotylidae	0	0	0	0	6	5	11	0,04
Endomychidae	0	1	1	0,01	1	0	1	0,01
Coccinellidae	4	15	19	0,08	297	188	485	1,97
TENEBRIONOIDEA								
Mordellidae	32	2	34	0,14	424	429	853	3,46
Zopheridae	1	186	187	0,76	49	282	331	1,34
Tenebrionidae	217	109	326	1,32	131	231	362	1,47
Meloidae	2	2	4	0,02	52	44	96	0,39
Anthicidae	119	233	352	1,43	99	48	147	0,59
CHRYSOMELOIDEA								
Cerambycidae	2	11	13	0,05	136	282	418	1,69
Chrysomelidae	175	230	405	1,64	9.641	6.411	16.052	65,19
CURCULIONOIDEA								
Curculionidae	1.535	372	1.907	7,74	423	258	681	2,76
Total:	11.448	13.197	24.645	100,00	14.142	10.482	24.624	99,99

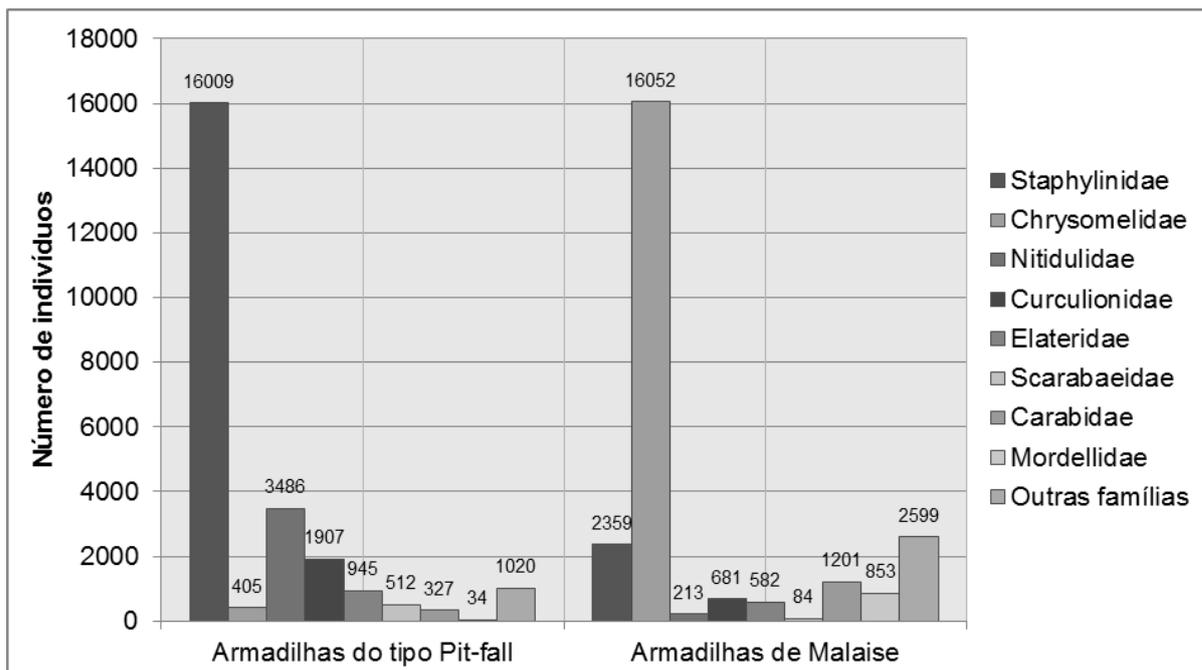


Figura 6 – Distribuição das famílias de Coleoptera coletadas em cultivo orgânico de tabaco, conforme o tipo de armadilha. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011.

Na comparação do número de indivíduos conforme o tipo de armadilha verificou-se que não ocorreu grande diferença numérica entre as armadilhas do tipo *pit-fall* (50,02%) e as armadilhas de Malaise (49,98%). Contudo, foi verificada grande diferença na representatividade e composição faunística das famílias de coleópteros relacionadas ao tipo de armadilha empregada, ou seja, a armadilha, muito possivelmente, influencia na captura das famílias de Coleoptera em função do hábito das mesmas.

Segundo Petroni (2008) as armadilhas de solo do tipo *pit-fall* representam um dos métodos mais amplamente utilizados em levantamentos sobre a comunidade de coleópteros associados ao solo de diferentes ambientes. O autor ressalta que insetos pertencentes à Staphylinidae, Nitidulidae e Scarabaeidae, apresentam grande mobilidade na superfície do solo, onde são mais susceptíveis à captura nestas armadilhas. Além disso, Hutcheson e Jones (1999) citam que as coletas mais duradouras por meio de armadilhas de Malaise são suficientemente abrangentes para caracterização de sistemas biológicos complexos. Destacam, ainda, que indivíduos pertencentes à Chrysomelidae e Mordellidae, predominantes nas armadilhas de Malaise, são considerados bons voadores e herbívoros, portanto, interceptados por estas armadilhas durante o forrageio. Essas considerações são concordantes com o observado no presente trabalho, onde a representatividade

dessas mesmas famílias variou conforme a armadilha empregada na captura dos insetos, sendo que Staphylinidae, Nitidulidae e Scarabaeidae foram predominantes em armadilhas do tipo *pit-fall* e Chrysomelidae e Mordellidae em armadilhas de Malaise.

Os insetos de Curculionidae e Elateridae, apesar de amostrados em maior número em armadilhas de solo do tipo *pit-fall*, destacaram-se dentre os grupos mais representativos nos dois tipos de armadilhas utilizadas, portanto, apresentando o indicativo de que se deslocam entre os diferentes estratos da cultura do tabaco. Já a ocorrência em grande número de insetos pertencentes às famílias Staphylinidae e Carabidae nas armadilhas de Malaise é considerada incomum, tendo em vista que a maior parte dos trabalhos relacionados a estas duas famílias utilizam de armadilhas de solo para a coleta destes insetos, uma vez que se deslocam, predominantemente, via superfície do solo (CIVIDANES et al., 2009; MARTINS et al., 2009; CIVIDANES et al., 2010; MARTINS et al., 2012).

Do mesmo modo, a ocorrência de Staphylinidae nas armadilhas de Malaise pode ser atribuída à atividade de voo, mesmo que reduzida, desses insetos. Klimaszewski et al. (1996) e Lövei e Sunderland (1996) destacam que os estafilínídeos, também, possuem boa capacidade de voo, podendo se deslocar a longas distâncias.

Ainda, tendo em vista que o presente trabalho usa a classificação taxonômica mais atual para a identificação das famílias de Coleoptera (RAFAEL et al., 2012) alguns aspectos têm que ser destacados. Essa classificação insere a família Cicindelidae em Carabidae, tornando-se a subfamília Cicindelinae. Também agrupa a família Scolytidae em Curculionidae, tornando-se subfamília Scolytinae. Assim, a grande representatividade de Curculionidae em ambos os tipos de armadilhas, bem como, a abundância de Carabidae em armadilhas de Malaise, podem estar relacionadas a esse fato. Nesse sentido, constatou-se que, no presente estudo, Cicindelinae representou, aproximadamente, 16,23% do total de Carabidae e Scolytinae correspondeu a cerca de 77,20% do total de Curculionidae.

Portanto, a grande representatividade de Curculionidae nas armadilhas deve-se grandemente à subfamília Scolytinae, a qual possui insetos que são atraídos por odores volatilizados a partir de substratos fermentados como galhos e/ou troncos caídos, tal como é destacado por Gallo et al. (2002). No entanto, o líquido conservante utilizado no interior das armadilhas, à base de etanol, simula a

fermentação que ocorre naturalmente, o que acaba atraindo muitos desses insetos. O etanol é diversas vezes citado na literatura como um atrativo na captura de alguns coleópteros, principalmente, de Scolytinae em plantios homogêneos de espécies arbóreas, estes em grande quantidade nas proximidades do cultivo de tabaco (BROWN e HYMAN, 1986; CARRANO-MOREIRA e PEDROSA-MACEDO, 1994; ABREU et al., 1997; KOLLER et al., 1999; LUNZ e CARVALHO, 2002; GANHO e MARINONI, 2003).

De acordo com Campos et al. (2000), qualquer armadilha ou método de coleta utilizado é seletivo e pode limitar a amostragem uniforme dos indivíduos em todos os estratos habitados, interferindo na quantificação da comunidade. Para que a análise faunística de uma comunidade seja adequada e apresente resultados satisfatórios é necessário que sejam utilizadas diferentes técnicas de coleta, para que os diferentes estratos do ecossistema sejam amostrados e determine uma amostra representativa dos indivíduos encontrados no local, condizente a cada uma dessas técnicas.

Portanto, as armadilhas utilizadas no presente estudo permitiram a captura de uma ampla diversidade de coleópteros e, por conseguinte, a caracterização de modo representativo e eficaz da comunidade destes insetos existente na cultura do tabaco. Isso demonstra o potencial, assim como o possível uso das armadilhas do tipo *pit-fall* e de Malaise para o monitoramento de insetos com importância agrícola das famílias associadas à cultura do tabaco. No entanto, não foi possível verificar na literatura estudos relacionados a levantamentos de coleópteros capturados através do uso concomitante destas duas armadilhas em ambientes que se assemelhassem ao do presente trabalho.

4.1.1.2 Frequência conforme o ano agrícola

De modo geral, ao considerar o diferente número de coletas conforme a safra, verificou-se que a safra 2009/2010, com 18 coletas, apresentou uma média de 1.422 coleópteros capturados/data e a safra 2010/2011, com 12 coletas, apresentou uma média de 1.973 coleópteros capturados/data. Portanto, constatou-se, através das médias, que a safra 2010/2011 apresentou a maior abundância de Coleoptera entre as duas safras. Segundo Tonhasca Junior e Stinner (1991) e Tonhasca Junior

(1993) podem ocorrer variações no número de insetos coletados em culturas, devido as diferenças na precipitação pluviométrica registrada em cada ano agrícola.

Na safra 2009/2010 foram amostrados 25.590 coleópteros, distribuídos em 13 superfamílias e 31 famílias (Tabela 1). Seis famílias foram as mais numerosas, representando juntas cerca de 89,71% do total coletado, sendo elas: Chrysomelidae, Staphylinidae, Nitidulidae, Curculionidae, Carabidae e Elateridae com 38,36; 27,80; 9,68; 7,65; 4,11 e 3,60%, respectivamente (Figura 7). As demais famílias possuíam frequências relativas inferiores a 2,00%.

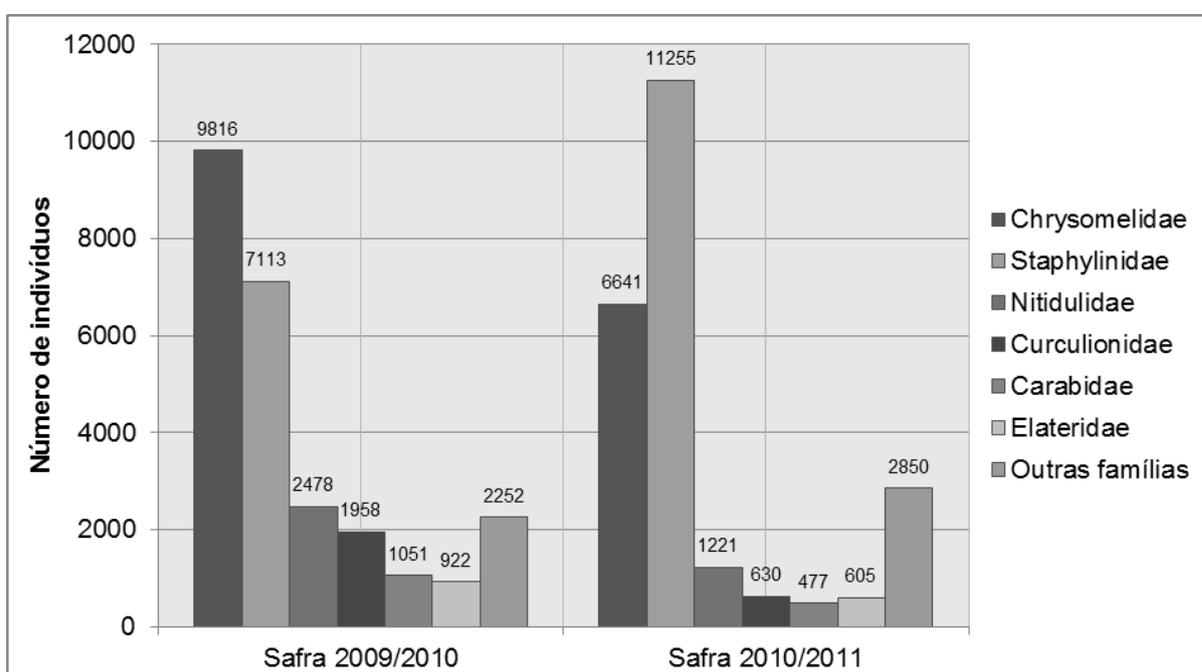


Figura 7 – Distribuição das famílias de Coleoptera coletadas em cultivo orgânico de tabaco, conforme o ano agrícola. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011.

Na safra 2010/2011, 23.679 coleópteros foram amostrados, pertencentes a 13 superfamílias e 28 famílias (Tabela 1). As famílias de maior representatividade foram Staphylinidae, Chrysomelidae, Nitidulidae, Curculionidae, Elateridae e Carabidae, as quais representaram 47,53; 28,05; 5,16; 2,66; 2,55 e 2,01% do total capturado nessa safra, respectivamente (Figura 7). As famílias restantes tiveram frequências relativas inferiores a 2,00%.

Percebe-se que as mesmas famílias foram as mais abundantes em ambas as safras, permitindo concluir que a fauna de coleópteros encontrada em cultivo orgânico de tabaco é composta, principalmente, pelas famílias Staphylinidae, Chrysomelidae, Nitidulidae, Curculionidae, Elateridae e Carabidae, o que indica uma

melhor adaptação às condições do ambiente formado pela cultura do tabaco. Porém, foi constatada uma variação no arranjo das famílias mais representativas conforme a safra, sobretudo, entre Chrysomelidae e Staphylinidae, sendo que esta diferença na ordem de representatividade foi, também, atribuída ao período de estiagem no início da safra 2010/2011.

Staphylinidae, família mais abundante no presente estudo, é a segunda maior família de Coleoptera, com mais de 46.200 espécies descritas, distribuídas em 3.200 gêneros (PFIFFNER e LUKA, 2000). Possui 31 subfamílias em todo o mundo, sendo 20 de ocorrência na Região Neotropical, das quais 12 ocorrem no Brasil (RAFAEL et al., 2012). De acordo com Costa (1999), para o Brasil são registradas 1.132 espécies pertencentes a 203 gêneros. No entanto, esses números podem estar subestimados, tendo em vista a escassez de trabalhos sobre a família nos ecossistemas brasileiros. Insetos dessa família são cosmopolitas e encontram-se distribuídos em diferentes ambientes, formando um dos mais comuns e ecologicamente importantes componentes da fauna edáfica. Dessa forma, associam-se, principalmente, a solos com material orgânico em decomposição e a ambientes úmidos, habitando, sobretudo, a superfície do solo e a serrapilheira. São mais numerosos em habitats de floresta e bosque. Todavia, muitas espécies ocorrem em pastagens, arbustos e na copa de árvores, sendo que escalam a vegetação em busca de presas (PFIFFNER e LUKA, 2000; FUJIHARA et al., 2011; TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011; RAFAEL et al., 2012).

Os estafilínídeos, tanto as larvas como os adultos, possuem hábitos noturnos e compartilham dos mesmos microhabitats, onde são, principalmente, predadores de outros artrópodes, detritívoros ou fungívoros (RAFAEL et al., 2012). Nesse sentido, Staphylinidae inclui importantes espécies predadoras associadas ao solo dos agroecossistemas, podendo contribuir para o controle biológico de insetos-praga em ambientes agrícolas (EDWARDS et al., 1979; SUNDERLAND e VICKERMAN, 1980; BOOTH et al., 1990; KROMP, 1999; SUENAGA e HAMAMURA, 2001). Dessa forma, os estafilínídeos destacam-se como importantes predadores de pulgões em culturas de cereais (DENNIS et al., 1991), dentre eles *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) em cevada (CHIVERTON, 1986) e de alguns dípteros, como *Erioischia brassicae* Bouche, 1758 (Diptera: Anthomyiidae) em brássicas (COAKER e WILLIAMS, 1963). Além disso, as larvas de alguns estafilínídeos são citadas como parasitas das pupas de alguns dípteros, como os da família Anthomyiidae (ALFORD,

1999), enquanto Hu e Frank (1995) e Posse et al. (1998) destacam os estafilínídeos como os mais eficientes predadores de *Haematobia irritans* Linnaeus, 1757 (Diptera: Muscidae) que se desenvolvem nas fezes bovinas em pastagens no Brasil.

Insetos da família Chrysomelidae foram os segundos mais abundantes, amostrados em cultivo orgânico de tabaco, representando 98,61% de Chrysomeloidea. Essa família possui 36.500 espécies e 2.560 gêneros registrados mundialmente, sendo que para o Brasil são conhecidas 4.362 espécies de 356 gêneros (COSTA, 1999), representando 35% das espécies e 64% dos gêneros descritos para a Região Neotropical (FUJIHARA et al., 2011). Os crisomelídeos são insetos herbívoros, altamente relacionados às suas plantas hospedeiras, os quais se alimentam de diversas partes das plantas, tanto na fase adulta quanto na larval (MARINONI, 2001). Na maioria das espécies, os adultos consomem folhas, podendo também se alimentar de flores e frutos, porém, as larvas alimentam-se de raízes, bulbos e caules, podendo também ser minadoras de folhas, galhadoras, além de consumirem detritos vegetais (CARRERA, 1980; COSTA et al., 1988; BOOTH et al., 1990; LAWRENCE e BRITTON, 1991; FUJIHARA et al., 2011). Muitas espécies são pragas de plantas cultivadas, causando injúrias diretamente na área foliar e danificando as raízes e o caule, além de causarem injúrias indiretas por meio da transmissão de viroses às plantas (JOLIVET, 1988). A maioria das espécies desta família possui larvas e adultos que se alimentam da mesma espécie de planta, havendo uma tendência à especialização (MARINONI et al., 2001).

De acordo com Guedes e Sulzbach (2006), dentre os insetos-praga ocorrentes na cultura do tabaco na região Sul do Brasil destacam-se os crisomelídeos *Epitrix* spp. Foudras 1859 e *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). As espécies de *Epitrix* compreendem pequenos besouros fitófagos, conhecidos popularmente como pulga-do-fumo, que causam injúrias a uma série de plantas cultivadas (DOEBERL, 2000). O dano originado no tabaco cultivado é típico da injúria provocada por esses besouros, onde os adultos, ao se alimentarem, causam pequenos orifícios arredondados, tornando as folhas rendilhadas, reduzindo a área fotossintética, o peso e a qualidade do tabaco a ser comercializado (OHASHI e URDAMPILLETA, 2003). *Diabrotica speciosa* é uma espécie polífaga, vulgarmente conhecida como vaquinha. Os adultos alimentam-se da parte aérea das plantas (folhas e brotos), causando desfolhamento (GALLO et al., 2002). A injúria mais

severa no tabaco cultivado é decorrente do consumo, pelos adultos, da área foliar das plantas (GUEDES e SULZBACH, 2006).

Incluída nas famílias mais representativas de Coleoptera associadas a cultivo de tabaco, Nitidulidae compreende, aproximadamente, 3.000 espécies, pertencentes a 160 gêneros, das quais pouco mais de 700 são da Região Neotropical (BOOTH et al., 1990; LESCHEN e MARRIS, 2005). No Brasil ocorrem 208 espécies, distribuídas em 40 gêneros, diversidade certamente subavaliada (BOOTH et al., 1990), tendo em vista que o pouco que se conhece a respeito dos insetos dessa família é decorrente de observações fortuitas. Os nitidulídeos apresentam grande diversidade de hábitos alimentares. A maioria das espécies conhecidas é detritívora, consumindo vegetais e animais em decomposição, todavia, há espécies fungívoras, carnívoras e herbívoras (MARINONI et al., 2001). Devido ao hábito alimentar predominante desses insetos e considerando a função que desempenham, os nitidulídeos são mencionados como importantes fragmentadores da matéria orgânica, atuando na ciclagem de nutrientes e contribuindo significativamente para a estrutura e fertilidade do solo (CROSSLEY et al., 1992). As espécies de *Cybocephalus* são consideradas benéficas e de valor agrícola, pois atuam como eficientes predadoras de cochonilhas-de-carapaça (Hemiptera: Diaspididae) (DREA, 1988; BOOTH et al., 1990; LIMA, 2002).

Segundo Borrer e DeLong (1969) e Athié e Paula (2002) os nitidulídeos podem ser atraídos por substâncias vegetais fermentadas ou em decomposição, como suco de frutas e seiva extravasada. Assim, a grande representatividade de nitidulídeos, no presente estudo, pode estar relacionada à metodologia de coleta empregada, onde a substância conservante no interior das armadilhas, à base de etanol, possivelmente, simula a fermentação que ocorre naturalmente no ambiente, atraindo muitos desses insetos. O mesmo foi observado por Iantas et al. (2010) que constataram Nitidulidae como a família mais numerosa de Coleoptera em ambiente de sucessão florística de Floresta Ombrófila Mista, em União da Vitória, PR, utilizando armadilhas de melão, sendo que o grande número de nitidulídeos foi atribuído à metodologia de coleta.

Curculionidae, quarta família mais abundante em cultivo orgânico de tabaco, é a maior família de Coleoptera, apresentando 50.000 espécies descritas pertencentes a 4.500 gêneros no mundo todo. No Brasil encontram-se 5.041 espécies conhecidas distribuídas em 632 gêneros (COSTA, 1999). Essa família forma um dos taxa mais bem sucedidos dentre os coleópteros, com grande variabilidade morfológica e ampla distribuição geográfica (LAWRENCE e BRITTON, 1991). Tais características podem,

de modo geral, justificar a grande representatividade dos curculionídeos em diversos estudos e levantamentos de Coleoptera (MOEED e MEADS, 1985; PINHEIRO et al., 1998; GANHO e MARINONI, 2003; IANNUZZI et al., 2003). A maioria das espécies é fitófaga, tanto na fase larval como na adulta. As larvas são, normalmente, endofíticas e associam-se as raízes, rizomas e tubérculos, podendo fazer galerias no interior de troncos, caules e ramos, enquanto os adultos alimentam-se, predominantemente, de folhagens (FUJIHARA et al., 2011; RAFAEL et al., 2012).

Os curculionídeos são mencionados por Rafael et al. (2012) como a família de Coleoptera de maior importância econômica, devido ao grande número de espécies-praga que causam danos em culturas agrícolas e plantios florestais. De acordo com Guedes e Sulzbach (2006) a cultura do tabaco, na região Sul do Brasil, é acometida pelo curculionídeo *Faustinus cubae* (Boheman, 1844) que deposita seus ovos isoladamente no interior do colo (base) das plantas, onde eclodem as larvas, que broqueiam os caules e os talos das folhas do tabaco impedindo a circulação da seiva, que por sua vez, acaba resultando no tombamento das plantas e em decréscimo da produtividade.

Carabidae, quinta família mais abundante dentre as mais representativas no cultivo de tabaco, compreende o maior grupo da guilda de invertebrados predadores de solo. É representada mundialmente por 40.000 espécies distribuídas em 86 tribos (LÖVEI e SUNDERLAND, 1996). A Região Neotropical contém mais de 330 gêneros e o Brasil apresenta a maior diversidade de espécies (1.506) e a maior ocorrência de gêneros descritos (203) (COSTA, 1999; ROIG-JUÑENT e DOMÍNGUEZ, 2001). São frequentemente encontrados sob pedras, troncos, folhas, casca de árvores e detritos (BORROR e DELONG, 1969), onde a grande maioria das espécies, tanto os adultos como as larvas, é predadora de outros artrópodes, porém, poucas são ectoparasitas, detritívoras ou herbívoras (LÖVEI e SUNDERLAND, 1996; MARINONI, 2001). Esses insetos são diversificados e abundantes em agroecossistemas, destacando-se como inimigos naturais de insetos-praga de culturas agrícolas e plantios florestais.

