

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

LUZIANY QUEIROZ SANTOS

**BIOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA
DE IMATUROS E ADULTOS DE *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1805)
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)**

CURITIBA
2016

LUZIANY QUEIROZ SANTOS

**BIOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA
DE IMATUROS E ADULTOS DE *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1805)
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Mirna Martins Casagrande.

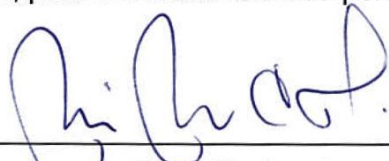
Co-orientador: Prof. Dr. Olaf Hermann Hendrik Mielke.

CURITIBA
2016

LUZIANY QUEIROZ SANTOS

“BIOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE IMATUROS E ADULTOS DE *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)”

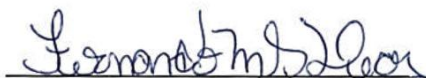
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre em Ciências Biológicas”, no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Prof. Dra. Mirna Martins Casagrande
(UFPR)

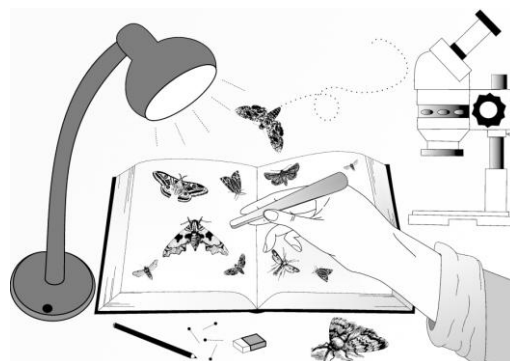


Dr. Alexandre Specht
(Embrapa Cerrados- Brasília DF)



Dr. Fernando Maia Silva Dias
(Pós-doc UFPR)

Curitiba, 17 de fevereiro de 2016.



W. Ikaro da G. Santos

“... à medida que a descoberta prossegue as lacunas vão sendo preenchidas e as dificuldades desaparecendo...”
Alfred Russel Wallace

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos e graças que me concede!

Aos meus orientadores e eternos mestres, Dra Mirna Martins Casagrande e Dr. Olaf H. H. Mielke, por toda confiança, incentivo, amizade, ensinamentos; além de acreditarem, que como as borboletas alcançam voos altos, somos capazes de nos tornar educadores e pesquisadores. Meu muito obrigado!

Aos meus pais, João Paulino e Cleudete Queiroz pelo amor, dedicação, apoio, compreensão, lições e exemplos de vida os quais fizeram com que me tornasse a pessoa que sou hoje. Amo muito vocês!

As minhas irmãs, Denizy e Bruna Queiroz por entenderem que mesmo longe nossa amizade e confissões continuam as mesmas. A Nathalia, o amorzinho da dinda, que traz amor e alegria quebrando à barreira da distância.

Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela oportunidade, com grande agradecimento aos professores, colegas acadêmicos e técnicos; aos funcionários da biblioteca. Ao Centro de Microscopia Eletrônica e ao Taxoline pela assistência na produção das imagens. Ao CNPQ pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos amigos queridos do Laboratório de Estudos de Lepidoptera Neotropical, Dayana Bonfanti, Diego Dolibaina, Eduardo Carneiro, Fabian Gaviria, Fabio Luis dos Santos, Fernando Dias, Gabriela Leviski, Janaina Silva, Johan Benitez, Lucy Mila Salik, Monica Piovesan, Ricardo Siewert, Roger Hutchings, Rosângela Brito, Sabrina Santos, Thamara Zacca e Wildio Ikaró Santos; pelos inúmeros cafés compartilhados além das confraternizações que são sempre bem humoradas e repletas de risos e novas histórias. Em especial, ao mariposólogo Fabio Luis dos Santos, por todas conversas de incentivo além das dicas nas criações; a Thamara Zacca e Wildio Ikaró Santos pelo apoio na confecção das pranchas. Ao Luis Anderson Ribeiro Leite, nordestino arretado, que mesmo de volta as suas origens faz e fará parte desse laboratório.

Ao Marcelo Medaglia pela compreensão nos momentos de ausência, no apoio constante, no auxílio nos deveres diários e pelas inúmeras risadas que sabe tirar como ninguém.

Ao Dr. Alexandre Specht por todo auxílio prestado. A Emprapa Cerrados e a Embrapa Soja pelo envio do material que culminou na conclusão deste estudo.

In memoriam de Arthur Ricardo Jr. e Minervina Queiroz, que não estão presentes fisicamente, mas que plantaram uma sementinha que hoje está germinada em minha vida!

As minhas amigas Greice Both, Juliana Uchoa, Juliana e Shana Werner e aos amigos Bruno Uchoa e Victor Hugo Queiroz, que entenderam que a única viagem possível, nesse período, foi à em direção ao conhecimento. A Carmem Queiroz, minha mãe de afeto, que sempre me apoia na busca constante da evolução intelectual.

Aos meus amigos em solo curitibano, Ana Carolina Jazar, Carolina Moraes, Goreti e Ana Paula Kurtz, Josemar Silva, Kely Cristina Luvizotte, Ramiro França, Sâmia Souza, Sandra Schwarz, Tatiane Ho e Vanusa Guimarães; mostraram-se parceiros com inúmeras conversas, risos e confraternizações.

A todos, meu humilde e sincero agradecimento!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REFERÊNCIAS	5
CAPÍTULO I – BIOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE IMATUROS E ADULTOS DE <i>HELICOVERPA ARMIGERA</i> (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)	
RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1 Origem dos insetos	10
2.2 Método de criação	10
2.3 Fixação	10
2.4 Metodologia.....	10
2.5 Terminologia	11
3 RESULTADOS	12
3.1 Biologia	12
3.2 Morfologia.....	13
3.2.1 Ovo	13
3.2.2 Larva de 1º instar.....	13
3.2.3 Larva de 2º instar	14
3.2.4 Larva de 3º instar	14
3.2.5 Larva de 4º instar	14
3.2.6 Larva de 5º instar	15
3.2.7 Larva de 6º instar	15
3.2.8 Quetotaxia da cabeça.....	16
3.2.9 Quetotaxia do tórax e do abdome	16
3.2.10 Identificação de instares	17
3.2.11 Pupa	18
4 DISCUSSÃO	19

REFERÊNCIAS	21
FIGURAS	25
CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ADULTOS DE <i>HELICOVERPA ARMIGERA</i> (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)	
RESUMO	41
ABSTRACT	42
1. INTRODUÇÃO	43
2. MATERIAL E MÉTODOS	44
2.1 Origem dos insetos	44
2.2 Fixação	44
2.3 Metodologia.....	44
2.4 Terminologia	45
3 RESULTADOS	46
3.1 Cabeça	46
3.2 Apêndices cefálicos	47
3.2.1 Antena.....	47
3.2.2 Aparelho bucal.....	47
3.2.2.1 Lábio.....	47
3.2.2.2 Maxila.....	47
3.3 Região cervical	47
3.4 Tórax.....	48
3.4.1 Protórax	48
3.4.2 Mesotórax	48
3.2.3 Metatórax.....	49
3.5 Apêndices torácicos.....	50
3.5.1 Escleritos axilares	50
3.5.2 Asas	50
3.5.3 Pernas	52
3.6 Abdome	52
3.6.1 Segmentos pré-genitais.....	52
3.6.2 Genitália masculina	53
3.6.3 Genitália feminina	53

4 DISCUSSÃO	55
REFERÊNCIAS	57
FIGURAS	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Média e desvio padrão da maior largura (mm) das cápsulas cefálicas, número de amostras (n), e razão de crescimento (RC) entre os instares larvais	17
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Largura das cápsulas cefálicas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) em cada instar com média e intervalo de confiança 95%	25
Figuras 2-7. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Ovo: (2) vista dorsal; (3) Ornamentação. et: estrias transversais; el: estrias longitudinais; (4) área micropilar. am: abertura micropilar; cr: célula da roseta; Padrão de coloração do ovo (5-7): (5) creme; (6) castanho claro; (7) castanho médio	26
Figuras 8-15. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Larva 1º instar: (8) Cabeça vista ventral. an: antena; lb: lábio; lbr: labro; md: mandíbula; mx: maxila; (9) antena vista lateral. an1: primeiro artigo; an2: segundo artigo; an3: terceiro artigo; (10) fiandeira vista frontal. fi: fiandeira; (11) detalhe da cerda em T1 vista lateral. cl: calaza; epl: espículas; (12) espiráculo de T1; (13) espiráculo de A1; (14) espiráculo de A8; (15) garras tarsais da perna T1	27
Figuras 16-23. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Larvas: (16) 1º instar vista dorsal; (17) 1º instar vista lateral; (18) 2º instar vista dorsal; (19) 2º instar vista lateral; (20) 3º instar vista dorsal; (21) 3º instar vista lateral; (22) 4º instar vista dorsal; (23) 4º instar vista lateral	28
Figuras 24-29. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Larvas: (24) 5º instar vista dorsal; (25) 5º vista lateral; (26) 6º instar castanho escuro vista dorsal; (27) 6º instar castanho escuro vista lateral; (28) 6º instar verde vista dorsal; (29) 6º instar verde vista lateral. 30-32 Câmara pupal: (30) vista dorsal; (31) vista lateral; (32) vista interna	29
Figuras 33-39. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Larva 6º instar: (33) região estemal; (34) sexto estema; (35) mandíbula; (36) maxila; (37) palpo maxilar. A1, A2, A3, L1, L2, L3, M1 e M2: sensilas basicônicas; SC1 e SC2: sensilas campaniformias; SD: sensila digitiforme; (38) palpo labial. ca: canal de abertura da fiandeira; epl: espículas; fi: fiandeira; hp: hipofaringe; pl: palpo labial; (39) detalhe da fiandeira	30
Figuras 40-45. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) 40-45 Larva 6º instar: (40) abertura da glândula jugular; (41) gj: glândula jugular vista lateral; (42) espiráculo de T1; (43) espiráculo de A8; (44) detalhe da abertura do espiráculo A8; (45) crochets da perna abdominal A8.....	31
Figuras 46-47. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Quetotaxia da cápsula cefálica: (46) 1º instar vista frontal; (47) 6º instar vista lateral	32
Figura 48. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Quetotaxia da larva de 1º instar vista lateral. Lbr: labro; Md: mandíbula; Mxs: maxila	33

Figuras 49-52. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Quetotaxia das larvas: 49-50 Larva 1° instar (49) placa pronotal; (50) placa anal; Larva 6° instar (51) clipeo, labro e mandíbula; Larva 5° instar (52) perna protorácica	34
Figuras 53-57. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Cápsula cefálica: (53) 2° instar; (54) 3° instar; (55) 4° instar; (56) 5° instar; (57) 6° instar.....	35
Figuras 58-59. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Pupa fêmea: (58) vista ventral; (59) vista dorsal.....	36
Figura 60. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Pupa fêmea vista lateral	37
Figuras 61-64. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Região posterior da pupa: (61,63) fêmea vista ventral; (62, 64) macho vista ventral.....	38
Figuras 65-67. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Pupa fêmea: (65) vista ventral; (66) vista dorsal; (67) vista lateral	39
Figuras 68-71. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Pupa: (68,69) espiráculo torácico (68) vista frontal; (69) vista lateral; (70) espiráculo abdominal; (71) cremaster	40

CAPÍTULO II

Figuras 1-4. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Fêmea: (1) vista dorsal; (2) vista ventral; Macho: (3) vista dorsal; (4) vista ventral.....	60
Figuras 5-8. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Cabeça: (5) vista frontal; (6) vista dorsal; (7) vista posterior; (8) vista ventral. Escala = 1mm	61
Figuras 9-12. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Cabeça: (9) vista lateral. Apêndices cefálicos: (10) antena; (11) palpo labial vista lateral externa; (12) palpo labial vista lateral interna.....	62
Figuras 13-20. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Vértice fêmea (13) quetosema vista frontal. Antena fêmea: (14) vista lateral; (15) escapo, pedidelo e primeiros flagelômeros; (16) porção distal; (17) detalhe do último flagelômero. Ocelo fêmea (18) vista frontal. Epifaringe fêmea (19) vista frontal. Gálea fêmea (20) porção distal	63
Figuras 21-23. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Esclerito cervical (21) vista lateral. Tégula: (22) vista lateral externa; (23) vista lateral interna.....	64
Figura 24. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Tórax (24) vista dorsal.....	65
Figura 25. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Tórax (25) vista ventral	66
Figura 26. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Tórax (26) vista lateral.....	67
Figuras 27-28. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Escleritos axilares fêmea: (27) asa anterior vista dorsal; (28) asa posterior vista dorsal.....	68

Figuras 29-31. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Asas: (29) fêmea asa anterior. Ar: aréola; (30) macho asa posterior; (31) fêmea asa posterior.....	69
Figuras 32-35. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Frênulo e retináculo: (32) macho; (33) fêmea. Retináculo: (34) macho; (35) fêmea	70
Figuras 36-39. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Pernas: (36) protorácica fêmea; (37) mesotorácica fêmea; (38) mesotorácica macho; (39) metatorácica macho	71
Figuras 40-46. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Metatórax (40) tímpano. 41-46 Perna protorácica: (41) espinhos do fêmur do macho; (42) detalhe dos espinhos do fêmur do macho; (43) epífise; (44) esporão tibial I; 45-46 Distitarso e garra tarsal: (45) vista ventral; (46) vista lateral. aro: arólio; gr: garra tarsal bífida; pug: placa unguitratora.....	72
Figuras 47-50. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Abdome: (47) macho vista lateral; (48) fêmea vista lateral; (49) macho vista ventral; (50) fêmea vista ventral.....	73
Figuras 51-52. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Genitália masculina: (51) vista anterior; (52) vista posterior	74
Figuras 53-59. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Genitália masculina: (53) vista lateral. Valva: (54) vista externa; (55) vista interna. Edeago: (56) vista dorsal; (57) vista lateral; (58) vista ventral. Vesica evertida: (59) vista dorsal.....	75
Figura 60. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Genitália feminina: (60) vista lateral	76
Figura 61. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Genitália feminina (61) vista ventral	77
Figuras 62-63. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) Genitália masculina: (62) cornuto. Genitália feminina: (63) signo.....	78

**BIOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA
DE IMATUROS E ADULTOS DE *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1805)
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)**

RESUMO

Noctuidae reúne as principais pragas de importância agrícola – uma das famílias mais diversas da ordem Lepidoptera. Heliothinae, por sua vez, é uma subfamília relativamente pequena, cuja monofilia é bem estabelecida, sustentada por caracteres de larvas e adultos. Espécies dessa subfamília apresentam porte pequeno a médio, e exibem características que propiciam sua rápida dispersão em diferentes habitats, especialmente em áreas abertas como savanas e cultivadas. Adicionalmente, algumas espécies são capazes de percorrer grandes distâncias em voo, tanto em dispersão quanto em migração. O gênero *Helicoverpa* (Hardwick, 1965) inclui 17 espécies especialistas e generalistas, dentre elas *Helicoverpa armigera*, que atualmente está disseminada em escala global. Este estudo tem como objetivo principal mitigar a ausência de trabalhos morfológicos, através da revisão e descrição detalhada da morfologia de imaturos e adultos de *H. armigera*. Acompanhou-se o desenvolvimento de quatro ciclos completos de vida, com observações diárias da biologia e comportamento destas mariposas. Caracteres morfológicos de importância taxonômica foram ilustrados através de desenhos, macrofotografias, e microeletrofotografias obtidas através de microscópio eletrônico de varredura. A quetotoxia permitiu evidenciar a distribuição e disposição das cerdas como também a diferença entre os instares larvais. Dentre os caracteres morfológicos destacam-se: antena com órgão sensorial; glândula jugular invertida; diferença na quantidade de cerdas no frênulo de macho e fêmea, como também a disposição das cerdas do retináculo em ambos os sexos; pernas torácicas das larvas com formato de gancho e dos adultos apresentando espinhos e esporões. Estudos que abordam a morfologia e o comportamento deste grupo ainda são escassos, principalmente no que tange as espécies de interesse econômico. Futuros estudos morfológicos de imaturos e adultos das espécies simpátricas do gênero podem ser realizados com o intuito de diferencia-las, além de contribuir com o conhecimento taxonômico do grupo.

Palavras-chaves: Ciclo de vida, história natural, Noctuoidea, tagmas.

**BIOLOGY AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF
IMMATURE AND ADULT OF *HELCOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER,1805)
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)**

ABSTRACT

Noctuidae brings together the main pests of agricultural - one of the most diverse families of the Lepidoptera order. Heliiothinae, in turn, is a relatively small subfamily, whose monophyly is well established, supported by features of larvae and adults. Species of this subfamily are small to medium in size and exhibit characteristics that enable their rapid dispersal into different habitats, especially in open areas like savannahs and cultivated fields. Furthermore, some species are able to travel long distances in flight, both in dispersion as migration. The genus *Helicoverpa* (Hardwick, 1965) comprises 17 specialist and generalist species, among them *Helicoverpa armigera*, which is currently spread on a global scale. This study aims to mitigate the absence of morphological work through the review and detailed description of the morphology of immature and adult *H. armigera* adult. The development of four full cycles life was accompanied, with daily observations of the biology and behavior of those moths. Morphological features of taxonomic importance were illustrated with line drawings, macrophotography, and electron scanning micrographs. The chaetotaxy has highlighted the distribution and arrangement of the bristles as well as the differences among the larval instars. Among the morphological features stand out: antenna with sensory organ; inverted jugular gland; difference in the amount of bristles in male and female frenulum, as well as the arrangement of the bristles retinaculum in both sexes; hook-shaped thoracic legs of the larvae and, thoracic legs adults presenting spines and spurs. Studies dealing with the morphology and behavior of such group are still scarce, especially regarding species of economic interest. Future morphological studies of immature and adults of sympatric species of the genus can be carried out in order to differentiate them and contribute to the taxonomic knowledge of the group.

Key words: Life cycle, natural history, Noctuoidea, tagma.

INTRODUÇÃO GERAL

Noctuidae é uma das famílias mais abundantes em Lepidoptera (Zahiri 2010, 2011, 2012, 2013) caracterizada, principalmente, pela presença do órgão timpânico localizado na porção posterior do tórax, e a redução ou ausência da veia M₂ na asa posterior (Fibiger & Lanfontaine 2004; Lanfontaine & Fibiger 2006). Espécies dessa família são consideradas importantes pragas agrícolas. (Mitchell *et al.* 2006).

Heliiothinae é uma subfamília cosmopolita e constituída por cerca de 400 espécies, que são igualmente diversificadas quanto a seus hábitos, tamanho, que varia de pequeno a médio e preferindo habitats de climas secos e quentes (Mitter *et al.* 1993; Maltov *et al.* 2008). Os representantes destas espécies, além de se alimentarem de variados tipos de plantas, possuem altas taxas de fecundidade e dispersão e, constroem câmaras no solo para pupação (Mitter *et al.* 1993).

O que se conhece sobre a morfologia e fisiologia do grupo se baseia em estudos esparsos e superficiais, como por exemplo, a presença de esporões tibiais nos três pares de pernas, com suposta função de auxiliar o adulto recém-emergido, a cavar e chegar à superfície (Hardwick 1958; Fibiger & Lanfontaine 2004).

O gênero *Helicoverpa* foi descrito por Hardwick, 1965 para 11 novas espécies: *H. atacammae*, *H. bracteae*, *H. confusa*, *H. fletcheri*, *H. helenae*, *H. minuta*, *H. pacifica*, *H. pallida*, *H. tibetensis*, *H. titicacae* e *H. toddi*; e atualmente com 17 espécies: *H. assulta* (Guenée, 1852), *H. armigera* (Hübner, 1805), *H. gelotopoen* (Dyar, 1921), *H. hawaiiensis* (Quaintance & Brues, 1905), *H. punctigera* (Wallengren, 1860) e *H. zea* (Boddie, 1850). Na fase larval alimentam-se de flores e frutos de plantações economicamente importantes, dentre elas: soja, milho e algodão, trazendo inúmeros prejuízos para as lavouras (Kitching & Rawlins 1998; Body *et al.* 2008; Burkness *et al.* 2010). Czapak *et al.* (2013) salientam que os danos podem ocorrer tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva da planta.

Helicoverpa armigera (Hübner, 1805) é endêmica da África, Europa, Ásia continental, Ceylão, Japão, ilhas Canton e Fiji, Nova Zelândia, Nova Caledônia, Austrália, Nova Guiné, leste da Indonésia, Kiribati e Polinésia (Hardwick 1965) e, mais recentemente no Novo Mundo (Czapak *et al.* 2013; Specht *et al.* 2013).

Pelo pouco que se conhece da morfologia do grupo, essa espécie apresenta forte estrutura corporal com tórax amplo (Ali *et al.* 2009), como característica adaptativa para

alcançarem voos mais altos facilitando assim o alto índice de migração em diversos tipos de culturas e em diversas regiões do mundo (Fitt 1989; Cunningham *et al.* 1998).

Fato importante na alimentação desta espécie é a utilização por parte dos adultos e imaturos de flores e frutos das plantações, como recursos que sustentam as populações, o que faz do ambiente agrícola o ideal para esta espécie, atualmente praga com alto grau de impacto (Zalucki *et al.* 1986).

Por apresentar acentuado desempenho devido adaptações a diversos tipos de culturas, um rápido ciclo de vida, diapausa facultativa e alta capacidade migratória fez com que *Helicoverpa armigera* se dissipasse rapidamente e em escala global, trazendo inúmeros prejuízos agrícolas e econômicos (Fitt 1989; Jadhav *et al.* 2013), inclusive para o Brasil (Specht *et al.* 2013). A espécie, até então não registrada para a América do Sul, adentrou no Brasil, trazendo uma problemática para os agricultores de diversas culturas economicamente importantes (Cpezak *et al.* 2013; Specht *et al.* 2013; Thomazoni *et al.* 2013). Com isso, a identificação tanto de adultos como de imaturos de forma eficaz e contundente é de grande vantagem para o controle, o que só será possível com o conhecimento morfológico da espécie, como também de *H. zea* e *H. gelatopeon* que ocorrem nas culturas do Brasil, além de serem morfológicamente semelhantes.

REFERÊNCIAS

- Ali, A., Choudhury, R.A., Ahmad, Z., Rahman, F., Khan, F.R., Ahmad, S.K., 2009. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**. 4, 99-106.
- Body, B.M., Daniels, J.C., Austin, G.T., 2008. Predaceous behavior by *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae). **Journal of Insect Behavior**. 21,143-146.
- Burkness, E.C., Dively, G., Patton, T., Morey, A.C., Hutchison, W.D., 2010. Novel Vip3A *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize approaches high-dose efficacy against *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) under field conditions: Implications for resistance management. **GM Crops**. 1(5), 1-7.
- Cunningham, J.P., Jallow, M.F.A., Wright, D.J., Zalucki, M.P., 1998. Learning in host selection in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Animal Behaviour**.55(1), 227-234.
- Czepak, C., Albernaz, K.C., Vivan, L.M., Guimarães, H.O., Carvalhais, T., 2013. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 43,110-113.
- Fibiger, M., Lafontaine, J.D., 2004. A review of the higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera) with special reference to the Holarctic fauna. **Esperiana, Buchreihe zur Entomologie**. 11, 1-124.
- Fitt, G.P., 1989. The ecology of Heliiothis species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**. 34, 17- 52.
- Hardwick, D.F., 1958. Taxonomy, life history and habits of the Elliptoid-eyed species of Schinea (Lepidoptera: Noctuidae), with notes on the Heliiothidinae. **The Canadian Entomologist**. 6, 1-116.
- Hardwick, D.F., 1965. The corn earworm complex. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**. 40, 1-246.
- Jadhav, D.R., Armes, N.J., Bhatnagar, V.S., 2013. Incidence of Winter and Summer Diapause in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Andhra Pradesh, India. **Asian Journal of Agricultural Sciences**. 5(3), 40-51.
- Kitching, I.J., Rawlins, J.E., 1998. The Noctuoidea, p. 355-401. In: Kristensen, N.P. (Ed.). **Lepidoptera, Moths and Butterflies**. In: Fischer, M. (Ed.) **Handbook of Zoology IV, Arthropoda 2, Insecta 35**. Berlin, Walter de Gruyter, vol 1, 491p.
- Lafontaine, J.D., Fibiger, M., 2006. Revised higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). **The Canadian Entomologist**. 138, 610-635.
- Matov, A., Zahiri, R., Holloway, J.D., 2008. The Heliiothinae of Iran (Lepidoptera: Noctuidae). **Zootaxa**. 1763, 1-37.

Mitchell, A., Mitter, C., Regier, J.C., 2006. Systematics and evolution of the cutworm moths (Lepidoptera: Noctuidae): evidence from two protein-coding nuclear genes. **Systematic Entomology**. 31, 21-46.

Mitter, C., Poole, R.W., Matthews, M., 1993. Biosystematics of the Heliiothinae (Lepidoptera: Noctuidae). **Annual Review of Entomology**. 38, 207-225.

Specht, A., Sosa-Gómez, D.R., Paula-Moraes, S.V., Yano, S.A.C., 2013. *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae) no Brasil: Identificação morfológica e molecular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 48(6),689-692.

Thomazoni, D., Soria, M.F., Pereira, E.J.G., Degrande, P.E., 2013. *Helicoverpa armigera*: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso. **Instituto Mato-grossense do algodão -Circular Técnica**. 5,1-12.

Zalucki, M.P., Daglish, G., Firempong, S., Twine, P. 1986. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal of Zoology**. 34, 779–814.

Zahiri, R., Kitching, I.J., Lafontaine, J.D., Mutanen, M., Kaila, L., Holloway, J.D., Wahlberg, N., 2010. A new molecular phylogeny offers hope for a stable family-level classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). **Zoologica Scripta**. 40, 1-16.

Zahiri, R., Kitching, I.J., Lafontaine, J.D., Mutanen, M., Kaila, L., Holloway, J.D., Wahlberg, N., 2011. A new molecular phylogeny offers hope for a stable family-level classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). **Zoologica Scripta**. 40, 158-173.

