

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**HÁBITO ALIMENTAR E MORFOLOGIA DO
APARELHO DIGESTIVO DE ESPÉCIES DE CARABIDAE
(INSECTA: COLEOPTERA) ASSOCIADOS A PLANTAS
HERBÁCEAS E AO ALGODOEIRO COLORIDO**

Danilo Henrique da Matta

Biólogo

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**HÁBITO ALIMENTAR E MORFOLOGIA DO
APARELHO DIGESTIVO DE ESPÉCIES DE CARABIDAE
(INSECTA: COLEOPTERA) ASSOCIADOS A PLANTAS
HERBÁCEAS E AO ALGODOEIRO COLORIDO**

Daniilo Henrique da Matta

Orientador: Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp/, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2014

M435h Matta, Danilo Henrique da
Hábito alimentar e morfologia do aparelho digestivo de espécies de Carabidae (Insecta: Coleoptera) associados à plantas herbáceas e ao algodoeiro colorido / Danilo Henrique da Matta. -- Jaboticabal, 2014
x, 78 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientador: Francisco Jorge Cividanes

Banca examinadora: Antonio Carlos Busoli, Sergio Ide

Bibliografia

1. Carabidae. 2. Controle biológico conservativo. 3. Dissecção. 4. Predador. 5. *Gossypium hirsutum*. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.76:633.51

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.
danilodamatta@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: HÁBITO ALIMENTAR E MÓRFOLOGIA DO APARELHO DIGESTIVO DE ES
PÉCIES DE CARABIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) ASSOCIADOS À
PLANTAS HERBÁCEAS E AO ALGODOEIRO COLORIDO


AUTOR: DANILO HENRIQUE DA MATTA

ORIENTADOR: Prof. Dr. FRANCISCO JORGE CIVIDANES

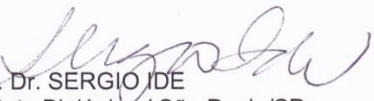
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA
(ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. FRANCISCO JORGE CIVIDANES

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ANTONIO CARLOS BUSOLI

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. SERGIO DE
Instituto Biológico / São Paulo/SP

Data da realização: 27 de fevereiro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DANILO HENRIQUE DA MATTA – nascido no dia 23 de dezembro de 1986, na cidade de Jaboticabal, São Paulo. Em dezembro de 2008 formou-se em Ciências Biológicas pela Faculdade de Educação São Luís, FESL. Iniciou as atividades no Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Ecologia de Insetos, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) de outubro de 2010 a julho de 2012, na Universidade Estadual Paulista – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal. Em agosto de 2012, iniciou o curso de Pós-graduação, Mestrado em Agronomia – Área de concentração Entomologia Agrícola pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP – Jaboticabal - SP), sendo bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Desde então, vem desenvolvendo e publicando trabalhos relacionados à área de Entomologia Agrícola.

*Cabe ao homem compreender que o solo fértil onde
tudo que se planta dá, pode secar.
Que o chão que dá frutos e flores pode dar ervas daninhas.
Que a caça se dispersa e a terra da fartura pode se transformar
na terra da penúria e da destruição.
O homem precisa entender que de sua
convivência com a natureza depende sua subsistência.
E que a destruição
da natureza é sua própria destruição, pois a sua essência
é a natureza, a sua origem e o seu fim.*

Texto final da novela "Amor Eterno Amor"

Dedico....

A Deus, pela proteção e amor...

Aos meus pais Minervino da Matta Filho e Carmem Sílvia Raymundo da Matta e a minha irmã Cristiane Raymundo da Matta que sempre me apoiaram nos momentos mais difíceis da minha história de vida.

Á minha esposa Michele Aparecida Di Giorgio da Matta que hoje identifico como minha outra metade e que sempre esteve ao meu lado, apoiando e incentivando a lutar pelos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, sempre presente em minha vida, por me iluminar e proteger.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes pela oportunidade, orientação, incentivo e por todos os seus ensinamentos que contribuíram para a minha vida profissional.

Ao Prof. Dr. Robson José da Silva do Instituto Federal de Tocantins (IFTO) – Campus Araguatins e a sua esposa Elizabeth do Carmo Pedroso, pela valiosa amizade e companheirismo, do qual nunca esquecerei os momentos que trabalhamos juntos, das nossas risadas em laboratório e das dificuldades do cotidiano.

Ao Prof. Dr. Antonio Sergio Ferraudo pela orientação na análise estatística.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia área de concentração Entomologia Agrícola da FCAV/UNESP: Antonio Carlos Busoli, Nilza Maria Martinelli, Sérgio de Freitas (†), Pedro Luiz Martins Soares, José Carlos Barbosa e Jaime Maia dos Santos, pelo aprendizado durante as disciplinas cursadas.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia dos Insetos (LECOL), que conquistei durante o curso de Mestrado, pela preciosa amizade: Ezequias Teófilo Correia, Sidnéia Terezinha Soares de Matos, Alessandra Karina Otuka, Mariana Nardin Batista e aos colegas Tatiana, Lais, Crislany, Maria José, Patrícia e Thiago Roberto, agradeço a todos pelo apoio e ajuda nos momentos de dificuldade.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade, Lígia D. T. Fiorezzi e Alex Antonio Ribeiro e do Laboratório de Microscopia Eletrônica da FCAV/UNESP, Claudia Ribeiro, pela amizade e ajuda concedida.

Aos pais da minha esposa Wilson Aparecido Di Giorgio e Sandra Valéria de Paula, por todo o apoio.

E a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Cultura do Algodão.....	03
2.1.1. Origem.....	03
2.1.2. Desenvolvimento e Produção.....	03
2.1.3. Pragas associadas à cultura.....	05
2.2. Controle biológico conservativo.....	06
2.3. Emprego de plantas herbáceas no controle biológico conservativo.....	07
2.4. Hábito alimentar e análise do conteúdo alimentar de Carabidae.....	08
2.5. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	09
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Área de estudo.....	10
3.2. Demarcação da área experimental.....	10
3.3. Bordas com Plantas Herbáceas Floríferas (PHF).....	11
3.4. Espécies de Carabidae.....	12
3.4.1. Amostragem das espécies de Carabidae.....	12
3.5. Conteúdo alimentar de Carabidae.....	13
3.6. Microscopia Eletrônica de Varredura.....	14
3.7. Análise Estatística.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1. Ocorrência de carabídeos em função do algodoeiro e plantas herbáceas	14
4.2. Conteúdo alimentar.....	18
4.2.1. Período Vegetativo do Algodoeiro (PV).....	18
4.2.2. Período Reprodutivo do Algodoeiro (PR).....	23
4.2.3. Período de Colheita do Algodoeiro (PC).....	26
4.3. Microscopia Eletrônica de Varredura do proventrículo, ventrículo e íleo de carabídeos.....	28
5. CONCLUSÕES	34
6. REFERÊNCIAS	35

HÁBITO ALIMENTAR E MORFOLOGIA DO APARELHO DIGESTIVO DE ESPÉCIES DE CARABIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) ASSOCIADOS A PLANTAS HERBÁCEAS E AO ALGODOEIRO COLORIDO

Resumo - Os besouros Carabidae (Coleoptera) apresentam grande importância para a agricultura como inimigos naturais de insetos pragas. No entanto, pouco se conhece sobre hábitos alimentares desses besouros. O presente trabalho visou verificar a ocorrência e o hábito alimentar de espécies de carabídeos associadas a plantas herbáceas floríferas nos diferentes Períodos fenológicos do algodoeiro colorido. O conteúdo alimentar foi avaliado em espécies presentes em cultura de algodoeiro colorido, *Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch., cultivar BRS verde, herbáceo, adjacente de plantas espontâneas e das plantas herbáceas floríferas (PHF) *Lobularia maritima* (L.) (Brassicaceae), *Tagetes erecta* L. (Asteraceae), *Fagopyrum esculentum* Moench (Polygonaceae). Algumas espécies de carabídeos ocorreram em diferentes Períodos fenológicos do algodoeiro e o número mais elevado de indivíduos verificou-se no período reprodutivo do algodoeiro. Os resultados obtidos no aparelho digestivo das espécies de carabídeos mostram que esses insetos podem se alimentar de vários tipos de conteúdo alimentar, relacionados com artrópodes e vegetais associados aos canteiros de PHF, nos diferentes períodos fenológicos do algodoeiro, podendo ser considerados predadores polípagos, e a morfologia do aparelho digestivo das nove espécies de carabídeos mostraram padrões de estruturas adaptadas para o tipo de dieta consumida por essas espécies.

Palavras-chave: manipulação do hábitat, controle biológico conservativo, predador, *Gossypium hirsutum*

FOOD HABIT AND MORPHOLOGY OF THE DIGESTIVE SYSTEM OF SPECIES OF CARABIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) ASSOCIATED WITH HERBACEOUS PLANTS AND COLOURED COTTON

Summary - The Carabidae beetles (Coleoptera) have great importance to agriculture as natural enemies of insect pests. However, little is known about the content of these beetles feed. This study aimed to assess the occurrence and feeding habits of Carabid species associated with herbaceous plants (PHF) in different growth periods of coloured cotton. The food contents was evaluated in species that occurred in coloured cotton, *Gossypium hirsutum* L. *latifolium* Hutch., variety BRS green, herbaceous cotton, adjacent weeds and PHF *Lobularia maritima* (L.), *Tagetes erecta* L., *Fagopyrum esculentum* Moench. Some species of Carabid beetles occurred at different cotton growth periods and the highest number of individuals was found in the cotton reproductive stage. The results showed many types of feed contents ingested by the Carabidae beetles gut tract, like arthropods and vegetable associated with PHF in different growth periods of cotton and can be considered polyphagous predators. The gut tract morphology showed that nine species of Carabid beetles showed standards structures adapted to the type of diet ingested.

Keywords: manipulation of habitat, conservative biological control, predator, *Gossypium hirsutum*

1. INTRODUÇÃO

O controle biológico conservativo visa aumentar e conservar as populações de inimigos naturais para incrementar a eficiência do controle de insetos pragas (BARBOSA, 1998), sendo as técnicas desse controle facilmente utilizadas nos programas de manejo integrado de pragas (COLLINS et al., 2003). A manipulação do hábitat utilizando-se plantas herbáceas floríferas aumenta o controle biológico natural, porém requer informações sobre os inimigos naturais envolvidos (JONSSON et al., 2010) e a espécie de planta florífera utilizada, pois essa deve atrair somente inimigos naturais (HOGG et al., 2011). Os carabídeos (Coleoptera: Carabidae) utilizam áreas de refúgio compostas de plantas floríferas para se abrigarem durante períodos que lhes são adversos (BEDFORD & USHER, 1994). Tais áreas podem aumentar a diversidade desses besouros e mesmo outros insetos predadores, contribuindo para manter a biodiversidade e a estabilidade do agroecossistema (FRANK & REICHADT, 2004; MACLEOD et al., 2004).

Carabidae constitui uma das mais numerosas famílias de besouros e inclui importantes espécies predadoras que contribuem para o controle biológico de pragas agrícolas (LÖVEI & SUNDERLAND, 1996; SUENAGA & HAMAMURA, 2001). Esses besouros destacam-se como inimigos naturais de importantes insetos pragas de várias culturas inclusive do algodoeiro (CHOCOROSQUI & PASINI, 2000; WYCKHUYS & O'NEIL, 2006). Na dieta de carabídeos encontram-se incluídos Colembolos, minhocas, nematóides, lesmas, caracóis, pulgões, ovos, larvas e pupas de dípteros, coleópteros, lepidópteros e sementes de plantas herbáceas (KROMP, 1999; HOLLAND & LUFF, 2000; HOLLAND, 2002; TOOLEY & BRUST, 2002).

O aparelho digestivo dos insetos reflete uma das principais interações entre estes organismos e o meio ambiente devido apresentar grande diversidade morfológica, funcional, digestiva e de assimilação de nutrientes oriundos de diferentes tipos de alimentos (TERRA, 1988). Essas variações do aparelho digestivo dos insetos permitem que o hábito alimentar da espécie seja correlacionado com fatores como a fenologia e o tipo de estrutura florífera produzida pelas plantas (CAETANO, 1984; RIBEIRO et al., 1990). Portanto, os insetos podem ser analisados com base na preferência alimentar, classificando-se as dietas de acordo com a composição nutricional quer sejam de origem animal ou vegetal (DOW, 1986). A

análise do conteúdo do aparelho digestivo de carabídeos permite avaliar o tipo de alimento ingerido no campo. Essas análises podem ser efetuadas utilizando-se microscopia óptica (WALRANT & LOREAU, 1995; HOLLAND, 2002), testes ELISA, DNA (PCR) e isótopos radioativos (WALLACE, 2004; SHEPPARD & HARWOOD, 2005; GREENSTONE et al., 2007; IKEDA, 2010; EITZINGER & TRAUGOTT, 2011). O estudo do hábito alimentar por meio de dissecação e análise por microscopia óptica constitui ferramenta importante para esclarecer aspectos ecológicos relacionados aos carabídeos, tendo em vista a variedade de alimentos que estes insetos podem ingerir. Tais informações podem facilitar o desenvolvimento de técnicas de criação desses insetos em laboratório para serem empregadas em programas de controle biológico de pragas agrícolas.

Por outro lado, estudo de microscopia eletrônica de varredura de formicídeos revelou que a morfologia do proventrículo tem maior grau de diversificação entre as diferentes espécies. O proventrículo apresenta uma estrutura rígida, fortemente esclerotizada e recoberta por densa camada de espinhos, sendo constituída por uma projeção do epitélio do estomodeo, geralmente revestido por duas camadas de musculatura, uma longitudinal e outra circular (CAETANO, 1984). De acordo com o autor, existe a possibilidade de se delimitar subfamílias e gêneros através das características do proventrículo.

Deve ser destacado que apesar de existir na literatura grande quantidade de estudos sobre a dieta de carabídeos de regiões de clima temperado, mesmo para espécies bem estudadas e economicamente importantes, existem numerosas lacunas no conhecimento e no entendimento dos hábitos alimentares desses besouros (TOFT & BILDE, 2002). No Brasil, não existem trabalhos relacionando tipo de dieta e morfologia do aparelho digestivo de carabídeos.

No presente trabalho efetuou-se um levantamento populacional de espécies de carabídeos associados a plantas herbáceas e diferentes períodos fenológicos de algodoeiro colorido para determinar o tipo de dieta presente e descrever a estrutura morfológica do proventrículo, ventrículo e íleo do aparelho digestivo desses besouros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do algodão

2.1.1. Origem

O algodoeiro pertence à família Malvaceae e ao gênero *Gossypium* L., 1753, que, além das plantas cultivadas, comportam plantas selvagens das quais existem cerca de 50 espécies endêmicas das regiões tropicais e sub-tropicais da Austrália, África, Ásia, e América Central e do Sul (PERCIVAL et al., 1999; WENDEL et al. 2009). O termo “algodoeiro” refere-se a quatro espécies *Gossypium hirsutum* L., *G. barbadense* L., *G. arboreum* L. e *G. herbaceum* L., que foram cultivadas independentemente como fontes de fibra (BRUBAKER et al., 1999). Atualmente, o algodão herbáceo (*G. hirsutum* raça *latifolium* Hutch.) é uma das dez principais espécies domesticadas pelo homem, fornecendo fibra para produção de tecidos, óleo para alimentação humana e para produção de energia (biodiesel), além de farinhas para produção de ração animal (DIAZ, 1993; BELTRÃO & AZEVEDO, 2008).