Os carabídeos são referidos como predadores generalistas de afídeos, ovos e larvas de crisomelídeos, curculionídeos e outros coleópteros e larvas de lepidópteros (KROMP, 1999; HOLLAND e LUFF, 2000). Além disso, podem ser destacados como inimigos naturais de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (WYCKHUYS e O'NEIL, 2006), *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja (FULLER, 1988), *Diatraea saccharalis* (Fabricius,

1794) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar e sorgo (FULLER e REAGAN, 1988), *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em hortaliças (SUENAGA e HAMAMURA, 2001) e *Alabama argillacea* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão (ALLEN, 1977; CHOCOROSQUI e PASINI, 2000). Ainda, os carabídeos dos gêneros *Callida*, *Gallerita*, *Lebia*, *Polpochila* e *Selenophoros* podem ser encontrados na cultura do trigo, predando larvas, pupas e insetos de corpo mole, que habitam o solo (GASSEN, 1986). Segundo Booth et al. (1990) as larvas de *Lebia* são, também, ectoparasitas de pupas e larvas de crisomelídeos.

Elateridae, que ocupou a posição de sexta família mais numerosa no cultivo de tabaco, é a maior família de Elateroidea, com 9.300 espécies conhecidas e 414 gêneros no mundo todo. No Brasil são registradas 590 espécies, pertencentes a 81 gêneros (COSTA, 1999). Os elaterídeos adultos são, usualmente, encontrados na parte aérea das plantas, serrapilheira, sob pedras e embaixo da casca de árvores ou troncos caídos, enquanto as larvas habitam o solo, detritos foliares e madeira em decomposição (BOOTH et al., 1990; FUJIHARA et al., 2011; RAFAEL et al., 2012). A maior parte dos insetos das diferentes espécies se alimenta de plantas (fitófagas). No entanto, alguns são detritívoros, fungívoros e predadores (MARINONI et al., 2001). As larvas apresentam importância econômica, pois se alimentam, principalmente, de tecido vegetal (raízes, tubérculos, caules e sementes), sendo denominadas larvas-aramé e destacando-se como pragas em diversas culturas agrícolas. As larvas de elaterídeos pertencentes à *Conoderus* spp. são citadas por Guedes e Sulzbach (2006) como insetos-praga que ocorrem na cultura do tabaco, na região Sul do Brasil, onde se alimentam das raízes e dos caules, construindo galerias no interior das plantas. A injúria provocada pelos elaterídeos às plantas resulta na entrada de patógenos do solo, destruímento parcial do sistema radicular e menor desenvolvimento das plantas (GUEDES e SULZBACH, 2006).

Scarabaeidae destacou-se dentre as famílias mais representativas capturadas através de armadilhas do tipo *pit-fall*. Essa família possui, aproximadamente, 25.000 espécies, pertencentes a 2.000 gêneros, distribuídas no mundo todo. O Brasil possui cerca de 1.800 espécies em 204 gêneros (COSTA, 1999). Os escarabeídeos adultos e as larvas alimentam-se de excrementos (coprófagos), material animal e vegetal em decomposição, fungos e partes de plantas, incluindo as folhas, as raízes, as flores e os frutos (FUJIHARA et al., 2011; RAFAEL et al., 2012). Adultos e larvas de poucas espécies possuem importância econômica e podem causar injúrias devido ao ataque

às raízes ou à desfolha. Entretanto, muitas espécies são consideradas benéficas em agroecossistemas, pois atuam na ciclagem de nutrientes através da incorporação de matéria orgânica no solo, aumentando a fertilidade e aeração do solo e prolongando a sua capacidade produtiva (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; FLECHTMANN et al., 1995; SHEPHERD e CHAPMAN, 1998; MILHOMEM et al., 2003; RONQUI e LOPES, 2006).

Mordellidae destacou-se dentre as famílias mais representativas amostradas através de armadilhas de Malaise. Estima-se que Mordellidae é constituída por cerca de 800 espécies, distribuídas no mundo todo, sendo que mais da metade é nativa da Região Neotropical (COSTA, 1999). Os mordelídeos adultos podem ser encontrados sobre a vegetação, principalmente, em flores, onde aparentemente se alimentam de néctar e pólen (BOOTH et al., 1990; RAFAEL et al., 2012). A maioria das espécies é detritívora enquanto larva, desenvolvendo-se em madeira morta ou apodrecida, mas algumas espécies se desenvolvem em corpos de frutificação de fungos e outras em caules de arbustos e plantas herbáceas, podendo causar injúrias a algumas plantas cultivadas (RAFAEL et al., 2012).

Apesar da baixa frequência relativa verificada no presente estudo, destaca-se a ocorrência de Coccinellidae em cultivo orgânico de tabaco, uma vez que as espécies dessa família são consideradas importantes predadoras em outras culturas agrícolas. Coccinellidae é taxonomicamente uma das famílias mais conhecidas entre os coleópteros, com cerca de 6.000 espécies descritas, distribuídas em 360 gêneros (VANDENBERG, 2002). Para o Brasil são registradas mais de 300 espécies (ARIOLI e LINK, 1987). Cerca de 90% das espécies conhecidas no mundo são consideradas benéficas, devido a sua atividade predatória, contudo, poucas espécies são fitófagas ou fungívoras (IPERTI, 1999). Além disso, na falta de presas, podem se alimentar de recursos alimentares alternativos, tais como substâncias açucaradas (*honeydew*) de pulgões e cochonilhas, néctar extrafloral e pólen (HODECK, 1973; IPERTI, 1999). Em geral, a ausência desses recursos pode limitar a ocorrência e representatividade dos coccinélídeos em agroecossistemas.

Os adultos e larvas de coccinélídeos são citados como predadores de afídeos ou pulgões, cochonilhas, psilídeos, moscas-brancas ou aleirodídeos, tripses, ácaros e outros artrópodes, além de ovos de lepidópteros e de outros coleópteros (GORDON, 1985; IPERTI, 1999; PERVEZ e OMKAR, 2006). Portanto, esses insetos apresentam grande potencial para serem utilizados no controle biológico de pragas em diferentes

culturas agrícolas. Os coccinelídeos destacam-se como inimigos naturais de pulgões como *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae) e *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), em cultivos de milho e sorgo (SMITH, 1971; LOPEZ e TEETES, 1976; WRIGHT e LAING, 1980; ELLIOTT et al., 2002), e de outros afídeos em cereais de inverno como o trigo (GASSEN, 1986; ELLIOTT et al., 1999). A ocorrência de Coccinellidae na cultura do tabaco também foi verificada por Guedes e Sulzbach (2006), que referem as espécies *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) e *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, 1842 como as principais predadoras de ninfas e adultos de pulgões, no cultivo de tabaco na região Sul do Brasil. Já Marques et al. (2006) citam *C. sanguinea* dentre os inimigos naturais mais representativos do afídeo *Myzus nicotianae* Blackman, 1987 (Hemiptera: Aphididae), na mesma cultura, em Cruz das Almas, BA.

Em condições esperadas de pluviosidade e temperatura, como observadas na safra 2009/2010, os crisomelídeos, por serem insetos fitófagos, encontram uma maior disponibilidade de alimento nas plantas cultivadas. No entanto, em virtude da forte estiagem no início da safra de 2010/2011, período de desenvolvimento do tabaco (quando as plantas crescem e há um aumento no número de folhas), houve um declínio na densidade populacional desses insetos, atribuído, principalmente, à escassez de alimento provocada pela estiagem, uma vez que grande parte dos crisomelídeos depende do tabaco presente na área como recurso alimentar. Já os estafilínídeos, por serem predadores, aumentaram a densidade populacional na safra 2010/2011, uma vez que os mesmos não dependem diretamente do tabaco para sua sobrevivência e utilizam das áreas com vegetação diversificada, adjacentes à lavoura, como local de refúgio durante a estiagem, sendo que estas áreas proporcionam abrigo, microclima adequado, fontes alternativas de alimento e sítios de reprodução, podendo estimular a abundância e permanência na área do cultivo.

Dessa forma, o fragmento de mata adjacente ao cultivo de tabaco caracteriza-se como um mantenedor e dispersor da entomofauna de inimigos naturais e sugere que, possivelmente, a grande abundância de Staphylinidae verificada na lavoura de tabaco é devido à sua manutenção na área. Por estar associada a ecossistemas que apresentam maior grau de complexidade e preservação, a família Staphylinidae tem sido registrada mais comumente em áreas com vegetação em estágios sucessionais mais avançados, como matas (RODRIGUES, 1992; BARBOSA et al., 2002; GANHO e MARINONI, 2003; GONÇALVES e LOUZADA, 2005; GANHO e MARINONI, 2006;

PETRONI, 2008; AUDINO et al., 2009; LIMA et al., 2009; IANTAS et al., 2010). Além disso, Holland e Luff (2000) citam que as diferenças entre comunidades de inimigos naturais, como os estafilínídeos, geralmente refletem as práticas de cultivo e manejo dos agroecossistemas.

Nesse sentido, Coombes e Sotherton (1986), em um estudo sobre a dispersão de insetos predadores terrestres das famílias Staphylinidae e Carabidae, a partir das bordas de cultivos de cereais, constataram que esses besouros são amostrados a até 200 m dos cultivos e verificaram que algumas espécies de Staphylinidae, como *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775), possuíram números decrescentes da borda para o centro dos cultivos. Assim, Pfiffner e Luka (2000) salientam que a ocorrência dos estafilínídeos nos sistemas agrícolas é fortemente influenciada pela presença de ambientes naturais nas proximidades das lavouras, como fragmentos florestais.

4.1.2 Estrutura trófica da comunidade

Vários estudos buscam interpretar as condições ambientais a partir da análise da dominância relativa dos agrupamentos tróficos em estruturas de comunidades de coleópteros (MORRIS, 1980; HUTCHESON, 1990; GASTON et al., 1992; MARINONI e DUTRA, 1997; DIDHAM et al., 1998). No presente trabalho, os hábitos alimentares das famílias foram determinados através da classificação de Marinoni et al. (2001), a qual baseia-se em cinco grupos tróficos (carnívoros, herbívoros, fungívoros, detritívoros e algívoros) propostos, inicialmente, por Marinoni (2001). Além disso, na análise da estrutura trófica da comunidade de coleópteros em cultura de tabaco, foi considerado o grupo trófico predominante em famílias que apresentam mais de um hábito alimentar referido para os seus integrantes.

Dessa forma, verificou-se que os cinco grupos tróficos propostos por Marinoni (2001) foram amostrados no cultivo orgânico de tabaco, em ambas as safras (Tabela 1). Os carnívoros formaram o grupo trófico com maior riqueza de famílias capturadas (13), seguidos pelos herbívoros (8), fungívoros (5), detritívoros (4) e algívoros (2). No entanto, os herbívoros apresentaram o maior número de indivíduos, correspondendo a 44,62% do total coletado, sendo seguidos pelos carnívoros, detritívoros, fungívoros e algívoros, com 43,39; 10,72; 1,26 e 0,01%, respectivamente (Figura 8).

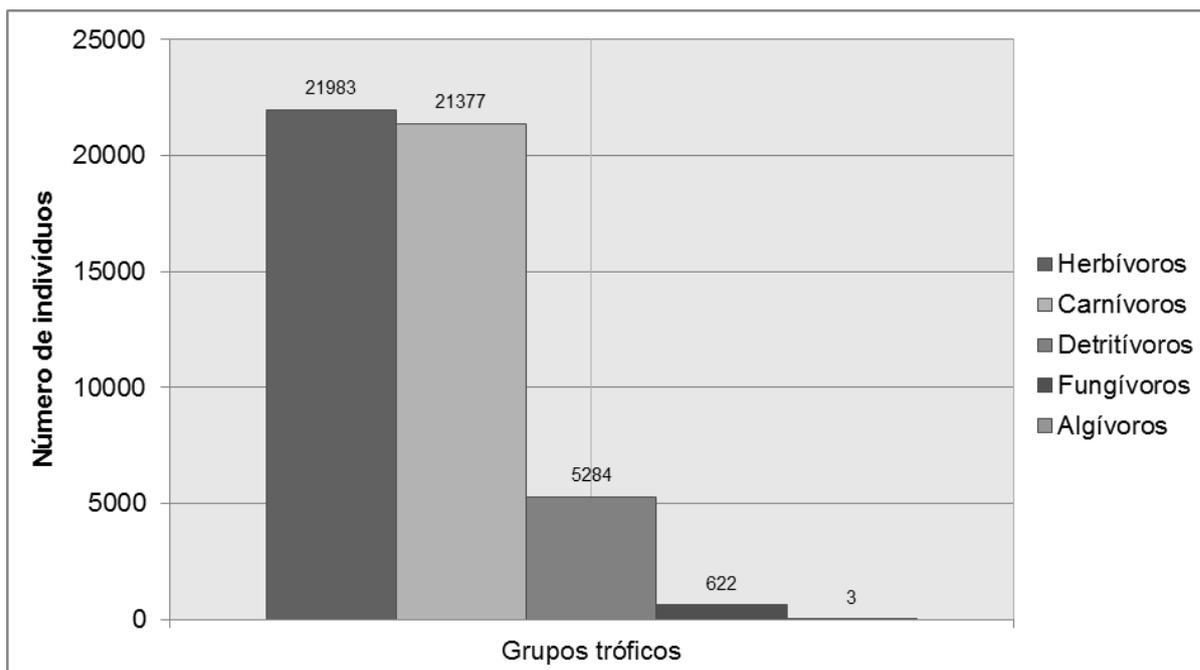


Figura 8 – Distribuição de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco, conforme os grupos tróficos. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011.

A maior representatividade de coleópteros herbívoros e carnívoros deve-se ao grande número de crisomelídeos (herbívoros) e estafilínídeos (carnívoros) em cultivo orgânico de tabaco. Já, em relação ao número de famílias, constatou-se que o grupo trófico dos carnívoros apresentou a maior expressividade, portanto, possuindo maior quantidade de famílias predadoras associadas ao cultivo de tabaco, as quais podem ser utilizadas no controle biológico de pragas. Os resultados verificados para o grupo dos carnívoros corroboram com Ribeiro et al. (2009), que atribuem a dominância dos mesmos à metodologia de coleta utilizada, através de armadilhas do tipo *pit-fall*, coletando maior número de famílias de coleópteros predadores encontradas no solo.

Em geral, as famílias de distintos grupos tróficos são influenciadas de maneira diferente pela estrutura do ambiente e pela fragmentação do habitat (DIDHAM et al., 1998; MARINONI, 2001). Dessa forma, a abundância de coleópteros herbívoros, em relação ao número de indivíduos, pode ser atribuída à utilização do tabaco por maior parte desses insetos como recurso alimentar, beneficiando a ocorrência pela grande quantidade de alimento encontrada. Estudos desenvolvidos por Hutcheson (1990) e Marinoni e Dutra (1997) demonstraram que os coleópteros herbívoros predominam em áreas mais degradadas, devido à maior disponibilidade de plantas em estágio inicial de desenvolvimento, condição essa que facilita a herbivoria. A menor predominância dos grupos detritívoros e fungívoros, também foi observada por

Hutcheson (1990) e Marinoni e Dutra (1997), os quais citam que esses grupos geralmente não possuem grande abundância em ecossistemas degradados devido à pouca disponibilidade de material orgânico em decomposição. A ocorrência de algívoros foi inexpressiva, uma vez que esses insetos são encontrados em habitats aquáticos e, possivelmente, está relacionada à dispersão dos mesmos, sendo constatada apenas na safra 2009/2010.

4.1.3 Constância e Dominância

Em relação à constância das 31 famílias coletadas durante a safra 2009/2010, 18 foram classificadas como constantes, três foram acessórias e dez acidentais. Em termos de dominância, verificou-se que, na mesma safra, Staphylinidae e Chrysomelidae foram consideradas eudominantes; Nitidulidae e Curculionidae foram dominantes; Carabidae e Elateridae foram subdominantes; as demais famílias foram classificadas como recessivas ou raras (Tabela 1).

Na safra 2010/2011, das 28 famílias amostradas, 17 foram classificadas como constantes, quatro foram acessórias e seis acidentais. Em termos de dominância, Staphylinidae e Chrysomelidae, também foram eudominantes, igualmente à safra anterior; Nitidulidae foi dominante; Carabidae, Elateridae e Curculionidae foram subdominantes, sendo que essa última família passou de dominante a subdominante quando comparada à safra anterior. As demais famílias foram consideradas recessivas ou raras (Tabela 1).

Com base nos dados acima referidos, infere-se que a fauna de coleópteros no cultivo orgânico de tabaco é caracterizada, sobretudo, por famílias cuja ocorrência é permanente durante o período da safra da cultura em campo, mesmo quando são baixas as frequências relativas. Além disso, as duas famílias mais representativas coletadas associadas a tabaco orgânico, Staphylinidae e Chrysomelidae, são também as mais importantes em termos de constância e dominância, quando comparadas às demais, o que demonstra a adaptabilidade desses insetos ao ambiente da cultura do tabaco.

4.1.4 Índices faunísticos

Através dos dados obtidos na análise dos índices de Diversidade, Dominância e Equitabilidade constatou-se que, além do maior número de famílias e de indivíduos coletados na safra 2009/2010, os Índices de Shannon (1,82), de Simpson (0,76) e de Equitabilidade (0,53) foram superiores aos registrados para a safra 2010/2011, onde corresponderam a 1,67; 0,69 e 0,50, respectivamente (Tabela 3). Porém, não se pode inferir que a safra 2009/2010 apresentou maior diversidade, haja vista que tais valores não são numericamente muito diferentes. Dessa forma, observou-se somente um pequeno decréscimo na diversidade de famílias de Coleoptera entre as safras 2009/2010 e 2010/2011.

Tabela 3 – Número de famílias e de indivíduos; Índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade da fauna de Coleoptera em cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011.

	Safra 2009/2010	Safra 2010/2011
Famílias	31	28
Indivíduos	25.590	23.679
Índice de Diversidade de Shannon	1,82	1,67
Índice de Dominância de Simpson	0,76	0,69
Índice de Equitabilidade	0,53	0,50

Carvalho et al. (2012) constataram que a diversidade estimada pelo Índice de Shannon em área de plantio convencional de mamona correspondeu a 1,83 e em área com plantio direto foi de 1,50. Já Petroni (2008), em diferentes fragmentos florestais em Londrina, PR, registrou o Índice de Diversidade variando de 1,02 a 1,31 e Equitabilidade entre 0,40 e 0,57. Do mesmo modo, lantas et al. (2010) observaram que esses mesmos índices corresponderam a 0,57 e 0,40, respectivamente, na área central de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em União da Vitória, PR. Dessa forma, comparando-se com os valores verificados no presente trabalho em cultivo de tabaco, observou-se que os índices se assemelham aos obtidos em áreas de plantio de mamona (convencional e direto) e em fragmentos florestais em Londrina, PR. Por outro lado, foram superiores aos verificados em Floresta Ombrófila Mista, no mesmo

Estado. Cabe ressaltar que nenhuma referência encontrada na literatura refere-se à diversidade de coleópteros em cultura de tabaco.

O Índice de Equitabilidade, que avalia o padrão de distribuição dos indivíduos entre as famílias, foi semelhante em ambas as safras, indicando que poucas famílias contribuíram com o percentual total de coleópteros. De tal modo, na safra 2009/2010 apenas seis famílias das 31 amostradas corresponderam a, aproximadamente, 90% do total de insetos coletados, enquanto na safra 2010/2011 as mesmas seis famílias, dentre 28 amostradas, foram responsáveis por 88% do total. Portanto, a comunidade de coleópteros em cultivo orgânico de tabaco possuiu um padrão pouco homogêneo de distribuição dos indivíduos entre as famílias, sendo confirmado pelo alto índice de Dominância de Simpson registrado em ambas as safras, sobretudo na primeira (Tabela 3).

Conforme Golden e Crist (1999) e Davies et al. (1997), esse padrão com grande quantidade de indivíduos distribuídos em poucas famílias é característico de habitats fragmentados ou antropizados que, por sua vez, pode ser um fator determinante para o declínio das muitas famílias que possuem poucos indivíduos, como consequência da maior ou menor disponibilidade de recursos a um ou outro grupo. Porém, insetos pouco abundantes ou raros, conforme Delabie et al. (2000), desempenham funções indiretas e em casos nos quais ocorram alterações nas comunidades, esses também podem se adaptar ao novo habitat e manter a diversidade na comunidade.

4.1.5 Distribuição temporal

A análise da distribuição temporal dos coleópteros amostrados no período das safras 2009/2010 e 2010/2011 permite inferir que a maior quantidade desses insetos encontrada em cultivo orgânico de tabaco incidiu entre os meses de dezembro e janeiro da safra 2009/2010 (coletas VI e VII, respectivamente) e no mês de novembro da safra 2010/2011, correspondendo às coletas I e II, respectivamente (Figura 9). Foi amostrado o total de 5.274 indivíduos nas coletas VI e VII (25.12.2009 e 01.01.2010) da safra 2009/2010 e o total de 6.267 nas coletas I e II (03.11.2010 e 11.11.2010) da safra 2010/2011, sendo estes valores correspondentes à maior abundância de coleópteros nas respectivas safras (Apêndice A).

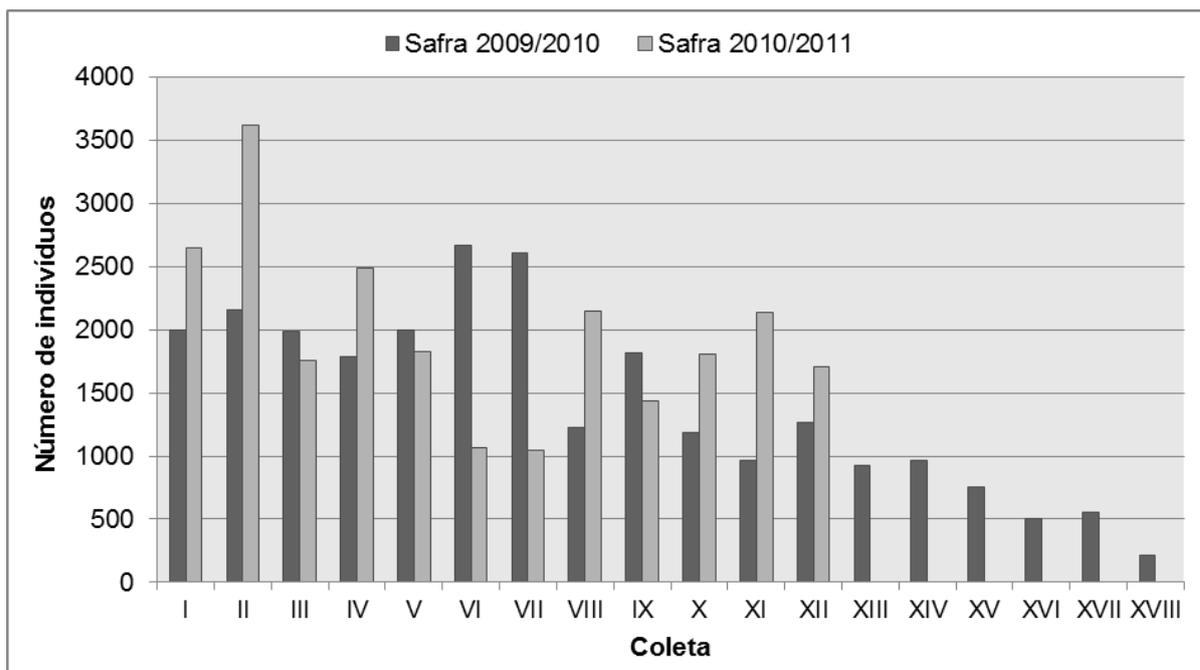


Figura 9 – Distribuição temporal de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco durante as safras 2009/2010 (I-XVIII) e 2010/2011 (I-XII). Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011.

Na safra 2010/2011, o fato de que foi antecipado em três semanas o processo de transplante das mudas para a lavoura e, portanto, também antecipando o ciclo da cultura em campo, em comparação com a safra 2009/2010, pode ter contribuído na diferença entre os períodos de maior ocorrência dos coleópteros nas distintas safras. Se não houvesse tal antecipação no processo de produção, a maior abundância dos coleópteros, possivelmente, teria sido observada em período semelhante à registrada para a safra 2009/2010. Da mesma forma, as condições climáticas podem ter influenciado nos diferentes períodos de maior ocorrência dos coleópteros nas distintas safras.