Zahiri, R., Holloway, J.D., Kitching, I.J., Lafontaine, D., Mutanen, M., Wahlberg, N., 2012. Molecular phylogenetics of Erebidae (Lepidoptera, Noctuoidea). **Systematic Entomology**. 37, 102-124.

Zahiri, R., Lafontaine, D., Schmidt, C., Holloway, J.D., Kitching, I.J., Mutanen, M., Wahlberg, N., 2013. Relationships among the basal lineages of Noctuidae (Lepidoptera, Noctuoidea) based on eight gene regions. **Zoologica Scripta**. 42, 488-507.

CAPÍTULO I

BIOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE IMATUROS DE *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)

RESUMO

Espécies que atacam culturas de importância econômica e causam prejuízos substanciais a estes cultivos têm seu status elevado à praga. O estudo do comportamento e ciclo de vida é de fundamental importância para a identificação precisa destas espécies. Esse trabalho tem como objetivo contribuir para o conhecimento dos imaturos de *Helicoverpa armigera*, uma espécie de noctuídeo invasora no Brasil. Dados da morfologia, história natural e comportamento dos imaturos são apresentados. Caracterizações morfológicas incluem a descrição do ovo, larva e pupa, e a quetotaxia das larvas. Os exemplares foram examinados com o auxílio de estereomicroscópio, e as estruturas de importância taxonômica foram ilustradas através de microeletrofotografias realizadas com microscópio eletrônico de varredura, desenhos e fotografias. Caracteres como: micrópila, ocelos, fiandeira, sensilas do palpo maxilar, glândula jugular, pernas torácicas, crochets abdominais, cremaster, como também a quetotaxia de todos os instares larvais são reportados e descritos. Estes resultados poderão guiar a identificação dos estágios imaturos dessa espécie invasora, amplamente distribuída no Brasil.

Palavras-chave: Ciclo de vida, mariposa, morfologia, quetotaxia.

**BIOLOGY AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION
OF IMMATURE OF *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1805)
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)**

ABSTRACT

Insect larvae that feed on economically important cultivated plants and cause considerable damage are considered agricultural crop pests. Assessing the natural history and behavior of these species is fundamental to identifying them accurately. The main goal of this study is to make a contribution to the knowledge of the immatures of *Helicoverpa armigera*, an invasive noctuid species in Brazil. Data on the morphology, natural history, and behavior of immatures are presented herein. Morphological descriptions include characters gleaned from the eggs, larvae, and pupae, including larval chaetotaxy. Exemplars were examined with the aid of a stereomicroscope, and structures of taxonomic importance were illustrated with scanning electron micrographs, line drawings, and macrophotography. Features as: micropyle, ocelli, spinneret, sensilla maxillary palp, jugular gland, legs thoracic, abdominal crochets, cremaster, as well as chaetotaxy all larval instars are reported and described. These results are intended to serve as a guide to the identification of the immature stages of this invasive species which is currently widely distributed in Brazil.

Key words: Chaetotaxy, life cycle, morphology, moth.

1. INTRODUÇÃO

Helicoverpa armigera (Hübner, 1805) é uma das principais espécies de importância agrícola com ampla distribuição e apresenta características peculiares, que facilitam sua adaptação em diversos tipos de solo e temperaturas (Hardwick 1965; Fitt 1989; Matthews 1991).

Sua distribuição originalmente era limitada as regiões da Europa Ocidental, África Central, Oceania e em partes da Ásia (Hardwich 1965). Estimativas recentes demonstram a alta probabilidade de propagação na América Central e do Norte (Kriticos *et al.* 2015). A partir do ano de 2013 obtiveram-se os primeiros registros oficiais de *H. armigera* no Brasil, por razões ainda desconhecidas, atacando primeiramente as plantações dos estados de Goiás, Mato Grosso e Bahia (Cpezak *et al.* 2013) e, no decorrer dos anos disseminada nas demais regiões brasileiras (Specht *et al.* 2013; Thomazoni *et al.* 2013; Pratissoli *et al.* 2015).

A fauna da região Neotropical abriga famílias de Lepidoptera, entre elas, as mariposas que carecem de trabalhos morfológicos e comportamentais que visem o melhor entendimento destas espécies (Dias 2006). Trabalhos considerando aspectos biológicos (Hardwick 1965; Zalucki *et al.* 1986; Karim 2000; Ali *et al.* 2009) e comportamentais (Sorensen *et al.* 2006; Abbasi *et al.* 2007; Feng *et al.* 2010; Liu *et al.* 2010; Nadda 2012; Jadhav *et al.* 2013) de *H. armigera* foram publicados, no entanto, nenhum detalha a morfologia dos instares larvais. Considerando a importância desta espécie, uma vez identificada em culturas de soja, milho, algodão, feijão verde, tomates, frutas cítricas e pastagens (Bueno & Sosa-Gómez 2014), este estudo visa caracterizar a morfologia dos estágios imaturos, elencando estruturas ainda não evidenciadas, com intuito de fornecer dados que possam ser utilizados na identificação precisa da espécie, bem como, diferenciá-la de *H. zea* e das demais espécies do gênero, para tornar mais específica medidas de controle.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Origem dos insetos

Pupas foram trazidas ao Laboratório de Estudos de Lepidoptera Neotropical após as criações realizadas pela Embrapa Cerrados (Planaltina, DF) e Embrapa Soja (Londrina, PR). Foram sexadas e separadas em gaiolas até a emergência dos adultos.

2.2 Método de criação

Ovos foram obtidos através de quatro casais mantidos em tubos de PVC de 80 cm de diâmetro e 60 cm de altura, revestidos com papel craft pardo e cobertos por tecido tipo tule branco, essa técnica foi desenvolvida após várias tentativas com adaptações de outras metodologias já citadas na literatura (Specht *et al.* 2006, Specht *et al.* 2007, Mironidis & Savopoulou-Soultani 2008, Wang *et al.* 2008). Os adultos foram alimentados com uma solução de mel a 10% e outra de água destilada, ambos embebidos em algodão. Os tubos foram checados a cada dois dias, trocando o revestimento, cobertura e alimentação. Ao total foram quatro criações com 24 casais. Após a oviposição, que era feita no papel craft pardo, os ovos foram acondicionados em potes sobre papel absorvente umedecido, onde permaneceram até a eclosão.

As larvas, foram individualizadas em potes plásticos com tampa, de 2,5 cm de diâmetro e 7 cm de altura, sobre papel absorvente seco; indivíduos de duas criações foram alimentados com folhas de alface, sem umidade e duas com dieta artificial a base de feijão (Montezano *et al.* 2013). A troca de alimento e revestimento aconteciam a cada dois dias e após o quinto instar, 3cm de vermiculita ou terra foram depositados no fundo de cada pote para a empupação.

2.3 Fixação

As formas imaturas foram fixados em líquido Kahle-Dietrich e posteriormente transferidas para álcool 70%. A cada instar, as cápsulas cefálicas foram recolhidas e armazenadas a seco em tubos eppendorf. Exemplares estão depositados na Coleção de Imaturos - Lepidoptera Padre Jesus Santiago Moure na Universidade Federal do Paraná.

2.4 Metodologia

As mensurações de ovo, larvas, cápsulas cefálicas e pupas foram realizadas com lente micrométrica acoplada em microscópio estereoscópico Wild Heerbrugg. Para as

cápsulas cefálicas utilizou a média de cada instar e desvio padrão da maior largura; para o tamanho das larvas mediu-se desde a frente até a porção posterior do último segmento abdominal no momento em que ela se encontrava farada.

Para o estudo de quetotaxia, desenhos das cápsulas cefálicas de 1º e 2º instares foram realizados com microscópio óptico Zeiss Standard 20; utilizou-se o microscópio estereoscópico Wild Heerbrugg para esboços das cápsulas cefálicas de 3º e 4º instares, enquanto pupas, perna torácica e cápsulas cefálicas de 5º e 6º instares foram feitos com o uso do microscópio estereoscópico Zeiss Stemi SV 6, ambos com câmara clara acoplada. Os desenhos foram refinados com a utilização de caneta nanquim, posteriormente ajustados e formatados com programa específico.

As microeletrofotografias foram realizadas no Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná (CEM-UFPR), com o microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 6360-LV. As amostras acondicionadas em via líquida foram preparadas em uma seriação alcoólica de 10 minutos em cada solução de álcool 70%, 80%, 90% e, duas em álcool absoluto, sequencialmente, acondicionadas no Thornton T14 para dois banhos ultrassônicos de 30 minutos, e então desidratadas no equipamento Bal-Tec® modelo CPD-030 Critical Point Dryer. As estruturas desidratadas foram montadas em *stubs* metálicos fixados com fita dupla face condutora de cobre 3M®, e revestidas com ouro em um metalizador Balzers® modelo SCD030 – Union FL 9496.

As imagens foram obtidas através da automontagem realizada pelo Software Las 4.0 através da Câmera Leica DFC 500 acoplada a Lupa Leica MZ16 no Taxonline (UFPR) e as demais fotografias com câmera fotográfica digital.

2.5 Terminologia

Ovos foram descritos com base em Peterson (1961, 1964). Para as larvas utilizou-se, Stehr (1987) para quetotaxia de parte da cabeça, segmentos torácico e abdominais; Peterson (1962) para as faixas do corpo; Blaik & Malkiewickz (2003) para as cerdas do labro, maxilas e pernas torácicas. As sensilas do palpo maxilar foram nominadas de acordo com Baker *et al.* (1986) e glândula jugular conforme Peterson (1962). A caracterização das pupas segue Mosher (1919), e para determinação do sexo das pupas foi utilizado Butt & Cantu (1962).

3. RESULTADOS

3.1 Biologia (Figs 30-32)

Os adultos permanecem inativos a maior parte do dia, com maior atividade no período noturno, após o crepúsculo vespertino. O pareamento ocorre normalmente neste período e exemplares permanecem em cópula por algumas horas ou, às vezes dias. A oviposição ocorre um ou dois dias após a cópula quando as fêmeas com as asas estendidas sobre o corpo, ovipositam até aproximadamente 15 dias, formando vários pequenos aglomerados com no máximo três ovos cada. Após este período, morrem totalmente exauridas.

As posturas somam 10 a 20 ovos no início e continuam aumentando consideravelmente. Os ovos das duas primeiras posturas não emergem.

Larvas de 1º instar ao eclodirem alimentam-se do cório e caminham isoladamente, em busca de alimento, quando não encontram, alimentam-se dos ovos ainda não eclodidos e de larvas menos ativas. Em função deste comportamento, as larvas foram isoladas, desde o 1º instar. Para testar a presença de canibalismo nos demais instares, foram acondicionadas larvas aos pares em recipientes com alimento, no entanto o que pudemos observar que uma das larvas mantém a outra afastada do alimento levando-a à morte por inanição.

As larvas não se adaptaram com o ambiente úmido, observamos com as primeiras tentativas que algumas morreram devido à umidade contida no pote, principalmente no 1º instar, quando comparado aos demais.

Observou-se, no decorrer dos instares larvais, que antes da muda as larvas permanecem totalmente imóveis, expulsando primeiramente a cápsula cefálica para a região anterior e depois a exúvia corporal para a região posterior, ambas com movimentos de contração e extensão, não se alimentando das mesmas.

Em nenhuma das ocasiões ou instares parece haver um padrão de horário para as mudas e/ou atividade alimentar, alimentando-se satisfatoriamente conforme o tamanho corporal, em qualquer horário. As larvas de 1º e 2º instares fazem um envoltório com seda, até ficarem cobertas, antes da muda.

A partir do 4º instar, quando perturbadas, levantam a cabeça juntamente com os três segmentos torácicos e sequencialmente recurvam a cabeça, permanecendo nessa posição por alguns minutos. Quando próximas à fase de pré-pupa as larvas de 6º instar

cessão a alimentação e antes de se enterrar expõem um líquido vermelho. Após, cavam e constroem uma câmara pupal, com auxílio de seda, cobrindo as partes laterais e dorsais do corpo que se dilata, permanecendo praticamente imóveis por aproximadamente 6 dias até o término da pupação. A exúvia do 6º instar é abandonada e a pupa permanece livre e praticamente imóvel dentro da câmara pupal, movimentando os últimos segmentos abdominais com uma rotação de 360° quando incomodada. A eclosão do adulto acontece no período noturno.

3.2 Morfologia

3.2.1 Ovo (Figs 2-7)

Subesférico; creme no momento da oviposição, pouco mais escuro após dois a três dias e castanho médio antes da eclosão. Ornamentado com estrias longitudinais bem marcadas e discretas estrias transversais. Área micropilar com uma única abertura central, roseta micropilar com doze células unidas entre si, estreitas na base alongando distalmente formando uma margem arredondada acompanhada de uma única célula, ligada às duas células da roseta, larga na base afinando para a margem distal e continua a uma das estrias longitudinais.

Mensurações: 0,5 mm de altura máxima com 0,46 mm de diâmetro.

Duração: 3-6 dias.

3.2.2 Larva de 1º instar (Figs 8-17)

Cabeça elipsoidal com vértice agudo, castanho escuro com cerdas simples e longas, sem ornamentações; antena triarticulada; fiandeira desenvolvida de forma tubular simples.

Corpo cilíndrico, castanho claro com faixas longitudinais amarelo claro, sendo uma dorsal, uma supraespiracular e outra subespiracular; cerdas simples inseridas em calazas pretas envoltas por espículas; espiráculos circulares, pretos e proeminentes em T1, A1-A8, sendo que em T1 e A8 são maiores e neste, em posição acima dos demais. Placas pronotal e anal castanho escuras; pernas torácicas castanho escuras com garras desenvolvidas e em forma de gancho; pernas abdominais em A3-A6 com crochets dispostos de forma uniserial uniordinal.

Mensurações: cápsula cefálica 0,29 mm ± 0,008 (n=17); comprimento total (máximo) 2,1 mm.

Duração: 2-4 dias.

3.2.3 Larva de 2º instar (Figs 18,19, 53)

Cabeça como no 1º instar.

Corpo castanho claro com faixas longitudinais castanho mais escuro, em relação ao 1º instar, distribuídas na área dorsal, supraespiracular e subespiracular. Demais características similares à larva de 1º instar.

Mensurações: cápsula cefálica $0,46 \text{ mm} \pm 0,030$ (n=17); comprimento total (máximo) 5mm.

Duração: 3-4 dias.

3.2.4 Larva de 3º instar (Figs 20, 21, 54)

Cabeça castanho claro com manchas castanho mais escuro, se comparado ao 1º instar, principalmente margeando a sutura epicranial e em maior concentração na frente.

Corpo castanho escuro com faixas longitudinais castanho claro, sendo uma estreita e subdorsal, uma segunda com a mesma espessura da anterior, porém não continua e supraespiracular; uma terceira, com o dobro da largura das anteriores e espiracular. Placa pronotal castanho escuro com duas linhas longitudinais castanho claro desde a borda anterior até pouco antes da borda posterior. Placa anal castanho escuro com três manchas castanho claro sendo uma centralizada na borda anterior e duas em cada extremidade da borda posterior. Demais características como na larva de 1º instar. Mensurações: cápsula cefálica $0,72 \text{ mm} \pm 0,064$ (n=17); comprimento total (máximo) 9,71 mm.

Duração: 2-4 dias.

3.2.5 Larva de 4º instar (Figs 22, 23, 55)

Cabeça como no 3º instar.

Corpo com faixas longitudinais na região torácica de forma intercalada de castanho claro e escuro com a mesma espessura. No abdome da mesma forma de A1-A7, nas regiões subdorsal e supraespiracular; na região espiracular faixa castanho claro, larga com nuances castanho escuro abaixo da linha espiracular. Placa pronotal castanho escuro com um par de faixas longitudinais paralelas castanho claro. Placa anal castanho escuro com manchas castanho claro. Demais características como na larva de 1º instar.

Mensurações: cápsula cefálica 1,17 mm \pm 0,108 (n=17); comprimento total (máximo) 11,69 mm.

Duração: 2-4 dias.

3.2.6 Larva de 5º instar (Figs 24, 25, 56)

Cabeça como no 3º instar.

Corpo com o mesmo padrão de faixas do instar anterior, no entanto, com aspecto marmorizado que se acentua da região dorsal para a ventral acentuando a margem da faixa espiracular. Faixa longitudinal castanho escuro, subespiracular, com mesclas castanho claro até a base das pernas, sendo as torácicas castanho escuro enquanto as abdominais castanho claro. Em A1, calazas grandes, em relação às demais, nas cerdas D1, D2, SD1 com coloração castanho escuro, diminuindo progressivamente em A2 e, deste até A6 da mesma forma; destacando-se novamente em A7 na calaza da cerda D1. Placas pronotal e anal similares às do 4º instar. Demais características como na larva de 1º instar.

Mensurações: cápsula cefálica 1,91 mm \pm 0,075 (n=17); comprimento total (máximo) 18,71 mm.

Duração: 4-6 dias.

3.2.7 Larva de 6º instar (Figs 26-29, 33-45, 56)

Cabeça com seis estemas ordenados em forma de meia lua, sendo o quinto deslocado ventralmente. Exceto o primeiro e o sexto que apresentam contorno disforme, os demais são circulares. Mandíbulas serradas com quatro dentes sendo o superior menor que os demais. Maxilas desenvolvidas, palpo maxilar triarticulado, artículo mediano com duas sensilas campaniformes SC1 e SC2 e, uma digitiforme SD; artículo distal com oito sensilas basicônicas - A1, A2, A3, L1, L2, L3, M1 e M2. Lábio com espículas na hipofaringe, palpos labiais abaixo desta. Fiandeira de aspecto tubular com ampla abertura distal. Ventralmente no protórax glândula jugular. Demais características como na larva de 3º instar.

Corpo com dois padrões de coloração. No primeiro, as larvas são de cor geral castanho médio, na região dorsal com faixas estreitas castanho escuro, intercaladas por faixas de igual largura amarelo claro. Ainda dorsalmente, em A1 e A8 as duas faixas castanho escuro mais largas e paralelas são fundidas e contornadas nas laterais por amarelo escuro. Área supraespiracular castanho escuro com mesclas de amarelo claro de

T1-A8; em A8 e A9 castanho claro com mesclas de amarelo claro. Área espiracular amarelo claro com nuances de castanho médio, limite ventral desta área branco leitoso. Pernas torácicas e abdominais verde claro. Calazas castanho escuro com cerdas simples cinza, destacando-se as calazas das cerdas SD1, D1 e D2 nos segmentos A1, A2 e A8. No segundo padrão, as larvas são de cor geral verde claro com espículas brancas, área dorsal com faixa estreita branca, delimitada no início de cada segmento por manchas verde musgo. Área supraespiracular verde escuro com região central de cada segmento, verde mais claro; manchas mais acentuadas de verde musgo na margem dorsal desta área em A1, A2 e A8. Área espiracular verde claro, limitada dorsal e ventralmente por linhas branco leitosas. Calazas pretas em T1 e A8 na cerda SD1 e, em A8 na D1, as demais brancas. Pernas torácicas e abdominais com a mesma coloração do padrão anterior.

Nos dois padrões de coloração os espiráculos tem forma elipsoidal com peritrema claro e de aspecto esponjoso, circundado por um anel castanho escuro e área adjacente branco. Placa pronotal e anal similares às de quarto instar. Pernas abdominais em A3-A6 e A10 com crochets dispostos de forma uniserial biordinal, os primeiros como uma banda lateral interna e o segundo em semicírculo aberto distalmente. Mensurações: cápsula cefálica $2,87 \text{ mm} \pm 0,141$ (n=17); comprimento total (máximo) 25,85 mm.

Duração: 4-8 dias.

3.2.8 Quetotaxia da cabeça (Figs 46, 47, 52)

No epicrânio, dezessete pares de cerdas simples, afiladas no ápice: MD1, MD2, MD3, P1, P2, L1, Af1, Af2, A1, A2, A3, S1, S2, S3, SS1, SS2 e SS3; um par na fronte F1; dois pares no clipeo C1 e C2; seis pares no labro Lr11, Lr12, Lr13, Lrm1, Lrm2 e Lrm3 e dois pares nas mandíbulas M1 e M2. Também no epicrânio nove pares de poros MDa, La, Pa, Pb, Afa, Aa, MGa, Sb, Ssa e fronte com um par Fa.

3.2.9 Quetotaxia do tórax e do abdome (Figs 48-51)

Cerdas simples inseridas em calazas envoltas por espículas, obedecendo ao mesmo padrão de comprimento em todos os segmentos. Dorsalmente, a placa pronotal com as cerdas D1, D2, XD1 e XD2 e abaixo desta e ventral SD1 e SD2; paralelo ao espiráculo protorácico L1 e L2; subventral SV1 e SV2; ventral V1. Este padrão de distribuição é observado em todos os instares. Meso e metatórax semelhantes no

primeiro instar com D1, D2, SD1, L1, SV1 e V1; diferenciando dos demais instares com L2 lateral, MV1 e MV2 medioventral. Pernas protorácias com 16 cerdas e um poro semelhantes em todos os instares; coxa com as cerdas Cx1 dorsal e Cx2 ventral; trôcanter com Tr1 e Tr2 ambas dorsais; fêmur Fr1 e Fr2 ventrais; tíbia com Tb1-Tb6 sendo a primeira e a última deste conjunto ventrais, Tb3 e Tb4 dorsais, Tb2 e Tb5 laterais com um poro Tba dorsal; tarso com Ts1, Ts3 e Ts4 dorsais e Ts2 lateral. Segmentos abdominais A1 e A2 semelhantes em todos os instares com presença de D1, D2, SD1, L1, L2, SV1, SV2 e V1. Em A3-A6 assemelham-se no primeiro instar com D1, D2, SD1, L1, L2 diferenciando nos demais instares com L3 lateral. Pernas abdominais, com mesmo conjunto de cerdas SV1, SV2 e V1. Em A7 e A8 com D1, D2, SD1, L1, L2, SV1 e V1 em todos os instares larvais. A9 com D1, D2, SD1, L1, SV1 e V1, e em A10 sobre a placa anal as cerdas D1, D2, SD1 e SD2; na região esclerotizada, abaixo da placa anal, no último par de pernas encontram-se L1, L2, SV1, SV2 e SV3, ventralmente V1; semelhantes em todos os instares larvais.

3.2.10 Identificação de instares (Fig. 1; Tabela 1)

O tamanho das larvas e o padrão de coloração é distinto no decorrer dos instares larvais. Com o intuito de identificar adequadamente, principalmente o 1º e 2º instares, semelhantes na coloração, utilizou-se a razão de crescimento das cápsulas cefálicas seguindo a regra de Brooks-Dyar (Daly 1985). A razão aproximada de 1,6 apresentada em todos os instares permitiu corroborar a identificação visual.

Tabela 1. Média e desvio padrão da maior largura (mm) das cápsulas cefálicas, número de amostras (n), e razão de crescimento (RC) entre os instares larvais.

Instar	$\bar{X} \pm \text{IC } 95\%$	n	RC
I	0,29 ± 0,004	17	1,5912
II	0,46 ± 0,014	17	1,5660
III	0,72 ± 0,029	18	1,6255
IV	1,17 ± 0,051	17	1,6280
V	1,91 ± 0,036	17	1,5
VI	2,87 ± 0,067	17	
Média de razão de crescimento			1,5821

3.2.11 Pupa (Figs 58-71)

Adéctica e obtecta, com coloração castanho claro logo após a pupação, após o quinto dia castanho escuro, olhos pretos e acentuando a tonalidade castanho escuro próximo aos dias da emergência. Alongada e cilíndrica com cabeça arredondada, corpo afinando gradativamente a partir de A4 em direção ao cremaster. Tegumento consistente, denso e liso com delimitações acentuadas dos segmentos. Vértice estendendo-se até a região posterior, margeando o protórax e delimitando as antenas.

Ventralmente, frontoclípeo com formato de cálice separando os olhos compostos. Epifaringe como um triângulo invertido e logo abaixo desta o palpo labial curto. Antena fina e longa atingindo a margem costal da asa anterior, pouco antes de A5. Acompanhando a antena em direção ao eixo ântero-posterior, seguem as pernas metatorácica, mesotorácica e protóraca, terminando na margem da gálea e diminuindo progressivamente de tamanho. A gálea ocupa grande parte da metade anterior da face ventral, em forma de espada alcançando a margem posterior de A4. Asa anterior sobre a posterior, ambas terminando na margem anterior de A5.

Dorsalmente, protórax pequeno, triangular de ápice arredondado, contorna no ângulo basal o espiráculo protorácico. Mesotórax, maior dos segmentos, juntamente com o metatórax se projetam látero-ventralmente formando as tecas alares até a margem anterior de A5.

Abdome com dez segmentos, A1-A10, visíveis dorsalmente, apresentando espiráculos elípticos proeminentes de A2-A7 e reduzido em A8. A partir de A5 leve curvatura do abdome em direção ao cremaster. Cremaster composto por duas projeções articuladas e paralelas, próximas que se afinam distalmente, com tamanho similar ao comprimento de A10. Cicatriz da abertura anal, alongada e orientada longitudinalmente, em posição ventral e distal em A10. Cicatriz da abertura genital feminina presente na região mediano-ventral de A8, enquanto a do macho em A9 e circundada por pequenas protuberâncias.

Mensurações de ambos os sexos: maior largura no terceiro segmento abdominal 5,5 mm; comprimento do corpo 18,00 mm.

Duração: 15-30 dias.

4. DISCUSSÃO

As espécies da subfamília Heliothinae exibem hábitos conspícuos e são consideradas pragas de importância econômica por prejudicarem plantações em diversas regiões do mundo (Matthews 1991; Scoble 1992; Kitching & Rawlins 1998). Os adultos apresentam hábitos noturnos para alimentação e oviposição bem como as pupas que também preferem este período para emergência dos adultos. As larvas, independentes de instares, podem se alimentar durante o dia e/ou à noite, conforme relatado para outras espécies de *Helicoverpa* (Callahan 1958; Hardwick 1965) e corroborado completamente neste estudo.