Gossypium hirsutum, nativa do México, compreende a espécie mais cultivada mundialmente, conhecida principalmente como algodão herbáceo, mas inclui também as cultivares americanas do gênero *Acala* e o algodoeiro mocó (*G. hirsutum* raça *marie-galante*) (BRUBAKER et al., 1999). HUTCHINSON (1951) reconheceu sete raças de *G. hirsutum*: *yucatanense*, *punctatum*, *palmeri*, *latifolium*, *marie-galante*, *morrilli* e *richmondi*. Dentre essas, *punctatum*, *latifolium* e *marie-galante* são consideradas as raças das quais derivaram as modernas cultivares de algodão de planalto “*Upland*” (LUBBERS & CHEE, 2009).

2.1.2. Desenvolvimento e Produção

O algodoeiro é cultivado entre as latitudes 45° norte e 30° sul. Durante todo o ciclo são necessários dias predominantemente ensolarados, com temperaturas médias entre 22°C e 30°C, não suportando temperaturas inferiores a 5°C. A planta requer, para um ciclo de 160 dias, entre 750 mm a 900 mm de precipitação

pluviométrica bem distribuída no período. Em condições de umidade e temperatura ideais, a cultura tem sido cultivada com sucesso em altitudes que variam de 200 m a 1.000 m, com ciclo de desenvolvimento podendo prolongar-se por até 40 dias em altitudes superiores a 600 m. Nas espécies cultivadas comercialmente, o Período do florescimento ocorre entre 40 a 70 dias após a sementeira. A parte interna da flor desenvolve-se gradualmente por cerca de 40 a 70 dias em um fruto (capulho), com as sementes e as fibras (BELTRÃO, 1999; CIA et al., 1999).

A produção de algodão exige solos férteis em matéria orgânica, fósforo, potássio e com teores de nutrientes equilibrados. Portanto, a cultura requer manejo e sistema de produção específicos, principalmente rotação com espécies leguminosas e gramíneas. São desfavoráveis ao algodoeiro solos ácidos ou pobres em nutrientes, úmidos ou sujeitos à encharcamento, rasos e compactados (BUAINAIN & BATALHA, 2007).

O agronegócio do algodão constitui uma das principais atividades, tanto na geração de renda como na ocupação de mão-de-obra e na geração de empregos, em todo o mundo, especialmente nos setores primário e industrial (BELTRÃO & AZEVEDO, 2008). Os países que se destacam como principais produtores são: Brasil, China, Estados Unidos, Índia, Paquistão, Uzbequistão, Turquia e Austrália (RICHETTI & MELO FILHO, 1998). A China é maior produtora e consumidora mundial dessa “commodity”, existindo mais de 50 milhões de produtores de algodão no país (BELTRÃO et al., 2008).

No Brasil, o algodoeiro é uma das principais culturas exploradas, sendo cultivado em vários estados (BELTRÃO et al., 2003). Atualmente, os principais estados produtores de algodão são Mato Grosso, Bahia, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Minas Gerais (CONAB, 2014). Além disso, o Brasil destaca-se como o maior produtor do hemisfério-sul, cuja comercialização movimentou valores acima de 120 bilhões de reais (BELTRÃO et al., 2008).

Essa malvacea representa 2,5 % da economia nacional, o que destaca sua importância na agricultura nacional (IBGE, 2009). De acordo com boletim da Bolsa Brasileira de Mercadorias – BBM, os registros de exportação, incluindo aquelas com opção para o mercado interno, totalizaram para a safra 2013/14 cerca de 453 mil toneladas (BBM, 2014). A produção do algodão na década de 1980 concentrou-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, a partir da década de 1990 o cultivo migrou para o Cerrado e região Centro-Oeste do país (FONTES et al., 2006). Segundo os

autores, na região Centro-Oeste há forte tendência de crescimento da cotonicultura devido às condições de clima favoráveis, terras planas, que permitem a mecanização da lavoura, existência de programas de incentivo à cultura implementada pelos Estados da região e uso de tecnologias modernas.

O algodão colhido é utilizado na indústria de fiação e tecelagem e na indústria de alimentação animal (farelo) e humana (óleo), além de grande número de produtos secundários (SOUSA, 2010). A comercialização no Brasil pode ser feita de produto em caroço e em pluma. O primeiro é vendido no mercado primário (usinas, cooperativas, intermediários, etc.). A comercialização do produto em pluma é realizada no mercado central, que atua na exportação e no mercado de consumo interno no Brasil (BARROS & BELTRÃO, 1999).

2.1.3. Pragas associadas à cultura

A cultura do algodão abriga número significativo de insetos-praga que podem ocasionar danos às raízes, caules, folhas, botões florais, flores, maçãs e capulhos, podendo provocar sérios prejuízos à cultura (LUTTRELL et al., 1994; MARUR & RUANO, 2003). Os danos ocasionados pelas pragas podem reduzir a produtividade, como também afetar diretamente características importantes das sementes e fibras, depreciando-as para a utilização comercial (BELLIZZI et al., 2003).

Os artrópodes pragas associados à cultura do algodão no Brasil, que se destacam como causadores de danos econômicos, são: o bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman, 1893 (Coleoptera: Curculionidae); o curuquerê, *Alabama argillacea* (Hübner, 1818), a lagarta-das-maçãs, *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), as lagartas do gênero *Spodoptera* (*S. frugiperda* (J.E. Smith, 1797), *S. cosmioides* (Walker, 1858) e *S. eridania* (Cramer, 1782)) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-rosada, *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) (Lepidoptera: Gelechiidae); os pulgões, *Aphis gossypii* (Glover, 1877) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae); os percevejos, *Horcias nobilellus* (Bergman, 1883) (Hemiptera: Miridae) e *Dysdercus ruficollis* (Linnaeus, 1764) (Hemiptera: Pyrrhocoridae), a mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) e os ácaros, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) e *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) (SOARES et al., 1997; MARUR & RUANO, 2003).

Com a implementação do programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) do algodoeiro, o controle de pragas da cultura deixou de ser realizado com o uso exclusivo de inseticidas químicos, passando-se a adotar sistemas que enfatizam o manejo da população de artrópodes dentro do agroecossistema, considerando medidas como destruição de soqueiras, época de plantio, uso de cultivares tolerantes, rotação de cultura, monitoramento populacional das pragas, uso de feromônios e controle em bordaduras e de focos de infestação (GALLO et al., 2002). Dentro desse contexto, o Estado de São Paulo regulamentou a “Resolução SAA - 50, 14-10-2010” que determina o estabelecimento de vazio sanitário no período de 10 de julho a 10 de outubro para áreas cultivadas com algodão, promovendo a eliminação e destruição das plantas para controle do bicudo do algodoeiro.

2.2. Controle biológico conservativo

O Controle Biológico Conservativo visa aumentar e conservar as populações de inimigos naturais para incrementar a eficiência do controle de insetos pragas (BARBOSA, 1998), sendo as técnicas desse controle facilmente utilizadas nos programas de manejo integrado de pragas (COLLINS et al., 2003; RIPA et al., 2008).

A manipulação do habitat utilizando-se plantas herbáceas floríferas aumenta o controle biológico natural, porém pouco se conhece sobre os inimigos naturais envolvidos (JONSSON et al., 2010) e a espécie de planta florífera utilizada, que deve atrair apenas inimigos naturais (HOGG et al., 2011). Assim, áreas de refúgio compostas por plantas floríferas podem aumentar a diversidade de carabídeos e outros insetos predadores, contribuindo para manter a biodiversidade e a estabilidade do agroecossistema (FRANK & REICHADT, 2004; MACLEOD et al., 2004). Ressalta-se que carabídeos utilizam áreas de refúgio para se abrigarem durante períodos do ano que lhes são adversos (BEDFORD & USHER, 1994).

Modelos de agroecossistemas que visam à sustentabilidade e à preservação da biodiversidade fortalecem o emprego das técnicas de controle biológico conservativo. Os modelos convencionais devem ser substituídos por modelos que utilizem a biodiversidade para o manejo de insetos pragas (ALTIERI et al., 2003). Segundo os autores, existem várias táticas de manejo de pragas que utilizam o aumento da biodiversidade através da manipulação do ambiente em

agroecossistemas, dentre as quais destacam-se o manejo de plantas invasoras, a substituição de monoculturas por policulturas, o emprego de culturas de cobertura e a manipulação da vegetação no entorno das culturas.

2.3. Emprego de plantas herbáceas no controle biológico conservativo

A diversidade e a abundância de inimigos naturais nas culturas, geralmente estão relacionadas com a natureza da vegetação nas adjacências. A presença desses habitats tem sido considerada componente importante dos agroecossistemas devido favorecerem a ocorrência de alta densidade de insetos predadores (THOMAS et al., 1991; DYER & LANDIS, 1997; MACLEOD et al., 2004). Por outro lado, a falta desses habitats pode reduzir a ocorrência de insetos predadores, limitando o potencial desses inimigos naturais em controlar pragas (COOMBES & SOTHERTON, 1986; THOMAS et al., 1991).

Os fragmentos florestais, cercas vivas, faixas de plantas herbáceas e outros habitats localizados nas proximidades de culturas constituem o refúgio primordial de carabídeos e outros insetos predadores (THOMAS et al. 1992; PFIFFNER & LUKA, 2000). A rápida colonização de áreas cultivadas por carabídeos ocorre devido esses besouros predadores utilizarem áreas de vegetação nas adjacências das culturas como abrigo (KINNUNEN & TIAINEN, 1999; FRANK & REICHADT, 2004).

Áreas de refúgio compostas por plantas herbáceas podem beneficiar inimigos naturais quando as condições da cultura não são adequadas, como em períodos de aplicação de inseticidas (BEDFORD & USHER, 1994; LEE et al., 2001). Ressalta-se que áreas de refúgio também podem atrair insetos herbívoros que ocasionam aumento de inimigos naturais atraídos pela presença de presas e hospedeiros (NORIS & KOGAN, 2005).

A determinação de espécies de plantas a serem introduzidas em agroecossistemas para constituírem áreas de refúgio para inimigos naturais requer estudos que considerem plantas nativas que devem ser avaliadas individualmente para tal fim (FIEDLER & LANDIS, 2007). A seleção de plantas herbáceas para servirem de refúgio deve considerar plantas que apresentem características como: rápido crescimento, resistência às condições adversas de umidade e temperatura, baixa necessidade de tratamentos culturais, perenidade e reduzido potencial de se

transformarem em plantas daninhas (THOMAS et al., 1991; MACLEORD et al., 2004).

A manipulação do hábitat visando ao controle de pragas é uma linha de pesquisa recente. De acordo com LANDIS et al. (2000; 2005), aumento significativo destas pesquisas ocorreu a partir da década 1990, provavelmente devido a busca por alternativas para aumentar a sustentabilidade na agricultura. Os autores relataram ainda que os resultados desses estudos devem ser considerados nos programas de planejamento agrícola.

2.4. Hábito alimentar e análise do conteúdo alimentar de Carabidae

Os carabídeos são citados como predadores de afídeos, lagartas de lepidópteros e lesmas, além de espécies que se alimentam de sementes de plantas herbáceas (KROMP, 1999; HOLLAND & LUFF, 2000; TOOLEY & BRUST, 2002).

Adultos e larvas de carabídeos podem apresentar hábito alimentar diversificado, variando de carnívoro a granívoro, sendo as espécies granívoras consideradas evoluídas de ancestrais carnívoros (HURKA & JAROSIK, 2003; SASAKAWA, 2007; SASAKAWA et al., 2010). Por outro lado, pouco se conhece sobre o efeito da dieta na fecundidade desses besouros. Em geral, a mistura de dietas estimula a produção de ovos (BILDE & TOFT, 1994), sendo a fecundidade afetada pela qualidade do alimento oriundo de apenas uma dieta (BILDE & TOFT, 1994, 1999; BILDE et al., 2000). WALLIN et al. (1992) estudaram a alimentação de alguns carabídeos predadores polípagos, observando que a dieta à base de insetos foi a mais adequada para reprodução. Por outro lado, fêmeas de espécies granívoras geralmente apresentam taxa de postura mais elevada quando alimentadas com sementes em comparação com dieta à base de insetos (JORGENSEN & TOFT, 1997 a,b; SASKA, 2008). Deve ser ressaltado que a determinação do tipo de alimento utilizado por carabídeos encontra-se entre os principais aspectos considerados em estudos sobre hábitos alimentares (TOFT & BILDE, 2002).

A análise do conteúdo do aparelho digestivo de insetos coletados no campo permite avaliar o tipo de alimento ingerido. A dissecação do aparelho digestivo seguida da análise do conteúdo alimentar de insetos pode ser realizada pelo teste ELISA, DNA (PCR) e marcação com isótopo, através dos quais se determinam os

hábitos alimentares de espécies de carabídeos (WALLACE, 2004; SYMONDSON et al., 1999; SHEPPARD & HARWOOD, 2005; WINDER et al., 2005; GREENSTONE et al., 2007; IKEDA, 2010; EITZINGER & TRAUGOTT, 2011). Existe ainda a análise de material alimentar por microscopia óptica, que é uma técnica de baixo custo e tem sido utilizada em estudos sobre hábitos alimentares de espécies de carabídeos (JOHNSON & CAMERON, 1969; HENGEVELD, 1980; CHIVERTON, 1984; HOLOPAINEN & HELENIUS, 1992; WALRANT & LOREAU, 1995; HOLLAND, 2002).

A análise do material ingerido, por meio da dissecação do aparelho digestivo, é uma ferramenta importante que pode esclarecer aspectos relacionados ao hábito e à preferência alimentar dos carabídeos, tendo em vista a ampla variedade de alimentos que estes insetos podem ingerir. De acordo com HENGEVELD (1980), essa técnica possibilita identificar pernas e mandíbulas de coleópteros e lepidópteros, além de tarsos, pernas, antenas e asas de himenópteros (Formicidae), dípteros e hemípteros (Aphididae e Tingidae). A sua principal limitação relaciona-se com a identificação de materiais presentes nos fluidos e na massa amorfa que podem ser encontrados no aparelho digestivo dos insetos (SUNDERLAND, 1988).

2.5. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

O sistema digestivo dos insetos reflete uma das principais interações existente entre estes organismos e o meio ambiente devido apresentar grande diversidade morfológica, funcional, digestiva e de assimilação de nutrientes oriundos de diferentes tipos de alimentos (TERRA, 1988). Devido às variações existentes entre o aparelho digestivo das diferentes espécies de insetos, estudos do hábito alimentar e da estrutura desse aparelho, utilizando microscopia eletrônica de varredura, possibilitam correlacionar a espécie com fatores do meio ambiente, como por exemplo, a fenologia e o tipo de estrutura florífera produzida por plantas (CAETANO, 1984; RIBEIRO et al., 1990).

A morfologia e as variações no tamanho do trato digestivo dos insetos estão correlacionadas com a dieta. Geralmente, insetos que ingerem alimentos ricos em proteínas têm trato digestivo curto, os que ingerem dieta rica em carboidratos apresentam trato digestivo mais longo (CHAPMAN, 1975). Em um dos estudos mais bem sucedidos sobre a constatação de que a morfologia do aparelho digestivo correlaciona-se com a dieta do inseto, DOW (1986) relatou que os insetos devem ser

analisados com base em suas preferências alimentares, classificando-se as dietas de acordo com a composição nutricional, isto é de origem animal ou vegetal. Embora esta aproximação ofereça informações importantes sobre a fisiologia da digestão nos insetos, aspectos como a avaliação histológica do aparelho digestivo devem ser adotados para análise mais precisa desta relação (TERRA & FERREIRA, 1994).

