ULTRAESTRUTURA DE PARTES DO APARELHO DIGESTIVO DE NOVE ESPÉCIES DE CARABÍDEOS (COLEOPTERA: CARABIDAE) DO BRASIL

ULTRASTRUCTURE OF THE PARTIES DIGESTIVE TRACT OF NINE SPECIES OF CARABÍDEO (COLEOPTERA: CARABIDAE) FROM BRAZIL

Danilo Henrique da Matta[(1)]

Francisco Jorge Cividanes[(2)]

Robson José da Silva[(3)]

Karen Pereira da Silva[(4)]

Mariana Nardin Batista[(5)]

Resumo

Os besouros Carabidae (Coleoptera) apresentam grande importância para a agricultura como inimigos naturais de insetos pragas. O objetivo foi fornecer informações descritivas da estrutura morfológica do proventrículo, ventrículo e íleo do aparelho digestivo de nove espécies de carabídeos associados a plantas herbáceas, sendo essas espécies de besouros classificadas quanto ao hábito alimentar como predadores epolífagas. A avaliação ocorreu em espécies presentes na cultura de algodoeiro colorido, *Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch., cultivar BRS verde, herbáceo, adjacente de plantas espontâneas e das plantas herbáceas

[1] Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal. Aluno de Pós-graduação em Entomologia Agrícola (FCAV-UNESP). Biólogo. E-mail: danilodamatta@hotmail.com

[2] Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Docente da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal. Engenheiro Agrônomo. E-mail: fjcivida@fcav.unesp.br

[3] Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal. Docente do Instituto Federal de Tocantins (IFTO) – Câmpus de Araguatins. Biólogo. E-mail: ecosbio@yahoo.com.br

[4] Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal. Estagiaria do Laboratório de Ecologia dos Insetos (FCAV-UNESP). E-mail: karenpereira.agro06@hotmail.com

[5] Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal. Aluno de Pós-graduação em Entomologia Agrícola (FCAV-UNESP). Bióloga. E-mail: mariana.nbatista@yahoo.com.br

floríferas (PHF) *Lobularia maritima* (L.) (Brassicaceae), *Tagetes erecta* L. (Asteraceae), *Fagopyrum esculentum* Moench (Polygonaceae). Os resultados obtidos da estrutura morfológica do proventrículo, ventrículo e íleo das nove espécies de carabídeos, mostraram padrões de adaptações para o tipo de dieta consumida por essas espécies, destacando-se como insetos polífagos. Concluindo que as estruturas do proventrículo e íleo observados são diferentes entre as subfamílias de carabídeos e o ventrículo nas subfamílias Cicindelinae, Harpalinae e Pterostichinae evidenciam semelhanças nas suas estruturas.
Palavras-chave: Morfologia. Predador. *Gossypiumhirsutum.* Trato digestive.

Abstract

The Carabidae beetles (Coleoptera) have great importance for agriculture as natural enemies of insect pests. This study aims to provide information describing the morphological structure of the proventriculus, ventricle and ileum of the digestive tract of nine species of carabid associated with herbaceous plants, and these beetle species classified as the feeding habits as predator and polyphagous. The evaluation took place in species present in the culture of colored cotton, Gossypium hirsutum L. race latifolium Hutch., cultivating green BRS, herbaceous, adjacent weeds and herbaceous flowering plants (PHF) Lobularia maritima (L.) (Brassicaceae), Tagetes erecta L. (Asteraceae), Fagopyrum esculentum Moench (Polygonaceae). The results of the morphological structure of the digestive tract of nine species of carabids showed patterns of structures adapted to the type of diet consumed by these species, highlighting as polyphagous insects. Concluded that the structures observed in the proventriculus and ileum are different between the subfamilies of carabid and the ventricle into the subfamilies Cicindelinae, Harpalinaeand Pterostichinae show similarities in their structures.
Keywords: *Morphology. Predator. Gossypiumhirsutum. Digestive tract.*

1 Introdução

Os carabideos constituem 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, nematoides, lesmas, caracóis, pulgões, ovos, larvas e pupas de dípteros, coleópteros e lepidópteros (KROMP, 1999; HOLLAND; LUFF, 2000; HOLLAND, 2002; TOOLEY; BRUST, 2002). Além disso, algumas espécies podem ser fitófagas e se alimentam de sementes de plantas herbáceas (KROMP, 1999; TOOLEY; BRUST, 2002; MATTA, 2014), por exemplo, indivíduos do gênero *Selenophorus*,

cujas espécies são conhecidas por se alimentarem de sementes de plantas herbáceas (HURKA; JAROSIK, 2003; HONEK et al., 2007; MATTA, 2014).