Espécies de noctuideos compartilham alguns hábitos para oviposição como: ovipositar em aglomerados ou isolados, em camadas ou até em diferentes níveis; cobrir com algum tipo de substância, escamas ou simplesmente desprovido de algum envoltório. Os ovos diferem no tamanho, forma e formato de algumas estruturas (Peterson 1961,1964; Gomez Rolim *et al.* 2013), sendo assim o comportamento de oviposição e os padrões do ovo, encontradas para *H. armigera* se enquadram na classificação estabelecida para outras espécies de Noctuidae.

O canibalismo entre larvas descrito para espécies de *Schinia* (Hübner, 1818), e para a espécie nativa *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) surgindo a partir do 4º instar (Hardwick 1965; Jones 1880; Body *et al.*2008), não foi constatado para *H. armigera* além do 1º instar. De fato, quando larvas de qualquer instar foram postas juntas em um mesmo recipiente uma delas, não permitia que a outra chegasse próxima ao alimento, conduzindo-a desta forma, à morte por inanição.

O padrão de coloração castanho nas larvas de 3º instar é confirmado para espécies de *H. armigera*, *H. punctigera*, *H. gelotopoeon* e *H. zea*, divergindo em *H. hawaiiensis* e *H. assulta* que exibem coloração verde (Hardwick 1965).

A presença da glândula exócrina jugular nas larvas de último instar de *H. armigera*, demonstrada nesse trabalho, corrobora com os indicativos apresentados na literatura para espécies da família Noctuidae, como para outras famílias de Lepidoptera como Hesperiidae, Notodontidae, Nymphalidae e Pieridae; sendo possivelmente um mecanismo de defesa (Peterson 1962; Borges *et al.* 2010; James *et al.*2012; Vegliante & Hasenfuss 2012).

A ausência das pernas abdominais em A3, em algumas subfamílias trifines, está associada à busca de alimentos, facilitando assim as longas caminhadas. Não conferindo

o padrão básico em Lepidoptera com pernas abdominais de A3-A6 em todos os instares larvais (Kitching & Rawlins 1998). Apesar de *H. armigera* ter um alto poder de locomoção, dentro do mesmo cenário em busca de plantas hospedeiras (XXXX), a presença das pernas abdominais em A3 não corrobora com o descrito para algumas subfamílias trifines.

As larvas de *H. armigera* são consideradas polífitas, por se alimentarem de diversos tipos de plantas tornando-se espécies com alto nível adaptativo nutricional. Se comparado com criações realizadas em laboratório com diversos tipos de dietas, tanto naturais como artificiais, as diferenças nos padrões de ovo, larva, pupa e adulto foram quase imperceptíveis (Hardwick 1965; Fitt 1989; Hamed & Nadeem 2008; Ali *et al.* 2009; Assemi *et al.* 2012), como também neste estudo, validando ainda mais o padrão adaptativo alimentar desta espécie.

As criações em laboratório de *H. armigera* foram mantidas em dois tipos de dietas durante o período de estudos: natural e artificial, contudo não apresentaram discrepância, como dito anteriormente, nos padrões e forma de crescimento que poderiam ter favorecido a não adequação a regra de Brooks-Dyar. Estudos com *H. zea* e também espécies de outras ordens não responderam a esse princípio trazendo inúmeras discussões na literatura, contudo, entende-se que determinados tipos de insetos apresentam padrões de crescimento variado e que, principalmente pragas com rápido ciclo de vida podem não se adequar a regra (Wigglesworth 1972; Parra & Haddad 1989; Ambrosano *et al.* 1997).

Várias espécies de Lepidoptera têm diferentes formas de pupação, relacionadas ao mecanismo de sobrevivência nesse período de grandes transformações. O hábito de cavar para pupação da larva de 6º instar, em todas as espécies de *Helicoverpa*, é constatado nas culturas como também nas criações em laboratório (Hardwick 1965; Karim 2000; Ali *et al.* 2009), como também para espécies de *Schinia* (Hardwick 1958) conferindo, desta forma, uma técnica de sobrevivência e perpetuação da espécie. A presença de espiráculos elípticos proeminentes facilita a respiração e, está intimamente relacionado com o hábito de se enterrar, pois dependendo do tipo de solo a troca de gases não é eficiente e com isso a oxigenação não é facilitada.

REFERÊNCIAS

- Abbasi, B., Ahmed, K., Khalique, F., Ayub, N., Liu, H., Kazmi, S., Aftab, M., 2007. Rearing the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, on a tapioca-based artificial diet. **Journal of Insect Science**. 7(35), 1-7.
- Ali, A., Choudhury, R.A., Ahmad, Z., Rahman, F., Khan, F.R., Ahmad, S.K., 2009. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**. 4, 99-106.
- Ambrosano, G.M.B., Igue, T., Lourenção, A.L., 1997. Determinação no número de ínstares de insetos utilizando modelo de regressão segmentado. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**. 26(2), 371-374.
- Assemi, H., Rezapanah, M., Vafaei-Shoushtari, R., Mehrvar, A., 2012. Modified artificial diet for rearing of tobacco budworm, *Helicoverpa armigera*, using the Taguchi method and derringer's desirability function. **Journal of Insect Science**. 12(100), 1-18.
- Baker, G.T., Parrott, W.L., Jenkins, J.N., 1986. Sensory receptors on the larval maxillae and labia of *Heliothis zea* (Boddie) and *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). **International journal of Insect Morphology and Embryology**. 15, 227-232.
- Blaik, T., Malkiewicz, A., 2003. Morphology of larval and pupal stages of *Isturgia roraria* (Fabricius, 1777) (Lepidoptera: Geometridae). **Annales Zoologici**. 53, 245-258.
- Body, B.M., Daniels, J.C., Austin, G.T., 2008. Predaceous behavior by *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). **Journal of Insect Behavior**. 21, 143-146.
- Borges, E., Faccioni-Heuser, M., Moreira, G., 2010. Morphology of the prosternal glands of *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae). **Psyche**. 1-8.
- Bueno, A.F., Sosa-Gómez, D.R., 2014. The old world bollworm in the neotropical region: the experience of brazilian growers with *Helicoverpa armigera*. **Outlooks on Pest Management**. 25, 261-265.
- Butt, B.A., Cantu, E., 1962. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington. USDA. 7 p.
- Callahan, P.S., 1958. Serial morphology as a technique for determination of reproductive patterns in the corn earworm, *Heliothis zea* Boddie. **Annals of the Entomological Society of America**. 51, 413-428.
- Czepak, C., Albernaz, K.C., Vivan, L.M., Guimarães, H.O., Carvalhais, T., 2013. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 43, 110-113.
- Daly, H.V., 1985. Insect morphometrics. **Annual Review of Entomology**. 30, 415-438.

- Dias, M.M., 2006. Lepidoptera, 175–204. In: Costa C., Ide, S., Simonka, C. E. (Eds.). **Insetos Imaturos**. Metamorfose e Identificação. 1ª ed. Ribeirão Preto, Editora Holos, 249 p.
- Feng, H., Gouldb, F., Huang, Y., Jiangd, Y., Wua, K., 2010. Modeling the population dynamics of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) over a wide area in northern China. **Ecological Modelling**. 221, 1819-1830.
- Fitt, G.P., 1989. The ecology of Heliothis species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**. 34, 17- 52.
- Gomez Rolim, A.A.S., Yano, S.A.C., Specht, A., Andrade, C.G.T.J., Sosa-Gómez, D.R., 2013. Morphological and molecular characterization of the eggs of some noctuid species associated with soybean in Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**. 106(5), 643-651.
- Hamed, M., Nadeem, S., 2008. Rearing of *Helicoverpa Armigera* (Hub.) on artificial diets in laboratory. **Pakistan Journal of Zoology**. 40(6), 447-450.
- Hardwick, D.F., 1958. Taxonomy, life history and habits of the elliptoid-eyed species of *Schinia*, with notes on the Heliothidinae. **Canadian Entomologist**. 90(6), 1-116.
- Hardwick, D.F., 1965. The corn earworm complex. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**. 40, 1-246.
- Jadhav, D.R., Armes, N.J., Bhatnagar, V.S., 2013. Incidence of Winter and Summer Diapause in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Andhra Pradesh, India. **Asian Journal of Agricultural Sciences**. 5(3), 40-51.
- James, D.G., Hebert, V., LePage, J., 2012. The prosternal gland in pacific northwest butterfly larvae with preliminary chemical analyses of emissions. **Journal of the Lepidopterists' Society**. 66(3), 137-142.
- Jones, R.W., 1880. Boll worm devouring cotton worm. **The American Entomologist**. 3,253.
- Karim, S., 2000. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**. 3(8), 1213-1222.
- Kitching, I.J., Rawlins, J.E., 1998. The Noctuoidea, p. 355-401. In: Kristensen, N.P. (Ed.). **Lepidoptera, Moths and Butterflies**. In: Fischer, M. (Ed.) **Handbook of Zoology IV, Arthropoda 2, Insecta 35**. Berlin, Walter de Gruyter, vol 1, 491p.
- Kriticos, D.J., Ota, N., Hutchison, W.D., Beddow, J., Walsh, T., Tay, W.T., Borchert, D.M, Paula-Moreas, S.V., Czapak, C., Zalucki, M. P., 2015. The Potential Distribution of Invading *Helicoverpa armigera* in North America: Is It Just a Matter of Time? **Plos One**. 10(3), 1-24.
- Liu, Z., Gong, P., Li, D., Wei, W., 2010. Pupal diapause of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) mediated by larval host plants: pupal weight is

important. **Journal of Insect Physiology**. 56, 1863-1870. Matthews, M., 1991. Classification of the Heliiothinae. **Bulletin of Natureal Resources Institute**. 44, 1-195.

Montezano, D.G., Specht, A., Bortolin, T.M., Fronza, E., Sosa-Gómez, D.R., Roque-Specht, V.F., Pezzi, P., Luz, P.C., Barros, N.M., 2013. Immature stages of *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae): Developmental parameters and host plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 85, 271-284.

Mosher, E., 1916. A classification of the Lepidoptera based on characters of the pupae. **Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History**. 12, 17-159.

Nadda, G., 2013. Medicinal and aromatic crops as hosts of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). **Lepcey - The Journal of Tropical Asian Entomology**. 02(1), 44-46.

Parra, J.R.P., M. L. Haddad. 1989. **Determinação do número de ínstares de insetos**. Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 49 p.

Peterson, A., 1961. Some types of eggs deposited by moths, Heterocera-Lepidoptera. **The Florida Entomologist**. 44, 107-114.

Peterson, A., 1962. **Larvae of insects. An introduction to Nearctic species. Part I. Lepidoptera and plant infesting Hymenoptera**. Ann Arbor, Edwards Brothers, 315p.

Peterson, A., 1964. Egg types among moths of the Noctuidae (Lepidoptera). **The Florida Entomologist**. 47, 71-91.

Pratissoli, D., Lima, V.L.S., Pirovani, V.D., Lima, W.L., 2015. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura Brasileira**. 33, 101-105.

Scoble, M., 1992. **The Lepidoptera, form, function and diversity. Natural History Museum Publications**. Londres, Oxford University Press, 404p.

Sorensen, G.S., Cribb, B.W., Merritt, D., Johnson, M.L., Zaluck, M.P., 2006. Structure and ultrastructure of the silk glands and spinneret of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Arthropod Structure & Development**. 35, 3-13.

Specht, A., Sosa-Gómez, D.R., Paula-Moraes, S.V., Yano, S.A.C., 2013. *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae) no Brasil: Identificação morfológica e molecular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 48(6),689-692.

Stehr, F.W., 1987. **Order Lepidoptera**. p.288-305. In: Stehr, F.W., (Ed.). **Immature insects**. Dubuque, Kendall/Hunt, Vol. 1, XIV+754 pp.

Thomazoni, D., Soria, M.F., Pereira, E.J.G., Degrande, P.E., 2013. *Helicoverpa armigera*: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso. **Instituto Mato-grossense do algodão -Circular Técnica**. 5,1-12.

Vegliante, F., Hasenfuss, I., 2012. Morphology and diversity of exocrine glands in lepidopteran larvae. **Annual Review of Entomology**. 57, 187-204.

Wigglesworth, V.B., 1972. **The principles of insect physiology**. London, Chapman and Hall, 7 ed., 827 p.

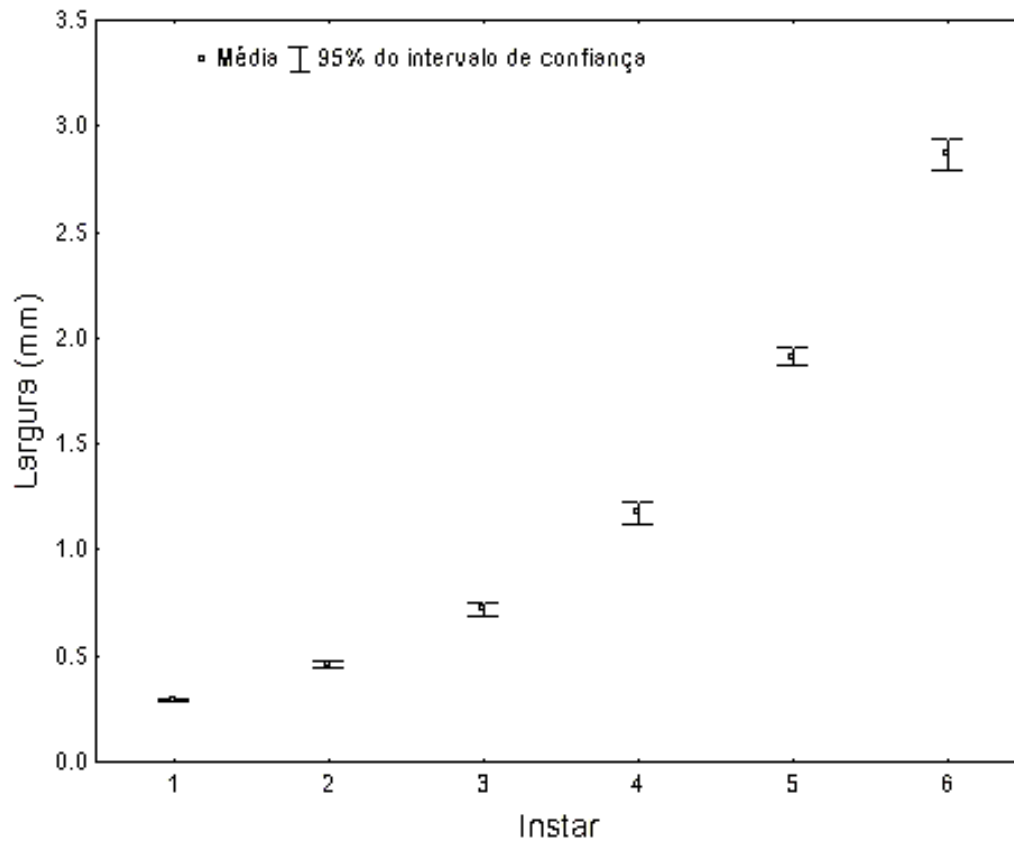
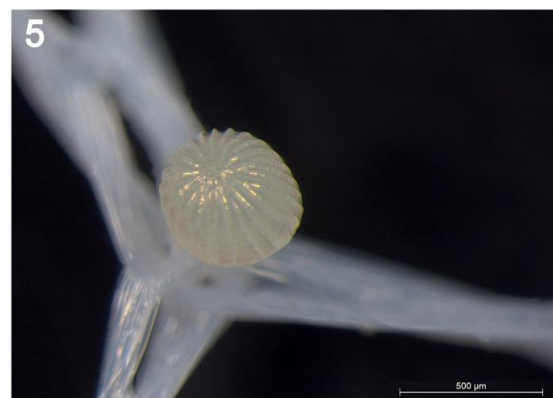
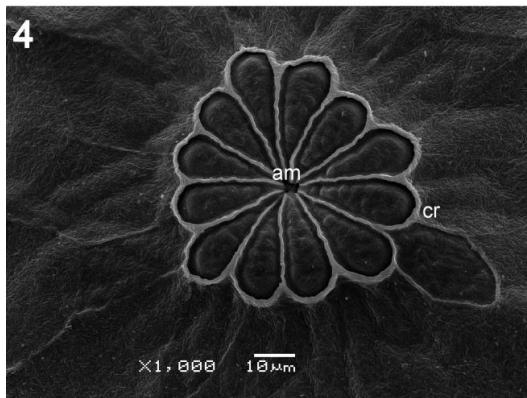
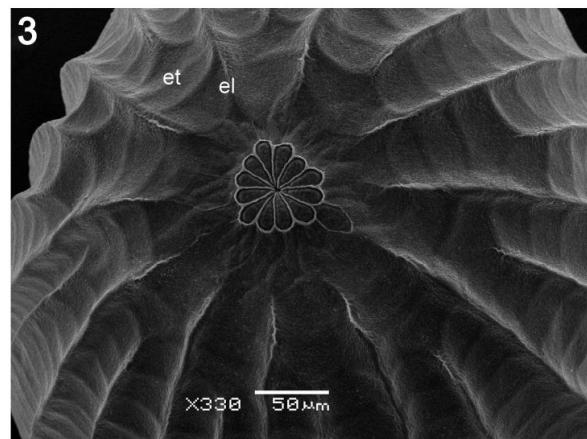
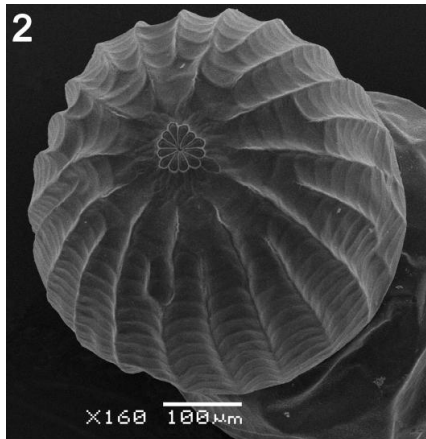
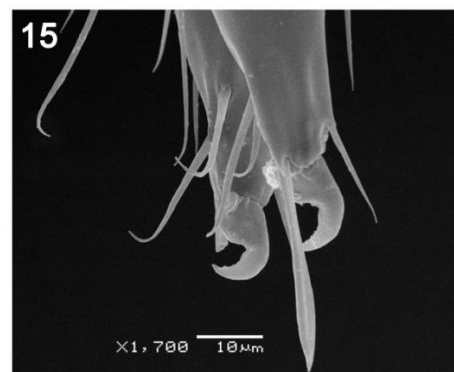
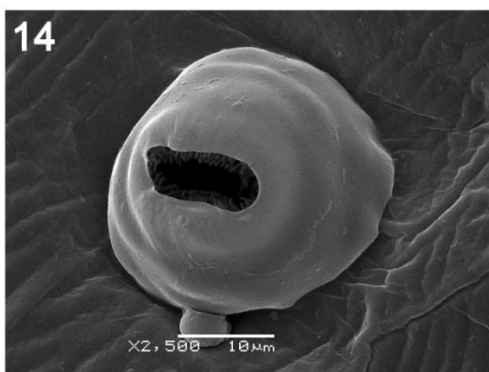
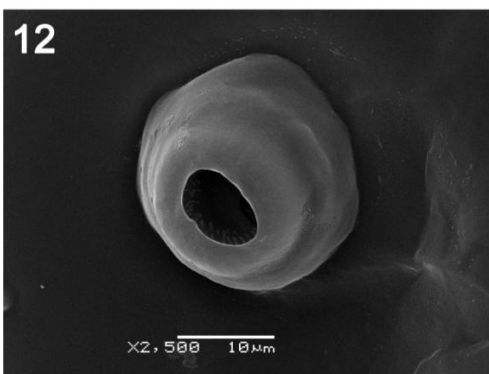
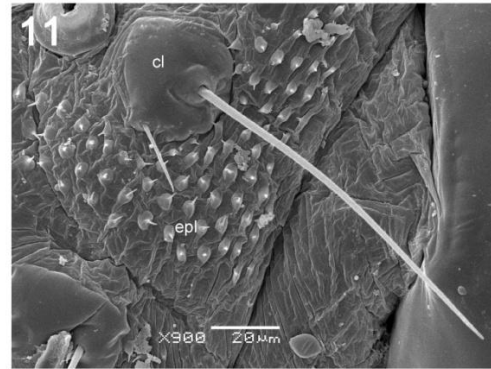
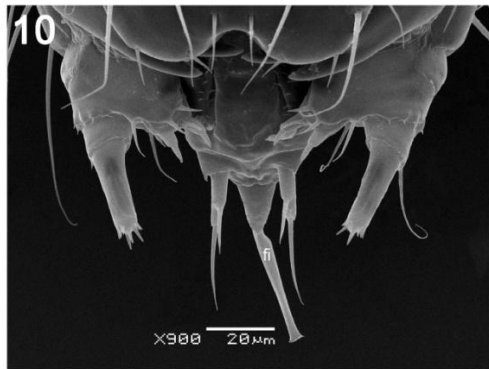
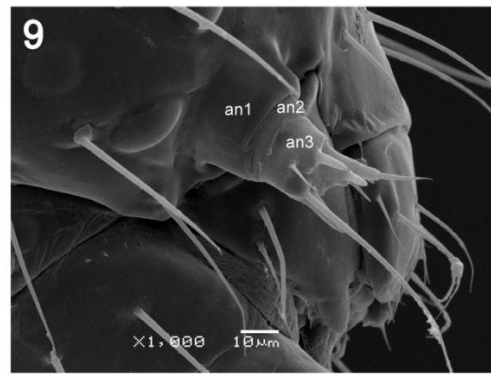
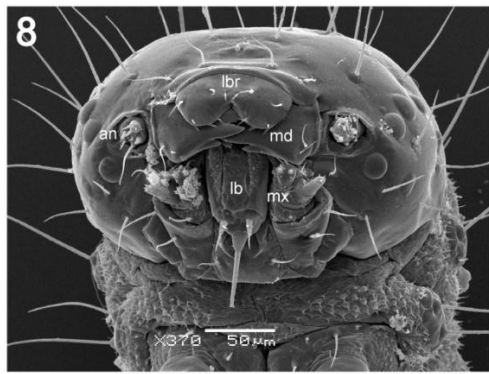


Figura 1. Largura das cápsulas cefálicas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) em cada instar com média e intervalo de confiança 95%.



Figuras 2-7. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Ovo: (2) vista dorsal; (3) Ornamentação. et: estrias transversais; el: estrias longitudinais; (4) área micropilar. am: abertura micropilar; cr: célula da roseta; Padrão de coloração do ovo (5-7): (5) creme; (6) castanho claro; (7) castanho médio.



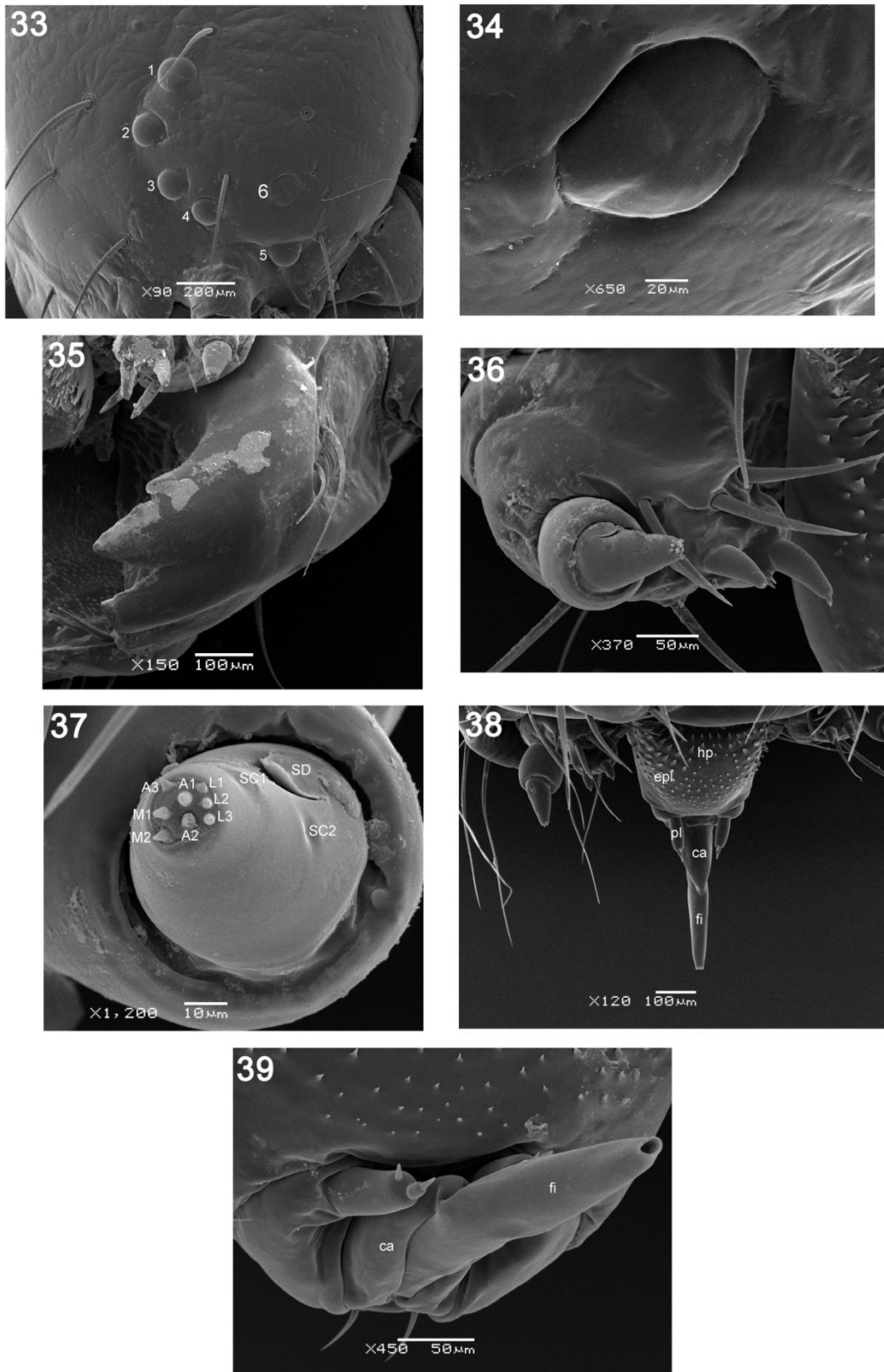
Figuras 8-15. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Larva 1º instar: (8) Cabeça vista ventral. an: antena; lb: lábio; lbr: labro; md: mandíbula; mx: maxila; (9) antena vista lateral. an1: primeiro artículo; an2: segundo artículo; an3: terceiro artículo; (10) fiandeira vista frontal. fi: fiandeira; (11) detalhe da cerda em T1 vista lateral. cl: calaza; epl: espículas; (12) espiráculo de T1; (13) espiráculo de A1; (14) espiráculo de A8; (15) garras tarsais da perna T1.