Estudo de microscopia eletrônica de formicídeos revelou que o proventrículo tem elevado grau de diversificação entre as diferentes espécies. O proventrículo apresenta uma estrutura rígida, fortemente esclerotizada e recoberta por densa camada de espinhos, sendo constituída por uma projeção do epitélio do estomodeo, geralmente revestido por duas camadas de musculatura, uma longitudinal e outra circular (CAETANO, 1984). De acordo com o autor, existe a possibilidade de se delimitar subfamílias e gêneros através das características do proventrículo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O estudo foi conduzido de agosto de 2012 a julho de 2013 na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (21°15'32"S e 48°16'49"W) e no Laboratório de Ecologia de Insetos, do Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil.

3.2. Demarcação da área experimental

A cultivar de algodoeiro colorido, *Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch., herbáceo, utilizada foi a BRS verde. A semeadura foi realizada em uma área de 40 m de comprimento por 40 m de largura, totalizando 1600 m² (Figura 1). O espaçamento adotado foi de 1 m entre linhas com covas contendo duas plantas e espaçadas de 0,3 a 0,5 m.



Figura 1. Imagem aérea da área de estudo, o círculo (o) determina o local da área experimental.

3.3. Bordas com Plantas Herbáceas Floríferas (PHF)

Nas bordas da área do algodoeiro foram cultivadas plantas herbáceas mantidas em faixas de 1 x 10 m (Figura 2). As seguintes plantas herbáceas floríferas (PHF) foram consideradas: flor-de-mel (*Lobularia maritima* (L.) (Brassicaceae)), cravo-de-defunto (*Tagetes erecta* L. (Asteraceae)), trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum* Moench (Polygonaceae)) e no canteiro sem PHF permitiu-se o crescimento de plantas espontâneas (*Amaranthus retroflexus* L., *Alternanthera tenella* Colla e *Amaranthus spinosus* L. (Amaranthaceae); *Sida spinosa* L. (Malvaceae); *Digitaria insularis* (L.), *Eleusine indica* (L.) Gaer e *Cenchrus echinatus* L. (Poaceae); *Acanthospermum hispidum* DC. (Asteraceae); *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae); *Richardia brasiliensis* Gomes (Rubiaceae); *Euphorbia heterophylla* L. e *Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small (Euphorbiaceae); *Commelina benghalensis* L. (Commelinaceae); *Indigofera hirsuta* L. (Fabaceae); *Ipomea grandifolia* (Dammer)

O'Donnell (Convolvulaceae)). O plantio das espécies de PHF foi feito através de mudas ou sementes, e em período que possibilitou coincidir a fase de florescimento dessas plantas com o início da amostragem dos carabídeos no algodoeiro.

3.4. Espécies de Carabidae

As espécies de carabídeos estudadas foram *Abaris basistriata* Chaudoir, 1873 (Pterostichinae), *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Carabinae), *Galerita brasiliensis* Dejean, 1826 (Dryptinae), *Odontocheila nodicornis* (Dejean, 1825) (Cicindelinae), *Scarites* sp. (Scaritinae), *Selenophorus alternans* Dejean, 1829, *Selenophorus discopunctatus* Dejean, 1829, *Selenophorus seriatoporus* Putzeys, 1878 (Harpalinae) e *Tetracha brasiliensis* (Kirby, 1818) (Cicindelinae), consideradas abundantes na região nordeste do estado de São Paulo por CIVIDANES et al. (2009).

3.4.1. Amostragem das espécies de Carabidae

Na área do algodoeiro colorido foram instaladas 12 armadilhas tipo alçapão (pitfall) associadas a cada uma das faixas com PHF e plantas espontâneas. As armadilhas ficaram distanciadas 4 m entre si e a 1 m das bordas de PHF e plantas espontâneas (Figura 2).

As armadilhas foram constituídas de copos plástico de 8 cm de diâmetro e 14 cm de altura, contendo 50 mL de solução a base de água (48,6 mL); formaldeído P.A. 36,5 – 38,0 % (1,35 mL) e detergente neutro (0,05 mL). Toda armadilha foi coberta com prato plástico de 20 cm de diâmetro, para minimizar a entrada da água das chuvas. As amostras foram obtidas quinzenalmente e os carabídeos capturados foram separados por espécie e mantidos congelados para posterior dissecação.

A amostragem dos carabídeos foi realizada nos seguintes períodos fenológicos do algodoeiro: (i) período vegetativo (PV), (ii) período reprodutivo (botão, flor e maçã) (PR), (iii) período de colheita (PC), e se prolongaram até o momento em que carabídeos não foram mais capturados nas armadilhas.

As espécies foram identificadas pelo Dr. George E. Ball, do Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canadá, ou ainda utilizando-se chaves de identificação (REICHARDT, 1977) com o auxílio da coleção de Carabidae

existente no Laboratório de Ecologia de Insetos, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal.

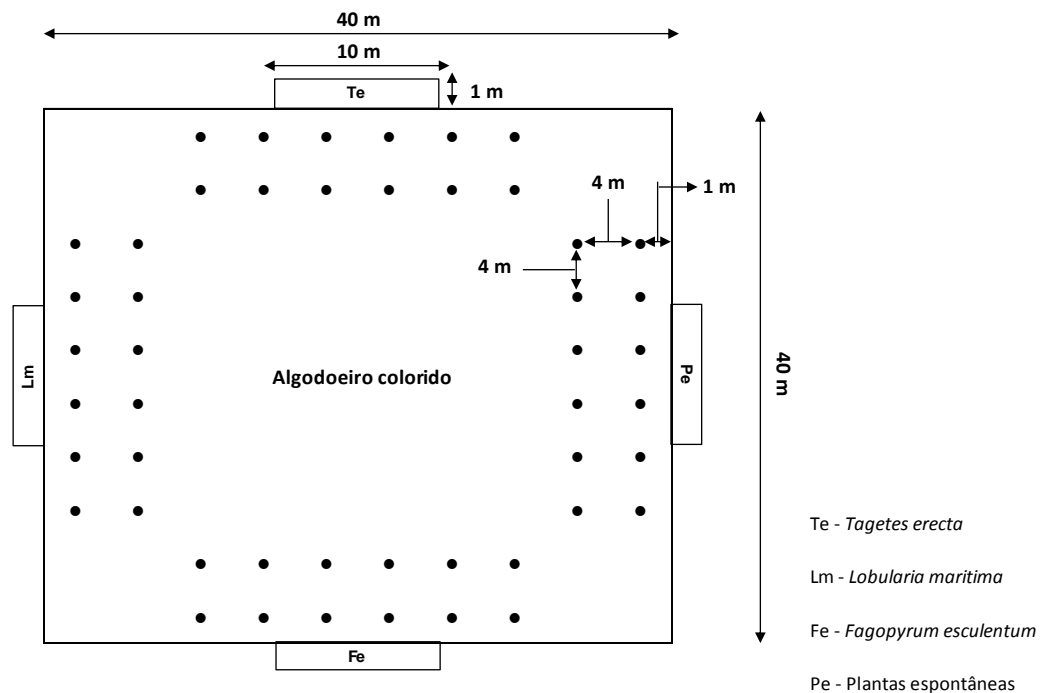


Figura 2. Representação esquemática da área experimental com algodoeiro BRS Verde subdividida em 48 armadilhas associadas a faixas de plantas herbáceas floríferas (PHF) e plantas espontâneas. O círculo preto (•) indica a localização das armadilhas.

3.5. Conteúdo alimentar de Carabidae

Para o estudo do conteúdo alimentar foram considerados dois indivíduos de cada espécie de besouro provenientes das armadilhas instaladas nas faixas de PHF e para cada período fenológico do algodoeiro.

Para a avaliação do conteúdo alimentar, os indivíduos capturados das nove espécies de carabídeos foram dissecados sob microscópio estereoscópico, utilizando-se tesoura de ponta fina, os indivíduos foram dissecados através de um corte nas laterais do corpo (pleura) para desprender a região dorsal (tergo) da ventral (esterno). Em seguida, o aparelho digestivo foi removido para placa de Petri, seccionando-se a região do ingluvío e do proventrículo com o auxílio de bisturi. O material alimentar obtido foi fixado em lâminas de microscopia óptica, contendo uma gota de solução fisiológica (0,9% de cloreto de sódio) (BARBOSA, 2011). O

conteúdo alimentar presente no inglúvio e no proventrículo foi analisado com auxílio de microscópio óptico pelo método de HOLOPAINEN & HELENIUS (1992), cuja classificação de conteúdo alimentar foi adaptada para o presente estudo considerando-se os seguintes tipos: (i) Partes Identificáveis de Artrópodes – PIA; (ii) Resíduo Quitinoso de Artrópodes – RQA; (iii) Massa Amorfa – MA; (iv) Material Vegetal com Típica Estrutura Celular – MVTEC; (v) Fluido – F e (vi) Aparelho Digestivo Sem Alimento – ADSA (Tabela 1). As fotografias da classificação do conteúdo alimentar descritas anteriormente foram registradas pelo Estereomicroscópio Leica M205C.

3.6. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para a análise de ultraestrutura, fragmentos do proventrículo, ventrículo e do íleo foi fixado em solução constituída de glutaraldeído 3%. Posteriormente, essas amostras foram pós-fixadas em tetróxido de ósmio 2%, no mesmo tampão, por 12 horas. Após o tratamento com tetróxido de ósmio, as amostras foram lavadas quatro vezes consecutivas em solução tampão pura, num intervalo de 15 minutos, desidratadas em série gradual de acetona 30%, 50%, 70%, 80%, 90%, 100%, por 20 minutos em cada passo, e secas em secador de ponto crítico, utilizando-se CO₂. Em seguida, foram montadas e recobertas com 35 nm de ouro. Finalmente, o proventrículo, ventrículo e íleo foram observados e eletromicrografados em microscópio eletrônico JEOL JSM 5410, operado em 15kV (SANTOS & MAIA, 1997).

3.7. Análise Estatística

Para associar as espécies de carabídeos aos períodos fenológicos do algodoeiro e às espécies de plantas herbáceas floríferas e plantas espontâneas realizou-se a análise de agrupamento (AA) (SNEATH & SOKAL, 1973) utilizando programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT Inc., 2004).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ocorrência de carabídeos em função do algodoeiro e plantas herbáceas

As espécies *Scarites* sp., *S. alternans* e *S. discopunctatus* foram ativas de 11/12/2012 a 02/05/2013, correspondendo aos períodos vegetativo (PV), reprodutivo (PR) e colheita (PC) do algodoeiro. Essas espécies foram as mais abundantes entre as consideradas neste estudo, totalizando 39, 76 e 77 indivíduos capturados de *Scarites* sp., *S. alternans* e *S. discopunctatus*, respectivamente (Figura 3).

O total de 37 e 51 indivíduos de *A. basistriata* e *G. brasiliensis* foi observado de 08/01/2013 a 02/05/2013, relacionado aos períodos reprodutivo (PR) e colheita (PC) do algodoeiro (Figura 3). Quanto à *C. granulatum*, 31 indivíduos foram capturados de 11/12/2012 a 16/04/2013, período que abrangeu os períodos fenológicos vegetativo (PV) e reprodutivo (PR).

Selenophorus seriatoporus foi capturado de 05/02/2013 a 02/05/2013, correspondendo aos períodos PR e PC, totalizando 27 indivíduos (Figura 3). *Tetracha brasiliensis* ocorreu entre 11/12/2012 a 05/02/2013, correspondendo ao PV e PR – botão e flor, totalizando 14 indivíduos.

Odontocheila nodicornis caracterizou-se como a espécie menos numerosa, apenas 10 indivíduos foram capturados durante o período PR – maçã (C), observado de 05/03/2013 a 03/04/2013 (Figura 3).

Considerando-se a época de ocorrência dessas espécies, os resultados obtidos são semelhantes aos de CIVIDANES et al. (2009) que relataram que *A. basistriata*, *C. granulatum*, *G. brasiliensis*, *O. nodicornis*, *Scarites* sp., *S. alternans*, *S. discopunctatus*, *S. seriatoporus* e *T. brasiliensis* apresentaram atividade durante dezembro a maio, nas culturas de soja e milho.

DAE	+ 11	+ 18	+ 39	+ 53	+ 67	+ 83	+ 95	+110	+124	+137	+153	+179	T
Fenologia	V3	B1	B5	F2	F4	C1	C2	C4	C6	Cn	Colh 1	Colh 2	
	PV		PR								PC		
<i>Abaris basistriata</i>			2	0	3	1	7	7	4	7	6	0	37
<i>Calosoma granulatum</i>	4	4	2	2	3	5	4	4	2	1			31
<i>Galerita brasiliensis</i>			1	1	8	8	8	8	8	6	3	0	51
<i>Odontocheila nodicornis</i>							2	6	2				10
<i>Scarites</i> sp.	8	3	7	5	1	7	3	2	2	0	1	0	39
<i>Selenophorus alternans</i>	8	8	8	8	8	8	8	5	7	6	2	0	76
<i>Selenophorus discopunctatus</i>	8	4	6	5	8	8	8	8	8	6	8	0	77
<i>Selenophorus seriatoporus</i>					5	6	7	0	5	2	2	0	27
<i>Tetracha brasiliensis</i>	7	2	0	1	2	2							14
	11/12	18/12	8/1	22/1	5/2	21/2	5/3	20/3	3/4	16/4	2/5	28/5	
	2012						2013						
	Datas de Amostragem												

Figura 3. Número total de indivíduos (T) de carabídeos nos diferentes Períodos fenológicos de algodoeiro colorido, cv. BRS Verde, no período de 12/2012 a 05/2013, Jaboticabal, SP. PV = Período vegetativo; PR = Período reprodutivo - Botão (B), Flor (F) e Maça (C); PC = Período de colheita. DAE = Dias Após Emergência do Algodoeiro.

Considerando-se o total de carabídeos capturados, a análise de agrupamento reuniu as fases fenológicas do algodoeiro em dois grandes grupos (Figura 4). O grupo B formado pelas fases iniciais de desenvolvimento V3, B1/2, Bn e F2 apresentou maior distância Euclidiana em relação ao grupo A, evidenciando que essas fases foram menos favoráveis para a ocorrência de carabídeos (Figura 4). O grupo A abrangeu as fases fenológicas Colhe_1, Colh_2, C4, C2, C6, C1 e F4 e indicou que os períodos reprodutivos e de colheita favoreceram os carabídeos, que ocorreram em elevado número (Figura 4). O mesmo foi relatado por DIDONET et al. (2003), que observaram maior número do carabídeo *Callida* sp. (Lebiinae) nos períodos reprodutivos da soja.