O trato digestivo dos insetos constitui a principal barreira natural e físico-química de defesa contra a invasão de microrganismos que são ingeridos com a dieta (LEVY et al., 2008). Três principais regiões constituem o aparelho digestivo dos insetos: intestino anterior (estomodeu), intestino médio (mesêntero) e intestino posterior (proctodeu) (EATON, 1988; TERRA; FERREIRA, 1994; CHAPMAN, 1998). O intestino médio é a região do trato digestivo que desempenha um papel importante na absorção de nutrientes (BILLINGSLEY; LEHANE, 1996; BARRETT et al., 1998; CRISTOFOLETTI; RIBEIRO; TERRA, 2001).

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).

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. Segundo YAHIRO (1990) o ventrículo e íleo também são estruturas que do ponto de vista morfológico do aparelho digestivo apresentam diferenças entre as subfamílias de carabídeos, ainda o autor ressalta que essas mudanças morfológicas podem estar associadas ao tipo de alimento ingerido.

Deve ser destacado que apesar de existir na literatura grande quantidade de estudos sobre a estrutura morfológica de insetos em geral, mesmo para espécies bem estudadas e economicamente importantes, existem numerosas lacunas no conhecimento e no entendimento dos insetos, incluindo os besouros carabídeos (TOFT; BILDE, 2002). No Brasil, não existem trabalhos que descrevem a morfologia do aparelho digestivo de carabídeos para uma maior compreensão. Dessa forma, o objetivo foi fornecer informações descritivas da estrutura morfológica do proventrículo, ventrículo e íleo do aparelho digestivo de nove espécies de carabídeos associados a plantas herbáceas, sendo essas espécies de besouros classificadas quanto ao hábito alimentar como predadores e polífagas.

2 Material e Métodos

2.1 Área Experimental

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.

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.

Nas bordas da área do algodoeiro foram cultivadas plantas herbáceas mantidas em faixas de 1 × 10 m (Figura 1). 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'Donell (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 inicio da amostragem dos carabídeos no algodoeiro.

2.2 Amostragem 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).

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 1).

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 posteriormente dissecados para obtenção do proventrículo, ventrículo e íleo das espécies de carabideos.

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.

2.3 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 Resultados e Discussão

Para as nove espécies de carabídeos estudadas, *A. basistriata*, *C. granulatum*, *G. brasiliensis*, *Scarites* sp., *O. nodicornis*, *T. brasiliensis*, *S. alternans*, *S. discopunctatus* e *S. seriatoporus*, foram realizadas descrições da morfologia comparada do aparelho digestivo das seguintes estruturas: proventrículo, ventrículo e íleo. Ressalta-se que as características marcantes observadas, baseiam-se no tamanho e forma das estruturas.

***Abaris basistriata*.** É uma espécie de hábito alimentar polífago, sendo observado predando fases imaturas de coleópteros e lepidópteros, além de outros artrópodes como as aranhas (MATTA, 2014). As características morfológicas do proventrículo caracteriza por apresentar 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 reduzir em partículas menores os alimentos ingeridos.

O ventrículo é reto na sua 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 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 2. A, B, C). O íleo em conjunto com o cólon, reto e ânus, 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 (WIGGLESWORTH, 1972; CHAPMAN, 1975). Segundo WHEELER (1926), os túbulos de Malpighi são evaginações localizadas próximo ao íleo.

***Calosoma granulatum*.** É uma espécie de hábito alimentar polífago e considerada um excelente predador associada à lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) e outros lepidópteros pragas de diversas culturas (PASINI, 1991). 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 2. D, E).

***Galerita brasiliensis*.** Seu hábito alimentar é polífago. O 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 2. F, G, H).

***Scarites* sp.** 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 subfamilia alimentaram-se de solo e fragmento de rocha, isso explica o porque dessa estrutura ser rígida e diferente das demais subfamilias.

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 2. L, M, N).