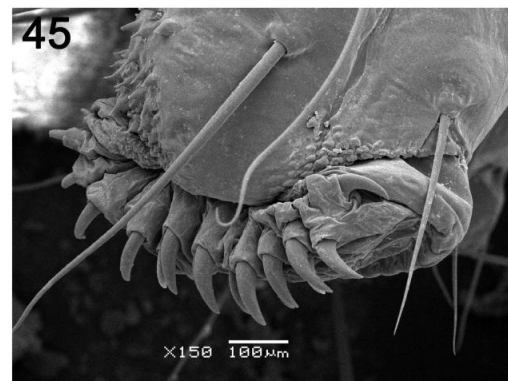
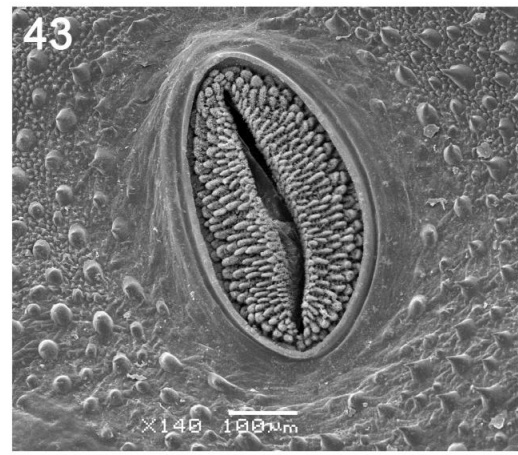
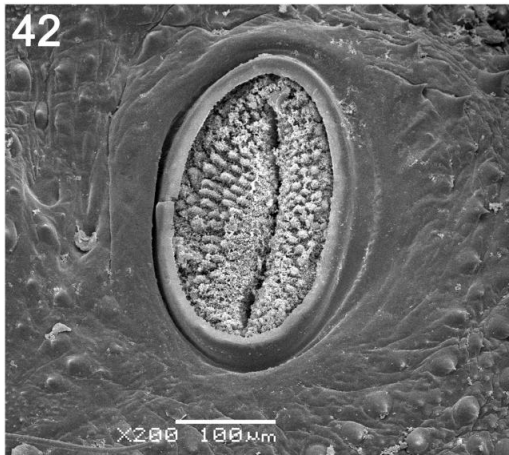
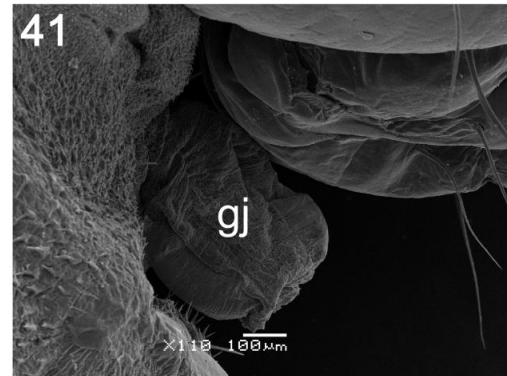
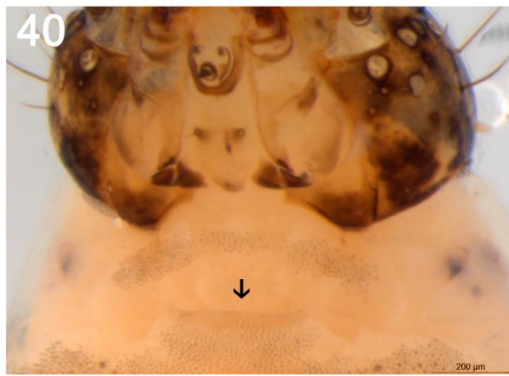
Figuras 16-23. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Larvas: **(16)** 1° instar vista dorsal; **(17)** 1° instar vista lateral; **(18)** 2° instar vista dorsal; **(19)** 2° instar vista lateral; **(20)** 3° instar vista dorsal; **(21)** 3° instar vista lateral; **(22)** 4° instar vista dorsal; **(23)** 4° instar vista lateral.



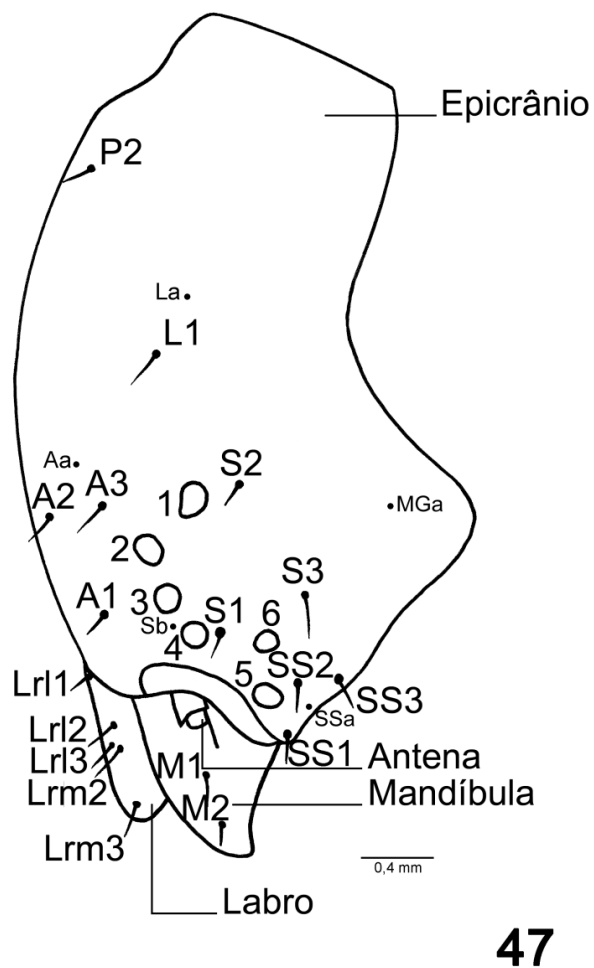
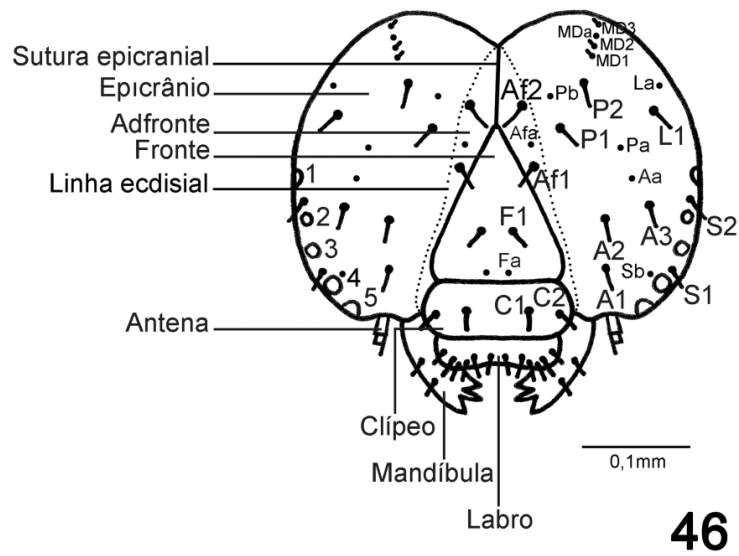
Figuras 24-29. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Larvas: (24) 5° instar vista dorsal; (25) 5° vista lateral; (26) 6° instar castanho escuro vista dorsal; (27) 6° instar castanho escuro vista lateral; (28) 6° instar verde vista dorsal; (29) 6° instar verde vista lateral. 30-32 Câmara pupal: (30) vista dorsal; (31) vista lateral; (32) vista interna.



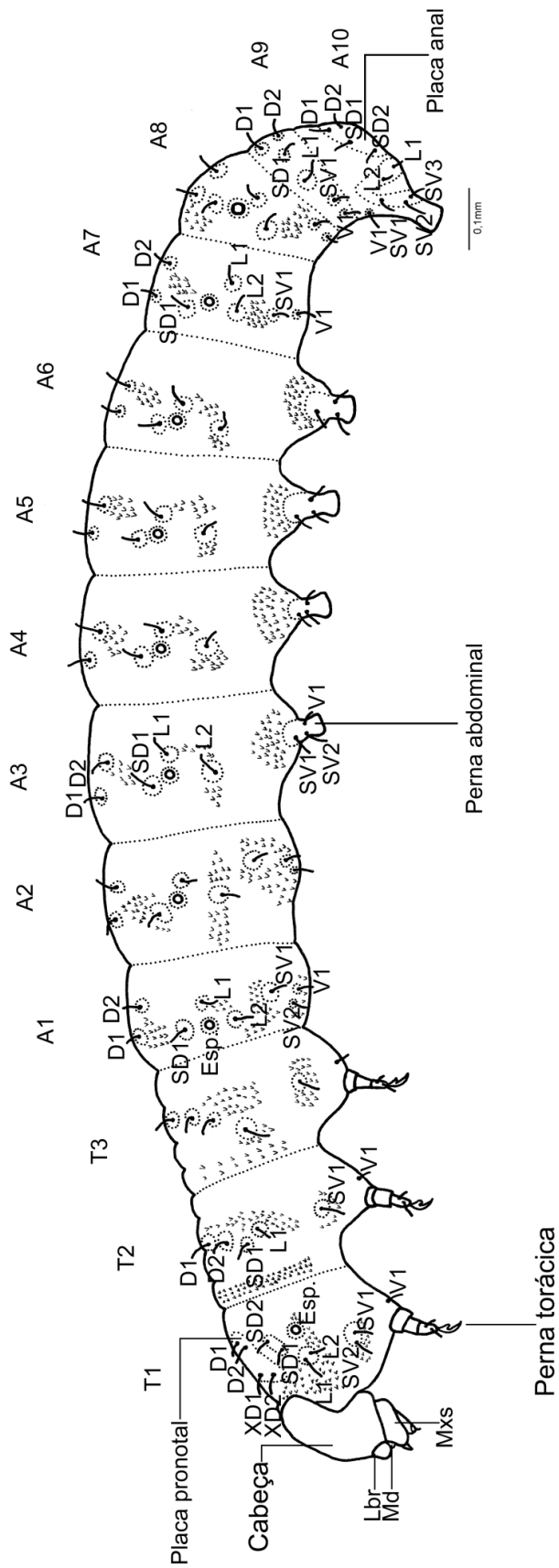
Figuras 33-39. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Larva 6^o instar: **(33)** região esternal; **(34)** sexto estema; **(35)** mandíbula; **(36)** maxila; **(37)** palpo maxilar. A1, A2, A3, L1, L2, L3, M1 e M2: sensilas basicônicas; SC1 e SC2: sensilas campaniformias; SD: sensila digitiforme; **(38)** palpo labial. ca: canal de abertura da fiandeira; epl: espículas; fi: fiandeira; hp: hipofaringe; pl: palpo labial; **(39)** detalhe da fiandeira.



Figuras 40-45. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) 40-45 Larva 6° instar: (40) abertura da glândula jugular; (41) gj: glândula jugular vista lateral; (42) espiráculo de T1; (43) espiráculo de A8; (44) detalhe da abertura do espiráculo A8; (45) crochets da perna abdominal A8.

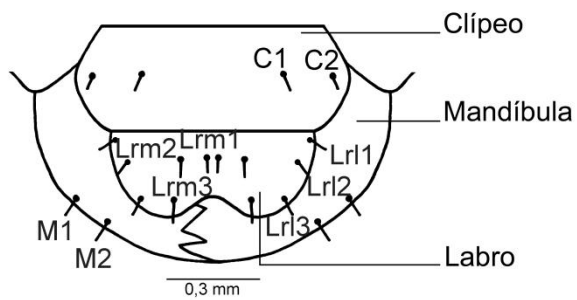
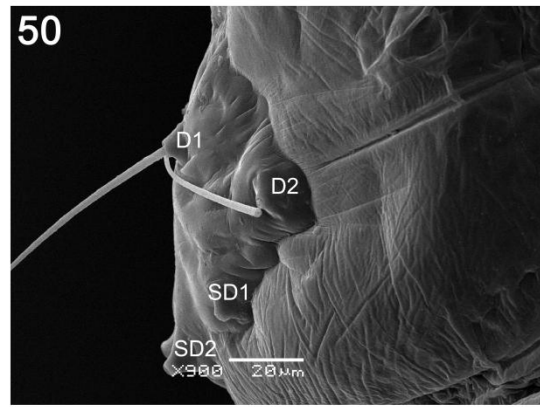
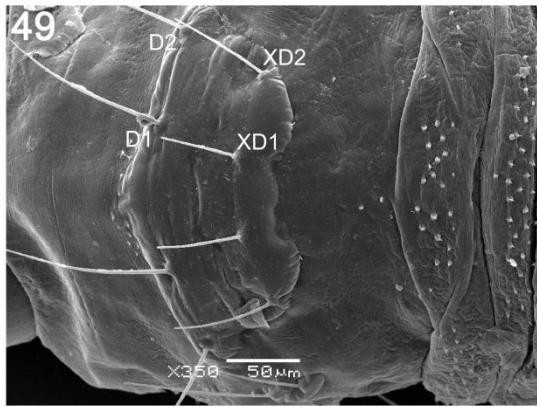


Figuras 46-47. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Quetotaxia da cápsula cefálica: (46) 1º instar vista frontal; (47) 6º instar vista lateral.

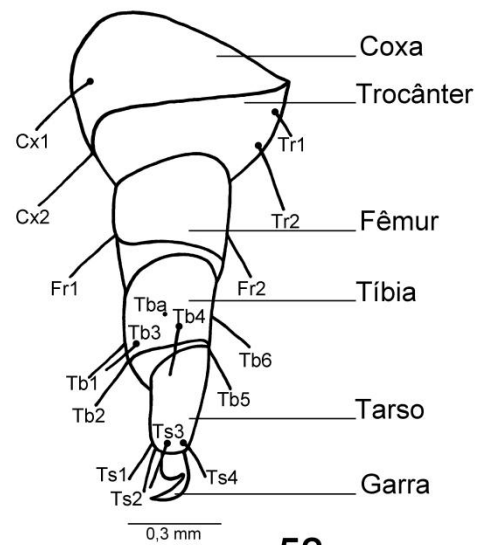


48

Figura 48. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Quetotaxia da larva de 1º instar vista lateral. Lbr: labro; Md: mandíbula; Mxs: maxila.

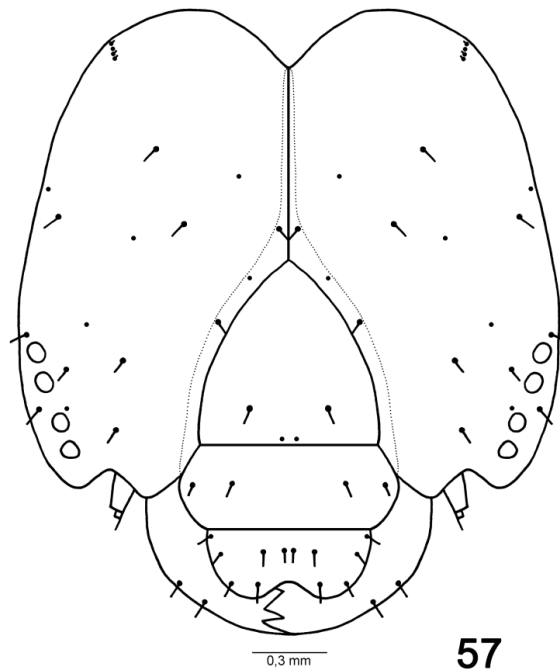
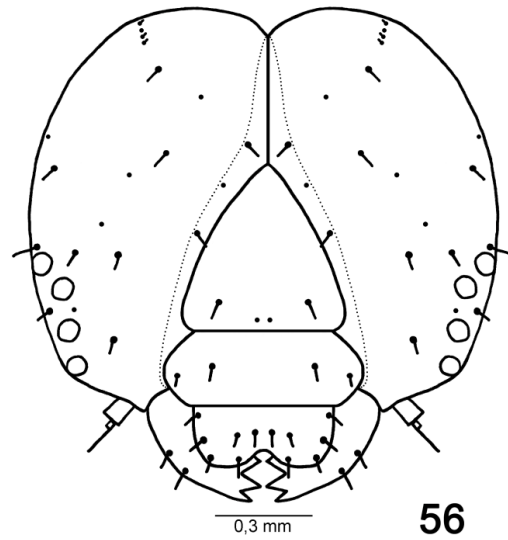
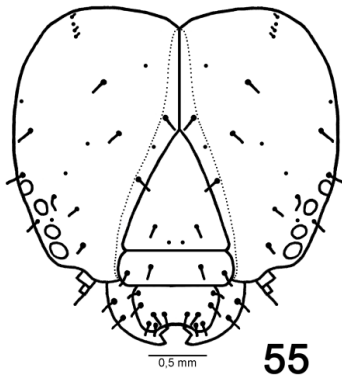
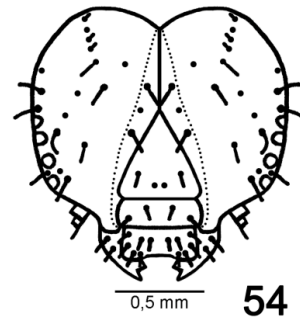
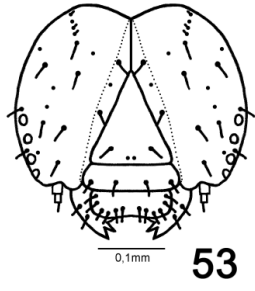


51

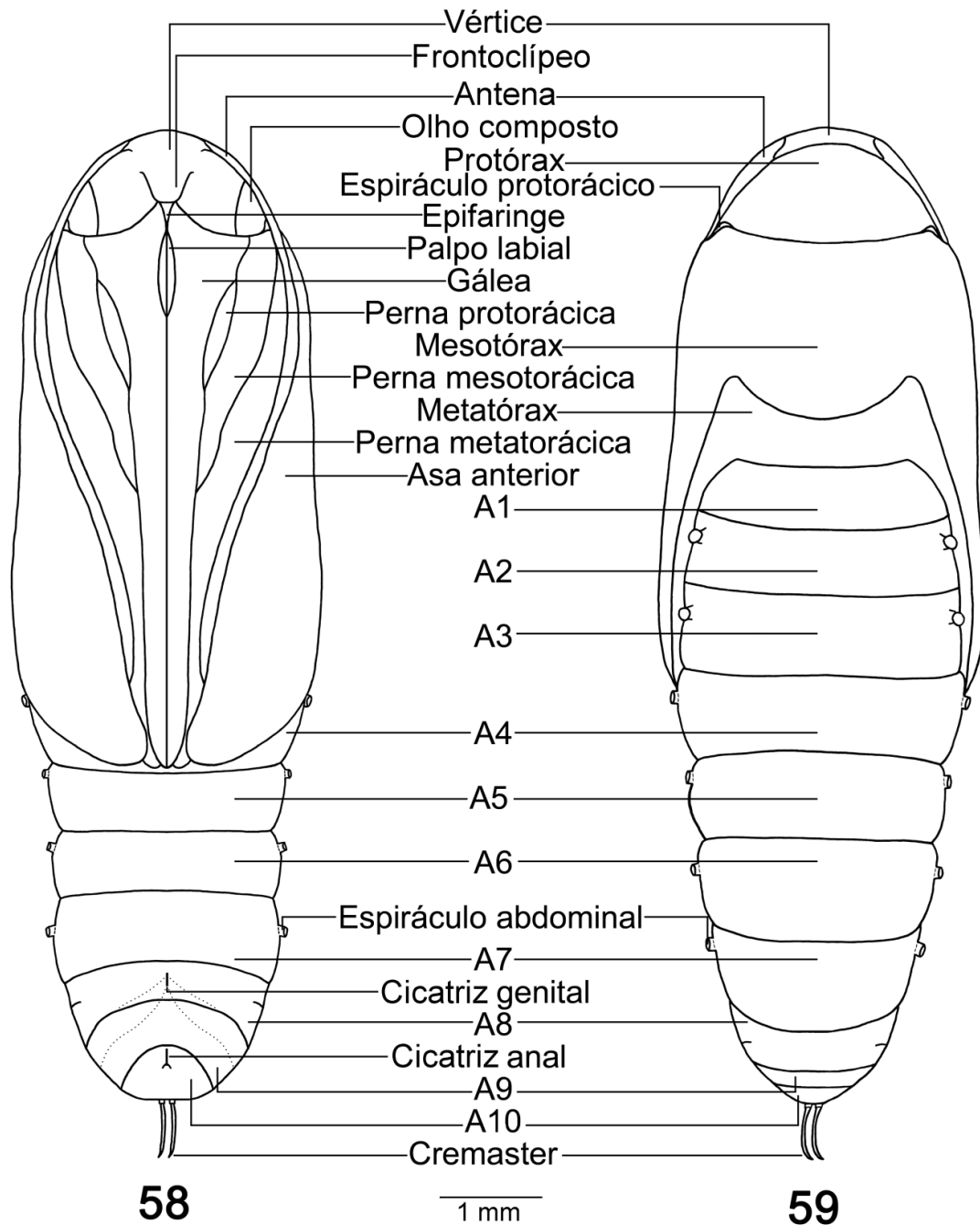


52

Figuras 49-52. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Quetotaxia das larvas: **49-50** Larva 1º instar (**49**) placa pronotal; (**50**) placa anal; Larva 6º instar (**51**) cípeo, labro e mandíbula; Larva 5º instar (**52**) perna protorácica.



Figuras 53-57. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Cápsula cefálica: **(53)** 2° instar; **(54)** 3° instar; **(55)** 4° instar; **(56)** 5° instar; **(57)** 6° instar.



Figuras 58-59. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Pupa fêmea: (58) vista ventral; (59) vista dorsal.