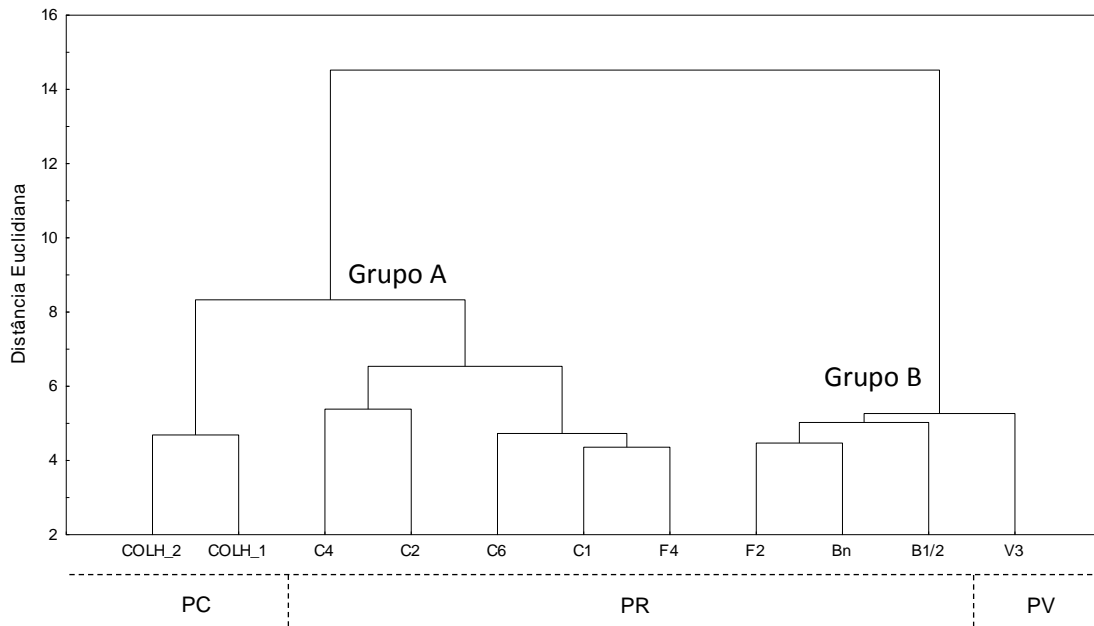


Figura 4. Dendrograma de similaridade em função do número total de carabídeos coletados nas fases fenológicas do algodoeiro colorido, cv. BRS Verde, em Jaboticabal/SP. PV = Período vegetativo – V3; PR = Período Reprodutivo (PR) – Botão: B1/2 e Bn, Flor: F2 e F4, Capulho: C1, C2, C4 e C6; PC = Período de Colheita (PC) – Colh_1 e Colh_2.

Com relação à associação de carabídeos às plantas herbáceas floríferas, verificou-se também a formação de dois grupos na análise de agrupamento (Figura 5). O grupo A apresentou alta ocorrência correspondendo a maior distância Euclidiana, evidenciando que as espécies *Scarites* sp., *O. nodicornis* e *T. brasiliensis* foram igualmente abundantes quando associados às plantas herbáceas e que portanto, tais espécies demonstraram igual preferência pelas espécies de PHF e plantas espontâneas. Assim, as espécies de plantas espontâneas estudadas podem ser indicadas para comporem área de refúgio por serem plantas endêmicas e de fácil manejo. De acordo com FRENCH & ELIOTT (1999), algumas espécies do gênero *Scarites* caracterizam-se por preferirem áreas com cobertura vegetal natural ou semi-natural localizadas nas margens de culturas. Este fato ajuda explicar a igualdade na distribuição de *Scarites* sp. neste estudo (Figura 5). Por outro lado, no grupo B estão incluídas espécies que ocorreram em baixo número, indicando que as plantas herbáceas podem ter tido pouca influência na ocorrência de *A. basistriata*, *S. alternans*, *S. discopunctatus* e *G. brasiliensis* e, conseqüentemente, pouca preferência para se alimentarem de sementes dessas plantas. Ressalta-se que *A.*

basistriata alimentou-se de sementes das PHF (Figura 6 e 7). A maioria dos carabídeos apresenta como dieta grande variedade de animais invertebrados, mas existem espécies, como as de gênero *Selenophorus*, que podem consumir sementes de plantas herbáceas (HURKA & JAROSIK, 2003; HONEK et al., 2007). Os resultados deste estudo indicam que essas espécies de carabídeos podem ser utilizadas em estudos futuros visando o controle biológico de plantas daninhas.

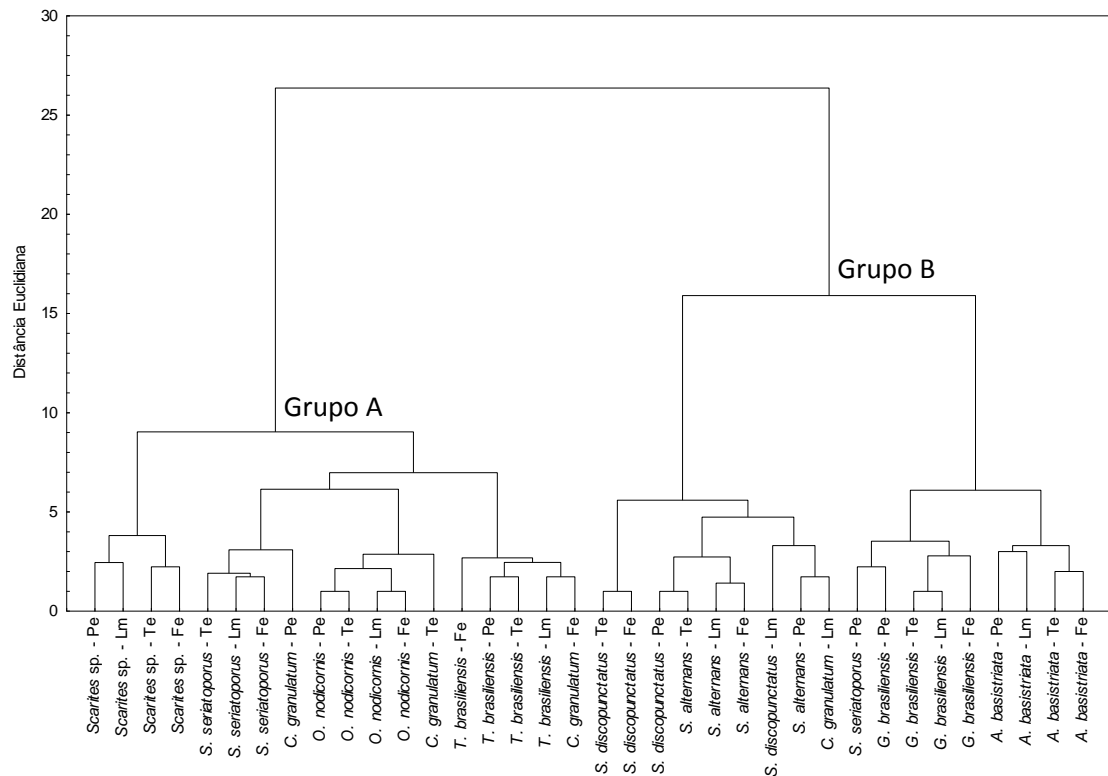


Figura 5. Dendrograma de similaridade em função das espécies de carabídeos associados às espécies de plantas herbáceas floríferas (PHF) em Jaboticabal/SP. Faixas de PHF: *Fagopyrum esculentum* (Fe), *Lobularia maritima* (Lm), *Tagetes erecta* (Te) e Plantas espontâneas (Pe).

4.2. Conteúdo alimentar

4.2.1. Período Vegetativo do algodoeiro (PV)

Durante o período vegetativo, *C. granulatum*, *Scarites* sp., *S. alternans*, *S. discopunctatus* e *T. brasiliensis* não apresentaram conteúdo alimentar tipo PIA (Partes Identificáveis de Artrópodes) e MVTEC (Material Vegetal com Típica

Estrutura Celular) (Tabela 1). BARBOSA (2011) também não relatou presença de material vegetal no aparelho digestivo de *T. brasiliensis*. No entanto, quando associadas a *T. erecta* e plantas espontâneas observou-se em *Scarites* sp. e *T. brasiliensis* fragmentos de exoesqueleto de artrópodes, caracterizando como RQA (Resíduo Quitinoso de Artrópodes) o conteúdo alimentar dessas espécies.

Observa-se por meio do conteúdo alimentar, neste período vegetativo menor quantidade de presas em comparação aos períodos reprodutivo e colheita. De acordo com MARUR & RUANO (2003) no período vegetativo existe baixa ocorrência de pragas na cultura do algodoeiro em relação ao período reprodutivo e colheita, destacando-se tripes, pulgão e broca da raiz. Mesmo caracterizando por estar associado com baixo número de pragas, neste estudo observou-se que no período vegetativo *Scarites* sp. e *T. brasiliensis* mostraram-se ativas na busca por presas, devido terem apresentado no aparelho digestivo fragmentos de exoesqueleto de artrópodes.

O conteúdo alimentar tipo F foi constatado somente quando as espécies *C. granulatum* e *Scarites* sp. estavam associadas à *L. maritima* e *T. erecta* (Tabela 1). Por outro lado, *C. granulatum* apresentou maior frequência de conteúdo alimentar MA (Massa Amorfa) quando associado a *F. esculentum*, *L. maritima* e *T. erecta*, enquanto em *T. brasiliensis* o conteúdo MA foi encontrado somente quando a espécie esteve associada a *F. esculentum*.

Quando associados às plantas herbáceas floríferas (PHF), *Scarites* sp., *S. alternans* e *S. discopunctatus* apresentaram maior frequência de conteúdo alimentar ADSA. Em *T. brasiliensis* esse conteúdo alimentar foi mais frequente quando associado a *F. esculentum* e *L. maritima* (Tabela 1).

Tabela 1. Percentagem de conteúdo alimentar presente em espécies de Carabidae, associadas às Plantas Herbáceas Floríferas (PHF), durante o período fenológico do algodoeiro, cv. BRS Verde, entre 11/12/2012 a 28/05/2013, Jaboticabal, SP.

Espécies	PHF	Período Vegetativo (PV)						T	Período Reprodutivo (PR)						T	Período de Colheita (PC)						T
		Tipo de conteúdo alimentar (%)							Tipo de conteúdo alimentar (%)							Tipo de conteúdo alimentar (%)						
		PIA	RQA	MA	MVTEC	F	ADSA		PIA	RQA	MA	MVTEC	F	ADSA		PIA	RQA	MA	MVTEC	F	ADSA	
<i>Abaris basistriatus</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	-	-	-	-	50,00	16,66	16,66	-	-	16,66	6	-	-	50,00	50,00	-	-	2	
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	-	-	-	-	16,66	-	33,33	-	-	50,00	6	25,00	-	25,00	50,00	-	-	4	
	<i>Tagetes erecta</i>	-	-	-	-	-	-	-	25,00	75,00	-	-	-	4	-	-	25,00	50,00	25,00	-	4	
	Plantas Espontâneas	-	-	-	-	-	-	25,00	25,00	50,00	-	-	-	8	-	33,33	-	-	-	66,67	3	
<i>Calosoma granulatum</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	100,00	-	-	1	-	-	-	-	100,00	-	2	-	-	-	-	-	-	0	
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	50,00	-	50,00	2	7,69	15,38	23,08	-	23,08	30,77	13	-	-	-	-	-	100,00	1	
	<i>Tagetes erecta</i>	-	-	100,00	-	-	1	-	25,00	25,00	-	25,00	25,00	4	-	-	-	-	-	-	0	
	Plantas Espontâneas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57,14	42,86	7	-	-	-	-	-	-	0	
<i>Galerita brasiliensis</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	-	-	-	-	40,00	50,00	-	-	-	10,00	10	-	-	33,33	-	-	66,67	3	
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	-	-	-	-	54,55	-	-	-	27,27	18,18	11	-	-	-	-	-	100,00	2	
	<i>Tagetes erecta</i>	-	-	-	-	-	-	50,00	10,00	20,00	-	10,00	10,00	10	-	50,00	-	-	-	50,00	2	
	Plantas Espontâneas	-	-	-	-	-	-	27,27	9,09	27,27	9,09	9,09	18,19	11	50,00	25,00	-	-	-	25,00	4	
<i>Odontocheila nodicornis</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	1	-	-	-	-	-	-	0	
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	2	-	-	-	-	-	-	0	
	<i>Tagetes erecta</i>	-	-	-	-	-	-	-	33,33	-	-	33,33	33,33	3	-	-	-	-	-	-	0	
	Plantas Espontâneas	-	-	-	-	-	-	-	-	50,00	-	-	50,00	4	-	-	-	-	-	-	0	
<i>Scarites sp.</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	-	-	-	100,00	2	-	11,11	11,11	-	44,45	33,33	9	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	-	-	-	100,00	2	-	-	20,00	20,00	40,00	20,00	10	-	-	-	100,00	-	-	1
	<i>Tagetes erecta</i>	-	-	-	-	50,00	50,00	2	-	-	16,67	-	16,67	66,66	6	-	-	-	-	-	-	0
	Plantas Espontâneas	-	50,00	-	-	-	50,00	2	-	-	28,57	-	14,29	57,14	7	-	-	-	-	-	-	0
<i>Selenophorus alternans</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	-	-	-	100,00	2	-	7,14	28,57	14,29	21,43	28,57	14	-	-	33,33	33,33	-	33,33	3
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	-	-	-	100,00	2	-	12,50	43,75	12,50	6,25	25,00	16	-	-	-	50,00	-	50,00	2
	<i>Tagetes erecta</i>	-	-	50,00	-	-	50,00	2	11,11	16,67	38,89	5,55	5,55	22,22	18	-	-	-	66,67	-	33,33	3
	Plantas Espontâneas	-	-	100,00	-	-	-	2	-	-	53,33	20,00	-	26,67	15	-	-	-	-	-	-	0
<i>Selenophorus discopunctatus</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	100,00	-	-	-	2	-	7,69	61,54	7,69	-	23,08	13	25,00	-	50,00	-	-	25,00	4
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	-	-	-	100,00	2	-	7,14	28,57	14,29	-	50,00	14	-	-	100,00	-	-	-	2
	<i>Tagetes erecta</i>	-	-	50,00	-	-	50,00	2	25,00	-	8,33	25,00	16,67	25,00	12	-	-	25,00	-	25,00	50,00	4
	Plantas Espontâneas	-	-	-	-	-	100,00	2	7,69	15,39	61,54	-	7,69	7,69	13	-	25,00	75,00	-	-	-	4
<i>Selenophorus seriatoporus</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	33,33	33,33	-	33,33	-	6	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	60,00	40,00	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Tagetes erecta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	25,00	25,00	-	25,00	25,00	4	-	-	-	-	-	-	0
	Plantas Espontâneas	-	-	-	-	-	-	-	-	50,00	25,00	-	25,00	-	8	-	50,00	-	25,00	-	25,00	4
<i>Tetracha brasiliensis</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	50,00	-	-	50,00	2	-	-	25,00	-	50,00	25,00	4	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Lobularia maritima</i>	-	-	-	-	-	100,00	2	-	-	50,00	-	-	50,00	2	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Tagetes erecta</i>	-	100,00	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
	Plantas Espontâneas	-	100,00	-	-	-	-	1	-	-	-	-	50,00	50,00	2	-	-	-	-	-	-	0

PIA = Partes Identificáveis de Artrópodes; RQA = Resíduo Quitinoso de Artrópodes; MA = Massa Amorfa; MVTEC = Material Vegetal com Típica Estrutura Celular; F = Fluido; ADSA = Aparelho Digestivo Sem Alimento; T = total de indivíduos coletados.