Os resultados verificados no cultivo de tabaco corroboram com Zanuncio et al. (1993) e Freitas et al. (2002), que amostraram maior número de indivíduos da ordem Coleoptera entre os meses de novembro e dezembro, correspondendo à época mais quente e úmida do ano, em plantios de eucalipto em São Mateus e Aracruz, ES e na região de Santa Bárbara, MG, respectivamente. Entretanto, a flutuação populacional da comunidade de coleópteros, bem como os períodos de maior abundância, podem variar conforme a região (ZANUNCIO et al., 1993).

Na safra 2009/2010, analisando a tendência de distribuição dos indivíduos por data de coleta, associada às condições climáticas no período, constatou-se que a temperatura não influenciou de forma significativa na abundância dos coleópteros

amostrados, uma vez que esta variável foi constante no referido ano agrícola e apresentou uma correlação fraca ($r = 0,04$) com o número de insetos coletados. Além disso, constatou-se uma tendência a um aumento do número de indivíduos em relação à diminuição da pluviosidade, sendo que tal tendência não foi verificada pelos valores obtidos através do teste de correlação de Pearson ($r = 0,30$), o qual apresentou uma correlação positiva moderada (Tabela 4 e Figura 10).

Tabela 4 – Valores de r (correlação de Pearson) para o número total de Coleoptera, de Staphylinidae e de Chrysomelidae em relação à temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e à pluviosidade (mm). Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011.

	2009/2010		2010/2011	
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Pluviosidade (mm)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Pluviosidade (mm)
Coleoptera	0,04	0,30	-0,31	0,08
Staphylinidae	-0,29	0,52	-0,64	-0,18
Chrysomelidae	0,25	0,04	0,53	0,54

Todavia, verificou-se que a distribuição temporal dos coleópteros no cultivo de tabaco está relacionada, principalmente, ao manejo da cultura em campo, ocorrendo uma redução no número de indivíduos amostrados em virtude do início das colheitas do tabaco, a qual foi constatada nas semanas subsequentes ao pico populacional. O ciclo da cultura em campo compreende três períodos distintos de colheita das folhas, sendo que a primeira colheita corresponde à retirada das folhas da parte mais inferior das plantas, a segunda com a retirada das folhas da porção mediana das plantas e a terceira com a retirada das folhas da parte superior das plantas. As referidas colheitas foram realizadas, durante a safra 2009/2010, nos dias 25.12.2009, 15.01.2010 e 05.02.2010 e correspondentes às coletas VI, IX e XII, respectivamente (Figura 10). Desse modo, verificou-se um decréscimo gradativo no número de insetos coletados após as colheitas sucessivas das folhas. Os períodos de floração e retirada das inflorescências das plantas, observados nas coletas II e III, respectivamente, aparentemente não influenciaram a abundância dos insetos.

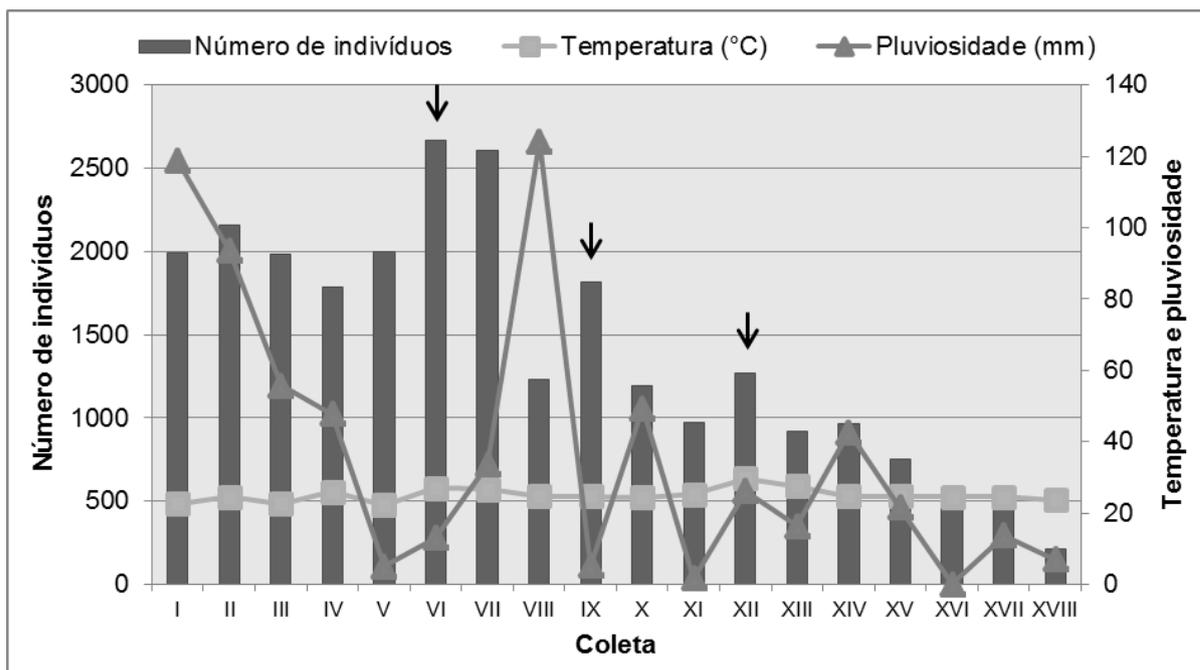


Figura 10 – Distribuição temporal de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco, temperatura (°C) e pluviosidade (mm) na safra 2009/2010. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010. (→) Colheitas das folhas do tabaco.

Já na safra 2010/2011 verificou-se que a temperatura possuiu uma correlação negativa moderada ($r = -0,31$) com o número de indivíduos capturados, de modo que foi observada uma tendência de diminuição da abundância de coleópteros coletados com o aumento da temperatura. Em relação à pluviosidade, observou-se a tendência de um aumento no número de indivíduos capturados com o aumento dessa variável, apesar de apresentar uma correlação considerada fraca ($r = 0,08$) (Tabela 4 e Figura 11). Assim como na safra 2009/2010, foi verificada na safra 2010/2011 uma redução no número de coleópteros amostrados com as colheitas sucessivas das folhas do tabaco, sendo realizadas nos dias 26.11.2010, 24.12.2010 e 14.01.2011, equivalendo às coletas IV, VIII e XI da safra 2010/2011, respectivamente (Figura 11). Os períodos de floração e retirada das inflorescências plantas, observadas nas coletas II e III, respectivamente, também não influenciaram significativamente na abundância dos insetos coletados, uma vez que a maior parte dos coleópteros encontrados em cultivo de tabaco não se associa às estruturas reprodutivas das plantas.

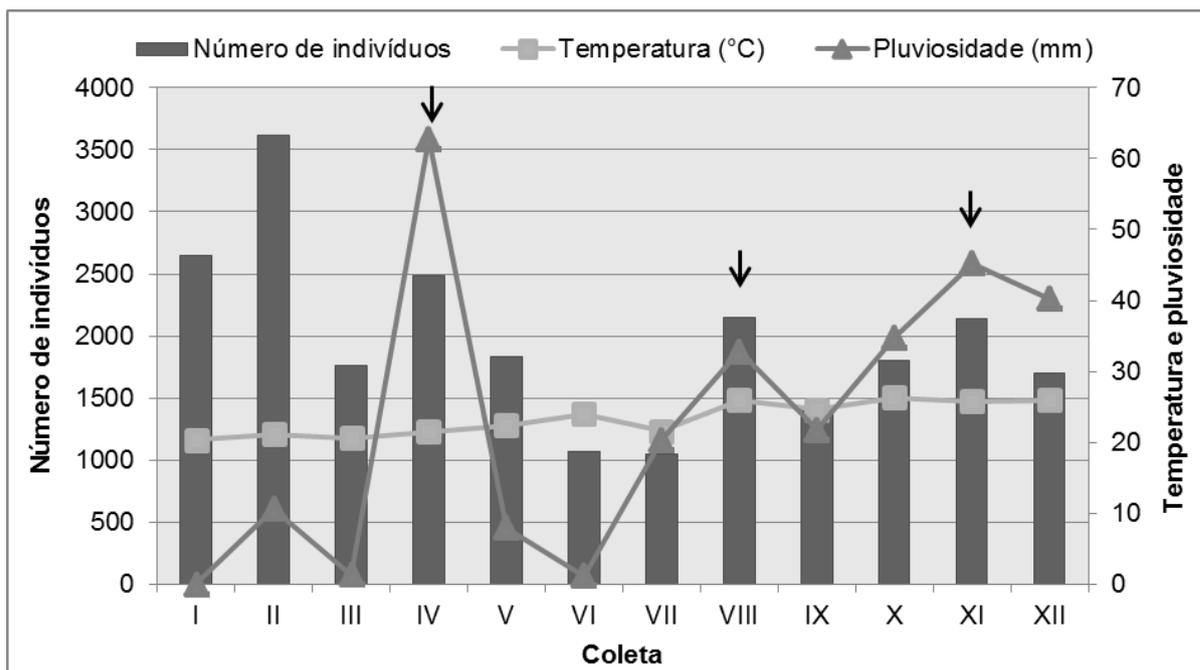


Figura 11 – Distribuição temporal de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco, temperatura (°C) e pluviosidade (mm) na safra 2010/2011. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2010/2011. (→) Colheitas das folhas do tabaco.

As famílias que apresentaram maiores abundâncias foram analisadas quanto à sua distribuição temporal nos períodos das safras 2009/2010 e 2010/2011 (Figuras 12 e 13).

Na análise da distribuição temporal de Staphylinidae, verificou-se que a maior abundância desses insetos foi encontrada no mês de novembro em ambas as safras, onde na safra 2009/2010 incidiu em 27.11.2009 e na safra 2010/2011 em 11.11.2010, que correspondem à II coleta nas respectivas safras (Figuras 12 e 13). A maior abundância na safra 2009/2010 correspondeu a 1.196 indivíduos (16,81%), dentre o total de estafilínídeos coletados, enquanto na safra 2010/2011 correspondeu a 2.532 indivíduos (22,50%). A presença de Staphylinidae foi verificada durante todo período de cultivo do tabaco. No entanto, observa-se um decréscimo gradativo da quantidade de indivíduos coletados do início ao término das duas safras, indicando que a família coloniza e é mais abundante no início do desenvolvimento da cultura, portanto, podendo incrementar o controle biológico natural. Contudo, esse resultado discorda de Silva e Carvalho (2000) que citam que insetos predadores, presentes nas culturas agrícolas, são mais numerosos da metade para o final do ciclo de desenvolvimento das plantas cultivadas.

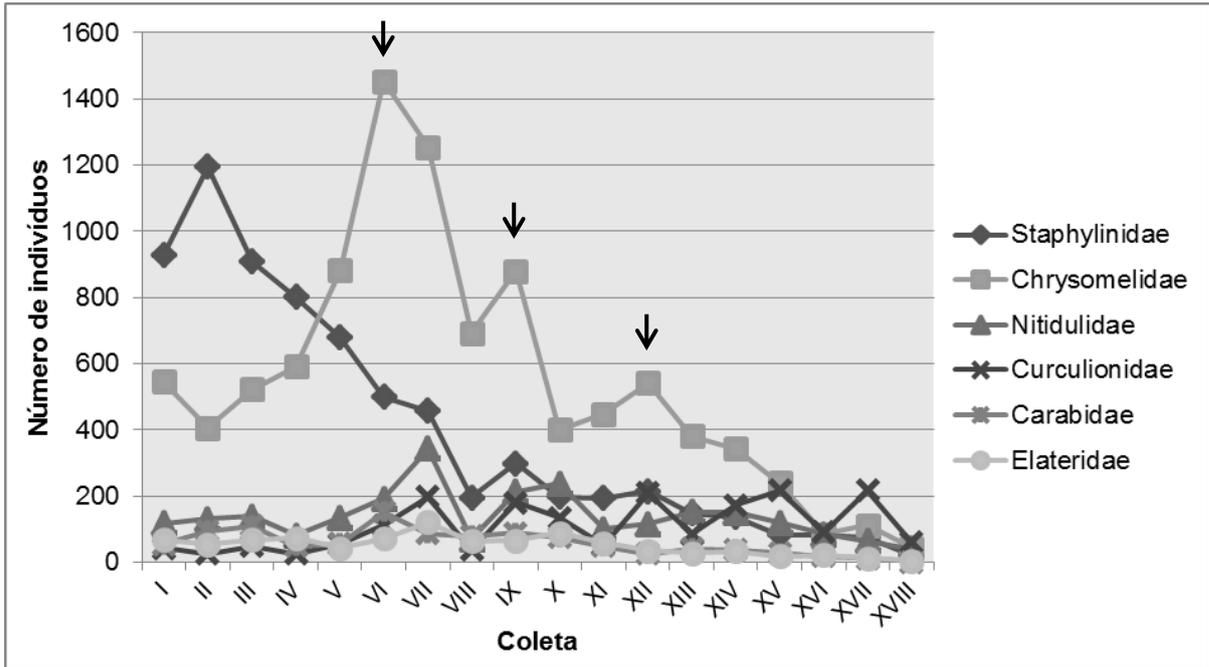


Figura 12 – Distribuição temporal das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco na safra 2009/2010. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010. (→) Colheitas do tabaco.

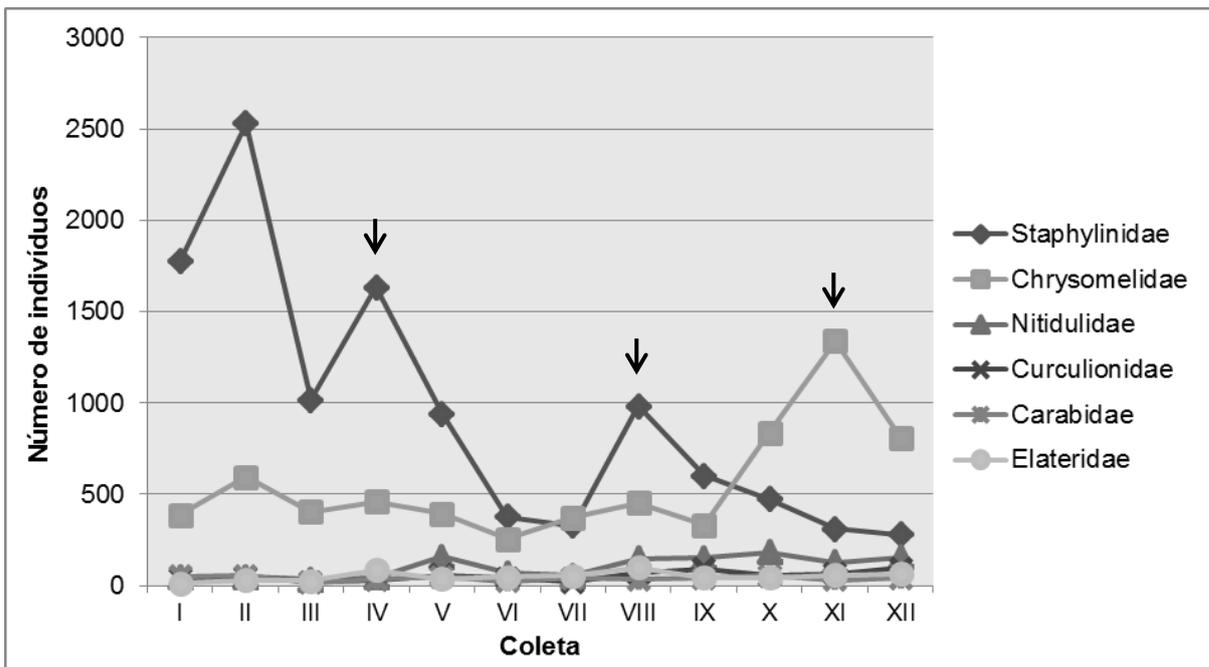


Figura 13 – Distribuição temporal das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco na safra 2010/2011. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2010/2011. (→) Colheitas do tabaco.

Em relação às condições climáticas, constatou-se que os indivíduos da família Staphylinidae apresentaram uma correlação negativa com a temperatura, sendo que na safra 2009/2010 essa correlação foi fraca ($r = -0,29$) e na safra 2010/2011 foi forte ($r = -0,64$). Contudo, em se tratando da pluviosidade, esses insetos correlacionaram-se positivamente com essa variável ($r = 0,52$) na safra 2009/2010,

enquanto na safra 2010/2011 foi observada uma correlação negativa ($r = -0,18$) entre os estafilinídeos e a pluviosidade, mesmo que considerada fraca (Tabela 4).

A diminuição do número de indivíduos coletados após o pico populacional em ambas as safras, possivelmente, está relacionada ao decréscimo da pluviosidade no período inicial da safra 2009/2010 e a baixa pluviosidade verificada no início da safra 2010/2011, embora tenha sido verificada nessa última safra uma correlação negativa entre a abundância dos insetos e essa variável climática. Além disso, de acordo com Andersen e Eltun (2000) a diminuição do número de estafilinídeos amostrados, pode estar relacionada à competição pelo alimento com os demais predadores, sendo que a competição com carabídeos, frequentemente, acaba suprimindo a abundância dos estafilinídeos, principalmente, em sistemas orgânicos de produção.

Igualmente, constatou-se a diminuição dos estafilinídeos amostrados após as colheitas consecutivas das folhas do tabaco em ambas as safras, possivelmente, em virtude da redução do número de insetos herbívoros, utilizados como alimento pelos insetos predadores. Portanto, os estafilinídeos coletados no presente estudo podem estar atuando como agentes no controle biológico dos insetos fitófagos na cultura do tabaco, tendo em vista a relação negativa com as colheitas do tabaco. Dessa forma, provavelmente, apresentam potencial para serem aproveitados no controle biológico de pragas, uma vez que muitas espécies dessa família são utilizadas como inimigos naturais de insetos-praga em diferentes culturas agrícolas.

Além disso, as colheitas do tabaco podem ter influência na representatividade dos estafilinídeos através da modificação da estrutura do ambiente, provocando uma mudança microclimática no habitat (temperatura, umidade, entre outros), sendo que, segundo Niwa e Peck (2002) e Döring e Kromp (2003), a ocorrência de estafilinídeos ou carabídeos em agroecossistemas está relacionada às condições microclimáticas determinadas pela própria cultura.

Na análise da distribuição temporal de Chrysomelidae verificou-se que esses insetos apresentaram o pico populacional em momentos distintos, conforme o ano agrícola, sendo que na safra 2009/2010 a maior abundância foi constatada em dezembro (25.12.2009), correspondendo à coleta VI, e na safra 2010/2011 foi obtida no mês de janeiro (14.01.2011), correspondendo à coleta XI (Figuras 12 e 13). Além disso, observou-se que a maior abundância na safra 2009/2010 compreendeu a 1.453 indivíduos (14,80%), do total de crisomelídeos amostrados nessa safra, enquanto na safra 2010/2011 correspondeu a 1.341 indivíduos (20,19%).

Em relação às condições climáticas, foi verificada uma correlação positiva, em ambas as safras, entre a abundância dos crisomelídeos e as variáveis temperatura e pluviosidade. Dessa forma, constatou-se que o número de indivíduos amostrados na safra 2009/2010 possuiu uma correlação fraca com a temperatura ($r = 0,25$) e com a pluviosidade ($r = 0,04$), já na safra 2010/2011 observou-se uma correlação forte com a temperatura ($r = 0,53$) e com a pluviosidade ($r = 0,54$). Nesse contexto, a diferença entre os períodos de maior abundância de Chrysomelidae nas distintas safras, pode estar relacionada às diferentes condições climáticas observadas nos anos agrícolas, sobretudo, devido à estiagem verificada no início da safra 2010/2011, haja vista que os crisomelídeos possuíram a tendência de diminuir a abundância com a redução da pluviosidade, conforme os valores obtidos através do teste de correlação de Pearson para a safra 2010/2011 (Tabela 4).

Na safra 2009/2010, foi constatada uma redução no número de crisomelídeos capturados com o início das colheitas do tabaco (coleta VI), a qual persistiu de forma gradual à medida que as colheitas foram realizadas (coletas IX e XII), tendo em vista que a maioria dos indivíduos pertencentes à Chrysomelidae, coletados em cultura de tabaco, utiliza as plantas cultivadas como fonte alimentar principal. O mesmo não foi observado na safra 2010/2011, possivelmente, devido às condições de pluviosidade que, de modo geral, suprimiram a abundância desses insetos na referida safra. Após as colheitas sucessivas das folhas do tabaco, em ambas as safras, restam no plantio algumas plantas com poucas folhas, fato este que poderia esclarecer a permanência dos crisomelídeos até o final das amostragens.

Nitidulidae, Curculionidae, Carabidae e Elateridae possuíram uma abundância muito inferior quando comparadas à Staphylinidae e Chrysomelidae, no entanto, apresentaram distribuições temporais, em geral, semelhantes às verificadas para os estafilinídeos e crisomelídeos, estando relacionadas, sobretudo, às colheitas sucessivas do tabaco e às condições climáticas. Portanto, observou-se que o padrão de distribuição temporal da comunidade de Coleoptera, ao longo das duas safras, ocorreu, principalmente, em decorrência da flutuação populacional das famílias mais representativas (Staphylinidae e Chrysomelidae) em cultivo orgânico de tabaco.

4.1.6 Distribuição espacial por pontos de coleta

Em relação à distribuição espacial do total de coleópteros associados a cultivo orgânico de tabaco, verificou-se que esses insetos apresentaram diferentes padrões de distribuição nos pontos de coleta, conforme a safra (Figura 14). Nesse sentido, na safra 2009/2010, houve uma pequena tendência de um maior número de coleópteros ter sido encontrado no ponto “meio”, com o total de 2.828 insetos coletados (27,1%), seguido pelos pontos “fora”, “borda” e “dentro” com médias de 2.645 (25,4%), 2.476 (23,8%) e 2.467 (23,7%) insetos coletados, respectivamente. Todavia, o número de indivíduos foi semelhante entre os pontos de coleta. Já na safra 2010/2011 houve a tendência de um maior número de indivíduos no ponto “dentro”, com média de 3.180 indivíduos (32,8%), seguido pelo ponto “meio”, com o total de 2.686 indivíduos (27,7%), ponto “borda”, com média de 1.910 (19,6%) e ponto “fora”, com média de 1.908 (19,7%).

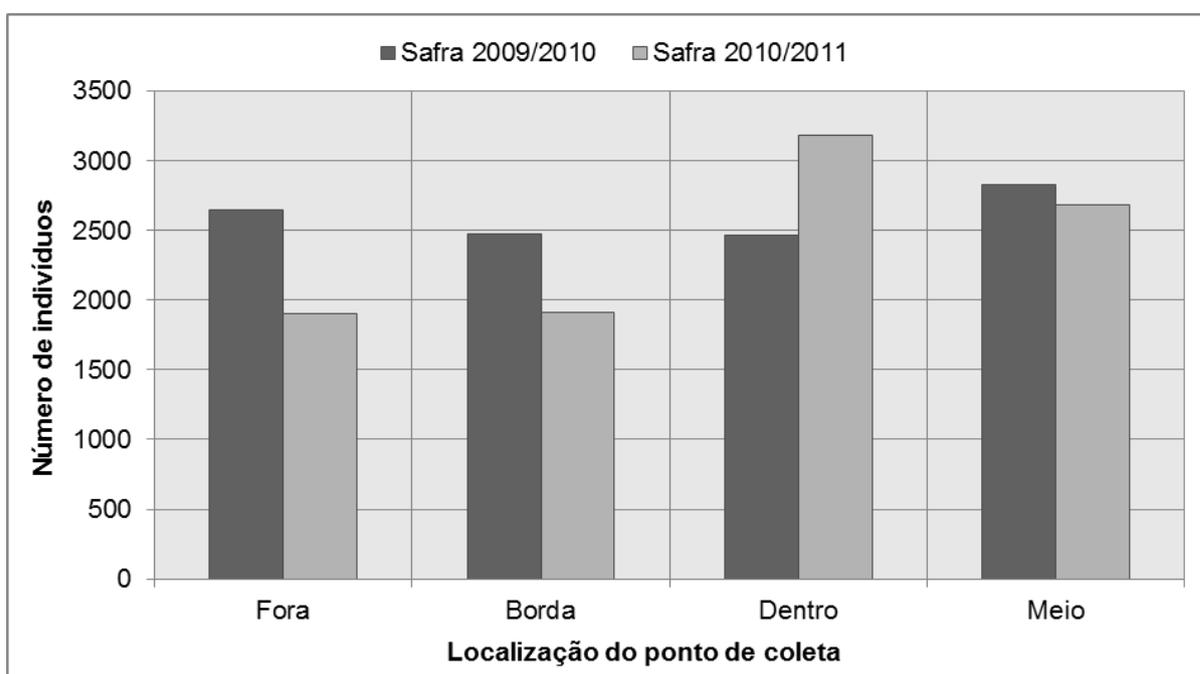


Figura 14 – Distribuição espacial de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011.