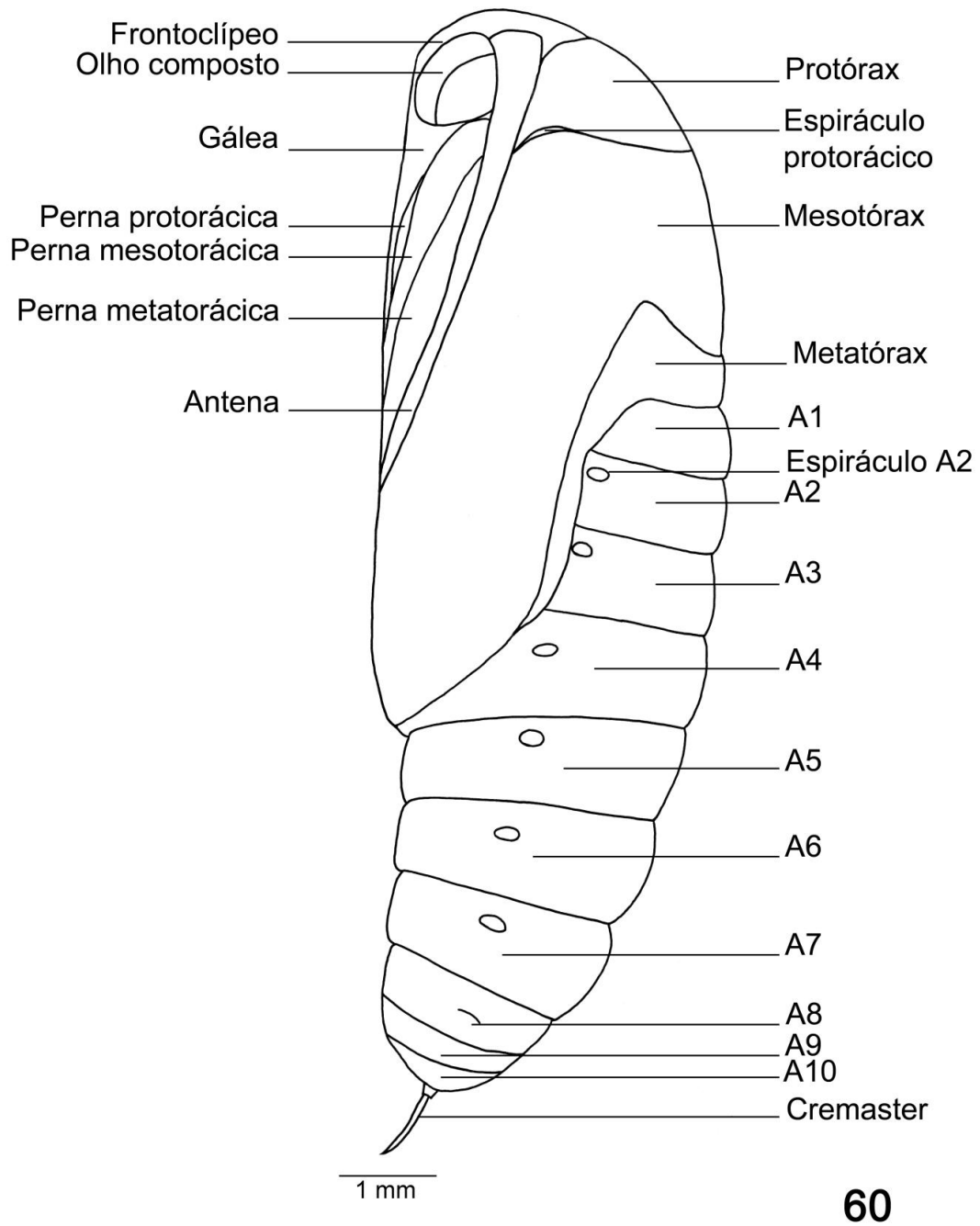
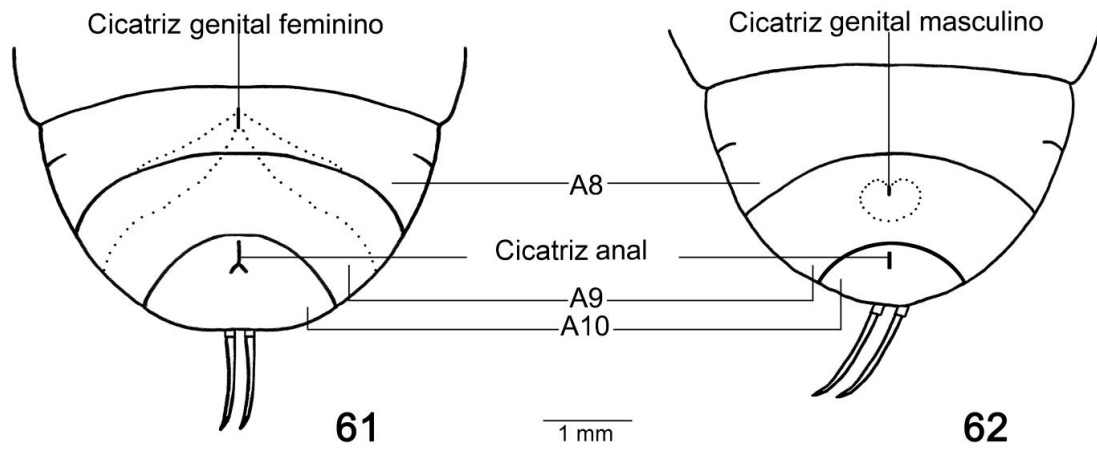


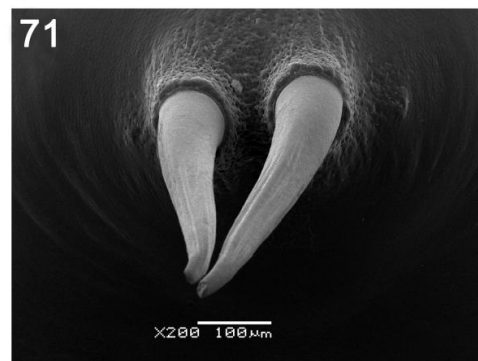
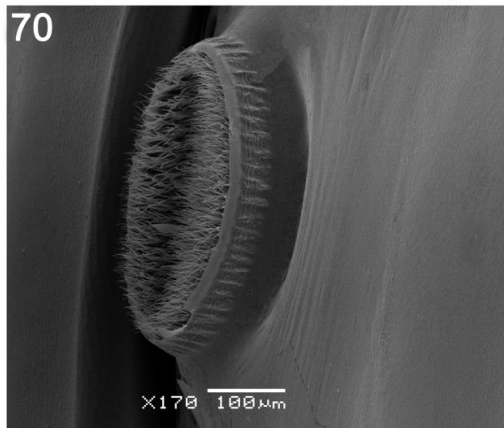
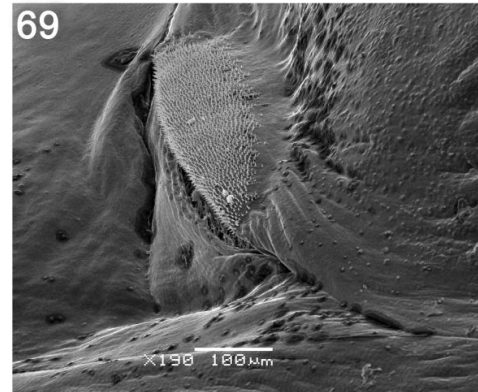
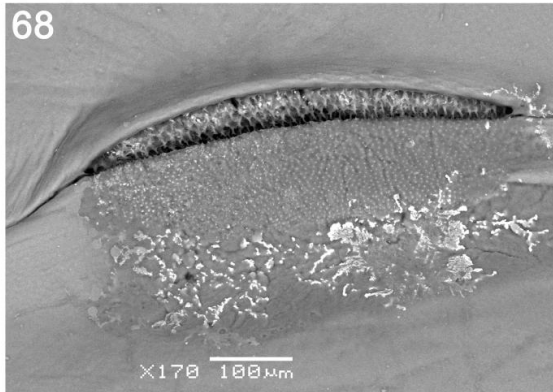
Figura 60. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Pupa fêmea vista lateral.



Figuras 61-64. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Região posterior da pupa: **(61,63)** fêmea vista ventral; **(62, 64)** macho vista ventral.



Figuras 65-67. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Pupa fêmea: (65) vista ventral; (66) vista dorsal; (67) vista lateral.



Figuras 68-71. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Pupa: (68,69) espiráculo torácico (68) vista frontal; (69) vista lateral; (70) espiráculo abdominal; (71) cremaster.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ADULTOS DE *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)

RESUMO

Helicoverpa armigera é uma espécie de mariposa Noctuidae que apresenta alta capacidade migratória e rápido desenvolvimento associado a altos índices populacionais. Os imaturos alimentam-se de culturas economicamente importantes, causando danos substanciais às plantas e grandes perdas financeiras.

Através deste estudo, caracteres de todos os tagmas e seus respectivos apêndices são descritos com base em espécimes adultos. As caracterizações são ilustradas a partir de desenhos, macrofotografias e microeletrofotografias de machos e fêmeas. Um exame morfológico detalhado dos adultos revelou que poucas estruturas apresentam dimorfismo sexual, diferindo na presença de espinhos na face interna do fêmur do macho; na venação da asa posterior do macho em relação à fêmea; na quantidade de cerdas no frênuo, como também a disposição das cerdas do retináculo em ambos os sexos. Igualmente, as demais estruturas analisadas são de importância taxonômica, até então pouco estudadas, contribuindo assim no reconhecimento e identificação desta espécie. Este estudo tenciona ampliar o conhecimento da morfologia de grupos de noctuídeos pouco documentados, e prover ferramentas para a determinação precisa desta espécie-praga. Futuros trabalhos comparativos com táxons do mesmo gênero e subfamília podem iluminar a determinação dessas espécies correlatas, especialmente em campo.

Palavras-chave: Abdome, cabeça, Noctuoidea, tórax.

**MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION
OF ADULT OF *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1805)
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, HELIOTHINAE)**

ABSTRACT

Helicoverpa armigera is a noctuid moth known to undertake long-distance migration flights and have a short life cycle associated with high population densities. The immatures feed on economically important crops, causing substantial damage to the plants and considerable economic loss. This research assessed the morphology of all tagma and their respective appendages in adult specimens of *H. armigera*. Morphological features are described and illustrated with line drawings, macrophotographs, and electron scanning micrographs. A detailed examination of adults revealed that few structures exhibit sexual dimorphism, differing in the presence of spine on male femur inner face; venation in the hind wing of the male compared to female; the amount of bristles in frenulum as well as the arrangement of the bristles retinaculum in both sexes. Also, other structures analyzed are of taxonomic importance, hitherto little studied, thus contributing to the recognition and identification of the species. This study aims to improve the knowledge of poorly documented noctuid groups, as well as to provide tools for the accurate identification of this pest species. Future comparative studies focusing with taxa of the same genus and subfamily will shed light on the delimitation of related species, particularly in the wild.

Key words: Abdomen, head, Noctuoidea, thorax.

1. INTRODUÇÃO

Noctuidae é a segunda maior família dentro do clado Noctuiodea (Zahiri *et al.* 2010). Heliothinae, por sua vez, é uma das suas subfamílias que exibe o maior número de espécies pragas (Matthews 1991) e, está caracterizado no grupo trífidas por apresentar redução ou ausência da veia M_2 na asa posterior (Fibiger & Lafontaine 2004; Lafontaine & Fibiger 2006).

Os adultos destas mariposas alimentam-se, em sua maioria, de néctar; contribuindo diretamente na importância dos ecossistemas terrestres, como também, estão elencados como um dos grupos mais prejudiciais de pragas para a agricultura (Scoble 1992; Regier *et al.* 2009). A maioria dos adultos de Heliothinae exibem hábitos noturnos e podem ser utilizados como bioindicadores na recuperação de áreas perturbadas (Matthews 1991, Kitching *et al.* 2000; Maleque *et al.* 2010).

Helicoverpa armigera (Hübner, 1805) é amplamente distribuída no Velho Mundo: África, Ásia, Europa e Oceania (Hardwick, 1965) hoje amplamente distribuída no Brasil (Cpezak *et al.* 2013; Specht *et al.* 2013; Thomazoni *et al.* 2013; Bueno & Sousa-Gómez 2014; Pratisoli *et al.* 2015) e nos demais países da América do Sul (Murua *et al.* 2014; Formentini *et al.* 2015). A alta capacidade de dispersão de *H. armigera*, a partir das áreas afetadas, pode estar relacionada à superpopulação local (Hardwick 1965; Feng *et al.* 2004).

Apesar de muitos artigos tratarem de espécies noturnas consideradas pragas agrícolas, são escassas as bibliografias em relação à morfologia de forma geral, em especial de mariposas; assim, esse trabalho expande o conhecimento morfológico de *H. armigera*, com o objetivo de auxiliar estudos futuros na distinção das espécies comuns, porém crípticas que ocorrem no Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Origem dos insetos

As pupas foram encaminhadas ao Laboratório de Estudos de Lepidoptera Neotropical após as criações realizadas pela Embrapa Cerrados e Embrapa Soja. Foram sexadas e separadas em gaiolas até a emergência dos adultos. Subseqüentes criações foram realizadas para obtenção do material necessário para esse estudo.

2.2 Fixação

Os exemplares adultos foram sacrificados em câmara letal com acetato de etila, procedimento que mantém intactas as estruturas do exoesqueleto para subseqüente análise morfológica. As asas foram removidas com auxílio de pinça e diafanizadas em placa de petri, com primeiro mergulho em álcool 70% e depois em hipoclorito de sódio, até a clarificação, e, novamente, em álcool 70% para a neutralização do hipoclorito e secas em papel absorvente. Os três tagmas, cabeça, tórax e abdome, e seus respectivos apêndices foram fervidos em banho-maria, em solução de hidróxido de potássio (KOH) 10% até o amolecimento dos tecidos e clarificação do exoesqueleto. As escamas que não foram removidas durante a fervura e/ou a clarificação, foram removidas com auxílio de pincel.

Os adultos não utilizados no estudo morfológico foram montados, etiquetados e depositados na Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure – Lepidoptera, Universidade Federal do Paraná.

2.3 Metodologia

As descrições e desenhos foram preparados com auxílio do microscópio estereoscópico Zeiss Stemi SV6, para o estudo das estruturas menores foi utilizado microscópio óptico Zeiss Standard 20, ambos com câmara clara acoplada. Os desenhos foram refinados com a utilização de caneta nanquim, posteriormente ajustados e formatados com programa específico.

As microeletrofotografias foram realizadas no Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná (CEM-UFPR), com microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 6360-LV. As amostras acondicionadas em via líquida foram preparadas em uma seriação alcoólica de 10 minutos em cada solução de álcool 70%, 80%, 90% e duas em álcool absoluto, sequencialmente, acondicionadas no Thornton

T14 para dois banhos ultrassônicos de 30 minutos, e então desidratadas no equipamento Bal-Tec® modelo CPD-030 Critical Point Dryer. As estruturas desidratadas foram montadas em *stubs* metálicos fixados com fita dupla face condutora de cobre 3M®, e revestidas com ouro em um metalizador Balzers® modelo SCD030 – Union FL 9496. Enquanto as amostras em via seca foram montadas em *stubs* metálicos fixados com fita dupla face condutora de cobre 3M®, e microeletrofotografadas com procedimento de baixo vácuo.

As imagens foram obtidas através da automontagem realizada pelo Software Las 4.0 através da Câmera Leica DFC500 acoplada a Lupa Leica MZ16 no Taxonline (UFPR) e, as demais fotografias com câmera fotográfica digital.

2.4 Terminologia

Para descrição da morfologia externa dos adultos foram consultados os trabalhos de Pierce (1909); Comstock (1918); Snodgrass (1935); Casagrande (1979); Scoble (1992); Speidel (1996); Hallberg *et al.* (2003); Kristensen (2003) e Fibiger & Lafontaine (2004).

3. RESULTADOS

3.1. Cabeça (Figs 5-8, 12, 13, 18, 19)

Hipognata, apresentando grande quantidade de escamas que recobrem toda superfície. Frontalmente com olhos compostos semiovais, glabros e proeminentes, sendo a altura superior à largura. Área paraocular separada paralelamente pela margem ocular e sutura paraocular, enquanto a sutura laterofacial encontra pouco acima de sua metade a margem ocular. Frontoclípeo subquadrangular, proeminente com sutura transfrontal próxima da sutura antenal não fundidas, separado do vértice pela sutura transfrontal. Área subgenal fundida na porção lateral com o rudimento mandibular e na base, encontrando o pilífero, este provido de cerdas, na região distal. Vértice amplo com quetosema em toda extensão, aloja um par de alvéolos antenais com antenífero circundado pela sutura antenal, e um par de ocelos com coloração escura direcionados e posicionados lateralmente aos alvéolos antenais. Posteriormente, a sutura occipital separa do occipício.

Dorsal e posterior está o pós-occipício, com formato subtriangular e separado do occipício pela sutura pós-occipital. Occipício, com forma sub-retangular e delimitado lateralmente da pós-gena pela sutura temporal. Pós-gena com padrão semicircular separada da subgena pela sutura subgenal. Posteriormente, destaca-se a pós-gena situada entre a margem ocular e a sutura temporal, ocupando a maior porção da área posterior da cabeça. Pós-occipício encontra o forame dorsal separado do forame ventral pela ponte tentorial. Fóvea tentorial posterior na extremidade da ponte tentorial, junto à margem do forame ventral, que por sua vez, apresenta o braço tentorial anterior com formato de semi-losângulo e ponte hipostomal na parte distal.

Na vista ventral, labro não visível, pois está encoberto pelo frontoclípeo. Lateral e inferior ao labro, o pilífero com forma semielipsoidal e com várias cerdas na base. A epifaringe, se encontra no centro, entre as gáleas, com a mesma conformidade, mas com tamanho inferior do pilífero. Palpo maxilar pequeno e arredondado logo adiante da gálea. Estipe alongado e cardo com um décimo do tamanho deste. O lábio ocupa a posição ventral e central da cabeça e, logo abaixo e posterior à ponte hipostomal. Margeando lateralmente o olho composto, encontra-se a pós-gena delimitada da subgena pela sutura subgenal.

3.2. Apêndices cefálicos (Figs 9, 14-17)

3.2.1. Antena

Filiforme, sem dimorfismo sexual, com 83 flagelômeros que se afinam à medida que chegam ao ápice, último flagelômero distinto dos demais por apresentar estrias e tamanho reduzido, semelhante a um cone. Presença de microcerdas em toda extensão da face interna dos flagelômeros. Em comprimento equivale a aproximadamente 11 vezes a largura do olho. Escapo globular, robusto e achatado nas extremidades. Pedicelo anelar de tamanho inferior ao escapo, assemelhando-se em tamanho à largura do primeiro flagelômero.

3.2.2. Aparelho bucal (Figs 10,11, 20)

3.2.2.1. Lábio

Estrutura subtriangular e fracamente esclerotizada, ocupa a região central da cavidade proboscíal, limitada lateralmente pelos estipes e ventralmente pela ponte hipostomal e pelos próprios palpos.

Palpo labial trissegmentado, aproximadamente duas vezes maior que a largura da cabeça em vista lateral. Segmento basal pouco menor que o mediano, contudo o distal se diferencia dos demais pelo tamanho reduzido. Presença da mancha sensitiva de Reuter na face interna do segmento basal, enquanto o distal apresenta o Órgão de vom Rath, como uma invaginação do tegumento e de comprimento maior que a metade do artículo.

3.2.2.2. Maxila

Presente na porção anterior da fossa proboscíal formada pelo cardo, estipe, palpo maxilar reduzido e gálea, esta de formato cilíndrico apresentando sensilas estilocônicas na porção apical aproximadamente 6,3 vezes maior que a largura do olho.

3.3. Região cervical (Fig. 21)

Área reduzida, quase totalmente membranosa, exceto por um par de escleritos cervicais lateralmente. Composto por três projeções, o esclerito cervical tem a forma de “Y” invertido, composto por: braço anterior que articula com a cabeça e aloja ventralmente o Órgão cervical de forma oval, com aspecto de uma “almofada”, provido de inúmeras cerdas; o braço dorsal com um terço do tamanho do anterior e que articula

em sua superfície distal com a propleura e; braço ventral, quase tão longo quanto o anterior e com a extremidade ventral projetada distalmente.

3.4. Tórax (Figs 22-26, 40)

3.4.1. Protórax

Menor dos três segmentos torácicos, formado em sua maior parte por áreas membranosas, com o primeiro par de pernas.

Dorso-lateralmente: placa dorsal do pronoto subtriangular, limitada posteriormente com o prescuto II e lateralmente por área membranosa e com parapatágio. Patágio ovalado e notável com relação às demais estruturas deste segmento. Parapatágio semielipsoidal e ligado à placa dorsal do pronoto. Na propleura, o primeiro espiráculo margeia a porção distal do parapatágio. Pré-episterno em forma de vírgula se projeta anteriormente ao episterno enquanto a coxa ventralmente a este.

Ventralmente: episterno amplo e quase totalmente ocupado pelo alvéolo coxal; anteriormente conectado ao braço ventral do esclerito cervical; medianamente formando o discripe e, posteriormente, através da furca se projetando ao espinasterno, este de formato triangular.

3.4.2. Mesotórax

Maior segmento torácico, com o primeiro par de asas e o segundo par de pernas.

Dorsalmente: prescuto com formato oval e ântero-medianamente ao escuto; este é amplo, certamente o maior esclerito do corpo, regular, levemente convexo e através da sutura escutal delimita o suralar, o adnotal e o processo notal posterior da asa. Posteriormente pela sutura escuto-escutelar está separado do escutelo, com a metade do tamanho do escuto e contornado distalmente pelo pós-noto, este com formato de uma barra de pontas arqueadas.

Lateralmente: tégula avantajada se comparada às demais estruturas, formando um lobo anterior que se curva distalmente e juntamente com a sub-tégula alcançam a margem anterior do basalar, sendo este de formato arredondado. Dobras do processo pleural da asa I e projeção lateral do apódema tergo-pleural projetadas e fusionadas na região distal de ambas. Subalar semiovalado, encontrando o adnotal e o processo notal posterior da asa I. Corda axilar conectada à placa pós-alar.

Na área membranosa; anepisterno e catepisterno, são delimitados pela sutura anepisternal, enquanto a sutura pré-episternal delimita o pré-episterno do catepisterno.

Epímero em forma de “V” está separado anteriormente do anepisterno e do catepisterno pela sutura pleural, do mero pela sutura basicostal enquanto a porção superior do braço distal contorna a porção anterior do 2º espiráculo.

Ventralmente: discrime cinco vezes mais longo que o discrime I forma a base de um triângulo invertido, formato esse do basisterno, que se estende até a fôvea aposifial. O catepisterno se projeta ventralmente até atingir o basisterno e separado deste pela sutura esterno-pleural em direção ao centro da região ventral e lateralmente contornando a coxa.

3.4.3. Metatórax

Maior que o protórax e menor que o mesotórax, com o segundo par de asas e o terceiro par de pernas.

Dorsalmente: escutelo trapezoidal entre as placas do escuto que se projetam látero-anteriormente margeando o escutelo e o pós-noto II. Distalmente, o escuto atinge o escutelo sendo limitado pela sutura escuto-escutelar. Porção lateral interna do escuto e anterior do escutelo limitadas por área membranosa que segue ao pós-noto II.

Latero-ventralmente: escuto projetado distalmente, suportando a corda axilar em sua porção mais ventral e anteriormente separado do suralar pela sutura escutal. Entre o suralar e o anepisterno, de aspecto arredondado, está o processo pleural da asa. Pouco acima, em direção à região dorsal, o basalar, também arredondado, porém muito menor que o anepisterno, margeia a porção distal do espiráculo II. Uma curta sutura anepisternal está entre o anepisterno e o catepisterno, este retangular cuja margem anterior limita-se com área membranosa entre os segmentos, distalmente através da sutura pleural com o epímero e, ventro-anteriormente com o basisterno parcialmente oculto pelo catepisterno e pela eucoxa e, em seu ângulo mais distal através da sutura marginopleural com a eucoxa. O eixo ântero-posterior da coxa ocupa uma posição oblíqua em relação ao discrime.

Na área membranosa e posterior à metade dorsal do catepisterno e abaixo da corda axilar, de forma isolada está o subalar. O epímero, em forma de “U” sustenta em seu braço distal o tímpano em cuja área central se encontra o esclerito nodular timpânico.

Ventralmente: discrime praticamente do mesmo tamanho que o discrime I, estendendo-se médio-longitudinalmente desde a margem anterior do basisterno até a

fóvea apofisial. Sutura esterno-pleural limita o basisterno que é formado por uma estreita e longa placa esclerotizada ao longo do catepisterno.

3.5. Apêndices torácicos

3.5.1. Escleritos axilares (Figs 27, 28)

Articulam as asas ao tórax através de três escleritos, com formas irregulares. Na asa anterior, o 1º axilar articulado posteriormente ao adnotal, e anteriormente com o 2º axilar, este por sua vez, articula posteriormente com o 1º axilar e, anteriormente com a placa mediana proximal. O 3º axilar conectado, anteriormente com a placa mediana proximal e látero-posteriormente com as veias anais. O esclerito costal margeia as veias costal, subcostal e radial, látero-anterior à placa humeral e distal a placa mediana proximal. Dorsalmente a placa mediana distal, encontra a veia media e anteriormente à placa mediana proximal, este último, por outro lado, limita o esclerito costal, a placa humeral e o 2º axilar.

Na asa posterior, o esclerito costal limita as veias costal, subcostal e mediana e, sustenta a base do frênuo. O 1º axilar possui três braços, o anterior e mais próximo ao corpo está conectado ao escuto enquanto o segundo se conecta a corda axilar, e o terceiro ao 2º axilar e as placas medianas pela região lateral. O 3º axilar se uni as veias anais na porção posterior e anteriormente à placa mediana.

3.5.2. Asas (Figs 29-35)

Asa anterior sub-retangular, macho e fêmea compartilham as mesmas características de venação, no entanto, com contorno distinto. Margem costal: base até R₄, levemente convexa distalmente; margem externa: R₄ até CuA₂ fracamente sinuosa; margem interna: base até 2A, convexa com 14 veias longitudinais (C, Sc, R1-R5, M1-M3, Cua1 e Cua2, 2A e 3A) e 4 transversais (dcs, dcm, dci, m-cu). Veia costal (C) dilatada até pouco além da metade da margem costal. Na base, entre o esclerito costal e a placa mediana proximal surge um tronco único, que logo bifurca, formando a Sc que segue única até o terceiro quarto da margem costal. O outro ramo, a Radial (R) segue próxima e paralela à Sc e ao atingir a metade da célula discal bifurca em R₁ e R_s, sendo essa última, dividida em R₂, R₃, R₄ e R₅; as três primeiras terminando ainda na margem costal, com R₃ muito próxima de R₄ e esta no ápice da asa, enquanto R₅ no início da margem externa. Aréola, na parte apical da célula discal, formada pelo tronco comum a partir de R₂ e pela transversal dcs. Célula discal alongada e se estendendo pouco além

da metade da asa, fechada pelas veias transversais disco celular superior (dcs), disco celular mediana (dcm), disco celular inferior (dci) e médio cubital (m-cu); dcs formando um ângulo oblíquo, dcm sinuosa, enquanto dci e m-cu são pouco convexas. Veias médias (M) independentes a partir da célula discal M2 muito mais próxima de M3 do que de M1. Veias cubitais (CuA), parte da porção distal superior das placas medianas e bifurca pouco além da metade da célula discal, o ramo superior - CuA₁ forma a porção distal inferior da célula discal e após encontrar a transversal m-cu segue até a margem externa, enquanto o ramo inferior - CuA₂ segue até o ângulo anal da asa. Veias anais (A), sendo que 2A parte da porção distal inferior das placas medianas e termina na margem interna próxima ao ângulo anal, já a 3A parte da região proximal da placa mediana inferior, se projeta de forma tênue até o final do primeiro terço de 2A e se funde a esta. Na face ventral, retináculo como estrutura de acoplamento com a asa posterior, sendo nos machos com cerdas próximo e acima da subcostal (Sc), enquanto nas fêmeas na parte inferior da cúbito anal (CuA).

Asa posterior convexa e pouco sinuosa na margem externa: Sc+R₁ até 2A; margem costal: base até Sc+R1 e interna: base até 3A. Frênulo na base da margem costal, composto por uma única cerda grossa nos machos, e duas cerdas pouco mais finas nas fêmeas. Venação semelhante em ambos os sexos, formada por 8 veias longitudinais: (C, Sc+R₁, Rs, M, CuA, A); e por duas transversais: (dcm e dci). A veia costal (C) dilatada e curta com metade do tamanho do frênulo, parte da base do esclerito costal. Subcostal+R1 (Sc+R₁), surge na base distal do esclerito costal e em parte das placas medianas, dilatada e curvada em direção à margem costal, termina no ápice da asa. Setor radial (Rs), surge na base muito próxima de SC+R₁ e segue desta forma no primeiro terço da célula, divergindo em seguida e terminando logo abaixo desta, na margem externa. Mediana (M), M1 parte do ápice superior da célula, enquanto M₂ é vestigial nos machos e ausentes nas fêmeas; M₃, parte do ápice inferior da célula. Célula discal fechada nos machos pelas veias dcm e dci e nas fêmeas pela união dessas duas transversais. Cubitais (CuA), surge das placas medianas e segue até próxima do final da célula discal, quando se bifurca em CuA₁ e CuA₂. As anais (A), 2 e 3A articulam com as placas medianas e o terceiro axilar, seguem paralelas e divergentes, a primeira até a margem externa e a segunda no ângulo anal.