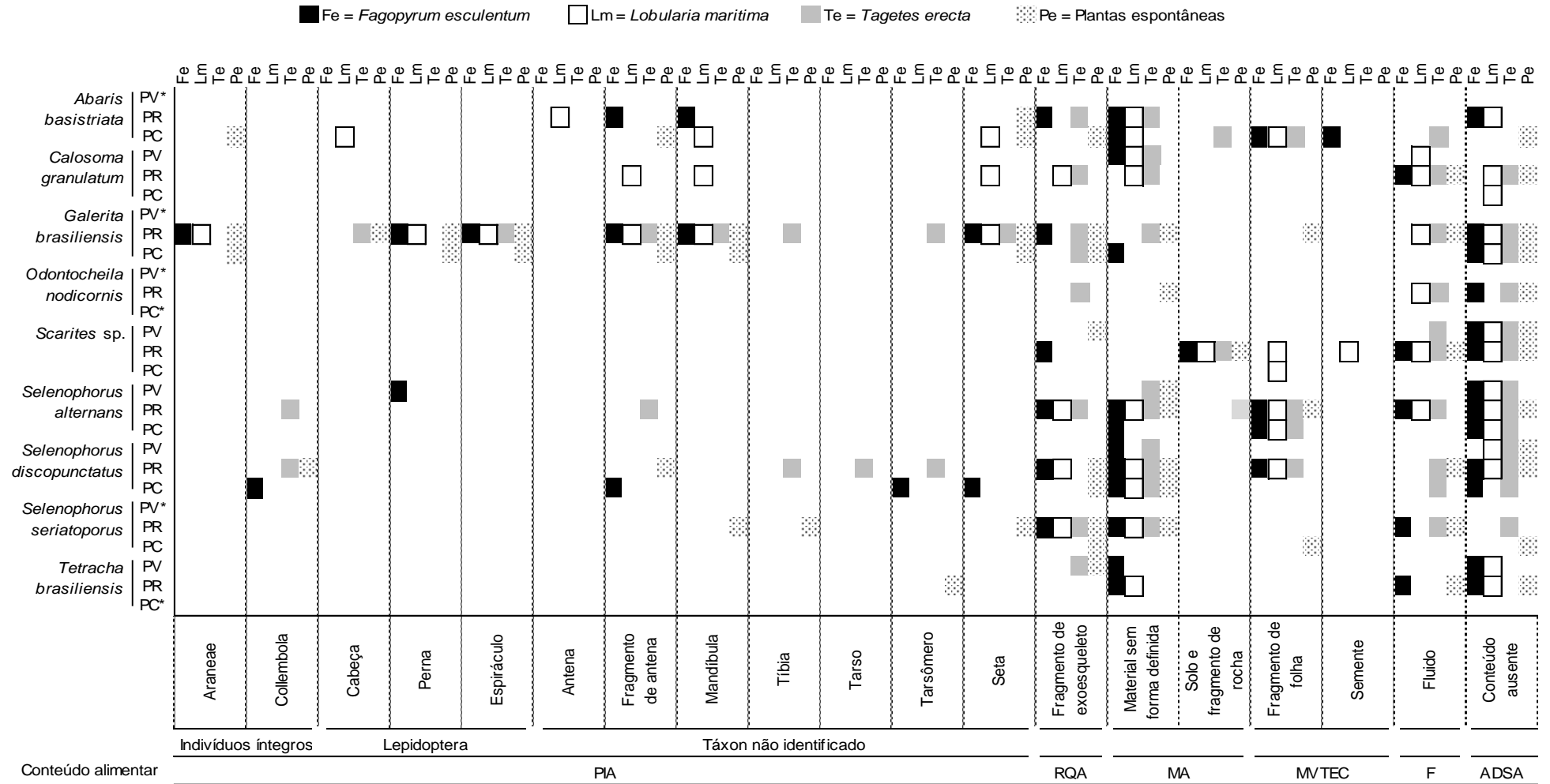


Figura 6. Tipos de conteúdo alimentar de espécies de Carabidae associadas às plantas herbáceas floríferas, durante o período fenológico do algodoeiro colorido, entre 11/12/2012 a 28/05/2013, Jaboticabal, SP.

* Período fenológico do algodoeiro sem presença de espécie de carabídeo; **PV** = Período vegetativo; **PR** = Período reprodutivo; **PC** = Período de colheita; **PIA** = Partes Identificáveis de Artrópodes; **RQA** = Resíduo Quitinoso de Artrópodes; **MA** = Massa Amorfa; **MVTEC** = Material Vegetal com Típica Estrutura Celular; **F** = Fluido; **ADSA** = Aparelho Digestivo Sem Alimento.

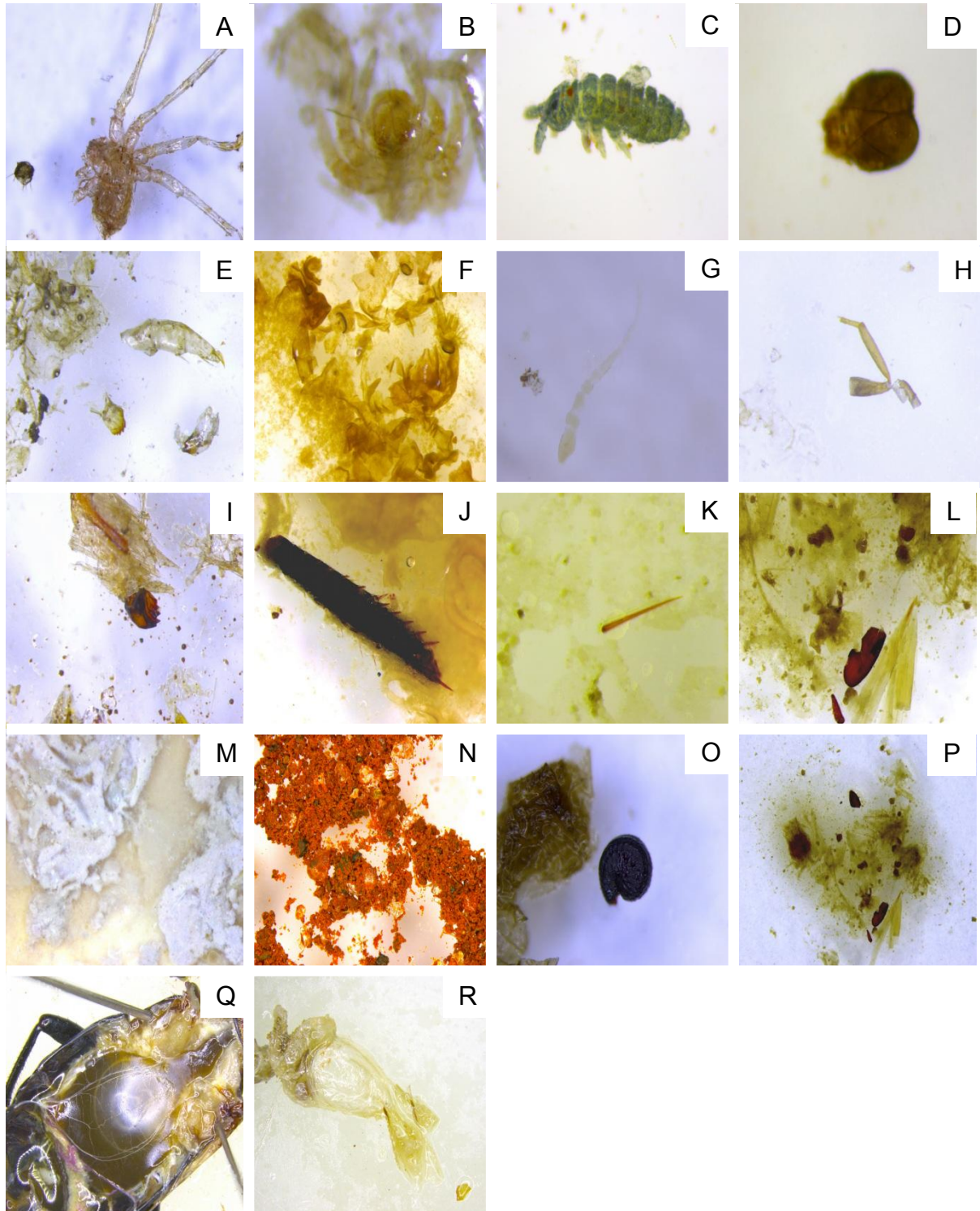


Figura 7. Fotografia de conteúdo alimentar de espécies de Carabidae associadas às plantas herbáceas floríferas, durante o período fenológico do algodoeiro colorido, entre 11/12/2012 a 28/05/2013, Jaboticabal, SP.

* **PIA** = Partes Identificáveis de Artrópodes (A, B - araneae; C – collembola; D, E, F – cabeça, perna e espiráculo de Lepidoptera; G – antena; H – fragmento de antena; I – mandíbula; J – tíbia; K - seta); **RQA** = Resíduo Quitinoso de Artrópodes (L, P – fragmento de exoesqueleto); **MA** = Massa Amorfa (M – material sem forma definida; N – solo e fragmento de rocha); **MVTEC** = Material Vegetal com Típica Estrutura Celular (O - semente); **F** = Fluido (Q - líquido); **ADSA** = Aparelho Digestivo Sem Alimento (R – conteúdo ausente).

4.2.2. Período Reprodutivo do algodoeiro (PR)

Comparado aos períodos vegetativo e colheita do algodoeiro, no período reprodutivo observou-se maior atividade predatória de *A. basistriata*, *C. granulatum*, *G. brasiliensis*, *O. nodicornis*, *Scarites* sp., *S. alternans*, *S. discopunctatus*, *S. seriatoporus* e *T. brasiliensis* (Tabela 1). Neste período fenológico, a ocorrência de espécies pragas é mais intensa destacando-se a lagarta-da-maça, *Heliiothis virescens* Fabricius, o curuquerê-do-algodoeiro, *Alabama argilacea* (Hubner) e a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta rosada, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), o bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), percevejos (Hemiptera) e ácaros (MARUR & RUANO, 2003).

Neste estudo, *G. brasiliensis*, quando associado às PHF, apresentou maior frequência de indivíduos com partes identificáveis de artrópodes (PIA) sendo observado no seu conteúdo alimentar partes de Lepidoptera como cabeça, pernas e espiráculos, resultado que não foi constatado nas outras espécies estudadas (Figura 6 e Figura 7). Este fato é um indicativo de elevada atividade predatória desse carabídeo quando associado às plantas floríferas. Ressalta-se que foram observadas no Inglúvio de *G. brasiliensis* partes íntegras de aranhas (Figura 6 e Figura 7). Por outro lado, em *C. granulatum* e *S. alternans*, o conteúdo PIA foi encontrado apenas quando associadas à *L. marítima* e *T. erecta*, respectivamente. A constatação de pequena quantidade de fragmentos de antena, mandíbula e seta de artrópodes em *C. granulatum* pode indicar que a espécie apresentou reduzida capacidade predatória ou o aparelho bucal mastigador por ser robusto em relação às outras espécies estudadas, tem a capacidade de triturar o alimento ingerido em porções menores e com isso, facilita o processo de digestão (Figura 6). Esses

resultados diferem dos encontrados por GIDASPOW (1963) e PASINI (1991) que consideraram *C. granulatum* um excelente predador associado à lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) e outros lepidópteros pragas de diversas culturas. Neste estudo, evidenciou que a espécie *G. brasiliensis* se mostrou um excelente predador de lagartas, sendo mais eficiente no controle dessas pragas do que *C. granulatum* na cultura de algodoeiro, conforme os resultados obtidos ao analisar o conteúdo alimentar (Figura 6 e Figura 7).

Com relação à *S. alternans*, foi constatada a presença de Colembola (Figura 6 e Figura 7). Resultados semelhantes foram relatados por PENNY (1966), que observou aranhas, colembolas, pequenos dípteros, ácaros e minhocas no aparelho digestivo no carabideo *Nebria brevicollis* Fabricius, enquanto HENGEVELD (1980) relatou partes de tarso, perna e antena de himenópteros no aparelho digestivo dos carabídeos *Pterostichus niger* (Schaller), *Pterostichus lepidus* (Leske), *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius) e *Pterostichus coeruleus* (Linnaeus).

Quando associado às PHF, *S. seriatoporus* apresentou elevada frequência de resíduo quitinoso de artrópodes (RQA), enquanto em *O. nodicornis* e *Scarites* sp. constatou-se RQA somente quando associadas a *T. erecta* e *F. esculentum*, respectivamente. SUNDERLAND (1975), ao analisar o conteúdo digestivo do carabídeo *Loricera pilicornis* Fabricius, relatou a presença de resíduo de artrópodes não identificados. No presente estudo, esse conteúdo alimentar foi pouco frequente em *O. nodicornis* e *Scarites* sp., que ocorreram em baixo número no algodoeiro. Esses resultados podem indicar baixa preferência dessas espécies pelas PHF (Tabela 1).

Quanto à *S. seriatoporus*, os resultados do presente estudo diferem dos relatados por BARBOSA (2011) que observou no conteúdo alimentar da espécie partes de antenas, nas quais foi possível visualizar antenômeros e setas, componentes não observados neste estudo. Possivelmente, no estudo de BARBOSA (2011), isso deve estar relacionado às culturas de soja e milho, onde foram capturados esses carabídeos. Além disso, neste estudo, o conteúdo alimentar de *S. seriatoporus*, observou-se fragmentos de perna e mandíbula, entretanto não foi possível relacioná-los a um grupo específico de artrópode (Figura 6 e Figura 7).

A presença de massa amorfa (MA) foi frequente em *A. basistriata*, *Scarites* sp., *S. alternans*, *S. discopunctatus* e *S. seriatoporus* associadas às PHF. Por outro lado, *G. brasiliensis* e *O. nodicornis* mostraram-se menos frequentes quando apresentaram MA associados às plantas espontâneas. FORSYTHE (1982) também detectou a presença de massa amorfa no conteúdo digestivo do carabídeo *Abax parallelepipedus* Piller e Mitterpacher.

O conteúdo alimentar MA pode estar relacionado à atividade predatória de artrópodes por *A. basistriata*, *C. granulatum*, *O. nodicornis*, *S. seriatoporus* e *T. brasiliensis*, pois nestas espécies não foi observado material vegetal, apenas partes identificáveis e resíduo quitinoso de artrópodes (Figura 6 e Figura 7). Esse resultado coincide com os relatos de BARBOSA (2011) que constatou ausência de material vegetal no conteúdo alimentar de *A. basistriata*, *S. seriatoporus*, *T. brasiliensis*, *Scarites* sp.2 e *Scarites* sp.3. Por outro lado, em *S. alternans* e *S. discopunctatus* foram observadas partes identificáveis de artrópodes (PIA), resíduo quitinoso de artrópodes (RQA) e material vegetal com típica estrutura celular (MVTEC). Neste caso, o conteúdo MA pode ser indefinido, devido ter apresentado conteúdo alimentar tanto relacionado à atividade predatória de outros artrópodes como a de material vegetal (Figura 6 e Figura 7).