***Odontocheila nodicornis*.** É uma espécie de hábito alimentar polífago e o seu 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 todo sua estrutura, apresentando-se com o comprimento maior do que o observado na espécie *T. brasiliensis* (Figura 2. I, J e K).

***Selenophorus alternans, S. discopunctatus* e *S. seriatoporus*.** São espécies de hábito alimentar polífago, com a capacidade deconsumir sementes de plantas herbáceas (HURKA; JAROSIK, 2003; HONEK et al., 2007; Matta, 2014). 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 2. O, P, Q, R, S, T, U, V e W).

***Tetracha brasiliensis*.** É uma espécie de hábito alimentar polífago e seu 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), demostraram que nas espécies primitivas de formigas e predadoras, o ventrículo apresenta-se alongado. O íleo é curvado e com estrias que contornam todo sua estrutura (Figura 2. X, Z e Y).

De uma forma geral, a morfologia do aparelho digestivo das espécies de carabídeos mostraram padrões de estruturas adaptadas ao tipo de dieta que carabídeos consomem, das quais encontram-se incluídos Collembola, minhocas, nematoides, 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), conforme os resultados obtidos em outros trabalhos. 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.

Conclui que 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.

Ao contrário do que foi observado em formicídeos, não é possível se delimitar subfamília e gênero das espécies avaliadas de carabídeos apenas pelas estruturas do proventrículo, ventrículo e íleo, ressalta-se que é necessário a necessidade de mais informações, como a realização de histoquímica para observar a quantidade e os tipos de células que constituem esses órgãos.

4 Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas fornecidas ao primeiro e segundo autores, respectivamente, à Alex Antônio Ribeiro

pela ajuda no trabalho de campo e ao Dr. Vitor Fernandes Oliveira de Miranda e à Dra. Núbia M. Correia, pela identificação das plantas espontâneas.

5 Referências

BARRETT, J. W.; BROWNWRITHT, A. J.; PRIMAVERA, M. J.; RETNAKARAN, A.; PALLI, S. R. Concomitant primary infection of the midgut epithelial cells and the hemocytes of *Trichoplusiani* by *Autographa californica* Nucleopolyhedrovirus. **Tissue and Cell**, Essex, v. 30, p. 602-616, 1998.

BILLINGSLEY, P. F.; LEHANE, M. J. Structure and ultrastructure of the insect midgut. In: LEHANE, M. J.; BILLINGSLEY, P. F. (Ed.) **Biology of the insect midgut**. London: Chapman and Hall, 1996. p. 3-30.

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**, São Paulo, v. 35, p. 257-305, 1984.

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

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**, Brasília, v. 44, p. 954-958, 2009.

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

CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. Harvard: Cambridge University Press, 1998. 788p.

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**.**

CRISTOFOLETTI, P. T.; RIBEIRO, A. F.; TERRA, W. R. Apocrine secretion of amylase and exocytosis of trypsin along the midgut of *Tenebrio molitor*larvae. **Journal of Insect Physiology,** Oxford, v. 47, p. 143-155, 2001.

EATON, J. L. (Ed). **Lepidopteran anatomy**. New York: Wiley-Interscience, 1988.

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.

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**, Dordrecht, v. 5, p. 109-129, 2000.

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

HURKA, K., JAROSIK, V.Larval omnivory in *Amara aenea* (Coleoptera: Carabidae). **European Journal of Entomology**, Ceske Budejovice, v. 100, p. 329-335, 2003.

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

LEVY, S. M.; FALLEIROS, A. M. F.; MOSCARDI, F.;GREGÓRIO, E. A.; TOLEDO, L. A. Ultramorfologia do trato digestivo de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner,1818) (Lepidoptera: Noctuidae) no final do desenvolvimento larval. **Semina: CiênciasAgrárias**, Londrina, v. 29, p. 313-322, 2008.

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.

MATTA, D. H. **Hábito alimentar e morfologia do aparelho digestivo de espécies de carabidae (Insecta: Coleoptera) associados a plantas herbáceas e ao algodoeiro colorido.** Dissertação Mestrado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014**,** 76p.

PASINI, A. **Predação de lagartas e pupas de Anticarsiagemmatalis 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.