No entanto, se a distribuição espacial de Coleoptera for analisada através das famílias mais abundantes, verifica-se que o número de indivíduos coletados varia de acordo com a família, em função do ponto de coleta. Portanto, as famílias com maior

representatividade foram avaliadas separadamente quanto às suas distribuições nos pontos de coleta, em cada safra (Figuras 15 e 16).

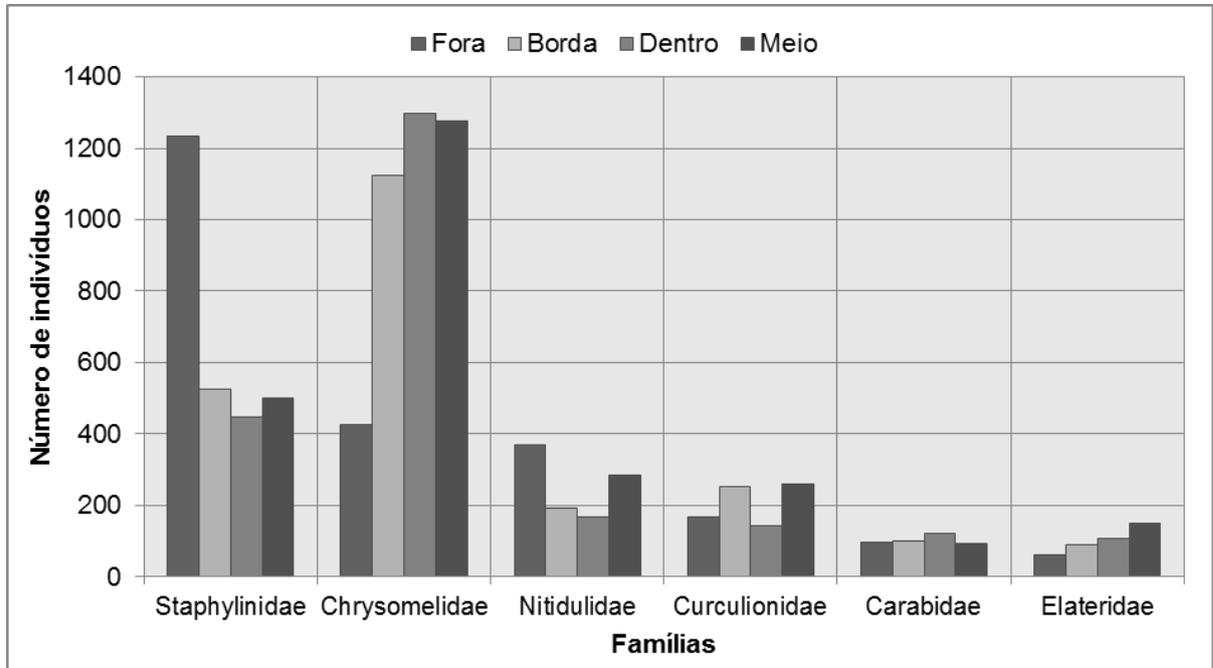


Figura 15 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010.

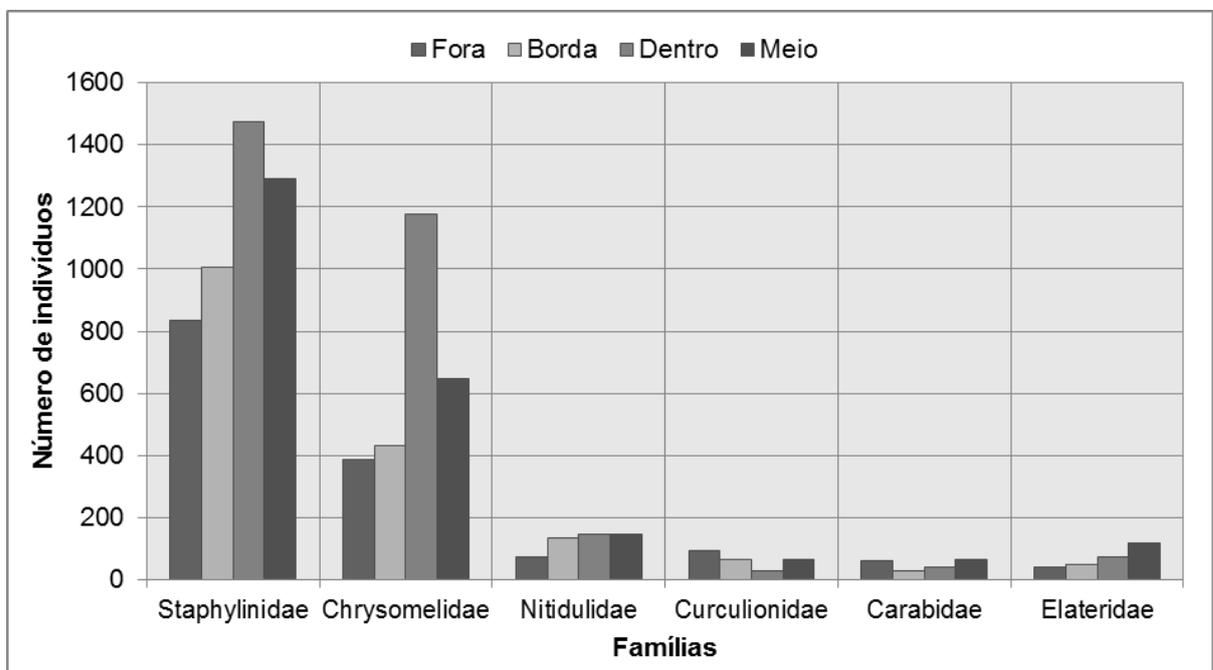


Figura 16 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2010/2011.

Na safra 2009/2010, Staphylinidae apresentou um padrão de distribuição com o ponto “fora” com uma tendência de apresentar a maior concentração de indivíduos

amostrados, com média de 1.232 insetos (45,6%), seguido pelo ponto “borda”, com média de 524 (19,4%), e pelo ponto “dentro”, com média de 448 (16,6%). Ainda, constatou-se um total de 500 indivíduos (18,5%) no ponto “meio”. Dessa forma, os estafilinídeos apresentaram uma abundância decrescente no sentido “fora-dentro” da lavoura, com exceção do ponto “meio”, revelando uma influência positiva da vegetação adjacente ao cultivo orgânico de tabaco na representatividade desses insetos. Portanto, a existência de ambientes naturais nas proximidades da lavoura contribuiu para a ocorrência e abundância dos estafilinídeos e, possivelmente, compreende a área em que esses insetos dispersam para o interior da lavoura.

Conforme Nicholls e Altieri (2007), os artrópodes benéficos movem-se para os cultivos a partir da margem dos campos e, conseqüentemente, o controle biológico é mais intenso em fileiras de plantas próximas à vegetação selvagem do que no centro das culturas. Para completar seus ciclos de vida, os inimigos naturais necessitam de locais de refúgio e de fontes alternativas para a alimentação, além de hospedeiros e presas. Dessa forma, habitats naturais e outros tipos de estratégias de incrementar a diversidade vegetal nas margens dos campos agrícolas, tornam-se relevantes como um método de conservação e fonte de inimigos naturais de pragas.

Entretanto, apesar de apresentar a maior abundância fora da lavoura na safra 2009/2010, Staphylinidae também apresentou uma quantidade relativamente elevada de indivíduos coletados no interior da lavoura (“borda” com 19,4%, “dentro” com 16,6% e “meio” com 18,5%). Assim, a ocorrência desses insetos, tanto fora como no interior do cultivo, demonstra que os mesmos possuem a capacidade de se dispersar na área e apresentam um possível potencial para serem utilizados no controle biológico, sobretudo, de ovos e larvas de insetos-praga encontrados na cultura do tabaco.

Na safra 2010/2011, um número expressivo de estafilinídeos foi encontrado no ponto “dentro”, com média de 1.476 indivíduos (32,0%), seguido pelo ponto “meio”, com um total de 1.291 (28,1%), ponto “borda”, com média de 1.008 (21,8%) e ponto “fora”, com média de 837 (18,1%). Portanto, inversamente à safra 2009/2010, os estafilinídeos apresentaram uma abundância crescente no sentido “fora-dentro” da lavoura, com a exceção do ponto “meio”. O fato de que o maior número de estafilinídeos foi verificado no interior da lavoura, pode estar relacionado a um possível aumento da abundância de suas presas na safra 2010/2011, condicionando os insetos à busca por alimento no interior da lavoura. Além disso, na

safra 2010/2011, observou-se o crescimento de plantas espontâneas nas entrelinhas do cultivo de tabaco, que, de modo geral, pode ter proporcionado aos estafilínídeos um microclima semelhante ao encontrado na vegetação adjacente a lavoura, bem como um local com presas alternativas.

Diversos trabalhos constataram que a distribuição e a abundância dos insetos predadores em culturas agrícolas, incluindo os estafilínídeos, são influenciadas pela estrutura da vegetação, muitos dos quais reportaram uma correlação positiva entre a cobertura e riqueza de espécies de plantas espontâneas e a abundância e riqueza de espécies desses besouros (KROMP, 1990; CARCAMO et al., 1995; PFIFFNER e NIGGLI, 1996; O'SULLIVAN e GORMALLY, 2002; MARTINS et al., 2009; MARTINS et al., 2012). Além de abrigo, essas plantas podem proporcionar uma disponibilidade de presas e melhores condições microclimáticas (THIELE, 1977; PURVIS e CURRY, 1984; ARMSTRONG e MCKINLAY, 1997; SHAH et al., 2003).

Conforme Ottesen (1996), Holland et al. (1999) e Von Zuben (2000) os fatores ambientais, como propriedades da cobertura vegetal por plantas daninhas, diferença na densidade das plantas da cultura, assim como interações inter e intraespecíficas são determinantes na abundância e distribuição dos insetos predadores. Além disso, Pfiffner e Luka (2000) salientam que a ocorrência dos estafilínídeos nos ambientes é muito influenciada pelas condições de disponibilidade de alimento, ciclo de vida, tipo de manejo da cultura e pela presença de habitats naturais no entorno das unidades agrícolas. Portanto, a ocorrência e distribuição de estafilínídeos na cultura do tabaco estão relacionadas, sobretudo, com fatores ambientais, disponibilidade de alimento e estrutura do agroecossistema. Além disso, a ausência dos efeitos diretos e indiretos de agrotóxicos, possivelmente, contribuiu para a grande quantidade de Staphylinidae no cultivo orgânico de tabaco, sendo que Berry et al. (1996) e Pfiffner e Niggli (1996) citam uma maior representatividade desses insetos em sistemas orgânicos, quando comparados aos sistemas convencionais.

Nesse contexto, constatou-se que os indivíduos pertencentes à Staphylinidae, possivelmente, se dispersam a partir das áreas com vegetação mais diversificada no entorno da lavoura e se movem para o interior do cultivo, ao encontrarem condições ambientais favoráveis (alimento disponível e microclima adequado).

Em relação à distribuição espacial de Chrysomelidae nos pontos de coleta, na safra 2009/2010, foram coletados, em média, 426 indivíduos (10,3%) no ponto “fora”, 1.123 (27,2%) no ponto “borda”, 1.298 (31,5%) no ponto “dentro” e um total de 1.276

(30,9%) no ponto “meio”. Já na safra 2010/2011, foram verificadas as médias de 387 indivíduos (14,6%) no ponto “fora”, 433 (16,4%) no ponto “borda”, 1.178 (44,5%) no ponto “dentro” e um total de 648 (24,5%) no ponto “meio”. Assim, observou-se que Chrysomelidae apresentou uma tendência a apresentar abundância crescente no sentido “fora-dentro” da lavoura e possuiu o maior número de indivíduos amostrados no ponto “dentro”, em ambas as safras.

Portanto, verificou-se que os crisomelídeos possuíram a preferência por áreas localizadas no interior da lavoura indicando que, por se tratarem de insetos fitófagos, dentre os quais muitos têm o tabaco como fonte alimentar principal, associam-se ao centro do plantio devido à maior disponibilidade de alimento e, ainda, por não terem outras fontes preferidas de alimento nas proximidades da lavoura. Além disso, tendo em vista que, possivelmente, a maior parte dos artrópodes predadores encontra-se nas áreas com vegetação diversificada, no entorno da lavoura, os crisomelídeos têm a tendência de manterem-se afastados da borda do cultivo, uma vez que são presas em potencial desses inimigos naturais.

A diminuição do número de crisomelídeos capturados no ponto “meio”, na safra 2010/2011, se comparada à safra 2009/2010, pode estar relacionada ao crescimento e a maior densidade das plantas espontâneas no interior da lavoura, uma vez que as mesmas dificultam o deslocamento dos indivíduos entre as plantas de tabaco e, por conseguinte, podem ter influência nos resultados obtidos para tal ponto.

Nitidulidae, Curculionidae, Carabidae e Elateridae possuíram uma representatividade muito inferior se comparadas à de Staphylinidae e Chrysomelidae e, de modo geral, não apresentaram diferenças aparentemente consideráveis entre os pontos de coleta.

Através do dendrograma obtido na análise de cluster, similaridade de Jaccard, é possível inferir que há maior similaridade entre os pontos de coleta “borda”, “dentro” e “meio”, na safra 2009/2010, os quais se agruparam separadamente do ponto de coleta “fora”. Assim, a localização, a proximidade e a composição vegetal dos pontos podem ter influência na composição faunística de Coleoptera em cultivo orgânico de tabaco, tendo em vista que os pontos “borda”, “dentro” e “meio” localizaram-se na área do cultivo e o ponto “fora” se situou em área externa à lavoura. Além disso, constatou-se que os pontos “borda” e “dentro” possuíram maior similaridade, de modo que tal semelhança é atribuída, sobretudo, à proximidade

entre os mesmos. A maior abundância da família Staphylinidae fora da lavoura e da família Chrysomelidae no interior da lavoura pode ter contribuído para a diferenciação entre os pontos de coleta na safra 2009/2010 (Figura 17).

Na safra 2010/2011, observou-se maior semelhança entre os pontos de coleta “fora” e “borda”, bem como entre os pontos de coleta “dentro” e “meio”, portanto, formando dois agrupamentos distintos que, em geral, foram determinados pela composição da vegetação e pela proximidade dos mesmos. O crescimento de plantas espontâneas, em maior densidade no interior do cultivo na safra 2010/2011, pode ter influenciado na distribuição dos insetos nos pontos de coleta, tendo em vista que os coleópteros se concentraram tanto fora como no interior da lavoura. A grande representatividade dos estafilínídeos e crisomelídeos nos pontos “dentro” e “meio”, possivelmente, também contribuiu para a diferenciação desses pontos dos demais (Figura 17).

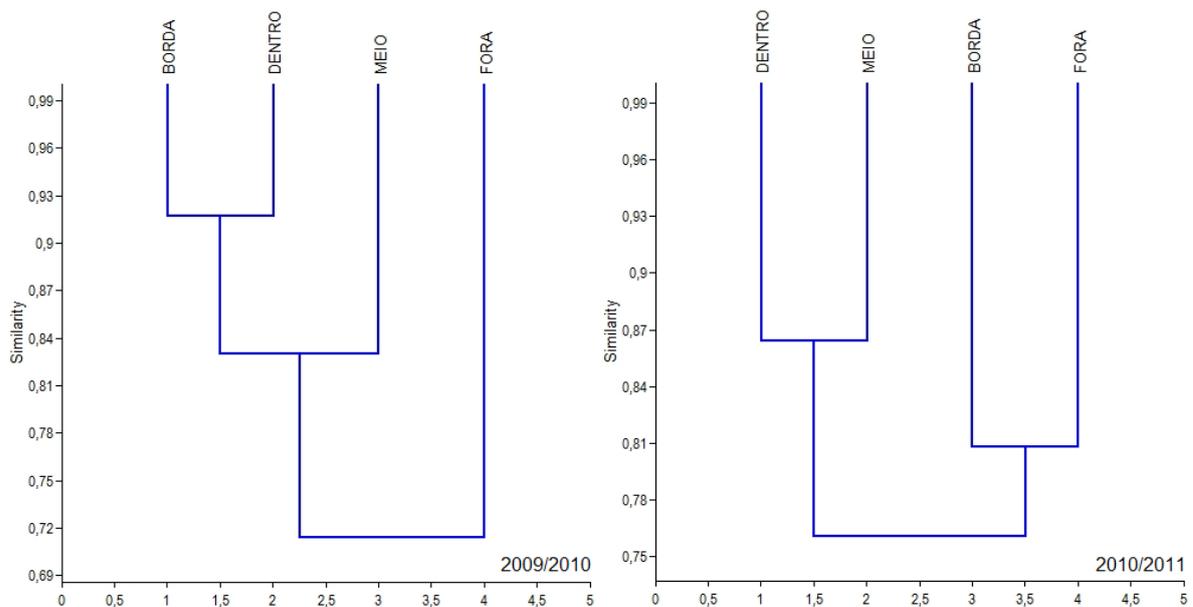


Figura 17 – Dendrogramas obtidos através da análise de cluster (similaridade de Jaccard) dos pontos de coleta, quanto à comunidade de Coleoptera associada a cultivo orgânico de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011.

4.1.7 Distribuição espacial por linhas de amostragem

Constatou-se que a distribuição espacial dos coleópteros nas linhas de amostragem variou conforme o ano agrícola, sendo que na safra 2009/2010 houve uma tendência dos coleópteros se concentrarem um pouco mais na linha “1” de

amostragem; e, na safra 2010/2011, na linha “2” (Tabela 5 e Figura 18). Dessa forma, verificou-se que tal variação foi, sobretudo, em virtude da distribuição espacial das famílias mais representativas no cultivo orgânico de tabaco. Portanto, as mesmas foram analisadas separadamente, quanto às suas distribuições nas linhas de amostragem, em cada safra (Figuras 19 e 20).

Tabela 5 – Total de indivíduos pertencentes à Coleoptera amostrados em cultivo orgânico de tabaco, conforme a linha de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011.

	2009/2010	Fr (%)	2010/2011	Fr (%)
Linha 1 *	8.546	37,50	5.774	27,50
Linha 2 **	7.851	34,50	8.149	38,80
Linha 3 ***	6.365	28,00	7.070	33,70
Total	22.762	100,00	20.993	100,00

* Linha 1: com vegetação adjacente formada, principalmente, por espécies arbustivas e arbóreas de médio ou grande porte;

** Linha 2: com vegetação adjacente constituída, principalmente, por espécies arbustivas e arbóreas, nativas e de menor porte;

*** Linha 3: com a vegetação adjacente composta por plantas de crescimento espontâneo.

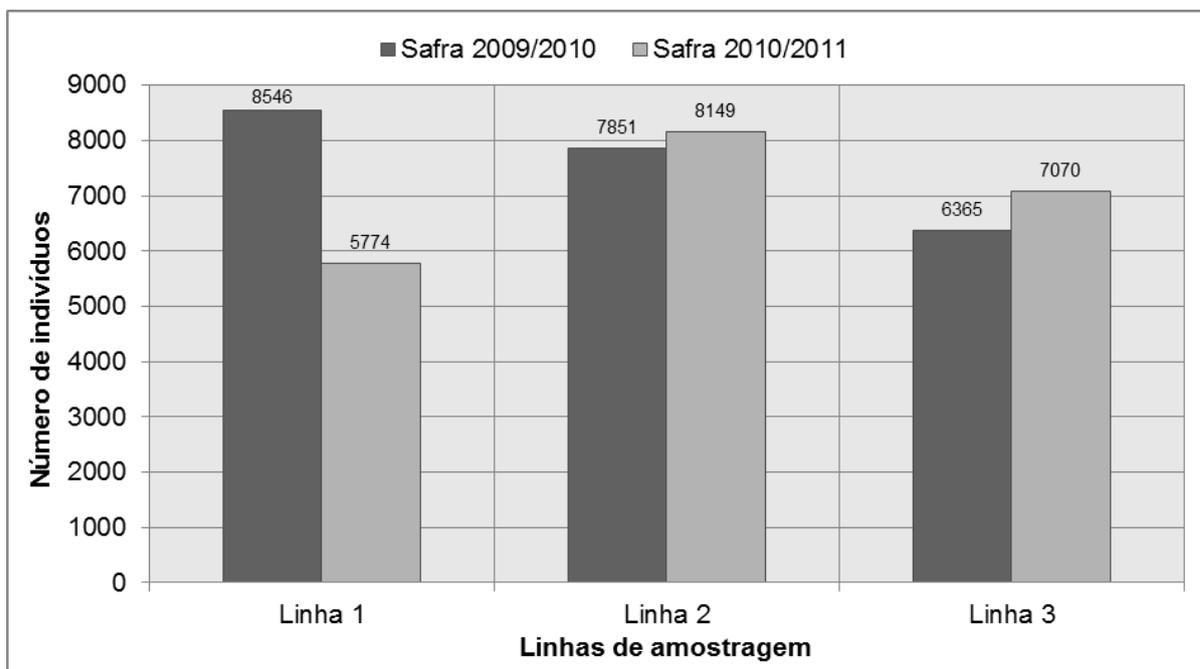


Figura 18 – Distribuição espacial de coleópteros coletados em cultivo orgânico de tabaco conforme as linhas de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, safras 2009/2010 e 2010/2011.

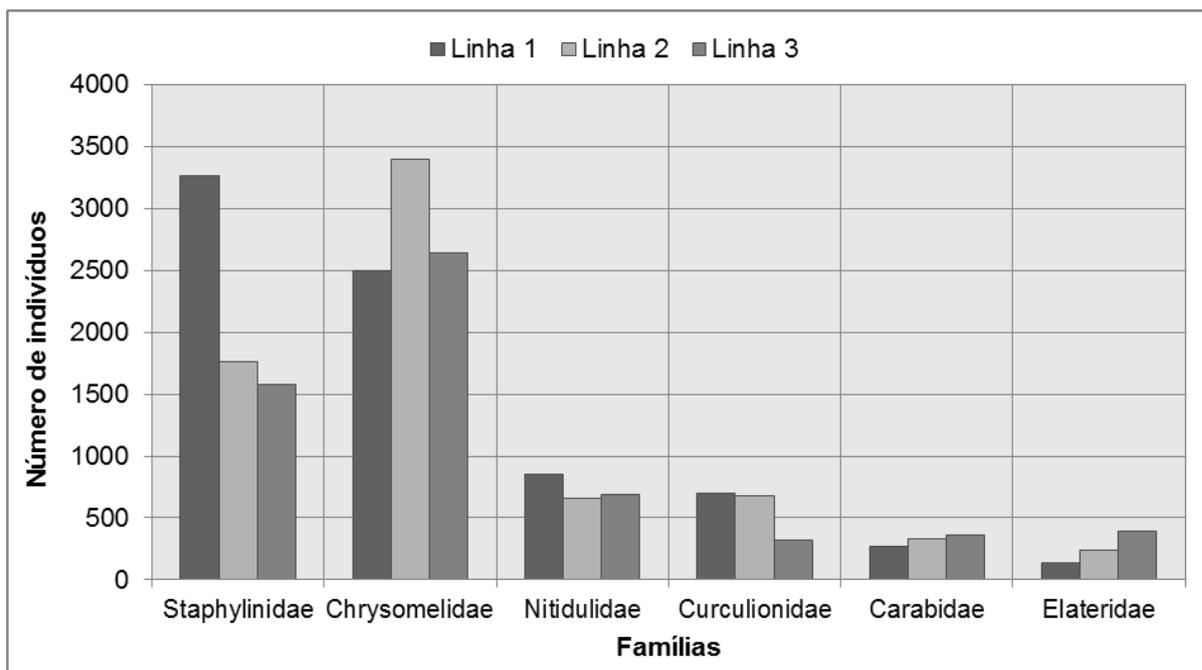


Figura 19 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco conforme as linhas de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010.