No Inglúvio de todos os indivíduos de *Scarites* sp. constatou-se a presença de fragmentos de rocha, identificados como conteúdo MA (Figura 6). A presença desses fragmentos em *Scarites* sp. pode ser explicada pelo hábito desse carabídeo viver em galerias no solo que, ao ingerir o alimento, pode também ingerir esse tipo de substrato. Também tais fragmentos podem funcionar como auxiliares na trituração de alimento ou são ingeridos devido à necessidade nutricional do carabídeo por minerais como sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto e fosfato que são essenciais para o desenvolvimento e reprodução (NATION, 2001). Ressalta-se que em *A. basistriata* foi encontrado solo e fragmento de rocha em apenas um dos indivíduos dissecados, capturado durante o período de colheita (PC) (Figura 6 e Figura 7).

Quando associados às PHF, *S. alternans* e *S. discopunctatus* apresentaram maior frequência do conteúdo MVTEC, que foi encontrado com menor frequência em *G. brasiliensis* e *Scarites* sp. associados às plantas espontâneas e *L. maritima*. O

gênero *Selenophorus* pertence à tribo Harpalini, cujas espécies são conhecidas por se alimentarem de sementes de plantas herbáceas, mas também podem se alimentar de pequenos invertebrados (HONEK et al., 2007; HURKA & JAROSIK, 2003). Ressalta-se que insetos predadores de sementes podem ser aproveitados em pesquisas sobre controle biológico de plantas daninhas em agroecossistemas (TOOLEY & BRUST, 2002).

As espécies *C. granulatum* e *Scarites* sp. apresentaram conteúdo tipo F quando associadas às PHF (Tabela 1). De acordo com VALENCIA-JIMÉNEZ et al. (2000), a presença desse tipo de conteúdo alimentar pode caracterizar uma rápida digestão do alimento através de ação enzimática ou falta de presa. Nas demais espécies estudadas observou-se baixa frequência do conteúdo alimentar tipo F.

Em *A. basistriata* e *S. seriatoporus* foi detectada baixa frequência de ADSA quando associados a *F. esculentum*, *L. maritima* e *T. erecta*, respectivamente (Tabela 1). *Galerita brasiliensis*, *Scarites* sp., *S. alternans* e *S. discopunctatus* apresentaram ADSA quando associados a todas PHF, o que pode estar relacionado com a dispersão desses carabídeos na busca de alimento, deslocando-se da cultura do algodoeiro para as PHF (Figura 6 e Figura 7). De acordo com USIS & MACLEAN (1998) e KROMP (1999), a dispersão de carabídeos no agroecossistema pode ser influenciada por vários fatores, entre os quais se destaca a disponibilidade de alimento.

4.2.3. Período de Colheita do algodoeiro (PC)

As espécies *A. basistriata*, *G. brasiliensis*, *Scarites* sp., *S. alternans*, *S. discopunctatus* e *S. seriatoporus* foram observadas durante o período de colheita do algodoeiro. Em indivíduos de *A. basistriata*, *S. discopunctatus* e *G. brasiliensis* associados, respectivamente, a *L. maritima*, plantas espontâneas e *F. esculentum* foram encontradas partes identificáveis de artrópodes (PIA) como aranhas, colembolas, fragmentos de antenas, tarsos e setas (Figura 6 e Figura 7). Conforme discutido anteriormente, tal fato pode estar relacionado à baixa ocorrência de pragas nesse período em comparação ao período reprodutivo. Tais resultados evidenciam que essas espécies alimentam-se de grande variedade de presas, haja vista que

também foi observado que essas espécies alimentaram-se de insetos da ordem Lepidoptera e indivíduos da ordem Araneae (Figura 6 e Figura 7). Ressalte-se que no aparelho digestivo de *A. basistriata* também foram observados fragmentos de insetos das ordens Thysanoptera, Hymenoptera, Coleoptera e Neuroptera. Portanto, os resultados obtidos neste estudo permitem afirmar que as referidas espécies de carabídeos se alimentaram de grande variedade de presas, caracterizando-se como polípagas.

As espécies *A. basistriata*, *G. brasiliensis*, *S. discopunctatus* e *S. seriatoporus* associadas às plantas espontâneas apresentaram resíduos quitinosos de artrópodes (RQA), como fragmentos de exoesqueleto. O conteúdo alimentar MA foi observado nas espécies *A. basistriata* e *S. discopunctatus* associados às PHF e *G. brasiliensis* e *S. alternans* associadas à *F. esculentum* (Tabela 1).

Material vegetal com típica estrutura celular (MVTEC) foi observado em *A. basistriata* e *S. alternans* associados a *F. esculentum*, *L. maritima* e *T. erecta* (Tabela 1). O mesmo foi verificado com *Scarites* sp., em relação à *L. maritima* e *S. seriatoporus* às plantas espontâneas. Os resultados indicam que essas espécies podem ter se alimentado de sementes e outras estruturas vegetais (Figura 6 e Figura 7). JOHNSON & CAMERON (1969) observaram material vegetal no aparelho digestivo do carabídeo *Amara cupreolata* Putzeys, enquanto LINDROTH (1974) detectou material vegetal no conteúdo digestivo de *Amara aulica* Panzer.

Apenas *A. basistriata* e *S. discopunctatus* apresentaram conteúdo alimentar tipo F quando associadas a *T. erecta* (Tabela 1). Segundo FORSYTHE (1982), este fato sugere que essas espécies alimentaram-se de material macio ou então nos indivíduos analisados o alimento encontrava-se em estágio final de digestão. Resultado semelhante foi observado por SUNDERLAND (1975) que relatou a presença de apenas substâncias fluidas no aparelho digestivo do carabídeo *A. dorsales*.

Quando associados às PHF, o aparelho digestivo sem alimento (ADSA) foi mais frequente em *G. brasiliensis* e *S. alternans* em comparação a *A. basistriata*, *C. granulatum*, *S. discopunctatus* e *S. seriatoporus*. Alguns autores (DAVIES, 1953; HENGEVELD, 1980) também não encontraram vestígios de alimento no aparelho

digestivo dos carabídeos *Pterostichus madidus* (Fabricius) e *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius).

Plantas herbáceas floríferas são reconhecidas por favorecerem o aumento da diversidade de espécies e o desempenho de carabídeos e de outros inimigos naturais, sem contudo favorecerem a ocorrência de insetos-pragas (WINKLER et al., 2006; WACKERS et al., 2007). Portanto, os resultados do presente estudo demonstraram que *A. basistriata*, *G. brasiliensis*, *Scarites* sp., *S. alternans*, *S. discopunctatus* e *T. brasiliensis* alimentaram-se de artrópodes e vegetais, podendo ser considerados predadores polípagos. Vários autores (JOHNSON & CAMERON, 1969; HENGEVELD, 1980; WALLIN et al., 1992; HOLLAND, 2002) relataram suposições similares com base nos estudos que fizeram do conteúdo alimentar de espécies de carabídeos.

4.3. Microscopia Eletrônica de Varredura do aparelho digestivo de carabídeos

Nas nove espécies de carabídeos estudadas (**Tabela 2**) foi realizada uma descrição da morfologia comparada do aparelho digestivo nas seguintes regiões: proventrículo, ventrículo e íleo. Observou-se que as características marcantes baseiam-se no tamanho e forma das estruturas.

Tabela 2. Lista das espécies de carabídeos estudadas separadas por subfamília.

Família	Subfamília	Espécies estudadas	
Carabidae	Pterostichinae	<i>Abaris basistriata</i>	
	Carabinae	<i>Calosoma granulatum</i>	
	Dryptinae	<i>Galerita brasiliensis</i>	
	Scaritinae	<i>Scarites</i> sp.	
	Cicindelinae		<i>Odontocheila nodicornis</i>
			<i>Tetracha brasiliensis</i>
			<i>Selenophorus alternans</i>
	Harpalinae		<i>Selenophorus discopunctatus</i>
			<i>Selenophorus seriatoporus</i>

***Abaris basistriata* (Pterostichinae).** O proventrículo é em forma de bulbo alongado com a superfície repleta de estrias. Sendo que na superfície do bulbo, há a presença de fibras musculares aderidas. De acordo com BUTION (2006) possivelmente essas fibras estão relacionadas com a movimentação dessa estrutura, devido sua capacidade de absorver nutrientes.

O ventrículo é reto na região anterior e curvado para direita, deixando a região posterior cilíndrica, sendo que em todo o ventrículo é observado projeções com formato de cercos distribuído de forma ordenada. Essas projeções cuticulares são estruturas ocas, que recobrem a superfície, fornecendo uma base de sustentação desse órgão (BUTION, 2006).

E no final do aparelho digestivo, encontra-se o íleo, uma estrutura de forma cilíndrica, reta e com superfície lisa (Figura 8. A, B, C). O íleo em conjunto com o reto, compõe o intestino posterior nos insetos. A função deste, junto com os túbulos de Malpighi está relacionada com o processo excretor e homeostase de íons e água (CHAPMAN, 1975; WIGGLESWORTH, 1972). Segundo WHEELER (1926), os túbulos de Malpighi são evaginações da parede do íleo.

***Calosoma granulatum* (Carabinae).** Proventrículo é maior na região anterior e diminui gradativamente na região posterior do ventrículo. O ventrículo serpenteia com projeções em formato de cercos (criptas) maiores na região anterior e menores na região posterior. O íleo não é claramente demarcado, apresenta de forma elíptica formando um anel na parte anterior do reto. (Figura 8. D, E).

***Galerita brasiliensis* (Dryptinae).** Proventrículo apresenta-se com o comprimento mais longo que largo e revestido por membranas. O ventrículo possui forma de um cilíndrico e região posterior curvada. O íleo possui forma reta e lisa (Figura 8. F, G, H).

***Scarites* sp. (Scaritinae).** O proventrículo é uma estrutura rígida, esclerotizada, com ondulações e estrias definidas na região posterior. Isso provavelmente está voltado para facilitar a constrição de material alimentar rígido. De acordo com os resultados do hábito alimentar obtidos anteriormente no presente estudo, evidenciou que os indivíduos dessa subfamília alimentaram-se de solo e fragmento de rocha, isso explica o porque dessa estrutura ser rígida e diferente das demais subfamílias.

O ventrículo é maior na região anterior e diminui gradativamente na região posterior, nessa região anterior ocorre a presença de cercos (criptas) desordenadas onde sua distribuição é maior concentrada. O íleo é curvado com muitas estrias ao seu redor (Figura 8. L, M, N).

***Odontocheila nodicornis* (Cicindelinae).** O proventrículo possui forma oval com estrias longitudinais, o mesmo observado em *T. brasiliensis*. O ventrículo apresenta-se na forma circular com projeções formadas por cercos ordenados, o mesmo observado em *A. basistriata*, *T. brasiliensis* e espécies do gênero *Selenophorus*. O íleo é curvado e com estrias que contornam toda sua estrutura, apresentando-se com o comprimento maior do que o observado na espécie *T. brasiliensis* (Figura 8. I, J e K).

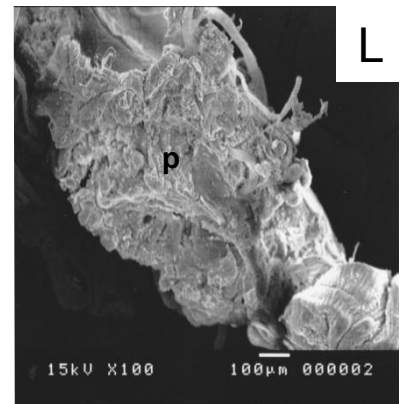
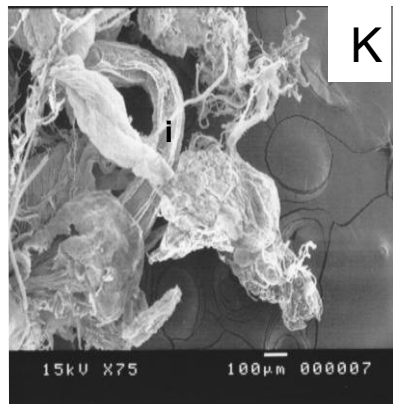
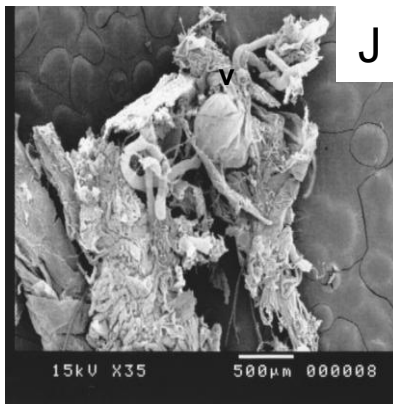
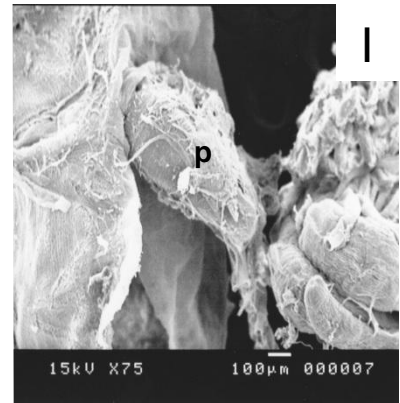
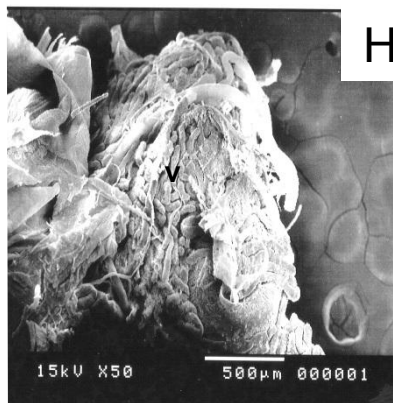
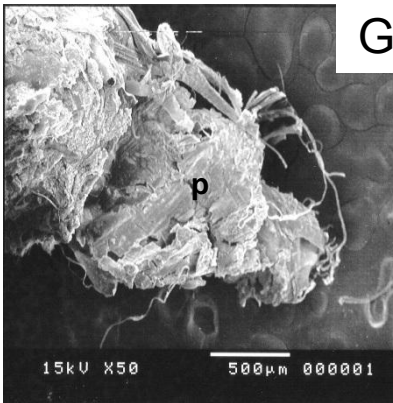
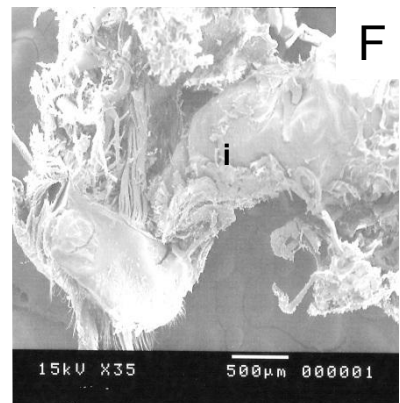
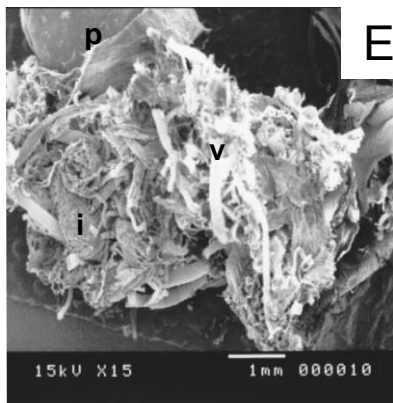
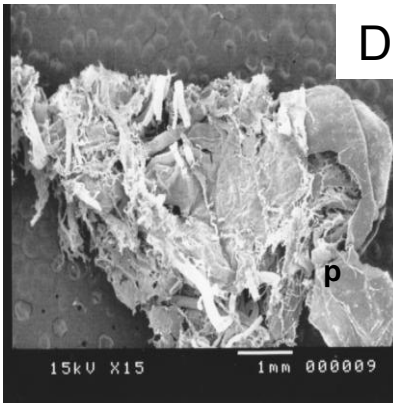
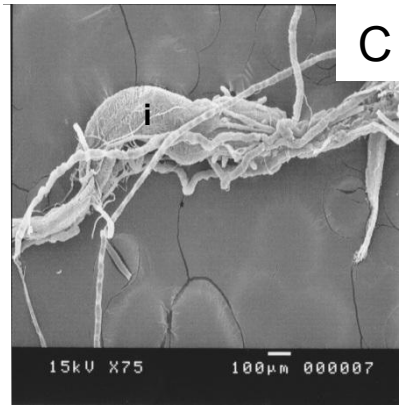
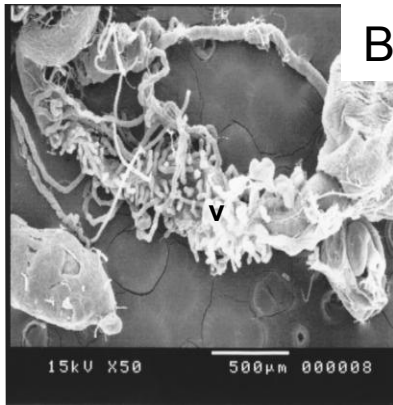
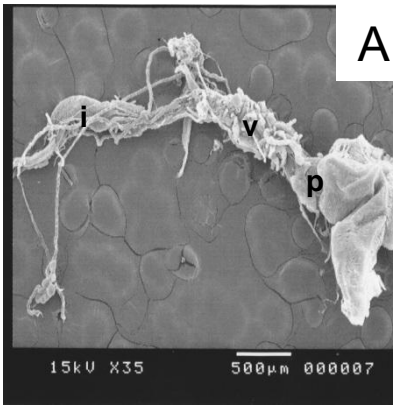
***Selenophorus alternans*, *S. discopunctatus* e *S. seriatoporus* (Harpalinae).** As três espécies apresentaram as mesmas características estruturais do proventrículo, ventrículo e íleo, onde o proventrículo é pequeno e enrugado, sendo um pouco maior que o observado em *A. basistriata* da subfamília Pterostichinae. O ventrículo apresenta-se com estrutura circular com projeções em forma de cercos ordenados distribuídos em toda a região do ventrículo. O íleo é curvado para a direita e em forma cilíndrica e reto em todo seu comprimento. (Figura 8. O, P, Q, R, S, T, U, V e W).