REICHARDT, H.A synopsis of the genera of neotropicalcarabidae (insecta: coleoptera). **Quaestiones Entomologicae**, Alberta, v. 13, p. 346-493, 1977.

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.

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.

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

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

TOFT, S.; BILDE, T. **Carabid diets and food value** In: Holland J. M (Ed.) Theagroecology 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.

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.

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.

Figura 1 – Representação esquemática da área experimental com algodoeiro BRS Verde subdividida em 48 armadilhas associadas a bordas de plantas herbáceas floríferas (PHF) e plantas espontâneas. O círculo preto (•) indica a localização das armadilhas.

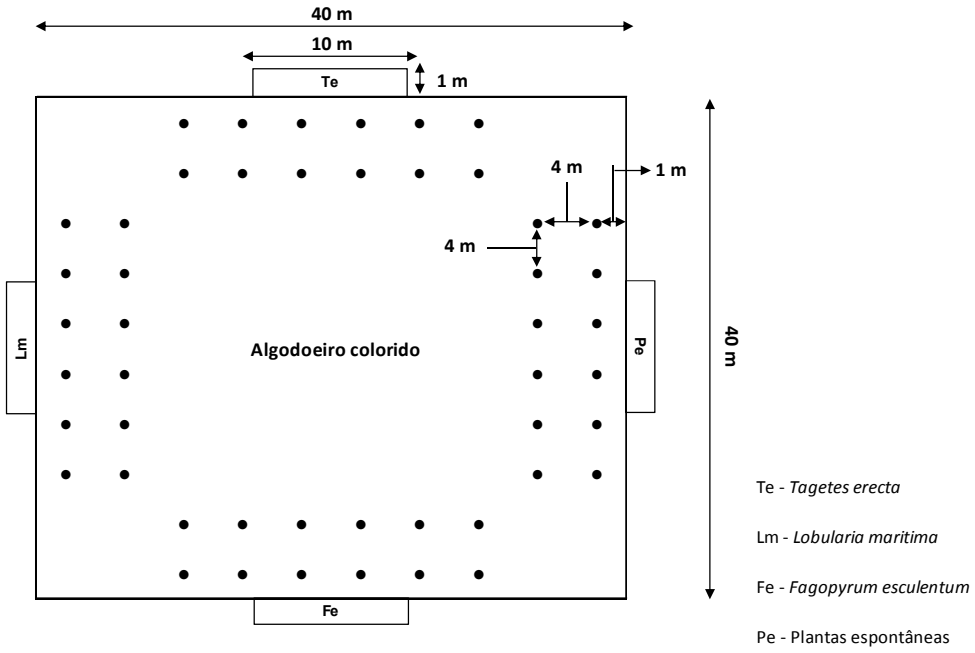
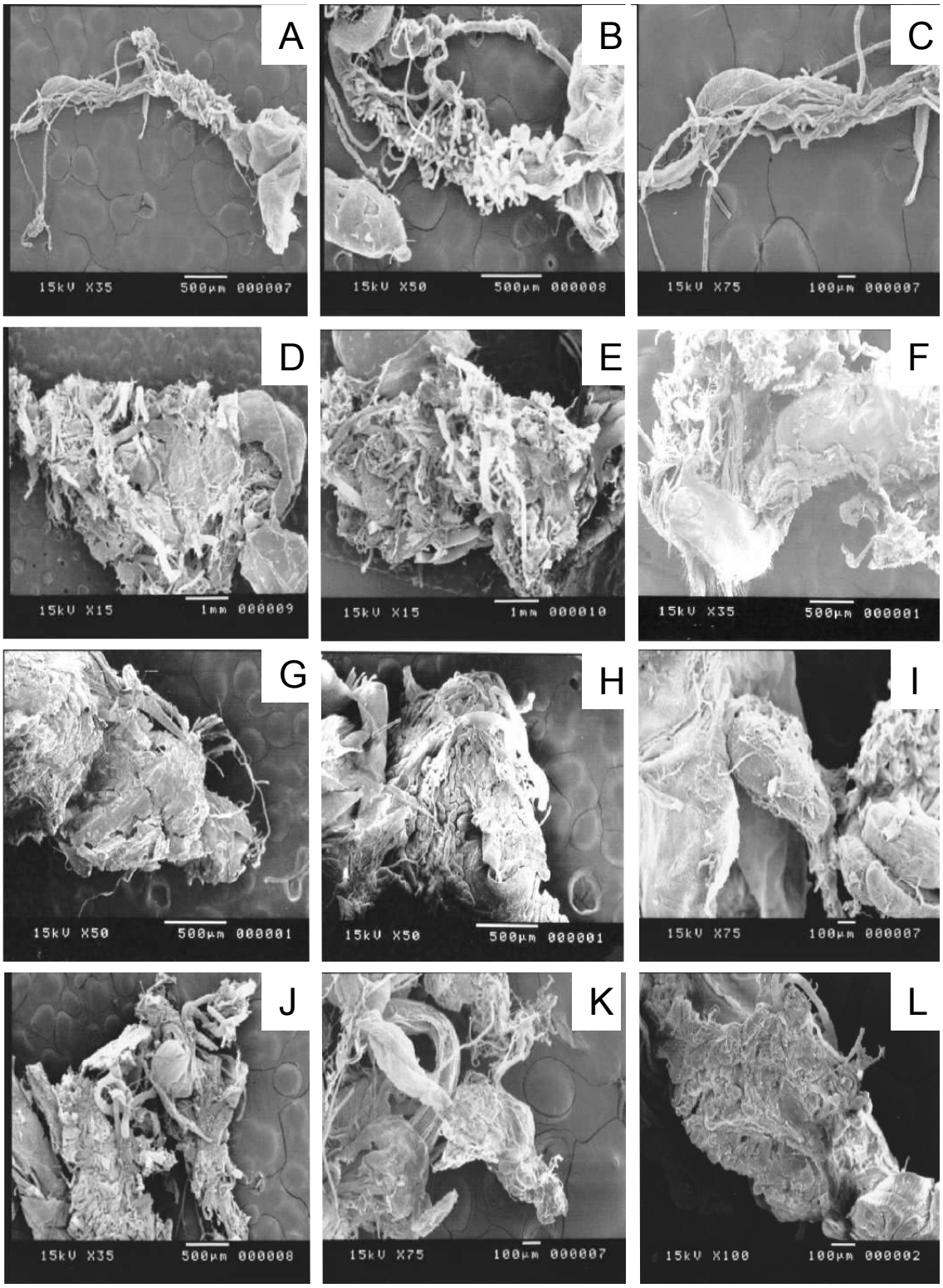
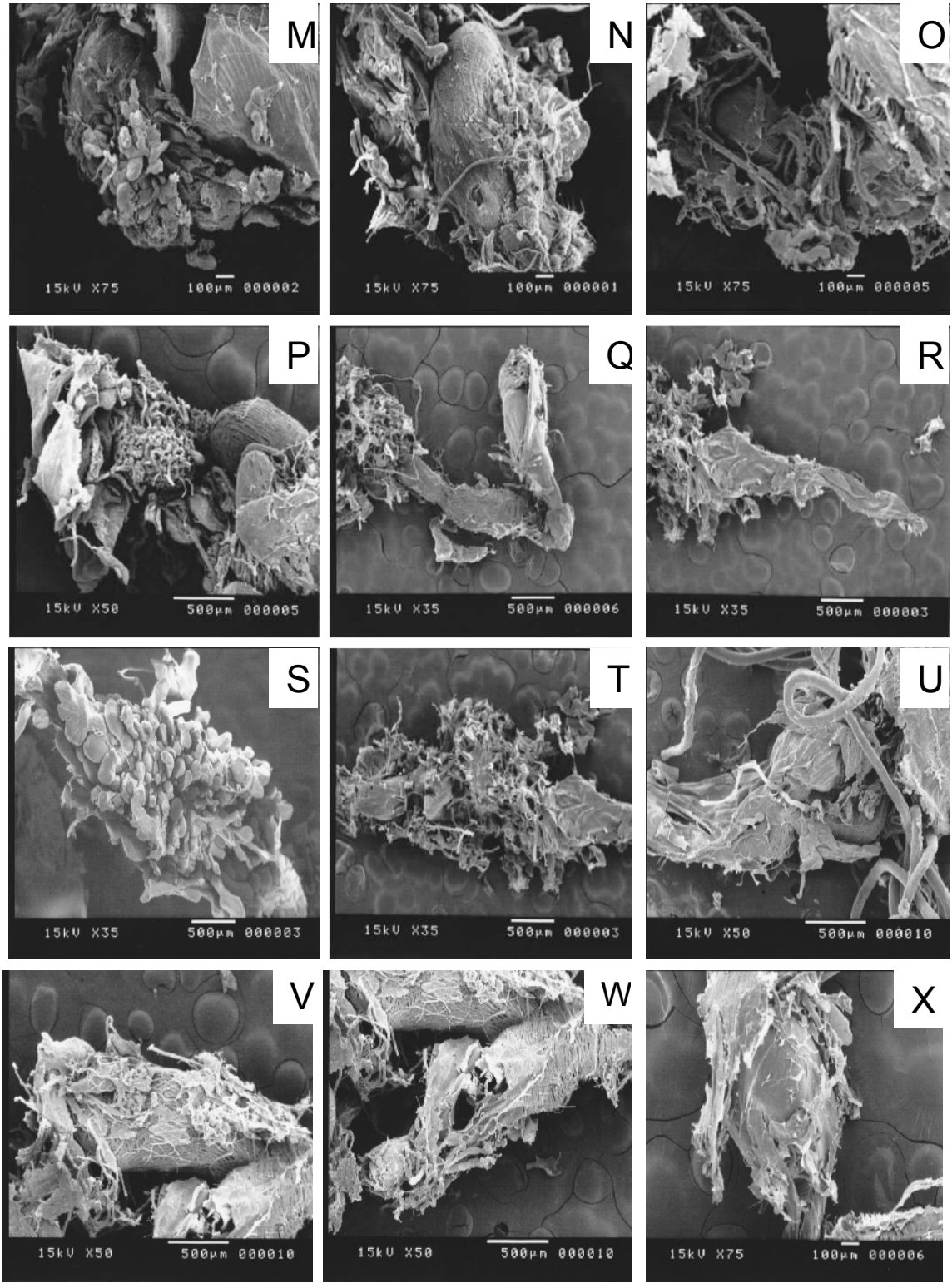
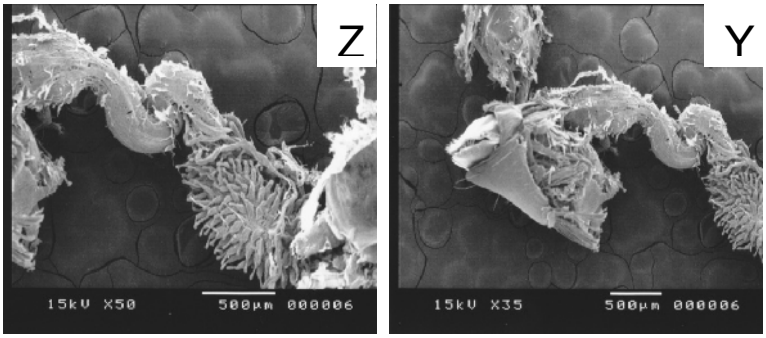