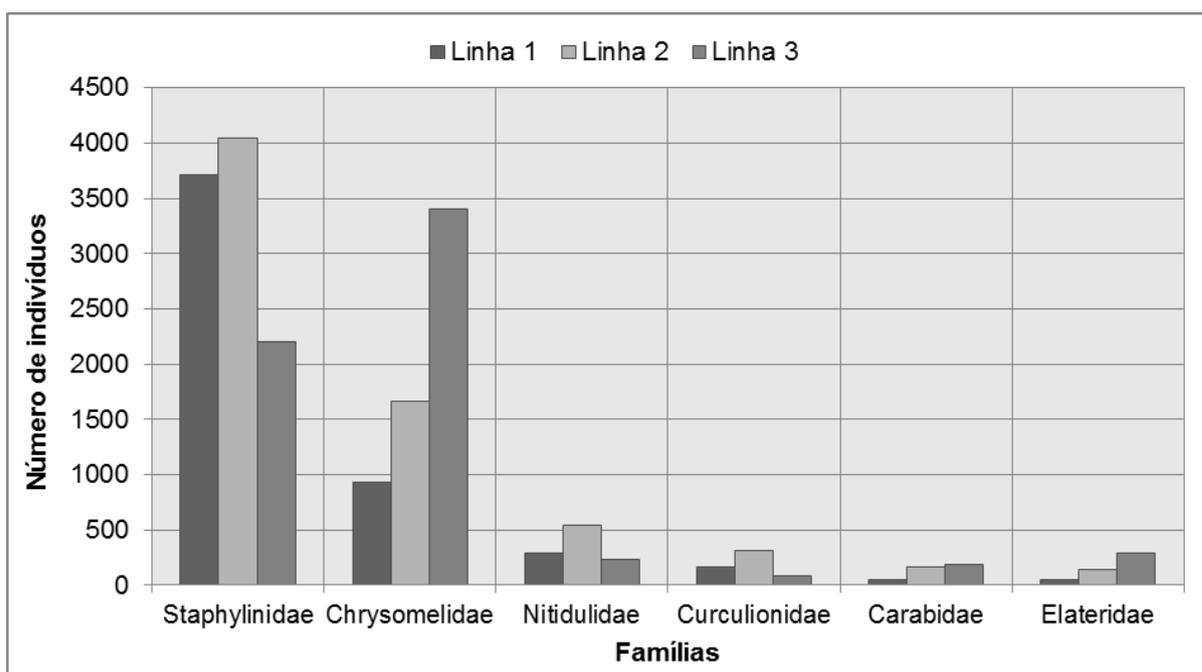


Figura 20 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo orgânico de tabaco conforme as linhas de amostragem. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2010/2011.

Observou-se que, na safra 2009/2010, a mais expressiva concentração de coleópteros na linha “1” de amostragem foi devido à ocorrência em grande número de estafilínídeos e crisomelídeos. Contudo, a diminuição da abundância nessa mesma linha, na safra 2010/2011, está relacionada a um decréscimo dos crisomelídeos. Já um maior número de coleópteros verificado na linha “2” de

amostragem, na safra 2010/2011, atribui-se à abundância expressiva de estafilinídeos e, em menor proporção, de crisomelídeos, sendo que na safra anterior, apesar dessa linha possuir um número semelhante de indivíduos, observou-se que os crisomelídeos foram mais abundantes, quando comparados aos estafilinídeos. A linha “3” de amostragem permaneceu com uma proporção em geral constante entre estafilinídeos e crisomelídeos em ambas as safras.

Staphylinidae apresentou abundância mais expressiva na linha “1” de amostragem na safra 2009/2010, com 3.268 indivíduos (49,4%), porém, observou-se que na safra 2010/2011 houve um predomínio de insetos na linha “2” de amostragem, com 4.049 indivíduos (40,6%). Apesar disso, a linha “1”, nessa última safra, possuiu número de indivíduos semelhante ao encontrado na linha “2”, portanto, com grande quantidade de estafilinídeos. Além disso, verificou-se que, na safra 2009/2010, as linhas “1” e “2” apresentaram números expressivos de estafilinídeos no ponto de coleta “fora”, enquanto na safra 2010/2011, essas mesmas linhas, possuíram uma concentração mais expressiva no ponto de coleta “dentro”. A linha “3” apresentou uma tendência a apresentar menor concentração de estafilinídeos em ambas as safras.

A diferenciação paisagística das linhas “1” e “2”, quando comparadas com a linha “3”, pode ter influenciado na distribuição dos estafilinídeos. Isso em função de que a ausência de vegetação adjacente, que proporcionasse abrigo, alimento alternativo, bem como por estar localizada em área mais exposta a ação dos fatores ambientais e climáticos, como vento, incidência solar e outros, pode ter resultado em uma inferioridade no que se refere à ocorrência de Staphylinidae na linha “3” de amostragem. Portanto, a presença de vegetação adjacente composta por espécies arbustivas ou arbóreas, de médio e grande porte, próximas às linhas “1” e “2” de amostragem, proporciona uma diversificação na estrutura do ambiente e um microclima adequado que, por sua vez influenciam na dinâmica da distribuição espacial dos estafilinídeos dentro do cultivo.

Desse modo, a manutenção ou implantação de áreas de bordadura, com uma maior complexidade vegetal, no entorno da lavoura de tabaco, pode contribuir para o aumento efetivo das populações de inimigos naturais e, por conseguinte, no controle de pragas associadas à cultura.

Segundo Nicholls e Altieri (2007) o grau de diversidade da vegetação dentro e no entorno dos cultivos agrícolas, a quantidade de culturas que compõem a rotação

e a existência de cercas-vivas, fragmentos florestais, pastagens ou, ainda, outro tipo de habitat natural, são fatores que contribuem para o aumento de inimigos naturais e da biodiversidade em um sistema agrícola. O manejo da estrutura da paisagem, com a manutenção de habitats com vegetação diversificada no entorno dos cultivos, pode ser uma importante estratégia de controle biológico natural, uma vez que não implica em gastos com a importação, criação massal e liberação dos inimigos naturais, bem como, contribui para a preservação da fauna nativa de insetos predadores.

Chrysomelidae apresentou um número relevante de indivíduos na linha “2” de amostragem na safra 2009/2010, com 3.395 insetos coletados (39,7%), sendo que a maior abundância para esta linha foi encontrada no ponto de coleta “borda”. Já na safra 2010/2011, a maior expressão foi obtida na linha “3” de amostragem, com 3.398 insetos coletados (56,7%), e sendo que a maior abundância para esta linha foi verificada no ponto “dentro”. Na linha “1”, o número de crisomelídeos amostrados foi menos representativo em ambas as safras.

Os crisomelídeos, por serem insetos fitófagos, distribuem-se em locais onde há maior disponibilidade de alimento. Portanto, são pouco influenciados pela vegetação adjacente às linhas “1” e “2”, uma vez que a maior abundância observada nas linhas “2” e “3” foi possivelmente em virtude da presença de um segundo plantio de tabaco, também orgânico, na área limítrofe da linha “3” de amostragem, posterior às plantas forrageiras (Figura 2). Dessa forma, a proximidade de outro plantio, pode ter representado para os insetos uma amplificação da sua área de forrageamento, haja vista que o mesmo se encontra distante da linha “1” de amostragem, local este que foi observado menor número de crisomelídeos coletados. Ainda, as condições físicas e microclimáticas da vegetação adjacente à linha “1” de amostragem podem ter condicionado os insetos a se distribuírem em maior número nas linhas “2” e “3” de amostragem, uma vez que a vegetação arbórea de maior porte permite um maior sombreamento na lavoura.

Observou-se que houve uma tendência de Carabidae apresentar um maior número de indivíduos na linha “3” de amostragem em ambas as safras, haja vista que grande parte desses insetos, principalmente os pertencentes à Cicindelinae, associam-se a ambientes de vegetação esparsa e áreas abertas, ou ainda, a habitats com vegetação arbustiva ou herbácea, tal como verificado na bordadura de plantas forrageiras, adjacente à linha “3”. Conforme Borror e Delong (1988) os insetos de Cicindelinae são frequentemente encontrados em locais abertos e

ensolarados. Igualmente, Latty et al. (2006) referem que, quando a comunidade de Carabidae de ambientes íntegros é comparada com a de ambientes perturbados, a abundância desses insetos pode ser maior nos habitats que sofreram alteração porque as espécies generalistas, comumente, aproveitam-se das novas condições criadas pelo distúrbio.

4.2 Análise comparativa de comunidades de Coleoptera em cultivos orgânico e convencional de tabaco

Na análise comparativa das comunidades de Coleoptera em cultivos orgânico e convencional de tabaco foram avaliadas a frequência, a constância, a dominância, os índices faunísticos e a distribuição espacial das famílias mais representativas em ambos os cultivos. A análise da distribuição temporal, realizada no item referente ao manejo orgânico, não foi considerada neste comparativo devido ao curto período de amostragem, que não pode ser estendido tendo em vista as condições climáticas adversas.

Assim, de modo a permitir uma comparação entre as diferentes formas de manejo na safra 2009/2010, considerou-se apenas seis semanas de coleta em cada lavoura (20 de novembro de 2009 até 25 de dezembro de 2009 em cultivo orgânico de tabaco e 23 de novembro de 2009 até 28 de dezembro de 2009 em cultivo convencional de tabaco), correspondentes ao mesmo estágio de desenvolvimento das plantas em ambos os plantios.

4.2.1 Frequência

Na área de estudo com manejo orgânico foram coletados 5.244 coleópteros pertencentes a duas subordens, 13 superfamílias e 26 famílias. Apenas sete famílias representaram, aproximadamente, 92% do total coletado, sendo elas: Chrysomelidae (42,28%), Staphylinidae (30,62%), Nitidulidae (6,1%), Carabidae (3,77%), Elateridae (3,07%), Curculionidae (3,05%) e Mordellidae (2,71%) (Tabela 6 e Figura 21). As demais famílias apresentaram frequências relativas inferiores a 2,00%. Dentre essas, cinco famílias ocorreram exclusivamente nessa área: Histeridae, Hydraenidae, Lycidae, Phengodidae e Erotylidae, que corresponderam a 0,06; 0,02; 0,02; 0,09 e 0,02% do total coletado, respectivamente. Esse pequeno

número de indivíduos permite concluir que os insetos dessas famílias são visitantes ocasionais da cultura.

Tabela 6 – Total de indivíduos, frequência (Fr), constância (C¹) e dominância (D²) das famílias de Coleoptera coletadas em cultivos orgânico e convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safra 2009/2010.

(continua)

SUBORDEM SUPERFAMÍLIA Família	TABACO ORGÂNICO				TABACO CONVENCIONAL				
	Total	Fr (%)	C ¹	D ²	Total	Fr (%)	C ¹	D ²	
ADEPHAGA									
CARABOIDEA									
Carabidae	198	3,77	C	Sd	67	1,77	C	Rc	
POLYPHAGA									
HYDROPHILOIDEA									
Histeridae	3	0,06	Ac	Rr	-	-	-	-	
STAPHYLINOIDEA									
Hydraenidae	1	0,02	Ac	Rr	-	-	-	-	
Staphylinidae	1.606	30,62	C	Ed	434	11,45	C	Ed	
SCARABAEOIDEA									
Scarabaeidae	51	0,97	C	Rr	12	0,32	C	Rr	
BUPRESTOIDEA									
Buprestidae	7	0,13	C	Rr	2	0,05	As	Rr	
BYRRHOIDEA									
Ptilodactylidae	35	0,67	C	Rr	19	0,50	C	Rr	
ELATEROIDEA									
Elateridae	161	3,07	C	Sd	140	3,69	C	Sd	
Lycidae	1	0,02	Ac	Rr	-	-	-	-	
Phengodidae	5	0,09	As	Rr	-	-	-	-	
Lampyridae	6	0,11	As	Rr	2	0,05	As	Rr	
Cantharidae	14	0,27	C	Rr	3	0,08	As	Rr	
BOSTRICOIDEA									
Anobiidae	8	0,15	As	Rr	1	0,03	Ac	Rr	
CLEROIDEA									
Cleridae	1	0,02	Ac	Rr	7	0,18	C	Rr	
CUCUJOIDEA									
Nitidulidae	320	6,1	C	D	1.189	31,36	C	Ed	
Monotomidae	4	0,08	As	Rr	41	1,08	As	Rc	
Erotylidae	1	0,02	Ac	Rr	-	-	-	-	

Tabela 6 – Total de indivíduos, frequência (Fr), constância (C¹) e dominância (D²) das famílias de Coleoptera coletadas em cultivos orgânico e convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safra 2009/2010.

(conclusão)

SUBORDEM SUPERFAMÍLIA Família	TABACO ORGÂNICO				TABACO CONVENCIONAL				
	Total	Fr (%)	C ¹	D ²	Total	Fr (%)	C ¹	D ²	
CUCUJOIDEA									
Coccinellidae	94	1,79	C	Rc	34	0,90	C	Rr	
TENEBRIONOIDEA									
Mordellidae	142	2,71	C	Sd	262	6,91	C	D	
Zopheridae	20	0,38	As	Rr	20	0,53	C	Rr	
Tenebrionidae	79	1,51	C	Rc	8	0,21	C	Rr	
Meloidae	4	0,08	As	Rr	1	0,03	Ac	Rr	
Anthicidae	56	1,07	C	Rc	80	2,11	C	Sd	
CHRYSOMELOIDEA									
Cerambycidae	50	0,95	C	Rr	26	0,68	C	Rr	
Chrysomelidae	2.217	42,28	C	Ed	1.304	34,40	C	Ed	
CURCULIONOIDEA									
Curculionidae	160	3,05	C	Sd	139	3,67	C	Sd	
Riqueza de famílias:	26				21				
Total:	5.244	99,99			3.791	100,00			

1: Constância – C: Constante; As: Acessória; Ac: Acidental.

2: Dominância – Ed: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; Rc: Recessiva; Rr: Rara.

Na área com cultivo de tabaco manejado convencionalmente foram amostrados 3.791 coleópteros pertencentes a duas subordens 12 superfamílias e 21 famílias. Dessas, sete destacaram-se como as mais representativas, representando juntas, aproximadamente, 93% do total amostrado: Chrysomelidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Mordellidae, Elateridae, Curculionidae e Anthicidae com 34,4; 31,36; 11,45; 6,91; 3,69; 3,67 e 2,11%, respectivamente (Tabela 6 e Figura 21). As demais famílias possuíram frequências relativas inferiores a 2,00%. Todas as famílias amostradas em cultivo de tabaco com manejo convencional foram, também, capturadas em cultivo orgânico.

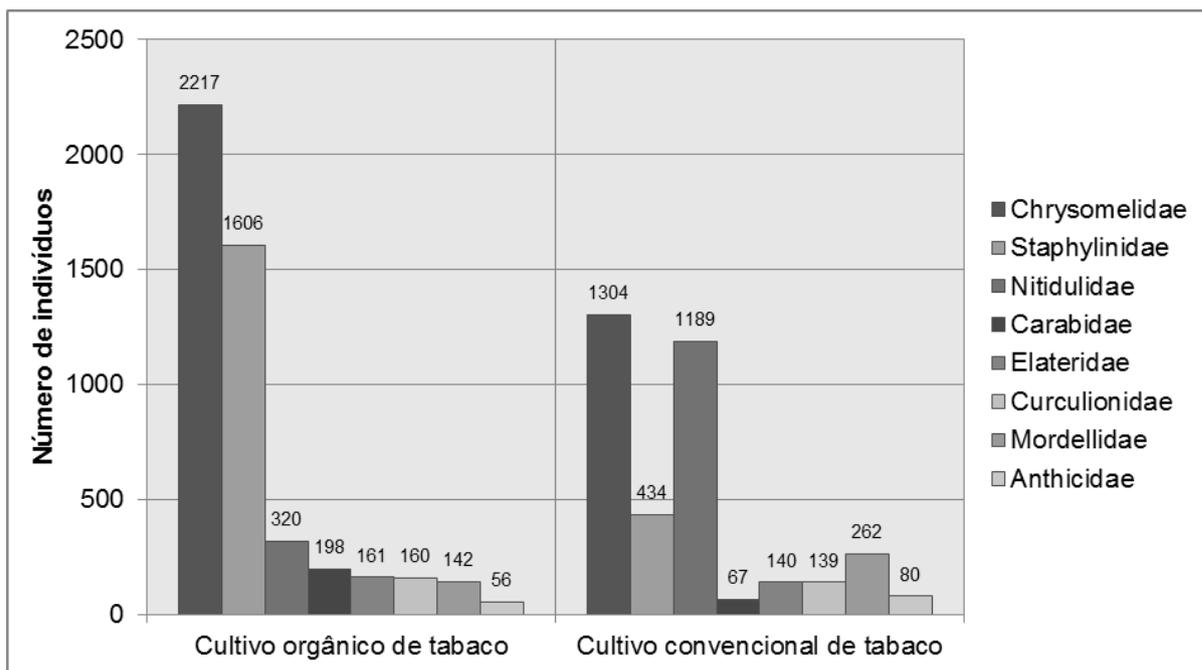


Figura 21 – Distribuição das famílias mais representativas de Coleoptera, coletadas em cultivos orgânico e convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010.

Barceló e Diéguez (2005) constataram a ocorrência de apenas quatro famílias de Coleoptera em um levantamento da entomofauna associada ao cultivo de tabaco, com manejo convencional, na Província de Las Tunas, Cuba, sendo elas: Elateridae, Coccinellidae, Lycidae e Chrysomelidae, as quais foram, igualmente, encontradas no presente estudo. Entretanto, os autores não citam o número de indivíduos coletados para essas famílias.

Portanto, constatou-se que o cultivo de tabaco com manejo orgânico possuiu maior abundância de coleópteros amostrados, quando comparado ao cultivo convencional de tabaco. Esse fato pode estar relacionado à ausência de aplicações de insumos externos de origem sintética ao longo da cadeia produtiva, principalmente de inseticidas, haja vista que esse é o principal fator de diferenciação entre as áreas de estudo do presente trabalho. Ainda, verificou-se que a composição das famílias mais abundantes nos cultivos orgânico e convencional, apesar de muito semelhante, apresenta, aparentemente, uma variação na frequência relativa dessas mesmas famílias conforme os respectivos tipos de manejo da cultura.

Chrysomelidae, embora compreenda a família mais representativa em ambos os tipos de manejo, apresentou maior representatividade numérica em cultivo orgânico, quando comparado ao cultivo convencional, possivelmente, conforme já comentado anteriormente, em virtude da ausência de inseticidas. Essa família inclui

insetos herbívoros altamente relacionados às suas plantas hospedeiras (GALLO et al., 2002). No cultivo de tabaco, esses insetos encontram grandes quantidades de alimento disponível para o seu forrageamento, favorecendo a proliferação e, conseqüentemente, o estabelecimento dos mesmos.

Por outro lado, Staphylinidae, a qual inclui importantes espécies predadoras associadas ao solo dos agroecossistemas (PFIFFNER e LUKA, 2000) e, também foi uma das famílias mais representativas em ambos os cultivos, apresentou maior expressividade em cultivo orgânico de tabaco (1.606 indivíduos), comparando-se com o cultivo convencional (434 indivíduos). O mesmo foi verificado para a família Carabidae, que figura dentre as mais numerosas em cultivo orgânico de tabaco (197 indivíduos), contudo, possuiu pouca representatividade em cultivo convencional (67 indivíduos). Os carabídeos, juntamente com os estafilinídeos, compreendem um dos principais grupos de predadores ocorrentes no solo das culturas agrícolas (KROMP, 1999; PFIFFNER e LUKA, 2000).

Lee et al. (2001) e Landis et al. (2005) citam que a aplicação de inseticidas na cultura do milho reduz a atividade e a densidade da comunidade de Carabidae, onde esses insetos, possivelmente, utilizam as áreas adjacentes aos cultivos como abrigo, durante os períodos de aplicação de inseticidas e colheitas. Dessa forma, a redução do número de aplicações de agroquímicos pode promover uma maior abundância e diversidade desses besouros (ELLSBURY et al., 1998).

No entanto, Brooks et al. (1995), Andersen e Eltun (2000) e Shah et al. (2003), apesar de reportarem densidades de Carabidae geralmente mais altas em sistemas orgânicos, também constataram baixas densidades de Staphylinidae nesse mesmo sistema, quando comparado com o sistema convencional. Esses autores salientam que as razões para um número de estafilinídeos, frequentemente, mais baixo em áreas manejadas organicamente ainda não estão totalmente esclarecidas e sugerem que a competição com Carabidae, em grande representatividade em sistemas de manejo orgânico, pode suprimir a abundância de Staphylinidae. No presente estudo ocorreu o oposto, onde a família Staphylinidae foi numericamente muito superior à família Carabidae, independente do tipo de manejo. Ainda, Krooss e Schaefer (1998) observaram densidade e riqueza de espécies de Staphylinidae mais baixas em sistema orgânico, sendo, esse último parâmetro, também encontrado por Weibull et al. (2003). Inversamente, PfiFFner e Niggli (1996) e Berry et al. (1996)

registraram a abundância de Staphylinidae mais alta em sistemas de manejo orgânico, corroborando com o presente trabalho.

A grande abundância de coleópteros pertencentes à Chrysomelidae e Staphylinidae registrada no presente trabalho se assemelha aos resultados obtidos por Barbosa e Fonseca (2002), que coletaram um total de 1.212 coleópteros, durante 12 meses consecutivos, em um levantamento da fauna de Coleoptera em plantio de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.), encontrando Chrysomelidae como a família mais representativa (25,17%) e Staphylinidae como a terceira mais abundante (17,57%) dentre 32 coletadas. Da mesma forma, Garlet et al. (2009) encontraram Staphylinidae (15,10%) e Chrysomelidae (10,30%) dentre as famílias mais abundantes em plantios de *Eucalyptus* spp., em São Francisco de Assis, RS. Ainda, Batistella et al. (2011) verificaram que a família com o maior número de indivíduos em um gradiente ambiental entre áreas de cultivo e vegetação natural na Amazônia mato-grossense foi Staphylinidae, com 19,4% do total amostrado. Entretanto, Chrysomelidae foi mencionada como pouco abundante nas amostragens, contrariamente ao presente estudo.

Nitidulidae compreendeu a terceira família mais representativa de Coleoptera no cultivo orgânico, com 320 (6,1%) indivíduos capturados. Entretanto, foi a segunda mais expressiva no cultivo convencional, com 1.189 (31,36%) indivíduos amostrados, ou seja, possuiu uma abundância quase quatro vezes maior quando comparado ao cultivo orgânico. A presença de Nitidulidae dentre as famílias mais numerosas, como constatada no presente trabalho, é pouco frequente em culturas agrícolas. Esses insetos são mais habituais em ecossistemas naturais, predominando, dentre outros coleópteros, em Floresta Ombrófila Mista em União da Vitória, PR (IANTAS et al., 2010) e em Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro (TEIXEIRA et al., 2009), tendo em vista que o hábito alimentar detritívoro predomina na maior parte dos insetos dessa família (MARINONI et al., 2001). Porém, ocorrem raras exceções onde os insetos dessa família se tornam pragas em cultivos de espécies arbóreas, onde se associam aos frutos, como na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* Linnaeus, 1753) (BIGGER, 2010; FERNANDES et al., 2012). Ainda, algumas espécies compreendem insetos considerados predadores de cochonilhas (Hemiptera: Diaspididae) (BOOTH et al., 1990; LIMA, 2002).

Os nitidulídeos coletados no presente estudo foram identificados como sendo detritívoros, hábito que corresponde à maior parte das espécies dessa família.

Insetos detritívoros ocorrem mais frequentemente em ambientes naturais e florestados, locais estes onde existe maior disponibilidade de material orgânico em decomposição. Assim, a ocorrência em grande abundância na cultura de tabaco, sobretudo com manejo convencional, é atípica. Além disso, a ocorrência em grande número no cultivo convencional, possivelmente, indica uma menor suscetibilidade desses insetos ao inseticida usado nessa área de cultivo, quando comparado aos demais coleópteros. Do mesmo modo, ao se considerar o hábito cursorial de insetos pertencentes à Nitidulidae, os mesmos podem ficar menos expostos ao raio de ação do inseticida. Ainda, a grande abundância dos nitidulídeos no cultivo convencional pode estar relacionada ao menor número de estafilinídeos neste mesmo cultivo, haja vista que os estafilinídeos (predadores generalistas) podem exercer uma pressão de predação sobre os nitidulídeos, a qual foi verificada no cultivo orgânico (Figura 21).