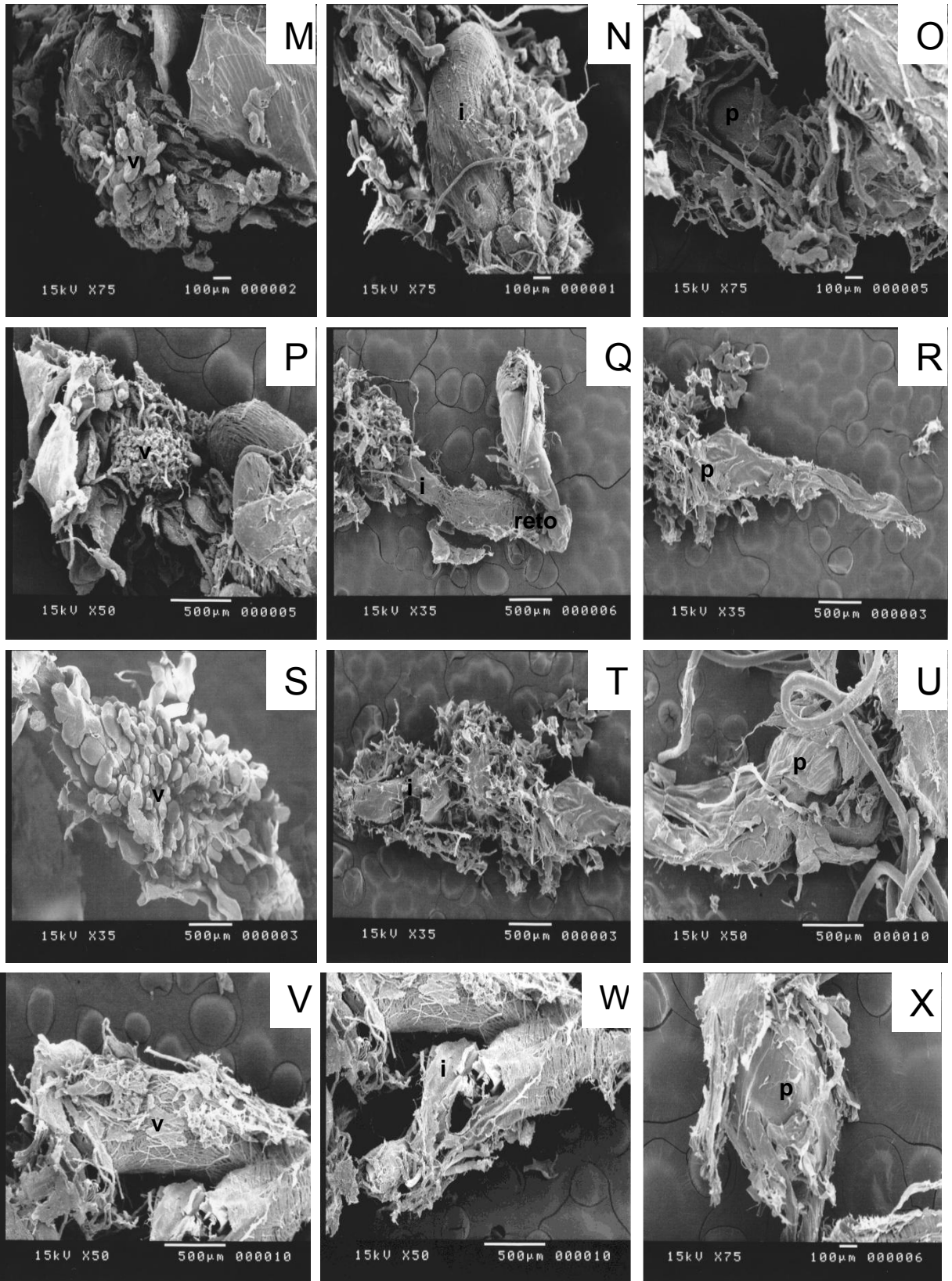
***Tetracha brasiliensis* (Cicindelinae).** O proventrículo possui forma oval com estrias longitudinais. O ventrículo apresenta-se na forma circular com projeções formadas por cercos ordenados, o mesmo observado nas espécies *A. basistriata* e do gênero *Selenophorus*. CAETANO et al. (2002), demonstraram que nas espécies primitivas de formigas e predadoras, o ventrículo apresenta-se alongado. O íleo é curvado e com estrias que contornam toda sua estrutura (Figura 8. X, Z e Y).

A morfologia do aparelho digestivo das espécies de carábídeos mostraram padrões de estruturas adaptadas para o tipo de dieta consumida pelas espécies, conforme os resultados obtidos neste estudo (item 4.2). De acordo com EISNER (1957), a presença de um bulbo do proventrículo, serve como característica adaptativa, ao demonstrar ser uma estrutura que é especializada para o processo de seleção de nutrientes.

Considerando-se as subfamílias dessas espécies estudadas, os resultados obtidos são semelhantes aos de YAHIRO (1990) que relatou que Pterostichinae, Carabinae, Zuphiinae, Scaritinae, Cicindelinae e Harpalinae apresentaram o mesmo padrão das estruturas do proventrículo, ventrículo e íleo dos carabídeos encontrados no Japão.

De acordo com EISNER (1957) e CAETANO (1984) existe a possibilidade de se delimitar subfamília e gênero de espécies de formicídeos apenas pelas estruturas do proventrículo. O mesmo não foi verificado para o carabídeos no presente estudo, pois mesmo apresentando características distintas das estruturas do proventrículo, ventrículo e íleo, ainda há necessidade de novos estudos para se afirmar o que foi observado para formicídeos.





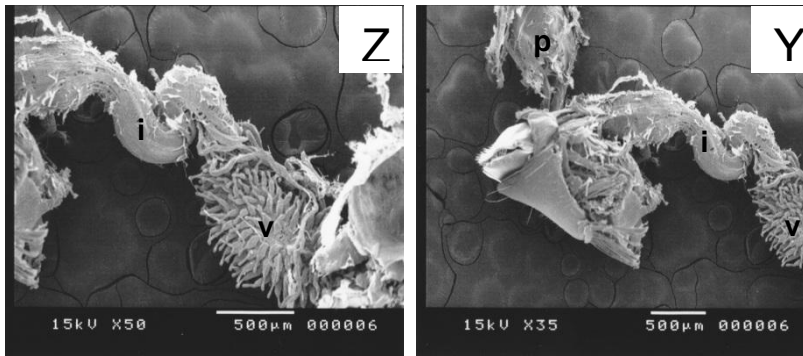


Figura 8. Eletromicrografia do proventrículo, ventrículo e íleo das espécies de carabídeos obtidas pela técnica de microscopia eletrônica de varredura. *Abaris basistriata* (A, B, C); *Calosoma granulatum* (D, E); *Galerita brasiliensis* (G, H, F); *Odontocheila nodicornis* (I, J, K); *Scarites* sp. (L, M, N); *Selenophorus alternans* (O, P, Q); *Selenophorus discopunctatus* (R, S, T); *Selenophorus seriatoporus* (U, V, W); *Tetracha brasiliensis* (X, Z, Y); p = proventrículo; v = ventrículo; i = íleo.

5. CONCLUSÕES

As plantas herbáceas floríferas *F. esculentum*, *L. maritima*, *T. erecta* e as plantas espontâneas favorecem a ocorrência de *A. basistriata*, *C. granulatum*, *G. brasiliensis* e *T. brasiliensis*.

Scarites sp., *S. alternans*, *S. discopunctatus* ocorrem em todo o ciclo de desenvolvimento do algodoeiro colorido.

A abundância de *Selenophorus discopunctatus* é elevada em todos os períodos fenológicos do algodoeiro, o mesmo observa-se em *A. basistriata* e *Scarites* sp. nos períodos vegetativo e de colheita e em *S. alternans* nos períodos vegetativo e reprodutivo.

Galerita brasiliensis comporta-se como eficiente predador nos diferentes períodos fenológicos do algodoeiro colorido.

Elevada frequência de *A. basistriata*, *G. brasiliensis*, *S. discopunctatus* e *S. seriatoporus* com partes identificáveis de artrópodes (PIA) e resíduo quitinoso de artrópodes (RQA) ocorre no período reprodutivo do algodoeiro (PR).

Abaris basistriata, *Scarites* sp. e *S. alternans* apresentam frequente material vegetal com típica estrutura celular (MVTEC) no período de colheita (PC).

As estruturas do proventrículo e íleo são diferentes entre as subfamílias de carabídeos e o ventrículo nas subfamílias Cicindelinae, Harpalinae e Pterostichinae evidenciam semelhanças nas suas estruturas.

Não é possível se delimitar subfamília e gênero de espécies de carabídeos apenas pelas estruturas do proventrículo, ventrículo e íleo.

6. REFERÊNCIAS

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

BARBOSA, C. L. **Dietas e conteúdo alimentar de alguns Carabidae (Coleoptera) observados na região Nordeste do Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Jaboticabal, São Paulo. 2011, 87p.

BARBOSA, P. **Conservation biological control**. Academic Press, San Diego, USA, 1998, 396p.

BARROS, M. A. L.; BELTRÃO, N. E. M. Comercialização do algodão. In: BELTRÃO, N. E. (Ed.). **O agronegócio de algodão no Brasil**. Brasília: Comunicação para Transferência de Tecnologia, v. 2, p.1013-1023, 1999.

BBM. Bolsa Brasileira de Mercadorias. Acesso dia 13/01/2014 no site <http://www.bbmnet.com.br/pages/portal/bbmnet/pages/mercadoAlgodao/indexAlgodao.asp?age=estatisticas>, 2014.

BEDFORD, S. E., USHER, M. B. Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 48, 295-305, 1994.

BELLIZZI, N. C.; VIEIRA, G. H. C.; AVILA, C. J.; VELOSO, E. S.; GONZAGA, R. L.; MARTINS, G. L. M.; TOSTA, F. S.; BUZZOLLO, M. **Levantamento de insetos em plantas daninhas na entressafra de algodão em Cassilândia e em Chapadão do Sul.** In: Congresso Brasileiro de Algodão, Goiânia, v.4, p.105-105, 2003.

BELTRÃO, N. E. M.; ARAÚJO, A. E.; BENASSI, A. C.; AMARAL, J. A. B.; SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D. Zoneamento e época de plantio para o algodoeiro no Norte do Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.99-105, 2003.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. O agronegócio do algodão no Brasil. In: BELTRÃO, N. E. (Ed.). **Agricultura de precisão para gerenciamento do algodão.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 2, p.1.309, 2008.

BILDE, T.; TOFT, S. Prey preference and egg production of the carabid beetle *Agonum dorsale*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v.73, n.2, p.151-156, 1994.

BILDE, T.; TOFT, S. Prey consumption and fecundity of the carabid beetle *Calathus melanocephalus* on diets of three cereal aphids: high consumption of low quality prey. **Pedobiologia**, Jena, v.43, n.5, p.422-429, 1999.

BILDE, T.; AXELSEN, J. A.; TOFT, S. The value of Collembola from agricultural soils as food for a generalist predator. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.37, n.4, p.672-683, 2000.

BRUBAKER, C. L.; BOURLAND, F. M.; WENDEL, J. F. **The Origin and Domestication of Cotton.** In: SMITH, C. W.; COTHREN, J. T. Cotton: origin, history, technology, and production. New York: John Wiley & Sons, p. 3-31, 1999.

BUAINAIN, M. A.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva do algodão**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Brasília: IICA: MAPA/SPA. 2007. 110 p.

BUTION, M. L. **Morfologia do trato digestivo de formigas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Rio Claro, São Paulo. 2006, 103p.

CAETANO, F. H. Morfologia comparada do trato digestivo de formigas da subfamília Myrmicinae (Hymenoptera, Formicidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.35, p.257-305, 1984.

CAETANO, F. H; JAFFÉ, K.; ZARA, F. J. **Formigas: biologia e anatomia**. Araras: Topázio. 2002, 131p.

CIA, E.; FUZATTO, M. G.; PIZZINATTO, M. A.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; PAULO, E. M.; ZIMBACK, L.; SILVA, M. A.; BORTOLETTO, N.; VASCONCELOS, A. S. A. **Comportamento de novas cultivares e linhagens na presença de doenças que ocorrem na cotonicultura da região meridional do Brasil**. In: II Congresso Brasileiro de Algodão, Ribeirão Preto. Anais. Embrapa/CNPA, p.441-443, 1999.

CIVIDANES, F. J.; BARBOSA, J. C.; IDE, S.; PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R. Faunistic analysis of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in five agroecosystems in northeastern São Paulo State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, p.954-958, 2009.

CHAPMAN, R. F. **The Insects: struture and function**. New York: American Elsevier, 1975. 819p.