3.5.3. Pernas (Figs 36-39, 41-46)

Perna protorácica semelhante em tamanho mas com dimorfismo sexual, apresentando uma região de espinhos na face interna do fêmur do macho e ausente na fêmea .

Coxa, alongada e cilíndrica, articula na porção basal com a propleura e distal com o trocânter, subtriangular, menor que cinco vezes a altura da coxa. Fêmur, cilíndrico, maior segmento da perna. Tíbia pouco maior que a metade do fêmur, com poucos espinhos e um esporão tibial na porção apical; epífise na metade superior com aproximadamente a metade do comprimento da tíbia. Tarso com cinco tarsômeros sendo o proximal de igual tamanho da tíbia, enquanto os demais são praticamente do mesmo tamanho sendo a sua somatória pouco maior que o tamanho do proximal, todos com espinhos na parte lateral e interna. Garra tarsal bífida com as projeções longas e curvas sendo a interna pouco menor que a externa; placa unguitratora seguida pelo arólio arredondado com aspecto de “almofada”.

Distitarso semelhante nos três pares de pernas.

Pernas meso e metatorácicas, com semelhante conformação. Coxa, dividida longitudinalmente pela sutura coxal, eucoxa anterior e mero posterior. Trocânter com mesmo formato do trocânter I, mas de tamanho superior. Fêmur II, maior que o fêmur III, ambos alongados. Tíbia II, das fêmeas com dois pares de espinhos na porção distal, enquanto nos machos uma fileira de espinhos e um par de esporões. Tíbia III, em ambos os sexos, lateralmente com espinhos e dois pares de esporões sendo, o par proximal inserido pouco além da metade do comprimento da tíbia e, o distal próximo à articulação com o tarso. Tarso II, com inúmeros espinhos na região lateral e interna, com cinco tarsômeros sendo o proximal maior e os demais diminuindo progressivamente de tamanho. Tarso III maior que o tarso II.

3.6. Abdome

3.6.1. Segmentos pré-genitais (Figs 47-50)

Em ambos os sexos são formados por tergo e esterno, ambos esclerotinizados e pela pleura membranosa. Nas fêmeas as membranas intersegmentares e a pleura são mais amplas e as placas esternais são menores que nos machos. Macho com oito segmentos aparentes, sendo o nono e o décimo modificados para formar a genitália, enquanto nas fêmeas com sete segmentos aparentes sendo oitavo, nono e décimo modificados para formar a genitália. Tanto macho quanto a fêmea, na linha média da

pleura, apresentam espiráculos elípticos nos segmentos 1-7, sendo o 1º coberto pela placa timpânica, que ocupa um espaço entre a placa tergo pleural e os esternos I+II, promovendo desta forma uma redução no esterno I e fusão com o II e, alterando a forma da base do abdome.

3.6.2. Genitália masculina (Figs 51-59, 62)

Tegume estreito, articulado posteriormente com o unco, e anteriormente com o braço do tegume e estes ao braço do saco. Unco longo e em forma de gancho, com porção apical lateral revestida de cerdas. Gnato ligado ao tegume por tênue membrana e projetado posteriormente em direção à porção apical do unco. Saco, através dos braços dorsais do saco fusionados aos braços ventrais do tegume.

Valva aproximadamente seis vezes mais longa que larga, achatada médio-lateralmente; margem externa da região distal projetada dorsalmente e com duas fileiras de pequenos espinhos formando a corona. Internamente costa estreita e não alcançando a margem da corona; sáculo amplo na porção anterior. Fulturas superior e inferior, pouco esclerotinizadas, ligadas as valvas com a função de sustentar o edeago.

Edeago cilíndrico com três terços, envolto pela manica membranosa. Na região proximal, abertura dorsal e alongada para o ducto ejaculatório; na região distal vesica helicoidal, com onze cornutos esclerotinizados em forma de pequenas “tachas” sendo o distal maior e os demais com o mesmo tamanho.

3.6.3. Genitália feminina (Figs 60, 61, 63)

A margem ântero-lateral do oitavo tergo se projeta de forma levemente curva para a região anterior do corpo constituindo assim a apófise anterior enquanto a mesma região do nono tergo forma a apófise posterior, em ambos os casos são estreitas, a anterior levemente curva, sendo a posterior reta e pouco menor que a anterior. Papila anal fracamente esclerotizada revestida por escamas alongadas.

Ventralmente, placa genital esclerotizada e subquadrangular, abriga posteriormente o óstio da bolsa, totalmente membranoso e anteriormente a abertura do ducto da bolsa.

Bolsa copuladora membranosa, com quatro signos: um deles, menor, suboval e situado dorsalmente em relação aos outros três que são alongados e aproximadamente duas vezes maiores. Todos os quatro, revestidos na face ventral por microespinhos.

Espermateca com formato helicoidal e o dobro do comprimento do corpo da bolsa. Na metade distal do duto da bolsa, uma placa esclerotizada agrega a espermateca ao duto.

4. DISCUSSÃO

O Brasil é influenciado por vários fatores abióticos, capazes de propiciar a propagação de espécies com alto índice reprodutivo, o que afeta diretamente as culturas economicamente importantes deste país. Estudos morfológicos são capazes de elencar estruturas ainda não demonstradas, aprimorando o conhecimento da fauna, bastante evidenciada na literatura, mas pouco estudada morfológicamente. Os adultos de *Helicoverpa armigera* chamam atenção por apresentarem estruturas morfológicas robustas, como tórax amplo, que permitem, por exemplo, alcançar voos longos (Feng *et al.* 2004; Ali *et al.* 2009), o que certamente pode definir a conquista de novos ambientes e colonização dos mesmos.

O presente trabalho demonstra através da morfologia, formas de diferenciação dos sexos e características da espécie que, reforçam a taxonomia do grupo e, de forma comparada podem gerar estudos que busquem informações substanciais para uma precisa identificação em campo, o que é extremamente relevante em casos de espécies consideradas como pragas.

As antenas da maioria dos Noctuidae são filiformes e apresenta a mesma estrutura geral, fato importante que destaca a capacidade dessas estruturas, providas de diversas cerdas de sentido, serem utilizadas como receptores de temperatura, umidade, olfativos e para o reconhecimento do sexo oposto, bem como a dispersão de hormônios relacionados à atração sexual (Jefferson 1970; Hardwick 1970; Castrejón-Gómez *et al.* 1999; Seada 2015). Diferenças morfológicas nas antenas de macho e fêmea não foram encontradas em *H. armigera* neste estudo, como também em outro estudo relacionado, que evidencia os tipos e as funções de cerdas distribuídas ao longo dos artículos antenais (Diongue *et al.* 2013), no entanto, através da microscopia eletrônica pudemos evidenciar algumas estruturas como a presente no último flagelômero, sem cerdas indicando uma provável função sensorial.

Alguns insetos apresentam órgão timpânico, responsável pela audição, localizados em diferentes regiões do exoesqueleto. Algumas espécies de mariposas apresentam tímpano fusionado ao metatórax, próximo à região anterior do abdome, exibindo ou não uma membrana com formato de tampa, responsável por cobrir, em partes, a abertura do tímpano (Forbes 1916; Kiriakoff 1963; Hoy & Robert 1996; Mhatre *et al.* 2009). *Helicoverpa armigera* apresenta um esclerito timpânico localizado

na abertura do tímpano como também uma placa timpânica que encobre o 1º espiráculo abdominal.

Discrepâncias na quantidade de cerdas compondo o frênuo nos machos e fêmeas também foram evidenciadas em espécies de Tortricidae (Yang & Brown 2009; Rota *et al.* 2009; Monsalve *et al.* 2011) e em *Pseudobiston pinratanai* Inoue, 1994 (Geometridae) (Rajaei *et al.* 2015). Em *H. armigera* os machos exibem uma cerda, enquanto as fêmeas apresentam um par. Além da quantidade de cerdas do frênuo, a posição das cerdas do retináculo também são distintas o que auxilia a diferenciação dos sexos.

Os cornutos esclerotizados presentes na vesica dos machos de *H. armigera* também são encontrados nas demais espécies deste gênero, como também, em número reduzido, em algumas espécies pertencentes à subfamília Heliothinae (Hardwick 1965; Hardwick 1970).

A posição e o tamanho dos quatro signos presentes na bolsa copuladora da fêmea de *H. armigera* são compartilhados nas espécies de *H. atacamae*, *H. hawaiiensis* e *H. punctigera*, no entanto, diverge na espécie de *H. gelotopoeon* (Hardwick 1965).

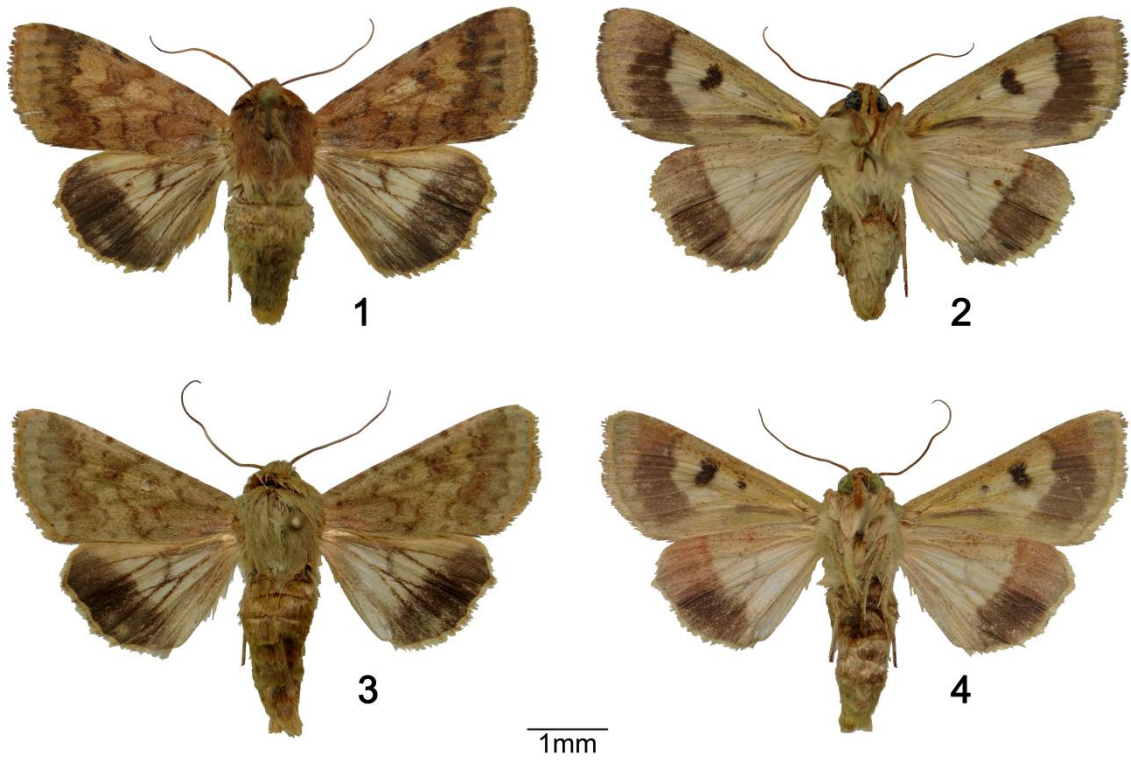
O presente trabalho apresenta a primeira morfologia detalhada dos adultos de *H. armigera*, espécie essa, enquadrada no grupo de grande importância econômica. As inúmeras estruturas morfológicas apresentadas nos três tagmas contribuem com o conhecimento taxonômico da espécie, bem como a diferenciação dos sexos, auxiliando o trabalho em campo nas culturas. Futuros trabalhos morfológicos comparativos podem contribuir com a diferenciação de *H. zea*, ocorrente no Brasil, e *H. gelotopoeon*, distribuída no sul da América do Sul, também consideradas pragas de grande impacto econômico.

REFERÊNCIAS

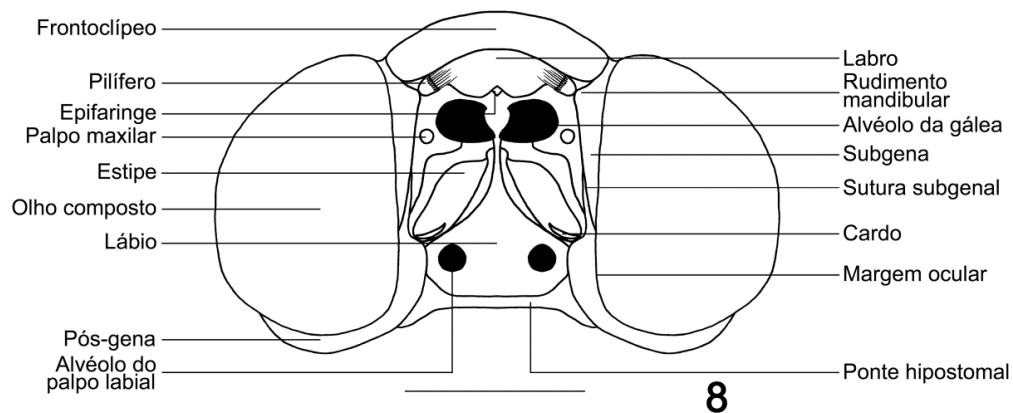
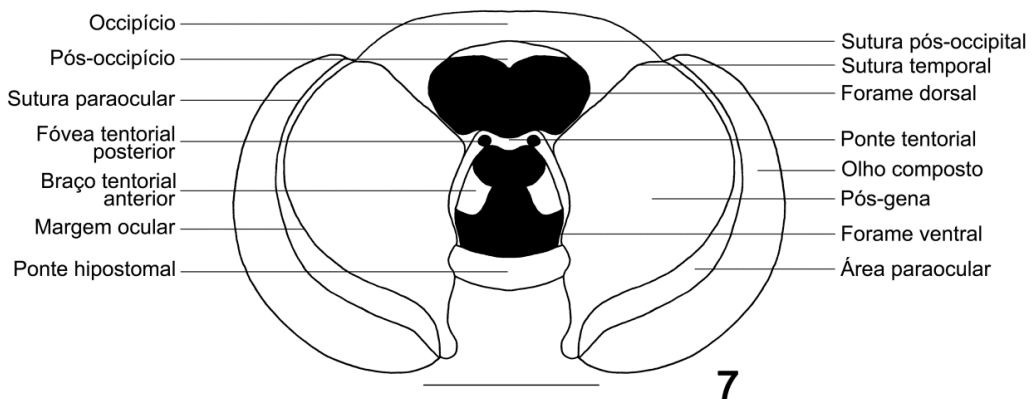
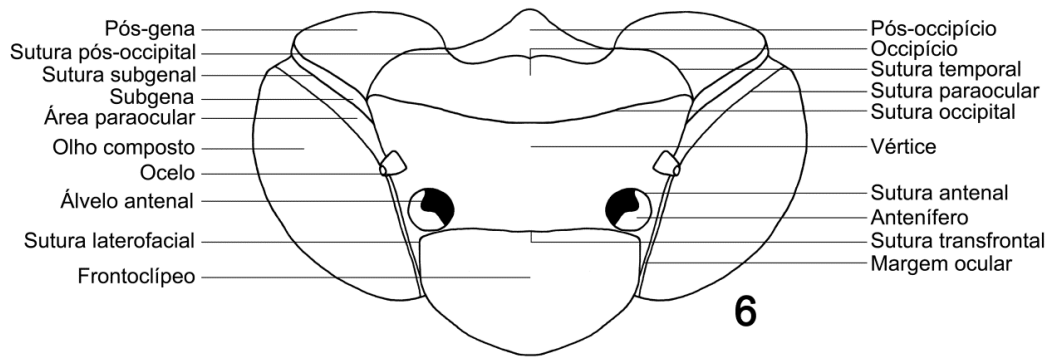
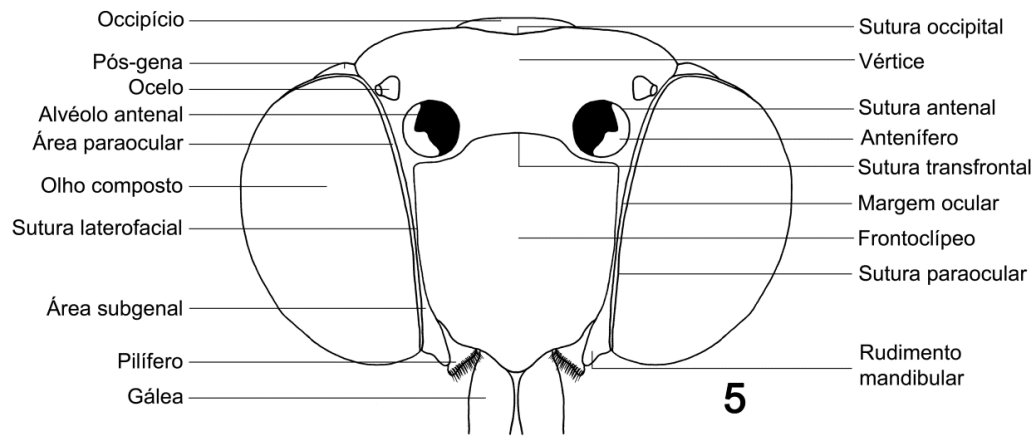
- Ali, A., Choudhury, R.A., Ahmad, Z., Rahman, F., Khan, F.R., Ahmad, S.K., 2009. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**. 4, 99-106.
- Bueno, A.F., Sosa-Gómez, D.R., 2014. The old world bollworm in the neotropical region: the experience of brazilian growers with *Helicoverpa Armigera*. **Outlooks on Pest Management**. 25, 261-265.
- Casagrande, M.M., 1979. Sobre Caligo beltrao (Illiger). IV: Morfologia externa do adulto - abdome (Lepidoptera, Satyridae, Brassolinae). **Revista Brasileira de Biologia**. 39, 711-716.
- Castrejón-Gómez, V.R., Valdez-Carrasco, J., Cibrian-Tovar, J., Camino-Lavin, M., Osorio, R.O., 1999. Morphology and distribution of the sense organs on the antennae of *Copitarsia consueta* (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**. 82, 546-555.
- Comstock, J.H., 1918. **The wings of the insects**. Nova Iorque. Comstock Publishing Company, 430 p.
- Czepak, C., Albernaz, K.C., Vivan, L.M., Guimarães, H.O., Carvalhais, T., 2013. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 43,110-113.
- Diongue, A., Yang, J., Lai, P., 2013. Biomorphometric characteristics of different types of sensilla detected on the antenna of *Helicoverpa armigera* by scanning electron microscopy. **Journal of Asia-Pacific Entomology**. 16, 23-28.
- Feng, H., Wu, K., Cheng, D., Guo, Y., 2004. Northward migration of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and other moths in early summer observed with radar in northern China. **Journal of Economic Entomology**. 97, 1874-1883.
- Fibiger, M., Lafontaine, J.D., 2004. A review of the higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera) with special reference to the Holarctic fauna. **Esperiana**. 11, 7-690.
- Forbes, W.T.M., 1916. On the tympanum of certain Lepidoptera. **Psyche**. 23,183-192.
- Formentini, A.C., Sosa-Gómez, D.R., Paula-Moraes, S.V., Barros, N.M., Specht, A., 2015. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. **Ciência Rural**. 45, 2113-2120.
- Hallberg, E., Hansson, B.S., Löfstedt, C., 2003. Sensilla and Proprioceptors, p. 267-288. In: Kristensen, N.P. (Ed). **Band/Volume IV Arthropoda: Insecta**. Teilband/Part 36. **Lepidoptera moths and butterflies: Morphology, Physiology and Development**. Vol. 2, X+564p. In: Fischer, M. (Ed). **Handbook of Zoology**. Berlin, New York. Walter de Gruyter.

- Hardwick, D.F., 1965. The corn earworm complex. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**. 40, 1-246.
- Hardwick, D.F., 1970. A generic revision of the North American Heliothidinae (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the Entomological Society of Canada**. 73,1-59.
- Hoy, R.R., Robert, D., 1996. Tympanal hearing in insects. **Annual Review of Entomology**. 41, 433-450.
- Jefferson, R.N., Rubin, R.E., McFarland, S.U., Shorey, H.H., 1970. Sex pheromones of Noctuid moths. XXII. The external morphology of the antennae of *Trichoplusia ni*, *Heliothis zea*, *Prodenia ornithogalli*, and *Spodoptera exigua*. **Annals of the Entomological Society of America**. 63, 1227-1238.
- Kiriakoff, S.G., 1963. The tympanic structure of the Lepidoptera and the taxonomy of the order. **Journal of the Lepidopterists' Society**. 17, 1-20.
- Kitching, R.L., Orr, A.G., Thalib, L., Mitchell, H., Hopkins, M.S., Graham, A.W., 2000. Moth assemblages as indicators of environmental quality in remnants of upland Australian rain forest. **Journal of Applied Ecology**. 37, 284-297.
- Kristensen, N.P., 2003. Reproductive organs, p. 427-447. In: Kristensen, P.N. (Ed). **Band/Volume IV Arthropoda: Insecta**. Teilband/Part 36. **Lepidoptera moths and butterflies: Morphology, Physiology and Development**. Vol. 2, X+564p. In: Fischer, M. (Ed). Handbook of Zoology. Berlin, New York. Walter de Gruyter.
- Lafontaine, J.D., Fibiger, M., 2006. Revised higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). **Canadian Entomologist**. 138, 610-635.
- Maleque, M.A., Maeto, K., Ishii, H.T., 2009. Arthropods as bioindicators of sustainable forest management, with a focus on plantation forests. **Applied Entomology and Zoology**. 44,1-11.
- Matthews, M., 1991. Classification of the Heliothinae. **Bulletin of Natureal Resources Institute**. 44, 1-195.
- Mhatre, N., Montealegre-Z., F., Balakrishnan, R., Robert, D., 2009. Mechanical response of the tympanal membranes of the tree cricket *Oecanthus henryi*. **Journal of Comparative Physiology A**. 195, 453-462.
- Monsalve, S., Dombroskie, J.J., Lam, W.H.Y., Rota, J., Brown, J.W., 2011. Variation in the Female Frenulum in Tortricidae (Lepidoptera). Part 3. Tortricinae. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**. 113, 335-370.
- Murúa, M.G., Scalora, F.S., Navarro, F.R., Cazado, L.E., Casmuz, A., Villagrán, M.E., Lobos, E., Gastaminza, G., 2014. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**. 97,854-856.
- Pierce, F.N., 1909. **The Genitalia of the group Noctuidae of the Lepidoptera of the British Islands**. Liverpool. A. W. Duncan, 88 p.

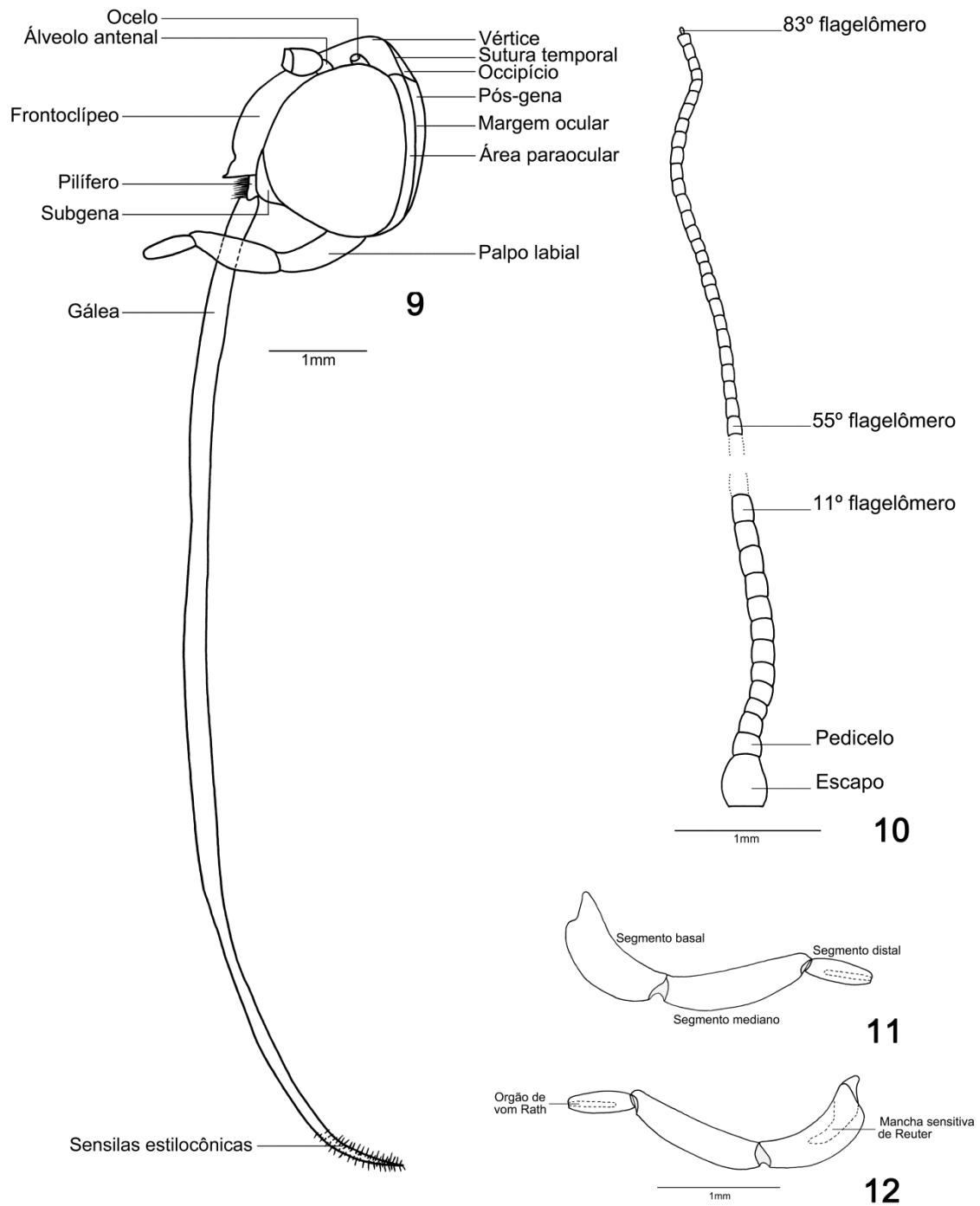
- Pratissoli, D., Lima, V.L.S., Pirovani, V.D., Lima, W.L., 2015. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura Brasileira**. 33,101-105.
- Rajaei, H., Greve, C., Letsch, H., Stüning, D., Wahlberg, N., Minet, J., Misof, B., 2015. Advances in Geometroidea phylogeny, with characterization of a new family based on *Pseudobiston pinratanai* (Lepidoptera, Glossata). **Zoologica Scripta**. 44, 418-436.
- Regier, J.C., Zwick, A., Cummings, M.P., Kawahara, A.Y., Cho, S., Weller, S., Roe, A., Baixeras, J., Brown, J.W., Parr, C., Davis, D.R., Epstein, M., Hallwachs, W., Hausmann, A., Janzen, D.H., Kitching, I.J., Solis, M.A., Yen, S., Bazinet, A.L., Mitter, C., 2009. Toward reconstructing the evolution of advanced moths and butterflies (Lepidoptera: Ditrysia): an initial molecular study. **BMC Evolutionary Biology**. 9, 280-300.
- Rota, J., Yang, A., Brown, J.W., 2009. Variation in the female frenulum in Tortricidae (Lepidoptera). Part 2. Olethreutinae. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**. 111, 826-866.
- Seada, M.A., 2015. Antennal morphology and sensillum distribution of female cotton leaf worm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). **The Journal of Basic & Applied Zoology**. 68, 10-18.
- Scoble, M., 1992. The Lepidoptera, form, function and diversity. **Natural History Museum Publications**. Londres. Oxford University Press, 404 p.
- Snodgrass, R.E., 1935. **Principles of insect morphology**. Nova Iorque. McGraw-Hill Book Company, 667 p.
- Specht, A., Sosa-Gómez, D.R., Paula-Moraes, S.V., Yano, S.A.C., 2013. *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae) no Brasil: Identificação morfológica e molecular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 48(6),689-692.
- Speidel, W., Fänger, H., Naumann, C.M., 1996. The phylogeny of the Noctuidae (Lepidoptera). **Systematic Entomology**. 21, 219-251.
- Thomazoni, D., Soria, M.F., Pereira, E.J.G., Degrande, P.E., 2013. *Helicoverpa armigera*: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso. **Instituto Mato-grossense do algodão - Circular Técnica**. 5,1-12.
- Yang, A., Brown, J.W., 2009. Variation in the female frenulum in Tortricidae (Lepidoptera). Part 1. Chlidanotinae. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**. 111, 743-751.
- Zahiri, R., Kitching, I.J., Lafontaine, J.D., Mutanen, M., Kaila, L., Holloway, J.D., Wahlberg, N., 2010. A new molecular phylogeny offers hope for a stable family-level classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). **Zoologica Scripta**. 40, 1-16.