4.2.2 Análise faunística e índices faunísticos

No que se refere à constância das 26 famílias amostradas em cultivo orgânico de tabaco, 15 foram classificadas como constantes, seis foram acessórias e apenas cinco foram consideradas acidentais. Já em cultivo convencional de tabaco, das 21 famílias coletadas, 15 foram classificadas como constantes, quatro foram acessórias e somente duas foram consideradas acidentais (Tabela 6). Dessa forma, verificou-se que a fauna de Coleoptera na cultura de tabaco, tanto em cultivo orgânico como em convencional, é formada, principalmente, por famílias cuja ocorrência é permanente durante o ciclo da cultura em campo, mesmo quando baixas as frequências relativas dessas mesmas famílias.

Em relação à dominância das famílias de coleópteros, no cultivo orgânico de tabaco, Chrysomelidae e Staphylinidae foram classificadas como eudominantes; Nitidulidae foi dominante; Carabidae, Elateridae, Curculionidae e Mordellidae foram subdominantes. As demais famílias foram classificadas como recessivas ou raras. Já em cultivo convencional de tabaco, Chrysomelidae, Nitidulidae e Staphylinidae foram classificadas como eudominantes; Mordellidae foi dominante; Elateridae, Anthicidae e Curculionidae foram subdominantes. As demais famílias foram classificadas como recessivas ou raras (Tabela 6). Em geral, as famílias mais importantes em termos de dominância são as mesmas em cultivo de tabaco orgânico e convencional. Contudo,

varia o grau de dominância em relação às demais conforme o tipo de manejo onde foram amostradas.

Nitidulidae, dominante em cultivo orgânico, passa a ser eudominante em cultivo convencional de tabaco. Isso devido, provavelmente, à menor representatividade de Staphylinidae em cultivo convencional, quando comparado ao cultivo orgânico. Essa família, muito possivelmente, é mais tolerante ao inseticida utilizado na lavoura com manejo convencional, comparando-se à frequência de Staphylinidae nesse mesmo tipo de manejo. O mesmo foi verificado para a família Mordellidae, subdominante em cultivo orgânico e dominante em cultivo convencional. Ainda, verificou-se a presença de Carabidae dentre as famílias mais importantes em termos de dominância apenas em cultivo orgânico, sendo que o mesmo foi constatado para Anthicidae somente em cultivo convencional. Entretanto, apesar das poucas diferenças quanto à dominância das famílias conforme o tipo de manejo, verificou-se que as famílias mais numerosas amostradas nos dois tipos de manejo, Chrysomelidae, Staphylinidae e Nitidulidae, são, também, as importantes em termos de constância e dominância, em relação às demais, o que evidencia a adaptabilidade desses insetos ao ambiente formado pela cultura do tabaco.

No cultivo de tabaco com manejo orgânico, os Índices de Shannon, Simpson e Equitabilidade corresponderam a 1,73; 0,72 e 0,53, respectivamente. Em cultivo de tabaco com manejo convencional, os mesmos Índices corresponderam a 1,80; 0,76 e 0,59, respectivamente (Tabela 7). Desse modo, embora o cultivo orgânico possua maior número de indivíduos e maior número de famílias, constatou-se que o cultivo convencional apresentou um pequeno aumento na diversidade de famílias, quando comparado ao cultivo orgânico. Além disso, o cultivo convencional apresentou uma distribuição mais homogênea dos indivíduos entre as famílias coletadas, apesar de a dominância de algumas dessas também ter aumentado em cultivo convencional. No entanto, não se pode concluir que o cultivo de tabaco manejado convencionalmente apresentou maior diversidade do que o cultivo orgânico, uma vez que os valores dos Índices não são expressivamente diferentes. Portanto, verificou-se somente um pequeno aumento na diversidade de famílias de Coleoptera em cultivo convencional, sendo que a diversidade nos dois tipos de manejo foi muito semelhante.

Novamente, destaca-se o predomínio de informações obtidas em ambientes naturais, como Petroni (2008), que, em diferentes fragmentos florestais em Londrina, PR verificou a diversidade estimada pelo Índice de Shannon variando entre 1,02 e

1,31 e o Índice de Equitabilidade entre 0,40 e 0,57. Também Iantas et al. (2010), na área central de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em União da Vitória, PR, constataram que o Índice de Shannon correspondeu a 0,57 e o Índice de Equitabilidade foi de 0,40. Já, em plantio convencional de mamona, Carvalho et al. (2012) registraram um Índice de Shannon de 1,83, sendo que esse mesmo Índice em plantio direto de mamona correspondeu a 1,50. Dessa forma, comparando-se ao presente trabalho, em cultivos orgânico e convencional de tabaco, constatou-se que tais índices se assemelham aos verificados por Carvalho et al. (2012) em cultivo convencional de mamona. Por outro lado, foram superiores aos valores verificados por Petroni (2008) e Iantas et al. (2010) em ambientes florestais nativos. Cabe ressaltar que nenhuma referência encontrada na literatura refere-se à diversidade de coleópteros em cultura de tabaco.

Tabela 7 – Número de famílias e de indivíduos; Índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade da fauna de Coleoptera em cultivos orgânico e convencional de tabaco. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010.

	Cultivo orgânico	Cultivo convencional
Famílias	26	21
Indivíduos	5.244	3.791
Índice de Diversidade de Shannon	1,73	1,80
Índice de Dominância de Simpson	0,72	0,76
Índice de Equitabilidade	0,53	0,59

4.2.3 Distribuição espacial

Em relação à distribuição espacial do número total de coleópteros amostrados em cultivo de tabaco, com sistemas de manejo orgânico e convencional, verificou-se que esses insetos possuíam diferentes padrões de distribuição nos pontos de coleta conforme o tipo de manejo empregado (Figura 22). Dessa forma, no cultivo com manejo orgânico houve uma tendência a se observar um maior número de coleópteros nos pontos “fora” e “borda”, com 1.396 (26,6%) e 1.391 (26,5%) insetos, respectivamente, sendo seguidos pelos pontos “meio” e “dentro”, com 1.295 (24,7%) e 1.162 (22,2%) insetos amostrados, respectivamente. Portanto, a quantidade de

coleópteros amostrada nos pontos de coleta foi semelhante. No cultivo convencional, também houve a tendência de ocorrer um maior número de indivíduos ‘no ponto de coleta “fora”, com 1.525 (40,2%) insetos, seguido pelos pontos “meio”, “dentro” e “borda”, com 914 (24,1%), 722 (19,1%) e 631 (16,6%) insetos amostrados, respectivamente. Assim, com exceção do ponto “fora”, verificou-se que a comunidade de Coleoptera, nesse tipo de manejo, apresentou uma tendência de abundância crescente a partir da borda em direção ao interior da lavoura.

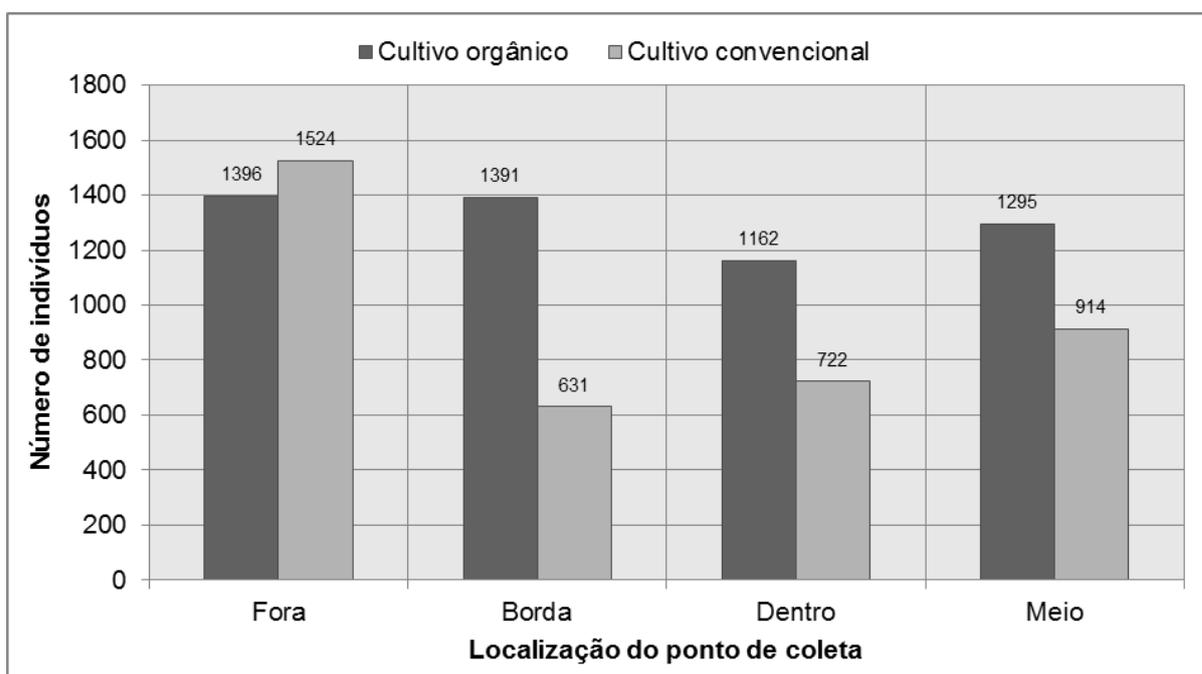


Figura 22 – Distribuição espacial de coleópteros coletados em cultivos de tabaco com manejos orgânico e convencional, conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010.

Ainda que em ambos os tipos de manejo o ponto “fora” aparente concentrar um maior número de insetos, constatou-se que o cultivo orgânico, além de apresentar um maior número de coleópteros coletados, também possuiu uma distribuição espacial mais homogênea e uniforme desses insetos na lavoura, enquanto que no cultivo com manejo convencional, o ponto “fora” possuiu uma quantidade de insetos superior aos demais pontos desse tipo de manejo. Nesse contexto, a ausência de aplicações de inseticida no cultivo manejado organicamente pode ter, de modo geral, propiciado essa forma de distribuição em tal manejo, permitindo uma ocorrência igualmente expressiva no interior da lavoura. Contrariamente, no cultivo convencional a utilização de inseticida, muito

possivelmente, foi um fator limitante para a ocorrência dos coleópteros, em grandes quantidades, no interior da lavoura, concentrando-se mais no ponto “fora”.

Por outro lado, se a distribuição espacial de Coleoptera for analisada através das famílias mais abundantes nos respectivos manejos, verifica-se que o número de indivíduos varia de acordo com a família. Portanto, as famílias que apresentaram maior representatividade nos dois tipos de manejo foram analisadas quanto às suas distribuições nos pontos de coleta (Figuras 23 e 24).

No cultivo orgânico, Chrysomelidae destacou-se por apresentar um padrão de distribuição com o ponto “dentro” apresentando uma tendência de maior concentração de indivíduos, com 717 (32,3%) insetos amostrados. Porém, os pontos “meio” e “borda” apresentaram números de indivíduos semelhantes ao encontrado no ponto “dentro”, com 658 (29,7%) e 598 (27,0%) crisomelídeos, respectivamente, sendo igualmente representativos. Enquanto o ponto “fora” apresentou uma menor representatividade de indivíduos nesse tipo de manejo, com 244 insetos (11,0%). Portanto, os crisomelídeos, aparentemente, concentraram-se nas áreas localizadas no interior do cultivo indicando que, por se tratarem de insetos fitófagos, dentre os quais muitos possuem o tabaco como fonte alimentar principal, associam-se a essas áreas devido a uma maior disponibilidade de alimento.

Contrariamente, em cultivo convencional de tabaco, os insetos pertencentes à Chrysomelidae apresentaram um padrão de distribuição espacial com o ponto “fora” sendo o de maior concentração de indivíduos, com 560 (42,9%) insetos amostrados. Os demais pontos, localizados no interior da lavoura, “dentro”, “borda” e “meio”, com 320 (24,6%), 226 (17,3%) e 198 (15,2%) crisomelídeos coletados, respectivamente, possuíram uma concentração de indivíduos inferior ao ponto de coleta “fora”. Tal fato permite inferir que a ação do inseticida sobre os insetos dessa família, possivelmente, restringe a ocorrência dos crisomelídeos em maior número no interior da lavoura, concentrando-se nos locais onde o inseticida está ausente ou em menor quantidade, ou seja, no exterior da lavoura. Além disso, os insetos desta família também podem ter encontrado, junto à vegetação adjacente a lavoura, uma ou mais espécies de plantas que atuem também como hospedeiras desses insetos, frente às condições adversas verificadas pelos mesmos no interior da lavoura.

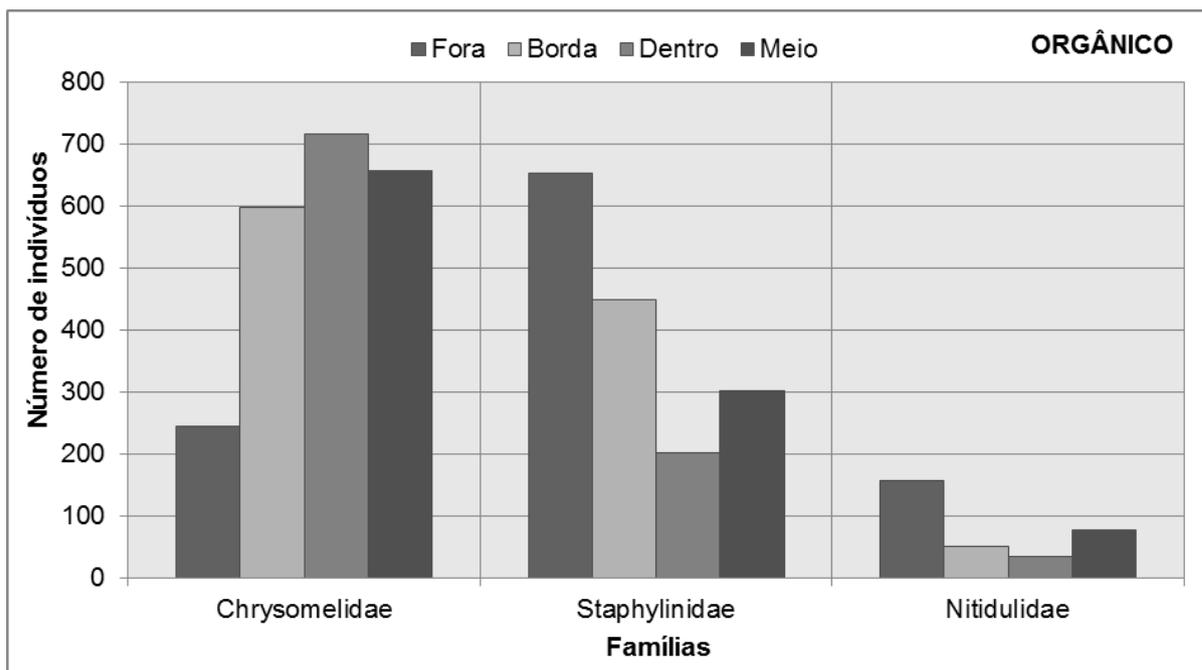


Figura 23 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo de tabaco com manejo orgânico, conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010.

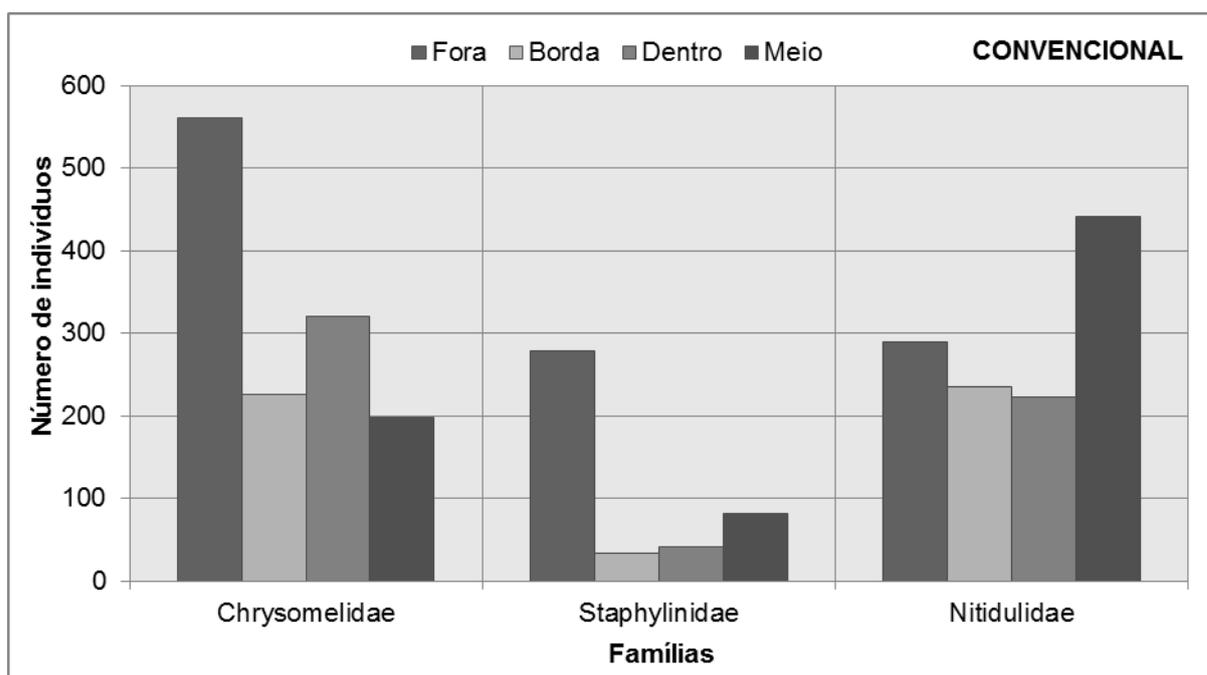


Figura 24 – Distribuição espacial das principais famílias de coleópteros coletadas em cultivo de tabaco com manejo convencional, conforme os pontos de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, safra 2009/2010.

Inversamente aos insetos pertencentes à Chrysomelidae no cultivo de tabaco com manejo orgânico, os insetos de Nitidulidae, nesse mesmo tipo de manejo, apresentaram a maior representatividade no ponto de coleta “fora”, com 157 (49,1%) indivíduos amostrados, seguido pelos pontos “meio”, “borda” e “dentro”, com 78

(24,4%), 50 (15,6%) e 35 (10,9%) insetos coletados, respectivamente. Embora os nitidulídeos apresentem grande variedade de hábitos alimentares, a maior parte das espécies conhecidas é detritívora (MARINONI et al., 2001), ocorrendo, portando, nos locais com uma maior quantidade de material orgânico em decomposição, tais como a vegetação adjacente à lavoura. Já em cultivo de tabaco com manejo convencional, os nitidulídeos apresentaram uma maior expressividade no ponto de coleta “meio”, com 441 (37,1%) insetos capturados, seguido pelos pontos “fora”, “borda” e “dentro”, com 290 (24,4%), 235 (19,8%) e 223 (18,7%) insetos amostrados, respectivamente. Assim, com exceção do ponto “meio”, os nitidulídeos apresentaram uma abundância decrescente no sentido da borda em direção ao interior da lavoura. Contudo, a maior expressividade em termos de abundância de nitidulídeos no ponto “meio” indica uma possível seletividade, a estes insetos, do inseticida utilizado (imidaclopride).

No cultivo com manejo orgânico, Staphylinidae possuiu um padrão de distribuição com uma tendência de apresentar maior concentração de indivíduos no ponto de coleta “fora”, com 653 (40,7%) insetos capturados, seguido pelos pontos “borda” com 449 (27,9%) estafilinídeos coletados, “meio” com 302 (18,8%) e “dentro” com 202 (12,6%). Igualmente, no cultivo convencional, foi amostrado um número expressivo de estafilinídeos no ponto “fora”, correspondendo a 278 (64,0%) insetos capturados, seguido pelos pontos “meio”, “dentro” e “borda” com 82 (18,9%), 41 (9,4%) e 33 (7,6%) insetos coletados, respectivamente. Dessa forma, verificou-se que os insetos pertencentes à família Staphylinidae possuíram maior expressividade no ponto “fora”, em ambos os tipos de manejo, revelando uma influência positiva da vegetação adjacente aos cultivos de tabaco na representatividade dos estafilinídeos. Portanto, a proximidade dos ambientes naturais, com vegetação diferente da cultura, das lavouras pode contribuir para a ocorrência e maior abundância de estafilinídeos e, possivelmente, constitui as áreas em que esses insetos dispersam para o interior das lavouras de tabaco.

Conforme Nicholls e Altieri (2007), os artrópodes benéficos movem-se para os cultivos a partir da margem dos campos e, conseqüentemente, o controle biológico é mais intenso em fileiras de plantas próximas à vegetação selvagem do que no centro das culturas. Ainda, Pfiffner e Luka (2000) destacam que a ocorrência e abundância dos estafilinídeos em diferentes ambientes são muito influenciadas pela presença de habitats naturais no entorno das unidades agrícolas, condições de disponibilidade de alimento, ciclo de vida e manejo das culturas.

Embora a família Staphylinidae apresente maior expressividade de insetos no ponto “fora” em ambos os cultivos, verificou-se que o ponto “fora” no cultivo orgânico de tabaco possuiu uma abundância quase três vezes maior que esse mesmo ponto no cultivo convencional de tabaco. Além disso, devido à ausência das aplicações de inseticida em cultivo orgânico, o número de estafilínideos amostrados no interior da lavoura (borda, dentro e meio) foi muito superior ao encontrado em cultivo de tabaco com manejo convencional. Nesse sentido, a ocorrência expressiva de estafilínideos, tanto fora como no interior do cultivo orgânico, indica que esses insetos possuíram a capacidade de se dispersar na lavoura, apresentando um possível potencial para a utilização desses insetos no controle biológico de pragas na cultura do tabaco.

Conforme já mencionado anteriormente, a utilização de inseticida na área de plantio convencional possivelmente influenciou na comunidade de coleópteros presente nesse tipo de cultivo. O produto utilizado, à base de imidaclopride, é um inseticida do grupo dos neonicotinóides, empregados extensivamente no Brasil para o controle de pragas de distintas culturas agrícolas. Além do Brasil, imidaclopride é registrado em mais de 70 países para o controle de insetos, tais como afídeos, cigarrinhas, mosca-branca, entre outros, podendo ser aplicado na superfície foliar, via solo e tratamento de sementes (NAUEN et al., 1998; ANDREI, 1999). O princípio ativo desse inseticida atua como uma neurotoxina interagindo com os receptores nicotinérgicos do sistema nervoso dos insetos, interferindo na transmissão de impulsos nervosos e causando-lhes a morte, na maioria das vezes (HOPKINS e WOODLEY, 1996).

Segundo Ishii et al. (1994), imidaclopride possui baixa toxicidade a mamíferos e, conforme Balsdon et al. (1993), é seletivo a inimigos naturais. Porém, Czepak et al. (2005), examinando a seletividade de inseticidas ao complexo de inimigos naturais, dentre eles carabídeos e coccinelídeos, na cultura do algodão, em Goiânia, GO, verificaram que imidaclopride se situava no grupo de produtos que reduziu a população de artrópodes predadores em mais de 60%, portanto, sendo considerados moderadamente tóxicos. Tal resultado corrobora com o presente estudo, onde a aplicação do inseticida imidaclopride muito possivelmente contribuiu com a redução dos coleópteros predadores na cultura do tabaco com manejo convencional, sobretudo, ao se considerar os insetos predadores das famílias Staphylinidae e Carabidae.

Aplicações de produtos fitossanitários de amplo espectro de ação e/ou de alta toxicidade estão cada vez mais sendo reconhecidas por vários pesquisadores como

a principal causa dos desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, ocasionando fenômenos tais como a ressurgência de pragas, o aumento de pragas secundárias, a seleção de populações de insetos resistentes e a eliminação dos inimigos naturais (NAKANO, 1986; GERSON e COHEN, 1989). A conservação e utilização de agentes de controle biológico dentro dos agroecossistemas estão dentre as mais importantes estratégias adotadas no manejo integrado de pragas agrícolas. Todavia, tanto para a conservação como para a utilização dos inimigos naturais, é indispensável conhecer a ação dos produtos fitossanitários de origem química sobre esses inimigos naturais e, portanto, determinar a seletividade/compatibilidade (BATISTA FILHO et al., 2003). Dessa forma, os estudos envolvendo a seletividade de inseticidas de origem química a predadores e a parasitoides são de extrema importância, contribuindo para auxiliar na escolha do produto fitossanitário mais adequado.