Figura 2. Eletromicrografia do proventrículo, ventrículo e íleo das espécies de carabídeos obtidas pela técnica de microscopia eletrônica de varredura. *Abaris basistriata* (A, B, C); *Calosoma granulatum* (D, E); *Galerita brasiliensis* (G, H, F); *Odontocheila nodicornis* (I, J, K); *Scarites* sp. (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.


A
15kV X35 500µm 000007
B
15kV X50 500µm 000008
C
15kV X75 100µm 000007
D
15kV X15 1mm 000009
E
15kV X15 1mm 000010
F
15kV X35 500µm 000001
G
15kV X50 500µm 000001
H
15kV X50 500µm 000001
I
15kV X75 100µm 000007
J
15kV X35 500µm 000008
K
15kV X75 100µm 000007
L
15kV X100 100µm 000002


M
15kV X75 100µm 000002
N
15kV X75 100µm 000001
O
15kV X75 100µm 000005
P
15kV X50 500µm 000005
Q
15kV X35 500µm 000006
R
15kV X35 500µm 000003
S
15kV X35 500µm 000003
T
15kV X35 500µm 000003
U
15kV X50 500µm 000010
V
15kV X50 500µm 000010
W
15kV X50 500µm 000010
X
15kV X75 100µm 000006


Z
15kV X50
500µm 000006
Y
15kV X35
500µm 000006