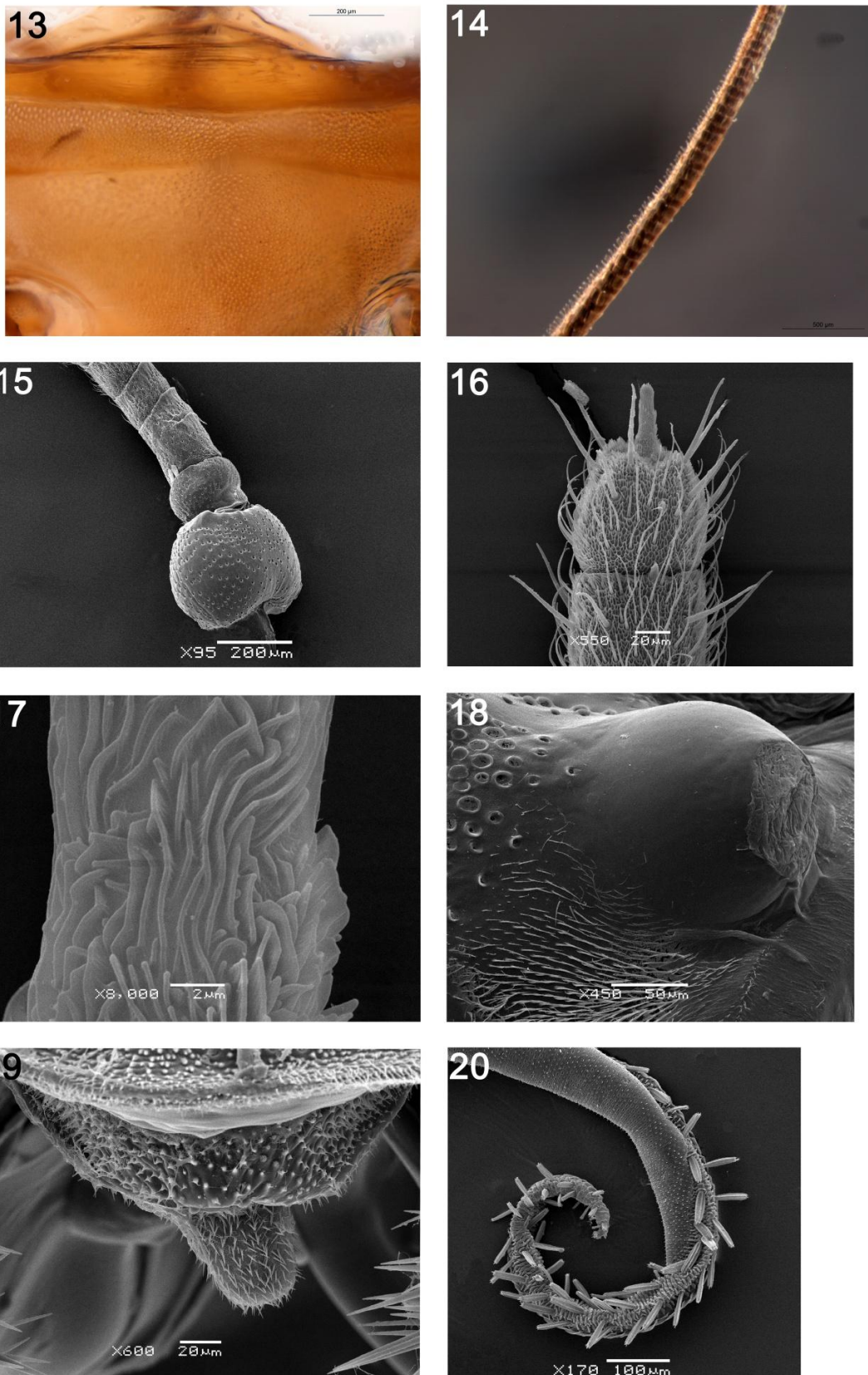
Figuras 1-4. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Fêmea: (1) vista dorsal; (2) vista ventral; Macho: (3) vista dorsal; (4) vista ventral.



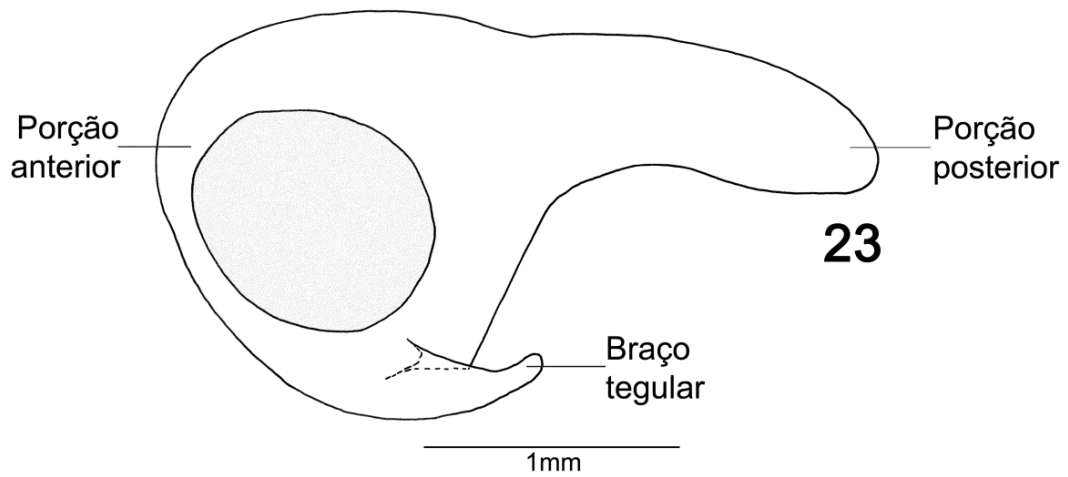
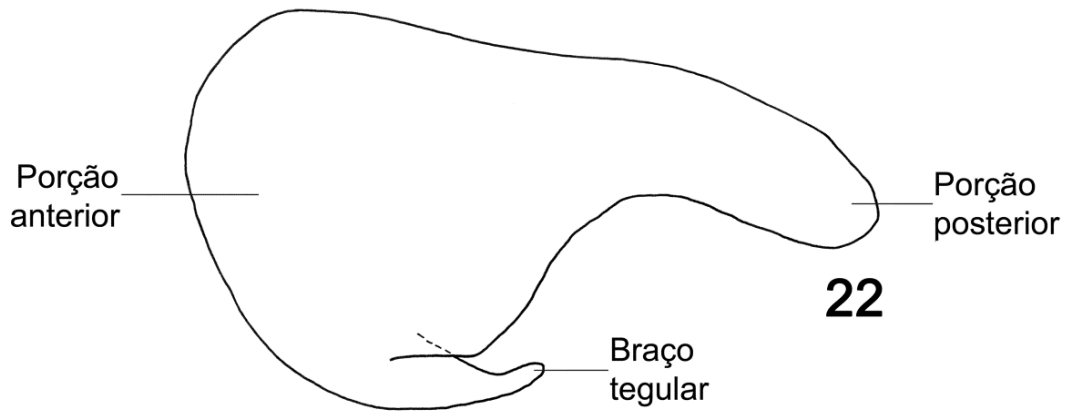
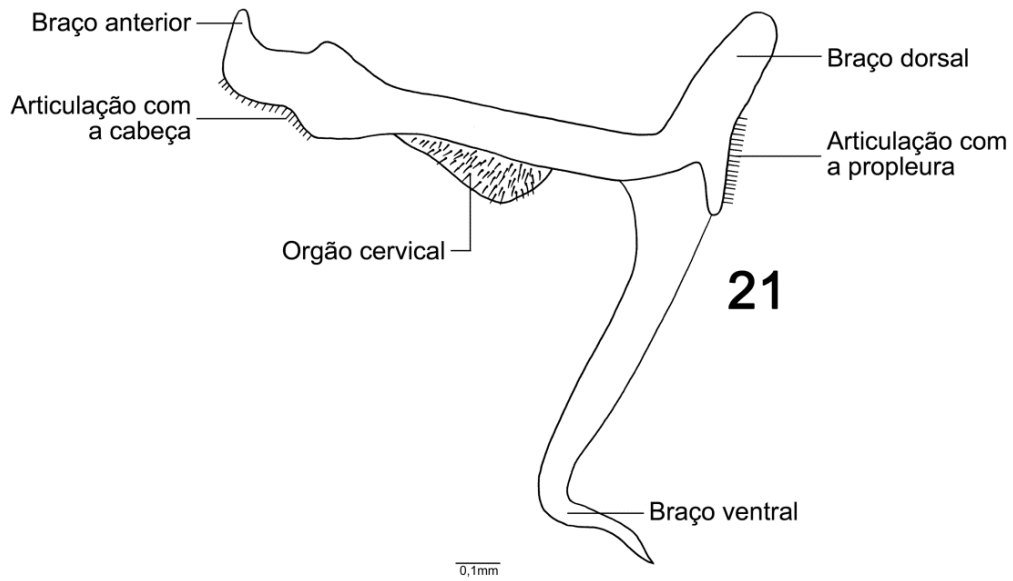
Figuras 5-8. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Cabeça: (5) vista frontal; (6) vista dorsal; (7) vista posterior; (8) vista ventral. Escala = 1mm.



Figuras 9-12. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Cabeça: **(9)** vista lateral. Apêndices cefálicos: **(10)** antena; **(11)** palpo labial vista lateral externa; **(12)** palpo labial vista lateral interna.



Figuras 13-20. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Vértice fêmea (13) quetosema vista frontal. Antena fêmea: (14) vista lateral; (15) escapo, pedidelo e primeiros flagelômeros; (16) porção distal; (17) detalhe do último flagelômero. Ocelo fêmea (18) vista frontal. Epifaringe fêmea (19) vista frontal. Gálea fêmea (20) porção distal.



Figuras 21-23. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Esclerito cervical (21) vista lateral. Tégula: (22) vista lateral externa; (23) vista lateral interna.

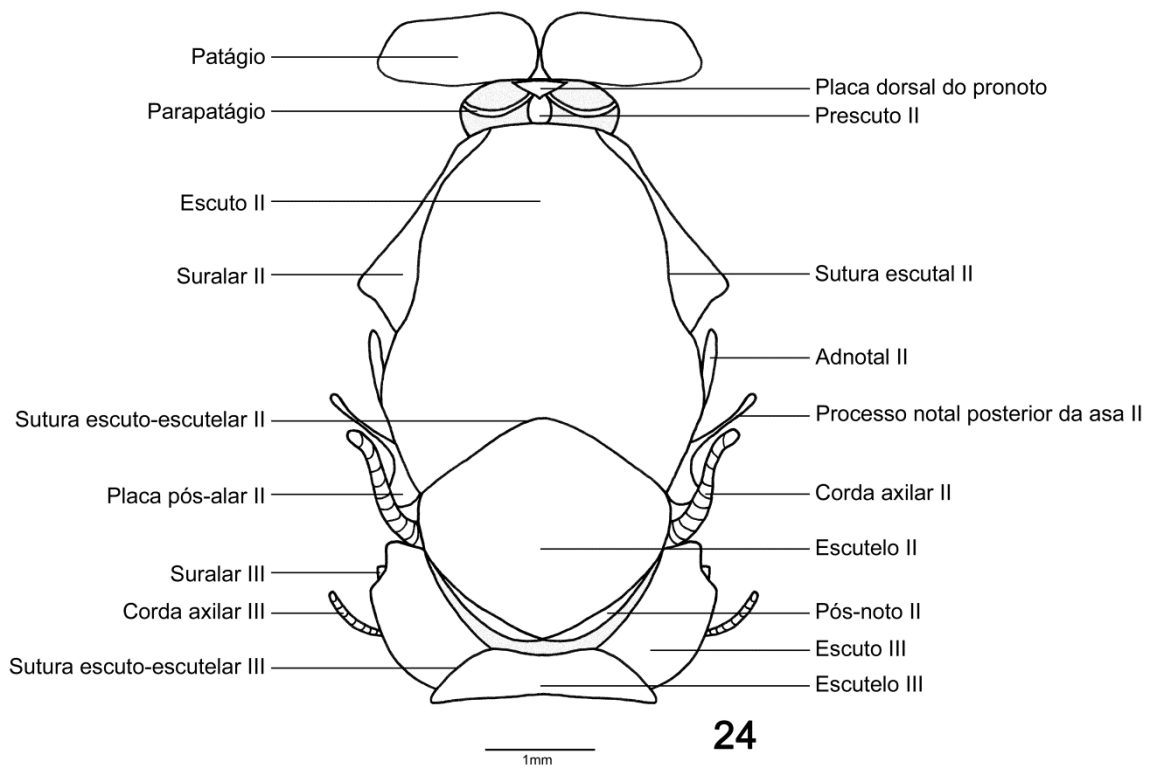


Figura 24. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Tórax (**24**) vista dorsal.

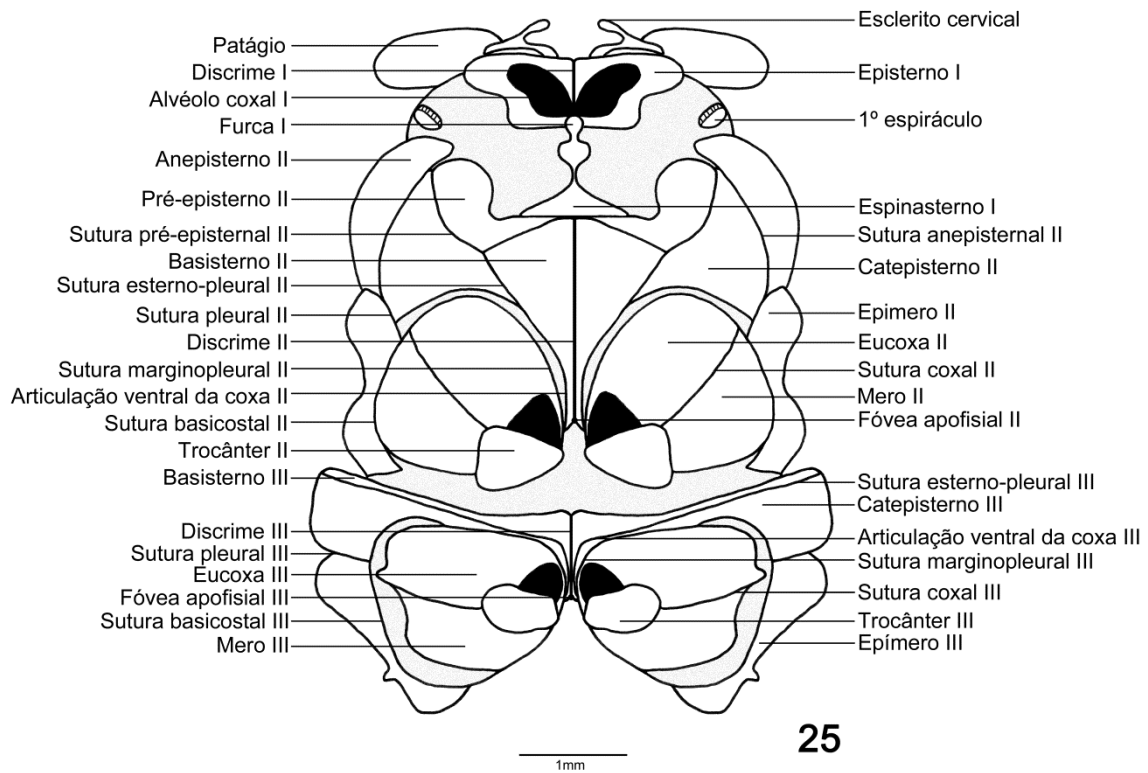
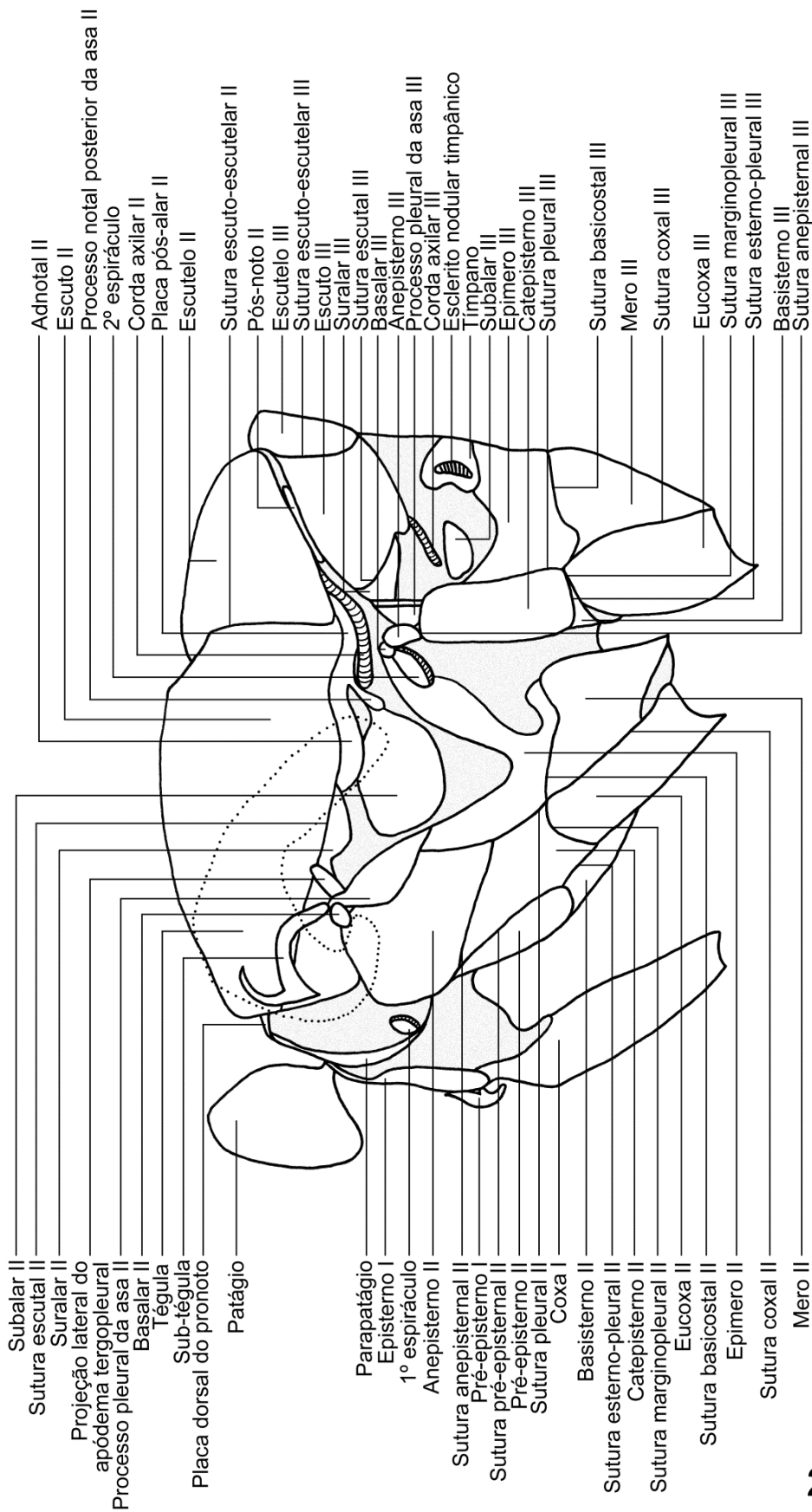
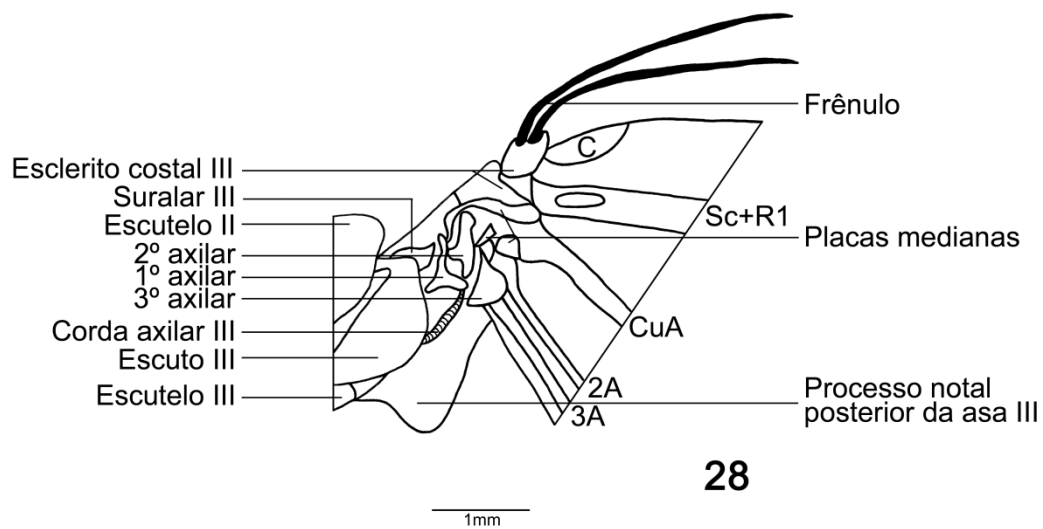
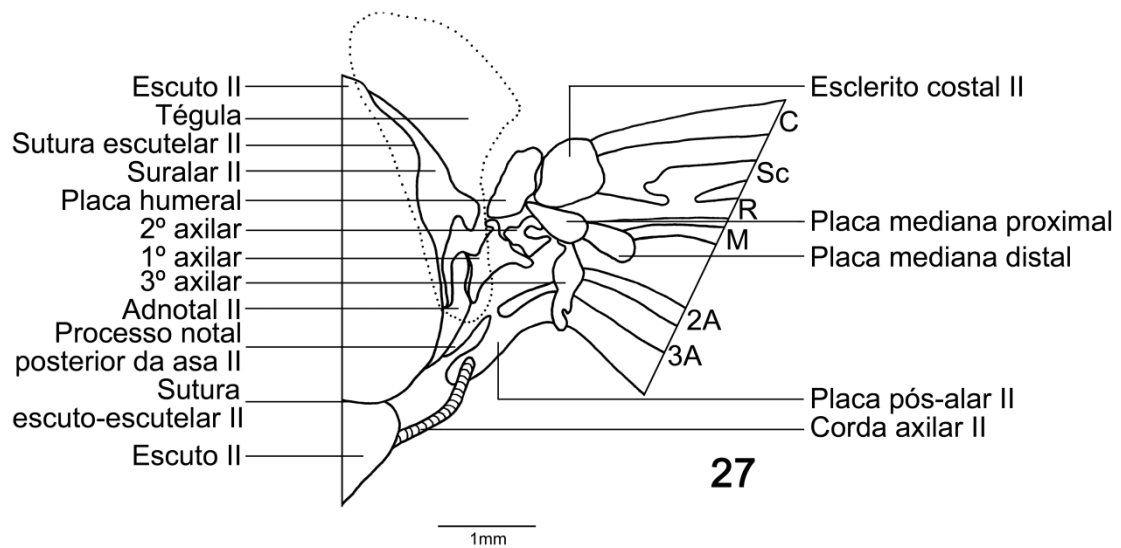


Figura 25. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Tórax (25) vista ventral.