5 CONCLUSÕES

Para as condições de cultivo orgânico de tabaco, em Santa Cruz do Sul, RS, conclui-se que:

- Staphylinidae e Chrysomelidae são as famílias de Coleoptera mais representativas, seguidas, em menor escala, por Nitidulidae, Curculionidae, Carabidae e Elateridae;
- as armadilhas de solo do tipo *pit-fall* são mais eficientes na captura de estafilínídeos e as armadilhas de Malaise são mais eficientes na captura de crisomelídeos;
- os grupos tróficos herbívoros, carnívoros, detritívoros, fungívoros e algívoros são encontrados na cultura do tabaco, sendo que os herbívoros apresentam o maior número de indivíduos e os carnívoros formam o grupo trófico com maior riqueza de famílias amostradas;
- não há diferenças expressivas na diversidade de Coleoptera conforme a safra e insetos de poucas famílias contribuem para o percentual total da ordem, sendo que a comunidade possui um padrão pouco homogêneo de distribuição dos insetos entre as famílias;
- o período de maior ocorrência de coleópteros na cultura varia conforme a safra, em virtude das variáveis climáticas e do manejo da cultura em campo;

- ocorre um decréscimo gradativo da quantidade de indivíduos de Staphylinidae coletados do início ao término das safras;
- Chrysomelidae possui o pico populacional em momentos distintos conforme o ano agrícola, sendo os insetos influenciados pelas variáveis climáticas e pela colheita do tabaco;
- o número de indivíduos amostrados é mais representativo nos pontos de coleta situados “dentro” e no “meio” da lavoura, bem como nas linhas cuja vegetação adjacente é formada por espécies arbustivas e arbóreas, de médio e/ou grande porte;
- estafilínídeos se dispersam a partir das áreas de vegetação mais diversificada no entorno do cultivo e se movem para o interior da lavoura, ocorrendo nos locais adjacentes à área de cultivo com maior diversidade vegetal;
- crisomelídeos concentram-se nas áreas localizadas no interior da lavoura.

Através da análise comparativa entre cultivos orgânico e convencional de tabaco em Santa Cruz do Sul, RS, é possível concluir que:

- a aplicação de inseticida em cultivo convencional tem impacto negativo sobre a comunidade de Coleoptera, sobretudo, ao se considerar a diminuição da abundância dos insetos das famílias Chrysomelidae e Staphylinidae;
- o cultivo orgânico de tabaco possui maior abundância de coleópteros;
- as famílias mais abundantes, constantes e dominantes amostradas em ambos os cultivos são Chrysomelidae, Staphylinidae e Nitidulidae;
- ocorre uma diversidade de coleópteros semelhante entre os cultivos;
- em ambos os tipos de manejo, o ponto de coleta “fora” apresenta a tendência de concentrar o maior número de coleópteros, entretanto o cultivo orgânico possui uma distribuição espacial mais homogênea desses insetos na lavoura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIFUMO – **Associação Brasileira da Indústria do Fumo**, 2012. Disponível em: <<http://www.abifumo.org.br/produ.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2013.

ABREU, R. L. S.; FONSECA, C. R.; MARQUES, E. N. Análise das principais espécies de Scolytidae coletadas em floresta primária no estado do Amazonas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 3, p. 527-35, 1997.

ACKERLY, D. Functional strategies of chaparral shrubs in relation to seasonal water deficit and disturbance. **Ecological Monographs**, v. 74, n. 1. p. 25-44, 2004.

AFUBRA – Associação dos Fumicultores do Brasil. **Distribuição fundiária**, 2010. Disponível em: <<http://www.afubra.com.br>>. Acesso em: 26 nov. 2013.

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Diversidade vegetal**: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 68 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 177).

ALFORD, D. V. **A textbook of Agricultural Entomology**. Oxford: Blackwell Science, 1999. 320 p.

ALLABY, M. **The concise Oxford Dictionary of Zoology**. Oxford: Oxford University Press, 1992. 688 p.

ALLEN, R. T. *Calosoma (Castrida) alternans granulatum* Perty: A Predator of cotton leaf worms in Bolivia (Coleoptera: Carabidae: Carabini). **The Coleopterists Bulletin**, v. 31, p. 73-76, 1977.

ALMEIDA, G. E. G. **Fumo**: servidão moderna e violação de direitos humanos. Curitiba: Terra de Direitos, 2005, 168 p.

ALTIERI, M. A. **Biodiversity and pest management in agroecosystems**. New York: Food Products Press, 1994. 185 p.

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

ALTIERI, M. A.; LETORNEAU, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, v. 1, p. 405-430, 1982.

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

ANDERSEN, A.; ELTUN, R. Long-term developments in the carabid and staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conservation from conventional to biological farming. **Journal of Applied Entomology**, v. 124, p. 51-56, 2000.

ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 561-586, 1991.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. São Paulo: Organização Andrei, 1999. 672 p.

ARIOLI, M. C. S.; LINK, D. Ocorrência de joaninhas em pomares cítricos na Região de Santa Maria, RS. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 17, n. 3, p. 213-222. 1987.

ARMSTRONG, G. Carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) diversity and abundance in organic potatoes and conventionally grown seed potatoes in the North Scotland. **Pedobiologia**, v. 39, p. 213-237, 1995.

ARMSTRONG, G.; MCKINLAY, R. G. Vegetation management in organic cabbages and pitfall catches of carabid beetles. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 64, p. 267-276, 1997.

ASTERAKI, E. J.; HANKS, C. B.; CLEMENTS, R. O. The influence of different types of grassland field margin on carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v. 54, p. 195-202, 1995.

ATHIÉ, I.; PAULA, D. C. de. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. São Paulo: Livraria Varela, 2002. 244 p.

AUDINO, L. D. et al. **Identificação dos coleópteros (Insecta: Coleoptera) das regiões de Palmas (município de Bagé) e Santa Barbinha (município de Caçapava do Sul), RS**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2007. 92 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 70).

AUDINO, L. D. et al. Diversidade de besouros (Insecta: Coleoptera) coletados em diferentes estratos do solo em seis sistemas de uso da terra na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, III., 2009, São Lourenço. **Anais...** São Paulo: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. p. 1-3.

AZEVEDO, R. L.; CARVALHO, C. A. L.; MARQUES, O. M. Insetos associados à cultura do feijão guandu na região do recôncavo da Bahia, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 83-88, 2008.

AZEVEDO-FILHO, W. S.; PRATES JUNIOR, P. H. S. **Técnicas de coleta e identificação de insetos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005. 97 p.

BALSDON, J. A. et al. Potential for integration of chemical and natural enemy suppression of azalea lace bug (Heteroptera: Tingidae). **Journal Environmental Horticulture**, v. 11, p. 153-156, 1993.

BARBOSA, M. das G. V., FONSECA, C. R. V. da. Coleopterofauna visitante de *Theobroma grandiflorum* Schum. (Sterculiaceae) de uma plantação nos arredores de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 32, p. 83-100, 2002.

BARBOSA, M. das. G. V. et al. Diversidade e Similaridade entre habitats com base na fauna de Coleoptera de serapilheira de uma floresta de Terra Firme da Amazônia Central. In: COSTA, C.; VANIN, S. A.; LOBO, J. M.; MELIC, A. (eds.). **Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática**. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 2002. p. 69-83.

BARCELÓ, A. M.; DIÉGUEZ, A. R. Entomofauna asociada al cultivo del tabaco al sol en la unidad administrativa Jesús Menéndez en la provincia de Las Tunas. **Revista Fitosanidad**, v. 9, n. 1, p. 9-14, 2005.

BARROS, R. et al. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 57-64, 2006.

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.

BATISTELLA, D. A. et al. Comunidade edáfica de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) em um gradiente ambiental entre áreas de cultivo e vegetação nativa na Amazônia Mato-grossense. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, X., 2011, São Lourenço. **Anais...** São Paulo: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011. p. 1-2.

BEM, J.; GIACOMINI, N. Gastos em cultura do Rio Grande do Sul e a delimitação de áreas homogêneas em municípios selecionados no ano de 2007. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, VII., 2007, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: FIPE, 2007. Disponível em: <<http://aplicativos.fipe.org.br/enaber/pdf/90.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

BERNARDI, O. et al. Coleópteros coletados com armadilhas luminosas e etanólicas em plantio de *Eucalyptus* spp. no Sul do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 579-588, 2010.

BERRY, N. A. et al. Abundance and diversity of beneficial arthropods in conventional and organic carrot crops in New Zealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 24, n. 4, p. 307-313, 1996.

BIGGER, M. **A geographical distribution list of insects and mites associated with coffee, derived from literature published before 2010**. Disponível em: <http://www.ipmnetwork.net/commodity/coffee_insects.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2013.

BOOIJ, C. J. H.; NOORLANDER, J. Farming systems and insect predators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 40, p. 125-135, 1992.

BOOTH, R. G.; COX, M. L.; MADGE, R. B. **IIE guides to insects of importance to man: 3. Coleoptera**. London: International Institute of Entomology / The Natural History Museum, 1990. 384 p.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Rio de Janeiro: Editora USAID, 1969. 653 p.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Blucher, 1988. 653 p.

BROOKS, D. et al. **Invertebrate and weed seed food-sources for birds in organic and conventional farming systems**. Thetford: BTO, 1995. 109 p. (BTO Report, 154).

BROWN, K. S. Conservation of Neotropical Environments: Insects as indicators. In: COLLINS, N. M.; THOMAS, J. A. (eds.). **The Conservation of insects and their habitats**. London: Academic Press, 1991. p. 350-380.

BROWN, K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. **Indicadores ambientais**. Sorocaba: Liber Arte, 1997. p. 143-151.

BROWN, V. K.; HYMAN, P. S. Successional communities of plants and phytophagous Coleoptera. **Journal of Ecology**, v. 74, n. 4, p. 963-975, 1986.

CAIXETA, D. F. et al. Diversidade de artrópodes de solo cultivado com feijoeiro em sistemas de manejo de solos e coberturas de inverno. 2005. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8, 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 74-76.

CAKIR, R.; CEBI, U. Growth and dry matter accumulation dynamics of flue-cured tobacco under different soil moisture regimes. **Journal of Agronomy**, v. 5, n. 1, p. 79-86, 2006.

CAMPOS, W. G.; PEREIRA, D. B. S.; SCHOEREDER, J. H. Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 3, p. 381-389, 2000.

CARCAMO, H. A.; NIEMALA, J. K.; SPENCE, J. R. Farming and ground beetles – effects of agronomic practice on populations and community structure. **Canadian Entomologist**, v. 127, p. 123-140, 1995.

CARLTON, C. E.; ROBINSON, H. W. Diversity of litter-dwelling beetles in the Ouachita Highlands of Arkansas, USA (Insecta: Coleoptera). **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 1589-1605, 1998.

CARRANO-MOREIRA, A. F.; PEDROSA-MACEDO, J. H. Levantamento e análise faunística da família Scolytidae (Coleoptera) em comunidades florestais no Estado do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, n. 1, p. 115-126, 1994.

CARRERA, M. **Entomologia para você**. São Paulo: Nobel, 1980. 185 p.

CARVALHO, J. S. et al. Comunidade edáfica de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) em diferentes sistemas de manejo do solo no cultivo de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, XXIV., 2012, Curitiba. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SEB, 2012. Disponível em: <http://www.seb.org.br/cbe2012/trabalhos/121/121_1.pdf>. Acesso em: 06 nov.2013.

CHIVERTON, P. A. Predator density manipulation and its effects on populations of *Rhopalosiphum padi* (Hom.: Aphididae) in spring barley. **Annals of Applied Biology**, v. 109, n. 1, p. 49-60, 1986.

CHOCOROSQUI, V. R.; PASINI, A. Predação de pupas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) por larvas e adultos de *Calosoma granulatum* Perty (Coleoptera: Carabidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 65-70, 2000.

CHUNG, A. Y. C. et al. The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia. **Bulletin of Entomological Research**, v. 90, p. 475-496, 2000.

CIVIDANES, F. J. et al. Faunistic analysis of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in five agroecosystems in northeastern São Paulo State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 8, p. 954-958, 2009.

CIVIDANES, F. J. et al. Distribution and Habitat Preference of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in an Orange Orchard and a Forest Fragment. **Florida Entomologist**, v. 93, n. 3, p. 339-345, 2010.

CIVIDANES, F. J.; ATHAYDE, M. L. F.; SABUGOSA, E. T. Levantamento populacional de artrópodes associados a cultivares de soja semeadas em diferentes densidades. **Revista de Agricultura**, v. 71, n. 2, p. 243-250, 1996.

CIVIDANES, F. J.; SOUZA, V. de P.; SAKEMI, L. K. Composição faunística de insetos predadores em fragmento florestal e em área de hortaliças na região de Jaboticabal, Estado de São Paulo. **Acta-Scientiarum**, v. 25, n. 2, p. 315-321, 2003.

CLARK, M. S. Ground beetle abundance and community composition in conventional and organic tomato systems of California's Central Valley. **Applied Soil Ecology**, v. 11, p. 199-206, 1999.

CLARK, M. S.; GAGE, S. H.; SPENCE, J. R. Habitats and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan agricultural landscape. **Environmental Entomology**, v. 26, p. 519-527, 1997.

COAKER, T. H.; WILLIAMS, D. A. The importance of some Carabidae and Staphylinidae as predators of the cabbage root fly, *Erioischia brassicae* (Bouché). **Entomologia Experimentalis Applicata**, v. 6, n. 2, p. 156-164, 1963.

COELHO, A. de S.; LOYOLA, R. D.; SOUZA, M. B. G. **Ecologia Teórica: desafios para o aperfeiçoamento da Ecologia no Brasil**. Belo Horizonte: Ed. O Lutador, 2004. p. 49.

COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1988.

COLLISCHONN, E. O. Espaço Natural na Região do Vale do Rio Pardo. In: VOGT, O. P.; SILVEIRA, R. L. L. (Org.). **Vale do Rio Pardo: (re) conhecendo a região**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2001. p. 19-46.

COOMBES, D. S.; SOTHERTON, N. W. The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptera in cereals. **Annals of Applied Biology**, v. 108, p. 461-474, 1986.

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

COSTA, C. Coleoptera. In: JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. de M. (org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX**. São Paulo: FAPESP, 1999. p. 113-122.

COSTA, C. Estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. **Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad entomológica en Iberoamérica**. Zaragoza: PRIBES, 2000. p. 99-114.

COSTA, C.; VANIN, S. A.; CASARI-CHEN, S. A. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. São Paulo: FAPESP, 1988. 282 p.

COSTA, E. M. da. **Entomofauna associada à cultura da melancia no semiárido do Rio Grande do Norte**. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

CROFT, B. A., BROWN, A. W. A. Responses of arthropod natural enemies to insecticides. **Annual Review of Entomology**, v. 20, p. 285-335, 1975.

CROSSLEY, J. R. B.; MUELLER, R.; PERDUE, J. C. Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: Relations to processes. In: PAOLETTI, M. G.; PIMENTEL, D. (eds.). **Biotic diversity in agroecosystems**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 37-46.

CROWSON, R. A. **The biology of Coleoptera**. London: Academic Press. 1981. 802 p.

CZEPAK, C. et al. Seletividade de inseticidas ao complexo de inimigos naturais na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 123-127, 2005.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. Petrópolis: Vozes/EDUSP, 1978. 474 p.

DALE, V. H.; BEYLER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2001.

DAVIES, A. J. Species richness of dung-feeding beetles (Coleoptera: Aphodiidae, Scarabaeidae, Hybosoridae) in tropical rainforest at Danum Valley, Sabah, Malaysia. **The Coleopterists Bulletin**, v. 54, n. 2, p. 221-231, 2000.

DAVIES, J. G. et al. Beetle species diversity and faunal similarity in Venezuelan rainforest tree canopies. In: TORK, S. N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, R. K. (eds). **Canopy Arthropods**. Londres: Chapman & Hall, 1997. p. 85-103.

DELABIE, J. H. C. et al. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (Eds.). **Sampling ground-dwelling ants: case studies from de world's rain forests**, Bulletin 18. Perth: Curtin University School of Environmental Biology, 2000. 117 p.

DENNIS, P.; WRATTEN, S. D.; SOTHERTON, N. W. Mycophagy as a factor limiting predation of aphids (Hemiptera: Aphididae) by staphylinid beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in cereals. **Bulletin of entomological research**, v. 81, p. 25-31, 1991.

DIDHAM, R. K. et al. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Tree**, v. 11, n. 6, p. 255-260, 1996.

DIDHAM, R. K. et al. Trophic structure stability and extinction dynamics of beetles (Coleoptera) in tropical forest fragments. **Philosophical Transactions of the Royal Society London**, v. 353, p. 437-451, 1998.

DIDONET, J. et al. Flutuação populacional de pragas e seus inimigos naturais em soja no Projeto Rio Formoso, Formoso do Araguaia, TO, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 1, p. 67-74, 1998.

DIDONET, J. et al. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Pragas y Agroecología**, v. 69, p. 50-57, 2003.

DOEBERL, M. Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Epitrix* Foudras, 1860 in der Palaearktis (Coleoptera: Chrysomelidae). **Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins**, v. 25, n. 1, p. 1-23, 2000.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.

DORFEY, C. **Himenópteros parasitoides associados a cultivos orgânico e convencional de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

DÖRING, F. T.; KROMP, B. Which carabid species benefit from organic agriculture? A review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 98, p. 153-161, 2003.

DREA, J. J. Other Coleoptera. In: ROSEN, D. (ed.). **Armored scale insects, their biology, natural enemies and control: natural enemies**. Amsterdam: Elsevier Science Publications, 1988. 688 p.

DURBIN, R. D. **Nicotiana: procedures for experimental use**. Washington: USDA, Department of Agriculture, Technical Bulletin, n. 1586, 1979. 124 p.

DUTRA, R. R. C.; MIYAZAKI, R. D. Famílias de Coleoptera capturadas em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 37, n. 4, p. 889-894, 1994.

EDWARDS, C. A.; SUNDERLAND, K. D.; GEORGE, K. S. Studies of polyphagous predators of cereal aphids. **Journal of Applied Ecology**, v. 16, p. 811-823, 1979.

ELLIOTT, N. C. et al. Influence of within-field and landscape factors on aphid predator populations in wheat. **Landscape Ecology**, v. 14, p. 239-252, 1999.

ELLIOTT, N. C. et al. Predator abundance in alfafa fields in relation to aphids, within-field vegetation, and landscape matrix. **Environmental Entomology**, v. 31, n. 2, p. 253-260, 2002.

ELLSBURY, M. M. et al. Diversity and dominant species of ground beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in crop rotation and chemical input systems for the Northern Great Plains. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 91, p. 619-625, 1998.

ELZINGA, R. J. **Fundamentals of entomology**. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 495 p.

FERNANDES, D. R. R. et al. Nitidulidae (Coleoptera) associados a frutos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, v. 7, n. 2, p. 135-138, 2012.

FERREIRA, R. L.; MARQUES, M. M. G. S. M. A fauna de artrópodes de serrapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus* sp. e mata secundária heterogênea. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 395-403, 1998.

FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; COUTO, H. T. Z. do. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul. Ação de insetos fimícolas em massas fecais no campo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, n. 2, p. 237-247, 1995.

FLINT, M. L.; ROBERTS, P. A. Using crop diversity to manage pest problems: some California examples. **American Journal of Alternative Agriculture**, v. 3, p. 164-167, 1988.

FLOWER, K. C. Agronomy and Physiology: Field Practices. In: DAVIS, D. L.; NEILSON, M. T. **Tobacco: Production, Chemistry and Technology**. Cambridge: University press, 1999. p. 76-103.

FOSTER, G. N. Beetles as indicators of wetland conservation quality. In: EYRE, M. D. (ed.). **Environmental monitoring, surveillance and conservation using invertebrates**, New Castle upon Tyne: EMS Publications, 1996. p. 33-35.

FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN JUNIOR, K. S. Insetos como indicadores ambientais. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (eds.) **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida**. Curitiba: Editora UFPR, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. 667 p.

FREITAS, F. A. de. et al. Fauna de Coleoptera coletada com armadilhas luminosas em plantio de *Eucalyptus grandis* em Santa Bárbara, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 505-511, 2002.

FRIZZAS, M. R. et al. Avaliação da comunidade de insetos durante o ciclo da cultura do milho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 9-24, 2003.

FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de Importância econômica**: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. 391 p.

FULLER, B. W. Predation by *Calleida decora* (F.) (Coleoptera: Carabidae) on velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. **Journal of Economic Entomology**, v. 81, n. 1, p. 127-129, 1988.

FULLER, B. W.; REAGAN, T. E. Comparative predation of the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) on sweet sorghum and sugarcane. **Journal of Economic Entomology**, v. 81, p. 713-717, 1988.

GALLI, J. C.; RAMPAZZO, E. F. Enemigos naturales predadores de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) capturados con trampas de suelo en huertos de *Pisidium guajava* L. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 22, n. 2, p. 297-300, 1996.

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

GANHO, N. G.; MARINONI, R. C. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 737-744, 2003.

GANHO, N, G.; MARINONI, R, C. A variabilidade espacial das famílias de Coleoptera (Insecta) entre fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Montana (Bioma Araucária) e plantação de *Pinus elliottii* Engelman, no Parque Ecológico Vivat Floresta, Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1159-1167, 2006.

GARLET, J. et al. Diversidade de coleópteros associados a plantios de *Eucalyptus* spp. em São Francisco de Assis, Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, IX., 2009, São Lourenço. **Anais...** São Paulo: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. p. 1-3.

GARSON, G. D. **Statnotes**: Topics in Multivariate Analysis. CHASS, North Carolina, 2009. Disponível em: <<http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

GASSEN, D. N. **Parasitas, patógenos e predadores de insetos associados à cultura do trigo**. Passo Fundo: Embrapa CNPT, 1986. 86 p. (Circular técnica nº 1).

GASTON, K. J.; WARREN, P. H.; HAMMOND, P. M. Predator: non-predator ratios in beetle assemblages. **Oecologia**, v. 90, p. 417-421, 1992.

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

GILL, B. D. Dung beetles in Tropical American Forests. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.) **Dung Beetle Ecology**. New Jersey: Princeton University Press, 1991. p. 211-229.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.

GNASPINI, O. R.; FRANCINI-FILHO, B.; BURGIERMAN, M. R. Abundance and seasonal activity of beetle (Coleoptera) in an Atlantic Forest reservation in São Paulo city (Brazil). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 44, p. 115-127, 2000.

GOLDEN, D. M.; CRIST, T. O. Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: community, guild and species responses. **Oecologia**, v. 118, p. 371-380, 1999.

GONÇALVES, T. T.; LOUZADA, J. N. C. Estratificação vertical de coleópteros carpófilos (Insecta: Coleoptera) em fragmentos florestais do sul do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Ecología Austral**, v. 15, p. 101-110, 2005.

GORDON, R. D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 93, p. 1-912, 1985.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the Insects**. New York: Cambridge University Press, 2006. 755 p.

GRIME, J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **American Naturalist**, v. 111, p. 1169-1194, 1977.

GRIME, J. P. **Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties**. New York: John Wiley, 2001. p. 456.

GUEDES, J. C.; SULZBACH, F. **Guia de Identificação e Manejo Integrado das Pragas do Fumo**. Santa Maria: Orium, 2006. 56 p.

GUERREIRO, J. C. A importância das joaninhas no Controle Biológico de pragas no Brasil e no mundo. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 5, p. 1-4, 2004.

GUERRERO, R. C. **El cultivo del tabaco**. São José: EUNED, 1995. 180 p.

GUILHOTO, J. J. M. et al. Comparação entre o agronegócio familiar do Rio Grande do Sul e o do Brasil. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 14, p. 9-36, 2006.

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

HALFFTER, G.; EDMONDS, W. D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae)**: An ecological and evolutive approach. Mexico: Man and the Biosphere Program – UNESCO, 1982. 177 p.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, v. 12, n. 14, p. 0-312, 1966.

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.

HAWKINS, C. P.; MACMMAHON, J. A. Guilds: the multiple meanings of a concept. **Annual Review of Entomology**, v. 34, p. 423-451, 1989.

HINDS, J. I. D. The use of tobacco. **Cumberland Presbyterian Publishing House**, 1882. Disponível em: <<http://medicolegal.tripod.com/hinds1882.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2013.

HODECK, I. **Biology of the Coccinellidae**. Czechoslovak: Academy of Sciences, 1973. 260 p.

HOLE, D. G.; et al. Does organic farming benefit biodiversity? **Biological Conservation**, v. 122, p. 113-130, 2005.