CHIVERTON, P. A. Pitfall-trap catches of the carabid beetle *Pterostichus melanarius*, in relation to gut contents and prey densities, in insecticide treated and untreated spring barley. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v.36, n.1, p.23-30, 1984.

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**, Porto Alegre. v.29, p.65-70, 2000.

COLLINS, K. L.; BOATMAN, N. D.; WILCOX, A.; HOLLAND, J. M. Effects of different grass treatments used to create overwintering habitat for predatory arthropods on arable farmland. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.96, p.59–67, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira – grãos – safra 2010/2011 – décimo segundo levantamento Janeiro/2011**. Brasília: MAPA, 2009. 25p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 21 jan. 2014.

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

DAVIES, M. J. The contents of the crops of some British carabid beetles. **Entomologist's Monthly Magazine**, London. v.89, p.18-23, 1953.

DIAZ, N. A. A. **El cultivo Del algodón: apuntes básicos**. Nicaragua: UMA, 1993. 136p.

DIDONET, J.; SARMENTO, R. A.; AGUIAR, R. W. S.; SANTOS, G. R.; ERASMO, E. A. L. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**. v.69, p.50-57, 2003.

DOW, J. A. T. Insect midgut function. **Advances in Insect Physiology**. v.19, p.187-328, 1986.

DYER, L. E.; LANDIS, D. A. Influence of noncrop habitats on the distribution of *Eriborus terebrans* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in cornfields. **Environmental Entomology**, College Park, v.26, p.924-932, 1997.

EISNER, T. A. A comparative morphological study of the proventriculus of ants (Hymenoptera: Formicidae). Bull. **Museu of Comparative Zoology at Harvard University**, Cambridge, v.116, p.441- 490, 1957.

EITZINGER, B., TRAUGOTT, M. Which prey sustains cold-adapted invertebrate generalist predators in arable land? Examining prey choices by molecular gut-content analysis. **Journal of Applied Ecology**. v.48, p.591-599, 2011.

FONTES, E. M.; RAMALHO, F.; UNDERWOOD, E.; BARROSO, P. A.; SIMON, M. F.; SUJII, E. R.; BELTRÃO, N.; LUCENA, W.; FREIRE, E. The cotton agricultural context in Brazil. In: HILBECK, A. ANDOW, D.; FONTES, E. (Eds.). **Environmental risk assessment of genetically modified organisms**. Wallingford: CABI Publishing, v.2, p. 373, 2006.

FORSYTHE, T. G. Feeding mechanisms of certain ground beetles (Coleoptera: Carabidae). **Coleopterists Bulletin**. v.36, p.26–73, 1982.

FRANK, T.; REICHADT, B. Staphylinidae and Carabidae overwintering in wheat and sown wildflower areas of different age. **Bulletin of Entomological Research**. v.94, p.209-217, 2004.

FIEDLER, A. K.; LANDIS, D. A. Attractiveness of Michigan native plants to Arthropod natural enemies and herbivores. **Environmental Entomology**, College Park, v.36, p.751-765, 2007.

FRENCH, W. B.; ELLIOTT, N. C. Spatial and temporal distribution of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in riparian strips and adjacent wheat fields. **Environmental Entomology**. v.28, p.597-607, 1999.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. 10.ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GIDASPOW, T. The genus *Calosoma* in Central America, the Antilles, and South America (Coleoptera: Carabidae). Bull. **American Museum of Natural History**. v.124, p.275-314, 1963.

GREENSTONE, M. H.; ROWLEY, D. L.; WEBER, D. C.; PAYTON, M. E.; HAWTHORNE, D. J. Feeding mode and prey detectability half-lives in molecular gut-content analysis: an example with two predators of the Colorado potato beetle. **Bulletin of Entomological Research**. v.97, p.201-209, 2007.

HENGEVELD, R. Polyphagy, oligophagy and food specialization in ground beetles (Coleoptera, Carabidae). **Netherland Journal of Zoology**. v.30, p.564-584, 1980.

HOGG, B. N.; BUGG, R. L.; DAANE, K. M. Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. **Biological Control**. v.56, p.76-84. 2011.

HOLLAND, J. M. (Ed.). **The agroecology of carabid beetles**. Andover: Intercept, 2002, 356p.

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

HOLOPAINEN, J. K.; HELENIUS, J. Gut contents of ground beetles (Col., Carabidae), and activity of these and other epigeal predators during an outbreak of *Rhopalosiphum padi* (Hom, Aphididae). **Acta Agriculturae Scandinavica**. v.42, p.57-61, 1992.

HONEK, A.; MARTINKOVA, Z.; SASKA, P.; PEKAR, S. Size and taxonomic constraints determine the seed preferences of Carabidae (Coleoptera). **Basic and Applied Ecology**. v.8, p.343-353, 2007.

HURKA, K.; JAROŠÍK, V. Larval omnivory in *Amara aenea* (Coleoptera: Carabidae). **European Journal of Entomology**. v.100, p.329–335, 2003.

HUTCHINSON, J. B. Intra-specific differentiation in *Gossypium hirsutum*. **Heredity, Endinburg**. v.5, p.169-193, 1951.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Previsão e acompanhamento de safras – grãos. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/default.php>. Acesso em 2009.

IKEDA, H. Diverse diet compositions among harpaline ground beetle species revealed by mixing model analyses of stable isotope ratios. **Ecological Entomology**. v.35, p.307-316, 2010.

JONSSON, M.; WRATTEN, S. D.; LANDIS, D. A.; TOMPKINS, J. M. L.; CULLEN, R. Habitat manipulation to mitigate the impacts of invasive. **Biological Invasions**. v.12, p.2933–2945, 2010.

JOHNSON, N. E.; CAMERON, R. S. Phytophagous ground beetles. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham. v.62, p.909-914, 1969.

JORGENSEN, H.B.; TOFT, S. Food preference, diet dependent fecundity and larval development in *Harpalus rufines* (Coleoptera: Carabidae). **Pedobiologia**, Jena, v.41, p.301-315, 1997b.

JORGENSEN, H.B.; TOFT, S. Role of granivory and insectivory in the life cycle of the carabid beetle *Amara similata*. **Ecological Entomology**, Oxford, v.22, n.1, p.7- 15, 1997a.

KINNUNEN, H.; TIAINEN, J. Carabid distribution in a farmland mosaic: the effect of patch type and location. **Annales Zoologici Fennici**, Helsinki, v.36, p.149-158, 1999.

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

LANDIS, D. A.; MENALLED, F. D.; COSTAMAGNA, A. C.; WILKINSON, T. K. Symposium: Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. **Weed Science**, Champaign, 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**, Palo Alto, v.45, p.175-201, 2000.

LEE, J. C.; MENALLED, F. D.; LANDIS, D. A. Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.38, p.472-483, 2001.

LINDROTH, C. H. Coleoptera, Carabidae. Handbooks for the Identification of British Insects. **Royal Entomological Society**, London, v.4(2), 1974, 148 pp.

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

LUBBERS, E. L. CHEE, P. W. **The worldwide gene pool of *G. hirsutum* and its improvement**. In: Paterson, A. H. (Ed.). Plant genetics and genomics: crops and models: Genetics and Genomics of Cotton. New York: Springer. P.23-52, 2009.

LUTTRELL, R.G.; FITT, G.P.; RAMALHO, F.S. Cotton pest management: Part 1. A worldwide perspective. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.39, p.517-26, 1994.

MACLEOD, A.; WRATTEN, S. D.; SOTHERTON, N. W.; THOMAS, M. B. "Beetle banks" as refuges for beneficial arthropods in farmland: long-term changes in predator communities and habitat. **Agricultural and Forest Entomology**. v.6, p.147-154, 2004.

MARUR, C. J.; RUANO, O. **Escala do Algodão – Um método para determinação de estádios de desenvolvimento do algodoeiro herbáceo.** Informações Agronômicas, nº105, Março/2003.

NATION, J. L. **Insect Physiology and Biochemistry.** Boca Raton, Fla., CRC Press. 2001, 485 pp.

NORRIS, R. F.; KOGAN, M. Ecology of interactions between weeds and arthropods. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.50, p.479-503, 2005.

PASINI, A. **Predação de lagartas e pupas de *Anticarsia gemmatilis* H. (Lepidoptera: Noctuidae) por *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Col.: Carabidae).** In: Reunião sul-brasileira de insetos de solo, 3, Chapecó, 1991. Ata... Chapecó, EMPASC. 1991, 14p.

PENNY, M. M. Studies on certain aspects of the ecology of *Nebria brevicollis* (F.) **Journal of Animal Ecology**, London. v.35, p.505-512, 1966.

PERCIVAL, A. E.; WENDEL, J. F.; STEWART, J. M. **Taxonomy and germplasm resources.** In: SMITH, W.C.; COTHREN, T.J.(Eds). Cotton: origin, history, technology, and production. New York: John Wiley, 1999. p.33-62.

PFIFFNER, 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.

RIBEIRO, A. F.; FERREIRA, C.; TERRA, W. R. **Morphological basis of insect digestion.** In: MELLINGER, J. (ed) – Animal nutrition and transport processes. 1. Nutrition in wild and domestic animals. Basel: Karger. v.5, p.96-105. 1990.

REICHARDT, H. A synopsis of the genera of neotropical carabidae (insecta: coleoptera). **Questiones Entomologicae**. v.13, p.346-493, 1977.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. **Aspectos socioeconômico do algodoeiro herbáceo**. In: Algodão: Informações Técnicas. v.11-15, p.267, Embrapa-CNPAC/Embrapa_CNPAC (Circular técnica nº 7), 1998.

RIPA, R.; LARRAL, P.; RODRÍGUEZ, S. Control Biológico. In: RIPA, R.; LARRAL, P. (Eds) **Manejo de plagas en paltos y cítricos**. La Cruz: INIA, 2008. 399 p. (Colección Libros INIA – 23)

SANTOS, J. M.; MAIA, A. S. A SEM improved technique for studying host-pathogen interactions of sedentary nematodes and for documentation of perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Acta Microscópica**, Rio de Janeiro, v.6, Suplemento, p.562-563, 1997.

SASAKAWA, K. Laboratory studies on larval feeding habits of *Amara macronota* (Coleoptera: Carabidae: Zabrinini). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v.42, n.4, p.669-674, 2007.

SASAKAWA, K.; IKEDA, H.; KUBOTA, T. Feeding ecology of granivorous carabid larvae: a stable isotope analysis. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.134, n.2, p.116-122, 2010.

SASKA, P. Effect of diet on the fecundity of three carabid beetles. **Psychological Entomology**, New York, v.33, p.188-192, 2008.

SHEPPARD, S. K., HARWOOD, J. D. Advances in molecular ecology: tracking trophic links through predator-prey food webs. **Functional Ecology**. v.19, p.751-762, 2005.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W. H. Freeman. 1973, 573p.

SOUSA, L. B. O algodoeiro: alguns aspectos importantes da cultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, p.19-26, 2010.

SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. F.; FREIRE, E. C.; CARVALHO, O. S.; VASCONCELOS, O. L. **Mosca branca *Bemisia* sp. Uma nova praga do algodoeiro no sudoeste baiano**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997. (Comunicado Técnico, 55).

STATSOFT. Statistica: data analysis software system, version 7.0 Tulsa. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>. Acesso em: 14 ago 2013, 2004.

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. The diet of some predatory arthropods in cereal crops. **Journal of Applied Ecology**, Oxford. v.12, p.507-515, 1975.

SUNDERLAND, K. D. Quantitative methods for detecting invertebrate predation occurring in the field. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.112, p.201-224, 1988.

SYMONDSON, W. O. C.; ERICKSON, M. L.; LIDDELL, J. E.; JAYAWARDENA, K. G. I. Amplified detection, using a monoclonal antibody, of an aphid-specific epitope exposed during digestion in the gut of a predator. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, Sophia-Antipolis, v.29, p.873-882, 1999.

TERRA, W. R. Physiology and biochemistry of insect digestion: on evolutionary perspective. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. v.21, p.675-734, 1988.

TERRA, W. R.; FERREIRA, C. Insect digestive enzymes: properties, compartmentalization and function. **Comparative Biochemistry and Physiology**.109-b: 1-62 . 1994.

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

THOMAS, M. B.; WRATTEN, S. D.; SOTHERTON, N. W. Creation of 'island' habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: Predator densities and species composition. **The Journal of applied Ecology**, Oxford, v. 29, p. 524-531, 1992.

TOFT, S.; BILDE, T. **Carabid diets and food value** In: Holland J. M (Ed.) The agroecology of Carabid beetles. Andover: Intercept. p.81-110, 2002.

TOOLEY, J.; BRUST, G. E. **Weed predation by carabid beetles**. In: Holland, J.M. (Ed). The agroecology of carabid beetles. Andover: Intercept. 215-229. 2002.

USIS, J. D.; MACLEAN, D. B. The ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of stillfork swamp nature preserve, Carroll County, Ohio. **Ohio Journal of Science**. v.98, p.66-68, 1998.

VALENCIA-JIMÉNEZ, A.; BUSTILLO, A. E.; OSSA, G. A.; CHRISPPEELS, M. J. α -Amylases of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and their inhibition by two plant amylase inhibitors. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**. v.30, p.207-213, 2000.

WÄCKERS, F. L.; ROMEIS, J.; VAN RIJN, P. C. J. Nectar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interactions. **Annual Review of Entomology**. v.52, p.301–323, 2007.

WALLACE, S. K. **Molecular gut analysis of carabids (Coleoptera: Carabidae) using aphid primers**. Montana, 2004. Thesis (Master of Science in Entomology) – Montana State University, Montana. 2004, 60p.

WALLIN, H.; CHIVERTON, P. A.; EKBOM, B. S.; BORG, A. The diet, fecundity and egg size in some polyphagous predatory carabid beetles. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v.65, n.2, p.129-140, 1992.

WALRANT, A., LOREAU, M. Comparison of iso-enzyme electrophoresis and gut content examination for determining the natural diet of the ground beetle species *Abax ater* (Coleoptera: Carabidae). **Entomologia Generalis**. v.19, p.253-259, 1995.

WENDEL, J. F.; BRUBAKER, C.; ALVAREZ, I.; CRONN, R.; STEWART, J. M. **Evolution and natural history of the cotton genus**. In: Paterson, A. H. (Ed.). Plant genetics and genomics: crops and models: genetics and genomics of cotton. New York: Springer, p.03-22, 2009.

WHEELER, W. N. **Ants, their structure, development and behavior**. Columbia University, New York. 1926, 663pp.

WIGGLESWORTH, V. B. **The Principles of Insect Physiology**. 7th.ed. London: Chapman and Hall. 1972, 827p.

WINDER, L.; ALEXANDER, C. J.; HOLLAND, J. M.; SYMONDSON, W. O. C.; PERRY, J. N.; WOOLLEY, C. Predatory activity and spatial pattern: the response of generalist carabids to their aphid prey. **Journal of Animal Ecology**, London, v.74, n.3, p.443-454, 2005.

WINKLER, K.; WACKERS, F. L.; BUKOVINSZKINE-KISS, G.; VAN LENTEREN, J. C. Nectar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. **Basic and Applied Ecology**. v.7, p.133–140, 2006.

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

YAHIRO K. A comparative morphology of the alimentary canal in the adults of ground-beetles (coleoptera) classification into the types. **ESAKIA**, Special Issue No.1, v.20, p.35-44, 1990