HOLLAND, J. M.; LUFF, M. L. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, n. 2, p. 109-129, 2000.

HOLLAND, J. M.; PERRY, J. N.; WINDER, L. The within-field spatial and temporal distribution of arthropods in winter wheat. **Bulletin of Entomological Research**, v. 89, p. 499-513, 1999.

HOPKINS, T. J.; WOODLEY, L. Imidacloprid topical formulation: larvicidal effect against *Ctenocephalides felis* in the surroundings of treated dogs. **Australian Veterinary Practitioner**, v. 26, n. 4, p. 210-4, 1996.

HU, G. Y.; FRANK, J. H. Structural comparison of the chorion surface of five *Philonthus* species (Coleoptera: Staphylinidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 97, n. 3, p. 582-589, 1995.

HUMPHREY, J. W. et al. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forest. **Forest Ecology and Management**, v. 113, n. 1, p. 11-21, 1999.

HUTCHESON, J. Characterization of terrestrial insect communities using quantified, Malaise-trapped Coleoptera. **Ecological Entomology**, v. 15, p. 143-151, 1990.

HUTCHESON, J.; JONES, D. Spatial variability of insect communities in a homogenous system: measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a *Pinus radiata* plantation in New Zealand. **Forest ecology and management**, v. 118, n. 1, p. 93-105, 1999.

IANNUZZI, L. et al. Padrões locais de Diversidade de Coleoptera (Insecta) em vegetação de Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Universitária UFPE, 2003. p. 367-389.

IANTAS, J. et al. Distribuição das famílias de Coleoptera em ambiente de sucessão florística de Ombrófila Mista em União da Vitória - Paraná. **Biodiversidade Pampeana**, v. 1, n. 8, p. 32-38, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Santa Cruz do Sul, 2013. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 323-342, 1999.

IRMLER, U. The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 98, p. 141-151, 2003.

ISHII, Y. et al. HPLC determination of the new insecticide imidacloprid and its behavior in rice and cucumber. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 12, p. 2917-2921, 1994.

JANZEN, D. H. Seasonal change in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in a Costa Rican deciduous forest and adjacent horse pasture. **Oikos**, v. 41, p. 274-283, 1983.

JOLIVET, P. H. Food habitats and food selection of Chrysomelidae. Bionomic and evolutionary perspectives. In: JOLIVET, P.; PETITPIERRE, E.; HSIAO, T. H. (eds.). **Biology of Chrysomelidae**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. p. 1-20.

KAROWE, D. N.; SCHOONHOVEN, L. M. Interaction among three trophic levels: the influence of host plant on performance of *Pieris brassicae* and its parasitoid, *Cotesia glomerata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 62, p. 241-251, 1992.

KEVAN, P. G.; BAKER, H. G. Insects as flower visitors and pollinators. **Annual Review of Entomology**, v. 28, p. 407-453, 1983.

KLIMASZEWSKI, J.; NEWTON, A. F. JR.; THAYER, M. K. A review of the New Zealand rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae). **New Zealand Journal of Zoology**, v. 23, p. 143-169, 1996.

KOLLER, W. W.; GOMES, A.; RODRIGUES, S. R.; ALVES, R. G. de. O. Besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em Campo Grande, MS, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 403-412, 1999.

KRASNOV, B.; SHENBROT, G. Seasonal variation in spatial organization of a darkling beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) community. **Community and Ecosystem Ecology**, v. 26, n. 2, p. 178-190, 1997.

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

KROMP, B. Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators in biological and conventional farming in Austrian potato fields. **Biology and Fertility of Soils**, v. 9, p. 182-187, 1990.

KROMP, B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 74, p. 187-228, 1999.

KROOSS, S.; SCHAEFER, M. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) of winter wheat. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 69, p. 121-133, 1998.

KUEPPER, G.; THOMAS, R. **Organic Tobacco Production**. A publication of ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service, 2008. Disponível em: <<https://attra.ncat.org/attra-pub/summaries/summary.php?pub=94>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

LANDIS, D. A. et al. Symposium: Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. **Weed Science**, v. 53, p. 902-908, 2005.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, v. 45, p. 175-201, 2000.

LANDONI, J. H. de. *Nicotiana tabacum* L. **IPCS INCHEM**, Córdoba, mar. 1990. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/pims/plant/nicotab.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

LATTY, E. F. et al. Response of ground beetle (Carabidae) assemblages to logging history in northern hardwood–hemlock forests. **Forest Ecology and Management**, n. 222, p. 335-347, 2006.

LAWRENCE, J. F. Coleoptera. In: PARKER, S.P. (ed.). **Synopsis and classification of living organisms**. New York: McGraw-Hill, 1982. p. 482-553.

LAWRENCE, J. F. et al. **Beetles of the World**. A key and information system for families and subfamilies. Melbourne: CSIRO Publishing, version 1.0 MS – Windows, 1999. CD-ROM.

LAWRENCE, J. F.; BRITTON, E. B. Coleoptera (Beetles). In: CSIRO. Division of Entomology (ed.). **The Insects of Australia: a textbook for students and research workers**. Carlton: Melbourne University Press, 1991. p. 543-683.

LAWRENCE, J. F.; NEWTON, A. F. Families and subfamilies de Coleoptera (With select genera, notes, references and data on family-group names). In: PAPALUK, J. F.; SLIPINSKI, S. A. (eds). **Biology, phylogeny and classification of Coleoptera**. Wkarsawa: Museum i Institut Zoologii PAN, 1995. p. 779-913.

LAWTON, J. H. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v.28, p.23-29, 1983.

LEE, J. C. et al. Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, p. 472–483, 2001.

LEON, J. **Botánica de los cultivos tropicales**. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1987. 445 p.

LESCHEN, R. A. B.; MARRIS, J. W. M. **Carpophilus (Coleoptera: Nitidulidae) of New Zealand with notes on Australian species**. New Zealand, 2005. Disponível em: <<http://www.biosecurity.govt.nz/files/regs/exports/plants/carpophilus.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade Brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. São Paulo: Contexto, 2004. 176 p.

LIMA, I. M. M. Registro da ocorrência de *Cybocephalus* sp. (Coleoptera: Nitidulidae) predando espécies-praga de Diaspididae (Hemiptera), no Estado de Alagoas. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 156-159, 2002.

LIMA, J. D. N. de. et al. Levantamento de famílias de Coleoptera em um fragmento de mata no município de Augusto Pestana, RS. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, IX., 2009, São Lourenço. **Anais...** São Paulo: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. p. 1-2.

LIMA, R. L. de. et al. Riqueza de famílias e hábitos alimentares em Coleoptera capturados na fazenda da EMPARN– Jiqui, Parnamirim / RN. **EntomoBrasilis**, v. 3, n. 1, p. 11-15, 2010.

LOPEZ, E. G.; TEETES, G. L. Selected predators on aphids in grain sorghum and their relation to cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n. 2, p. 198-204, 1976.

LÖVEI, G. L.; SUNDERLAND, K. D. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). **Annual Review of Entomology**, v. 41, p. 231-256, 1996.

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

LUNZ, A. M.; CARVALHO, A. G. de. Degradação da madeira de seis essências arbóreas disposta perpendicularmente ao solo causada por Scolytidae (Coleoptera). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 351-357, 2002.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988. 179 p.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 256 p.

MARINONI, R. C. et al. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta)**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2001. 63 p.

MARINONI, R. C. Os grupos tróficos em Coleoptera. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 205-224, 2001.

MARINONI, R. C.; DUTRA, R. R. C. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 3, p. 751-770, 1997.

MARINONI, R. C.; GANHO, N. G. A fauna de Coleoptera em áreas com diferentes condições florísticas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 737-744, 2003.

MARQUES, O. M. et al. Percevejos predadores (Hemiptera, Reduviidae, Harpactorinae) em fumo (*Nicotiana tabacum* L.) no município de Cruz das Almas, Bahia. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 8, n. 1, p. 55-69, 2006.

MARTINS, I. C. F. et al. Análise da fauna e flutuação populacional de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 432-443, 2009.

MARTINS, I. C. F. et al. Diversity and habitat preferences of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in two agroecosystems. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 471-480, 2012.

MATIAS, G. R. D. da. S. **Influência do sistema de plantio na comunidade de artrópodes associados às culturas do feijão e mandioca**. 2010. 44 f. Dissertação

(Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

MCGEOCH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biology Review**, v. 73, p. 181-201, 1998.

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

MEDRI, I. M.; LOPES, J. Coleopteroфаuna em floresta e pastagem no Norte do Paraná, Brasil, coletada com armadilha de solo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.18, n. 1, p. 125-133, 2001.

MENDOZA, G. A.; PRABHU, R. Fuzzy methods for assessing criteria and indicators of sustainable forest management. **Ecological Indicators**, v. 3, n. 4, p. 227-236, 2004.

MENEZES, E. L. A.; AQUINO, A. M. **Coleoptera Terrestre e sua Importância nos Sistemas Agropecuários**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 55 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos 206).

MILHOMEM, M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DINIZ, I. R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 11, p. 1249-1256, 2003.

MIYAZAKI, R. D.; DUTRA, R. R. C. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha luminosa em oito localidades do Paraná, Brasil. Curitiba. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 2, p. 321-332, 1995.

MOEED, A.; MEADS, M. J. Seasonality of pitfall trapped invertebrates in three types of native forest, Orongorongo Valley, New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 12, p. 17-53, 1985.

MOFFATT, S. F.; MCLACHLAM, S. M. Understorey indicators of disturbance for riparian forests along an urban-rural gradient in Monitoba. **Ecological Indicators**, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2004.

MOORE, D. S. **The Basic Practice of Statistics**. New York: Freeman and Company, 2007.

MOORE, J. **Uma introdução aos invertebrados**. São Paulo: Editora Santos, 2003. 356 p.

MOREBY, S. J. et al. A comparison of the flora and arthropod fauna of organically and conventionally grown winter-wheat in southern England. **Annals of Applied Biology**, v. 125, p. 13-27, 1994.

MORRIS, M. G. Insects and the environment in the United Kingdom. **Atti XII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia**, Roma, 1980. p. 203-235.

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

NAUEN, R.; KOOB, B.; ELBERT, A. Antifeedant effects of sublethal dosages of imidacloprid on *Bemisia tabaci*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, n. 88, p. 287-293. 1998.

NERI, D. K. P.; MORAIS, D. D.; SENA JÚNIOR, H. S. Ocorrência de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura do girassol no município de Ipanguaçu/RN. **Revista Holos**, v. 26, n. 3, p. 10-27, 2010.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Projeção e implantação de uma estratégia de manejo de habitats para melhorar o controle biológico 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, 2007. p. 02-16.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; SANDEZ, E. J. **Manual practico de control biologico para una agricultrura sustentable**. Berkeley: University of California, 1999. 69 p.

NICHOLS, E. et al. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological conservation**, v. 141, p. 1461-1474, 2008.

NIWA, C. G.; PECK R. W. Influence of Prescribed Fire on Carabid Beetle (Carabidae) and Spider (Araneae) Assemblages in Forest Litter in Southwestern Oregon. **Environmental Entomology**, v. 31, n. 5, p. 785-796, 2002.

NOGUEIRA, E. M. L.; ARRUDA, V. L. V. de. Fenologia reprodutiva, polinização e sistema reprodutivo de *Sophora tomentosa* L. (Leguminosae – Papilionideae) em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, Sul do Brasil. **Biotemas**, v. 19, n. 2, p. 29-36. 2006.

O'SULLIVAN, C. M.; GORMALLY, M. J. A comparison of ground beetle (Carabidae: Coleoptera) communities in an organic and conventional potato crop. **Biological, Agriculture & Horticulture**, v. 20, p. 99-110, 2002.

OHASHI, D. V.; URDAMPILLETA, J. D. Interacción entre insectos perjudiciales y benéficos en el cultivo de tabaco de Misiones, Argentina. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v. 32, n. 2, p. 113-124, 2003.

OLIVEIRA, H. G. de. et al. Coleópteros associados à eucaliptocultura na região de Nova Era, Minas Gerais, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 52-60, 2001.

OLIVEIRA, J. M. C. de. A cultura do fumo na Bahia: refletindo sobre a convenção-quadro. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 2, p. 59-65, 2006.

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, Porto Alegre, 1997.

OTTESEN, P. S. Niche segregation of terrestrial alpine beetles (Coleoptera) in relation to environmental gradients and phenology. **Journal of Biogeography**, v. 23, p. 353-369, 1996.

PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v. 74, p. 1-18, 1999.

PARRA, J. R. P. et al. **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Monoele, 2002. 635 p.

PAULILO, M. I. S. O peso do trabalho leve. **Revista Ciência Hoje**, Departamento de Ciências Sociais UFSC, v. 5, n. 28, p. 64-70, 1987.

PEARCE, B.; DENTON, P.; SCHWAB, G. Field Selection, Tillage, and Fertilization. In: **Kentucky & Tennessee Tobacco Production Guide 2009**, 2010. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id160/id160.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2013.

PERVEZ, A.; OMKAR. Ecology and biological control application of multicoloured Asian ladybird, *Harmonia axyridis*: a review. **Biocontrol Science and Technology**, v. 16, n. 1, p. 111-128, 2006.

PETILLON, J.; YSNEL, F.; CANARD, A. Spiders as indicators of microhabitat changes after a grass invasion in salt-marshes: synthetic results from a case study in the Mont-Saint Michel Bay. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 47, n. 1, p. 11-18, 2006.

PETRONI, D. M. **Diversidade de famílias de Coleoptera em diferentes fragmentos florestais no município de Londrina, Paraná, Brasil**. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

PIFFNER, L.; LUKA, H. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v. 78, p. 215-222, 2000.

PIFFNER, L.; LUKA, H. Effect of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders - a paired farm approach. **Basic and Applied Ecology**, v. 4, p. 117-127, 2003.

PIFFNER, L.; NIGGLI, U. Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Col., Carabidae) and other epigeic arthropods in winter wheat. **Biological, Agriculture and Horticulture**, v. 12, p. 353-364, 1996.

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. 256 p.

- PIELOU, E. C. **Ecological Diversity**. New York: J. Wiley & Sons, 1975. 165 p.
- PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; KITAYAMA, K. Comunidade local de Coleoptera em Cerrado: Diversidade de espécies e tamanho do corpo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 4, p. 543-550, 1998.
- PINTO, R. et al. Flutuação populacional de Coleoptera em plantio de *Eucalyptus urophylla* no município de Três Marias, Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 143-151, 2000.
- PINTO, R. et al. Coleópteros coletados com armadilhas luminosas em plantio de *Eucalyptus urophylla* na região amazônica brasileira. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 111-119, 2004.
- POLLARD, E. A comparison between the Carabidae of a hedge and field site and those of a woodland glace. **Journal of Applied Ecology**, v. 5, p. 649-657, 1968.
- POSSE, C. M.; GROSSO, L.; TERÁN, A. *Philonthus* Erichson y *Aleochara* Gravenhorst (Coleoptera: Staphylinidae), potencialis predadores de *Haematobia irritans* (L) (Diptera: Muscidae) en el noroeste argentino. In: CONGRESSO ARGENTINO DE ENTOMOLOGIA, 4., 1998, Mar del Plata. **Anais...** Mar del Plata, Sociedad Entomológica Argentina, 1998. p. 268.
- PURVIS, G.; CURRY, J. P. The influence of weeds and farmyard manure on the activity of Carabidae and other ground-dwelling arthropods in a sugar beet crop. **Journal of Applied Ecology**, v. 21, p. 271-283, 1984.
- RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. 810 p.
- RIBEIRO, A. E. L. **Análise faunística e ocorrência sazonal de crisopídeos (Neuroptera: Crysoptidae) em agroecossistemas da região Sudoeste da Bahia**. 2005. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.
- RIBEIRO, H. R. et al. Distribuição trófica de besouros em áreas de clareiras e não clareiras. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, IX., 2009, São Lourenço. **Anais...** São Paulo: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. p. 1-3.
- RICCI, M. S. F. et al. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.
- ROCHA, L. et al. Extração de alimento por *Cosmoclopius nigroannulatus* Stål (Hemiptera: Reduviidae) de ninfas de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae). **Neotropical Entomology**, v. 31 p. 601-607, 2002.
- RODRIGUES, J. M. G. Abundância e distribuição vertical de coleópteros do solo em capoeira de terra firme na região de Manaus – AM, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 22, n. 3, p. 323-333, 1992.

ROIG-JUÑENT, S.; DOMÍNGUEZ, M. C. Diversidad de la familia Carabidae (Coleoptera) en Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 74, p. 549-571, 2001.

RONQUI, D. C.; LOPES, J. Composição e diversidade de Scarabaeoidea (Coleoptera) atraída por armadilha de luz em área rural no Norte do Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, v. 96, n. 1, p. 103-108, 2006.

ROSENBERG, D. M.; DANKS, H. V.; LEHMKUHL, D. M.; Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management**, v. 10, n. 6, p. 773-783, 1986.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. São Paulo: Roca, 2005. 1168 p.

SADEJ, W.; NIETUPSKI, M. Occurrence of pea aphid (*Acyrtosiphon pisum* Harris) on fabe bean and some biotic factors reducing its numbers. **Natural Sciences**, v. 5, p. 73-82, 2000.

SANTOS, A. C. **Levantamento e análise faunística da artropodofauna de ocorrência na cultura do milho (*Zea mays*) e estudo do efeito de inseticidas sobre organismos não alvos**. 2006. 191 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, Ribeirão Preto, 2006.

SCHERER, K. S.; ROMANOWSKI, H. P. Predação de *Megacerus baeri* (Pic, 1934) (Coleoptera: Bruchidae) sobre sementes de *Ipomoea imperati* (Convolvulaceae), na praia da Joaquina, Florianópolis, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 18, n. 1, p. 39-55, 2005.

SCHOWALTER, T. D.; HARGROVE, W. W.; CROSSLEY JÚNIOR, D. A. Herbivory in forested ecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 31, n. 1, p. 177-96, 1986.

SCHUBART, H.; BECK, L. Zur Coleopterenfauna amazonischer Böden. **Amazoniana**, v. 1, n. 4 p. 311-322, 1968.

SEEBOLD, K. et al. Pest Management. In: **Kentucky & Tennessee tobacco production guide 2009**, 2010. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id160/id160.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2013.

SHAH, P. A. et al. Diversity and abundance of the coleopteran fauna from organic and conventional management systems in south England. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 5, p. 51-60, 2003.

SHEPHERD, V. E.; CHAPMAN, C. A. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. **Tropical Ecology**, v. 14, p. 199-215, 1998.

SILVA, A. G. da. et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores: insetos hospedeiros e inimigos naturais**. Rio

de Janeiro: Ministério da Agricultura, Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária, 1968. 622 p.

SILVA, R. A. da.; CARVALHO, G. S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas de solo. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 199-203, 2000.

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

SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. The guild concept and the structure of ecological communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 22, p. 115-143, 1991.

SINDITABACO – Sindicato da Indústria do Tabaco. **Exportações**. 2011. Disponível em: <<http://sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/exportacoes/>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

SMITH, B. C. Effects of various factors on the local distribution and density of coccinellid adults on corn (Coleoptera: Coccinellidae). **Canadian Entomologist**, v. 103, p. 1115-1120, 1971.

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.

SPEIGHT, M. R.; HUNTER, M. D.; WATT, A. D. **Ecology of insects concepts and applications**. Oxford: Blackwell Science, 1999. 350 p.

SUENAGA, H.; HAMAMURA, T. Occurrence of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in cabbage fields and their possible impact on lepidopteran pests. **Applied Entomology and Zoology**, v. 36, p. 151-160, 2001.

SUNDERLAND, K. D.; VICKERMAN, G. P. Aphid feeding by some polyphagous predators in relation to aphid density in cereal fields. **Journal of Applied Ecology**, v. 17, p. 389-396, 1980.

SWIFT, M. S. et al. Biodiversity and ecosystem function. In: MOONEY, H. A. et al. (eds.) **Functional roles of biodiversity a global perspective**. New York: John Wiley and Sons, 1996. p. 261-298.

TEIXEIRA, C. C. L.; HOFFMANN, M.; SILVA-FILHO, G. Comunidade de Coleoptera de solo em remanescente de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v.9, n. 4, p. 91-95, 2009.

THIELE, H. U. **Carabid beetles in their environments**. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. Berlin: Springer-Verlag, 1977. 369 p.

THOMAS, M. B.; WRATTEN, S. D.; SOTHERTON, N. W. Creation of "island" in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and emigration. **Journal of Applied Ecology**, v. 28, p. 906-917, 1991.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. **Pragas e inimigos naturais associados à cultura da soja no Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-Acre, 2001. 22 p. (Boletim de Pesquisa, 32).

TILMAN, D. **Resource competition and community structure**. Princeton: Princeton University Press, 1982. 296 p.

TONHASCA JUNIOR, A. Effects of agroecosystem diversification on natural enemies of soybean herbivores. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 69, p. 83-90, 1993.

TONHASCA JUNIOR, A.; STINNER, B. R. Effects of strip intercropping and no-tillage on some pests and beneficial invertebrates of corn in Ohio. **Environmental Entomology**, v. 20, p. 1251-1258, 1991.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos Insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 816 P.

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.

VANDENBERG, N. J. Coccinellidae Latreille, 1807. In: ARNETT JR., R. H. et al. **American Beetles**. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Boca Raton: CRC, 2002. p. 371-389.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. (eds.) **Hacia un Proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica**. Zaragoza: PRIBES, 2000. p. 183-195.

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

VENCATO, A. Z. et al. **Anuário Brasileiro do tabaco 2011**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2011. 176 p.

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

VOGT, O. P. **A produção de fumo em Santa Cruz do Sul, RS: 1849-1993**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1997. 283 p.

VON ZUBEN, C. J. Implicações do feromônio de agregação espacial para dinâmica de populações de insetos: I. Competição por recursos alimentares e espaço. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 2, n. 1, p. 117-133, 2000.

WEIBULL, A. C.; OSTMAN, O.; GRANQVIST, A. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. **Biodiversity and Conservation**, v. 12, p. 1335-1355, 2003.

WESTOBY, M. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant and Soil**, v. 199, p. 213-227, 1998.

WILLIAMS, D. D.; FELTMATE, B. W. **Aquatic insects**. London: CAB International, 1992. 358 p.

WILSON, J. B. Guilds, functional types and ecological groups. **Oikos**, v. 86, n. 3, p. 507-522, 1999.

WRIGHT, E. J.; LAING, J. E. Numerical response of coccinellids to aphids in corn in southern Ontario. **Canadian Entomologist**, v. 112, n. 10, p. 977-988, 1980.

WYCKHUYS, K. A. G.; O'NEIL, R. J. Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) and associated arthropod natural enemies in Honduran subsistence maize. **Crop Protection**, v. 25, p. 1180-1190, 2006.

YOUNIE, D.; ARMSTRONG, G. Botanical and invertebrate diversity in organic and intensively fertilised grassland. In: ISART, J.; LLERENA, J. J. (ed.). **Proceedings of the first ENOF workshop** – biodiversity and land use: The role of organic farming multitema. Barcelona: ENOF, 1995. p. 35-44.

ZANUNCIO, J. C. et al. Coleópteros associados à eucaliptocultura nas regiões de São Mateus e Aracruz, Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 41, n. 232, p. 584-590, 1993.

Apêndice A – Total de indivíduos pertencentes à Coleoptera amostrados em cultivo orgânico de tabaco, por data de coleta. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, safras 2009/2010 e 2010/2011.

COLETA	2009/2010	Nº de indivíduos	2010/2011	Nº de indivíduos
I	20.11.2009	1992	03.11.2010	2649
II	27.11.2009	2157	11.11.2010	3618
III	04.12.2009	1986	19.11.2010	1758
IV	11.12.2009	1787	26.11.2010	2489
V	18.12.2009	2001	03.12.2010	1831
VI	25.12.2009	2667	10.12.2010	1068
VII	01.01.2010	2607	17.12.2010	1044
VIII	08.01.2010	1230	24.12.2010	2148
IX	15.01.2010	1816	31.12.2010	1434
X	22.01.2010	1190	07.01.2011	1803
XI	29.01.2010	969	14.01.2011	2135
XII	05.02.2010	1265	21.01.2011	1702
XIII	12.02.2010	922		
XIV	19.02.2010	967		
XV	26.02.2010	754		
XVI	05.03.2010	504		
XVII	12.03.2010	560		
XVIII	19.03.2010	216		
Total:		25590		23679