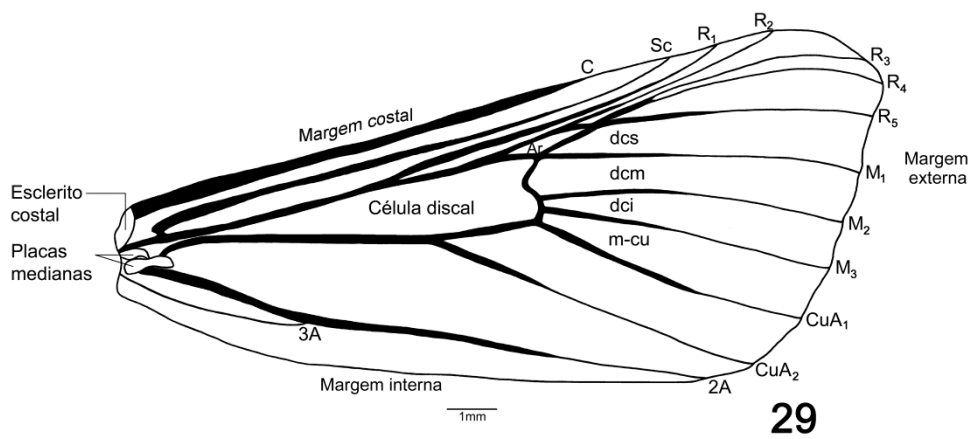


26

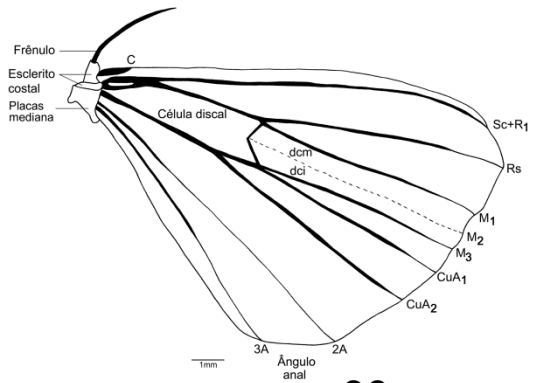
Figura 26. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Tórax (26) vista lateral.



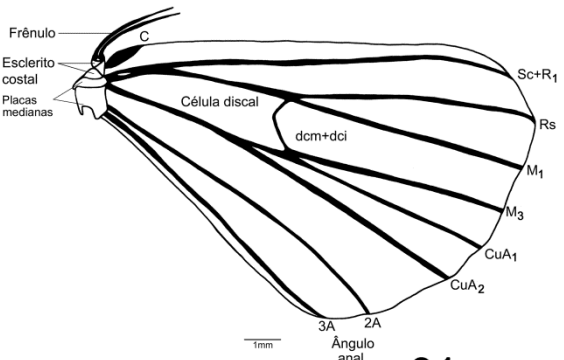
Figuras 27-28. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Escleritos axilares fêmea: (27) asa anterior vista dorsal; (28) asa posterior vista dorsal.



29

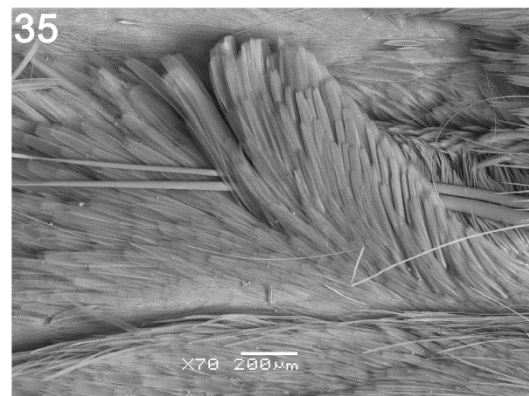
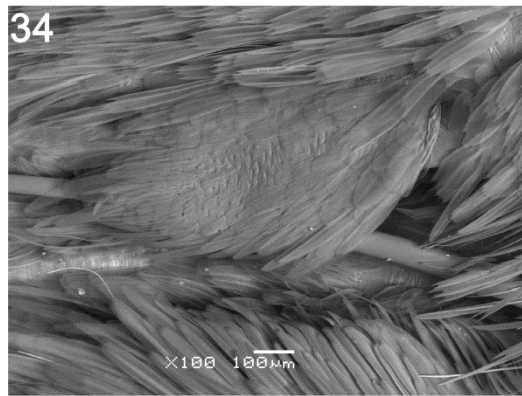
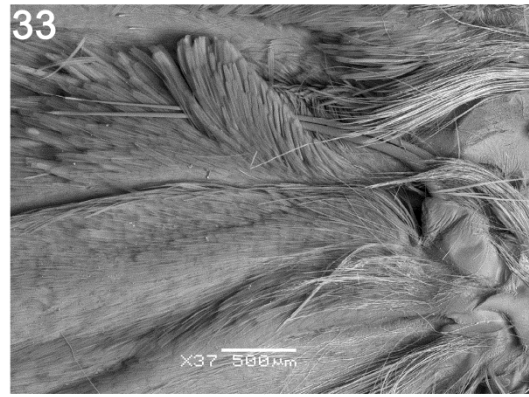
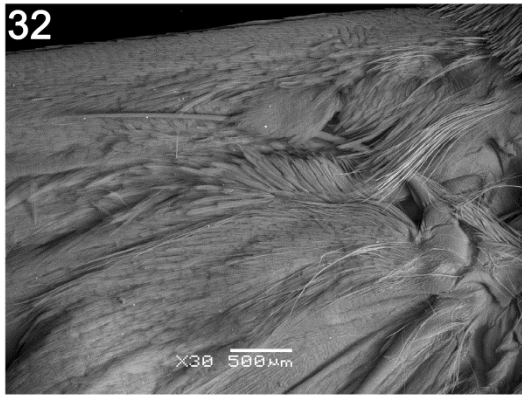


30

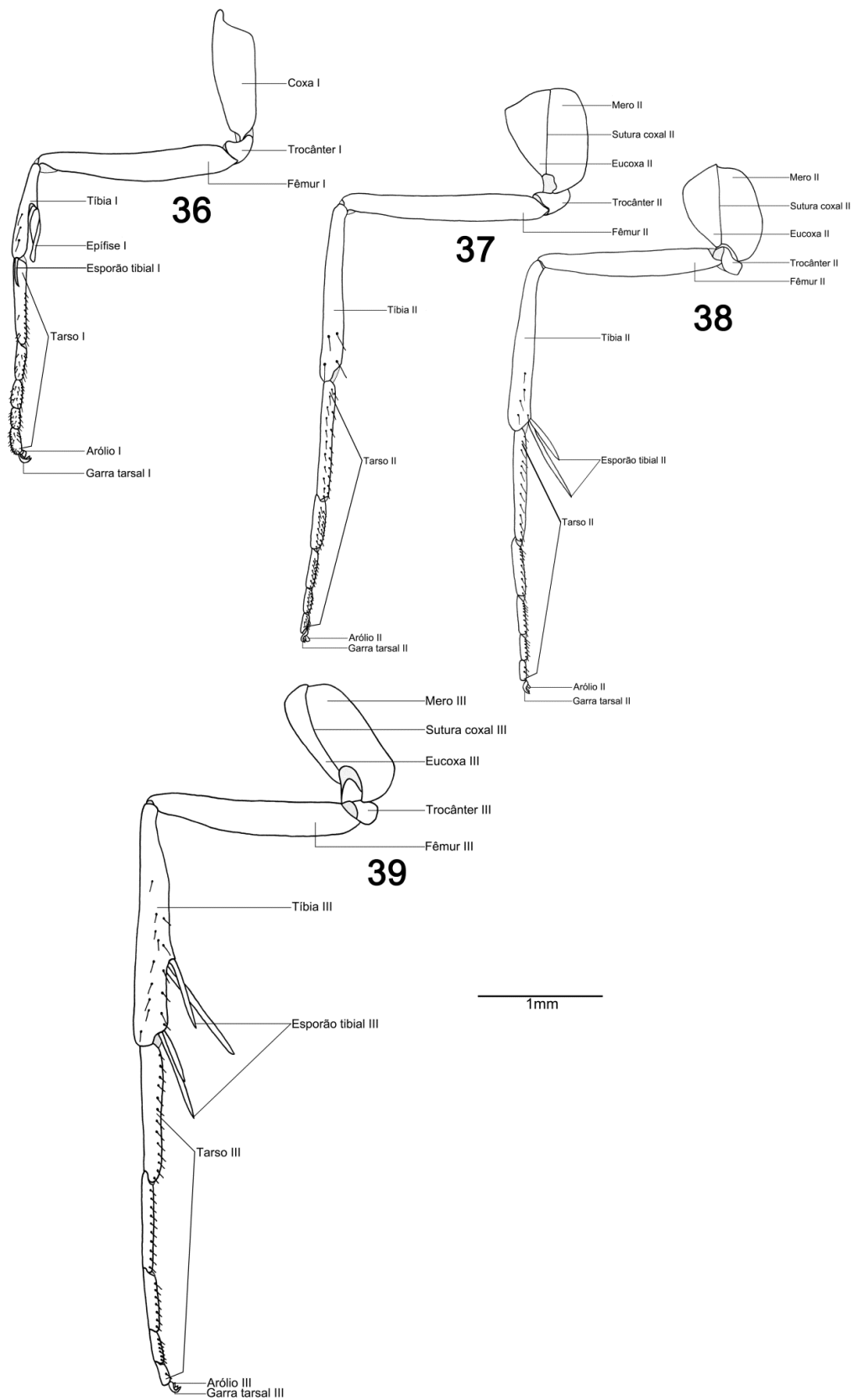


31

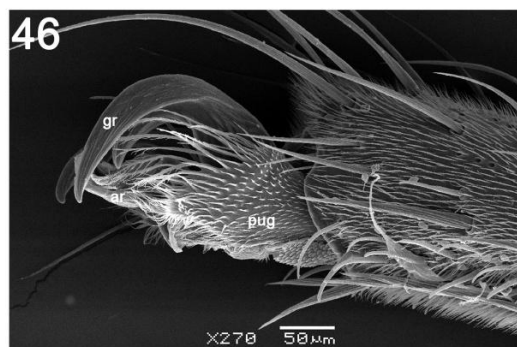
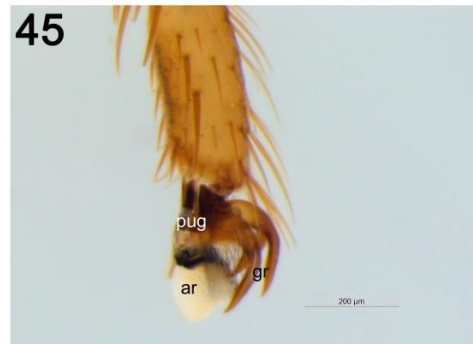
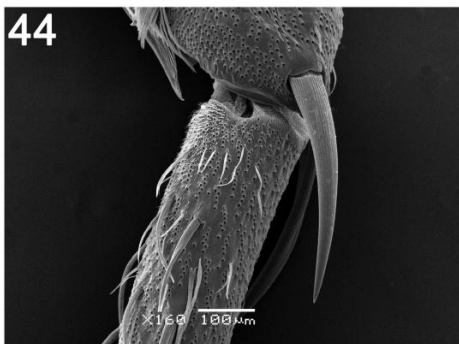
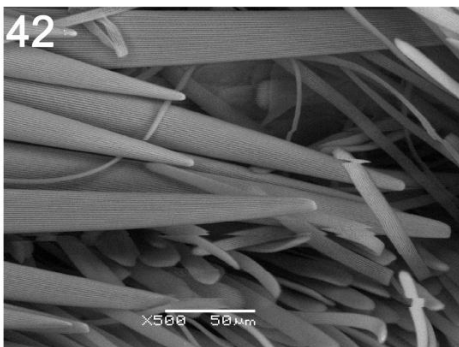
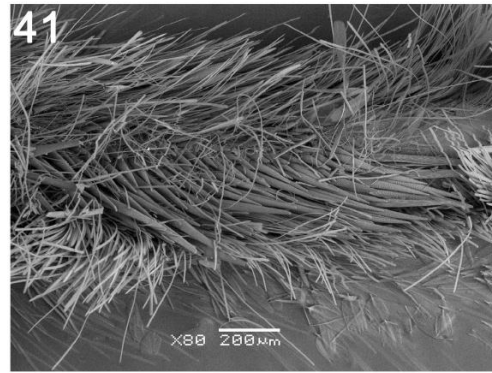
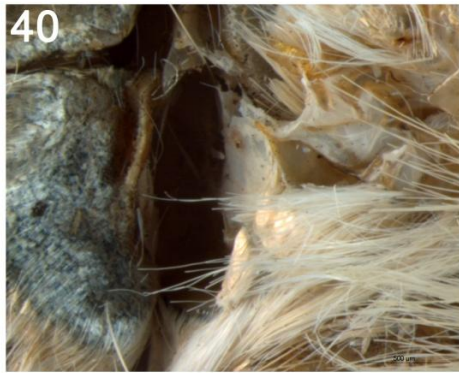
Figuras 29-31. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Asas: (29) fêmea asa anterior. Ar: aréola; (30) macho asa posterior; (31) fêmea asa posterior.



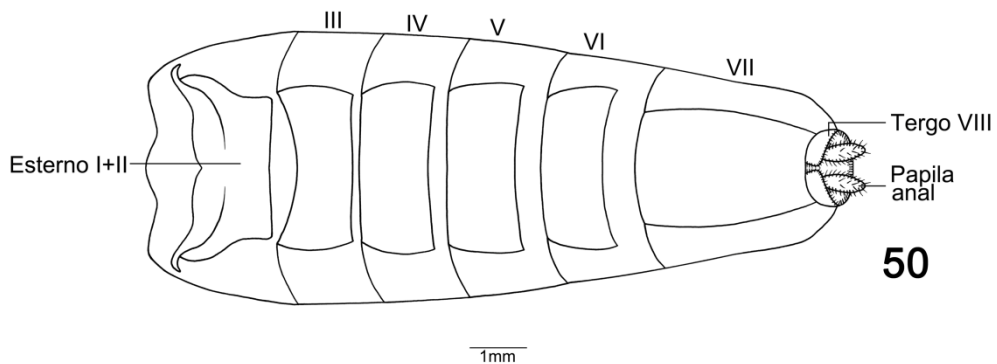
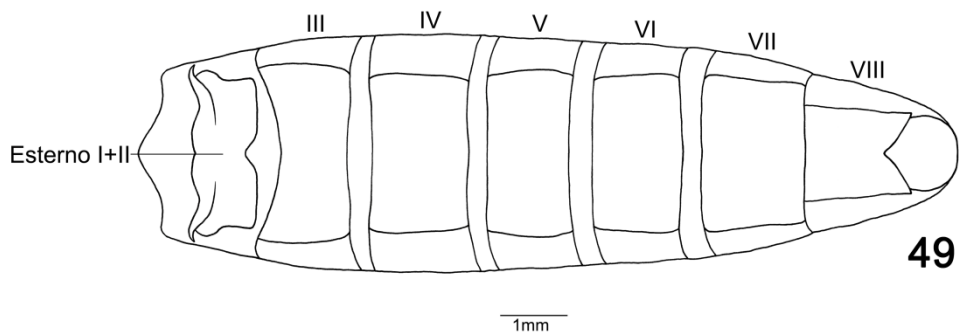
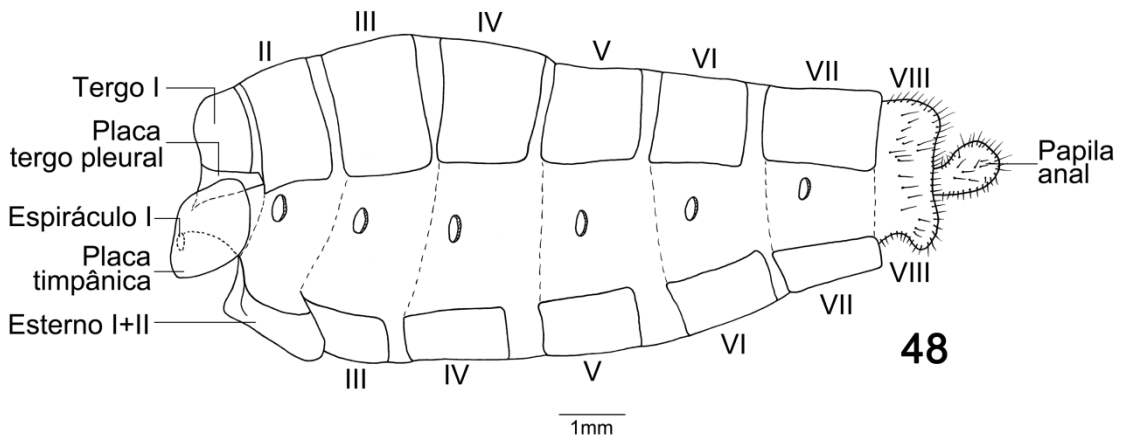
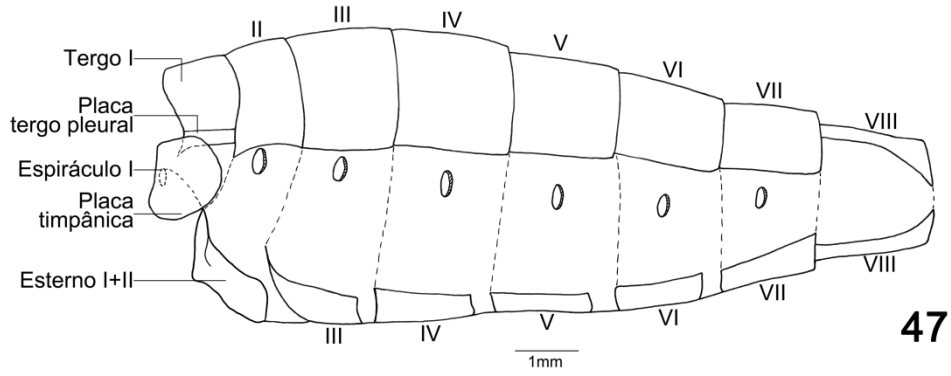
Figuras 32-35. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Frênulo e retináculo: (32) macho; (33) fêmea. Retináculo: (34) macho; (35) fêmea.



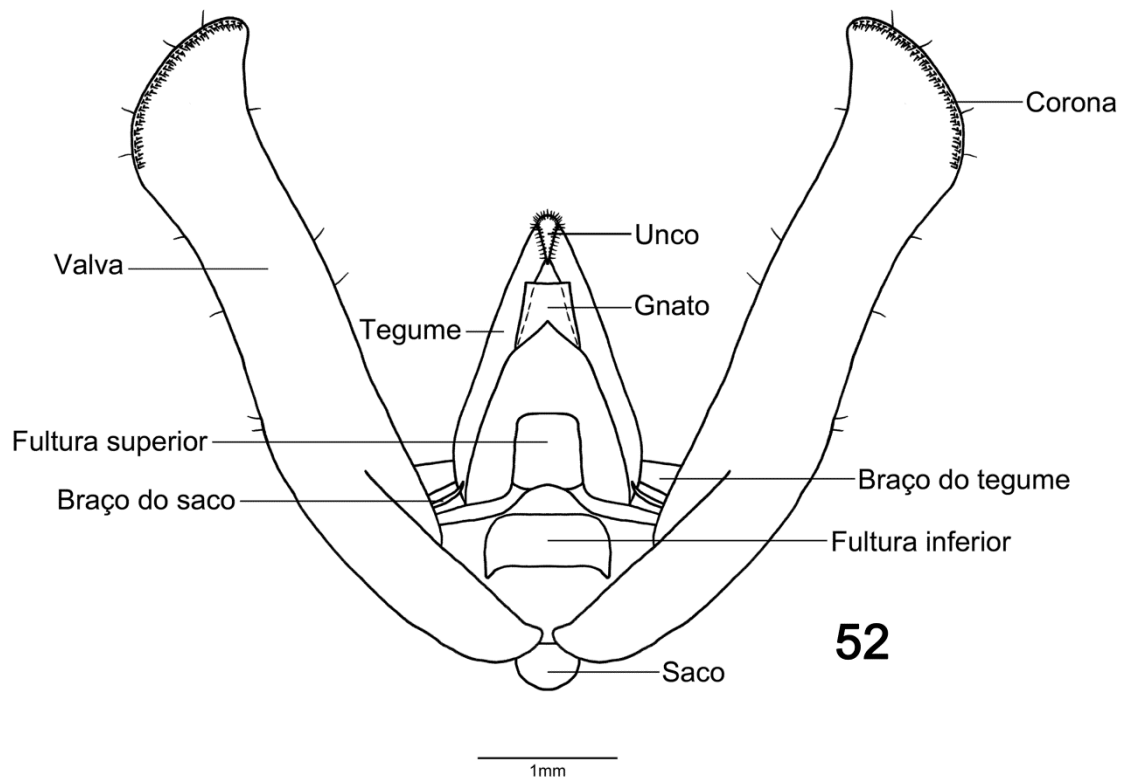
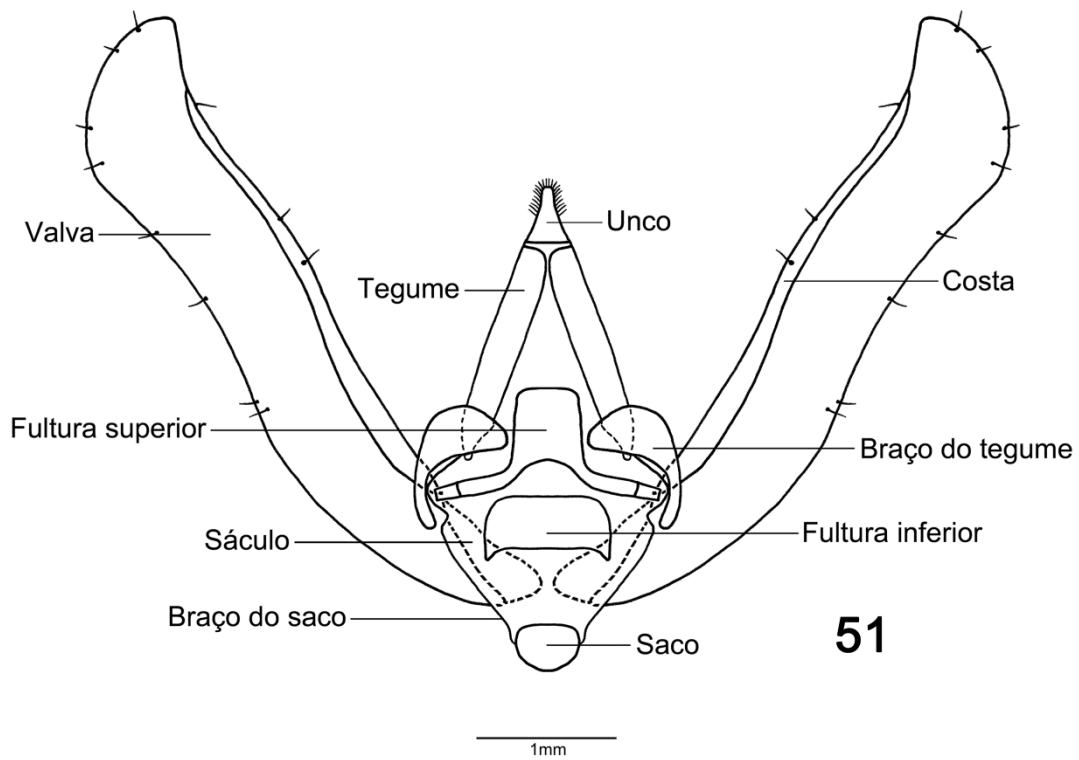
Figuras 36-39. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Pernas: **(36)** protorácica fêmea; **(37)** mesotorácica fêmea; **(38)** mesotorácica macho; **(39)** metatorácica macho.



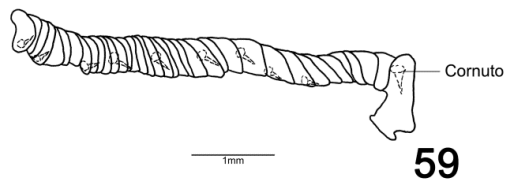
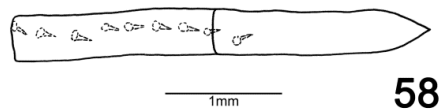
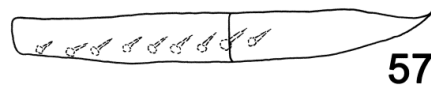
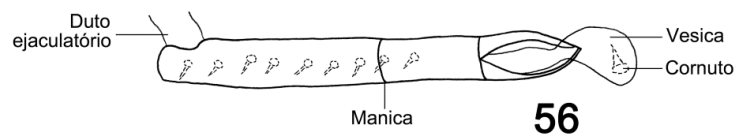
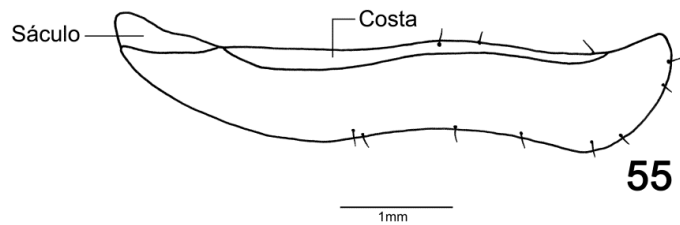
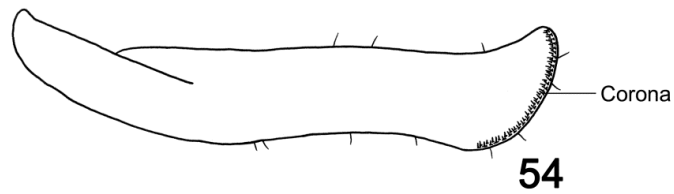
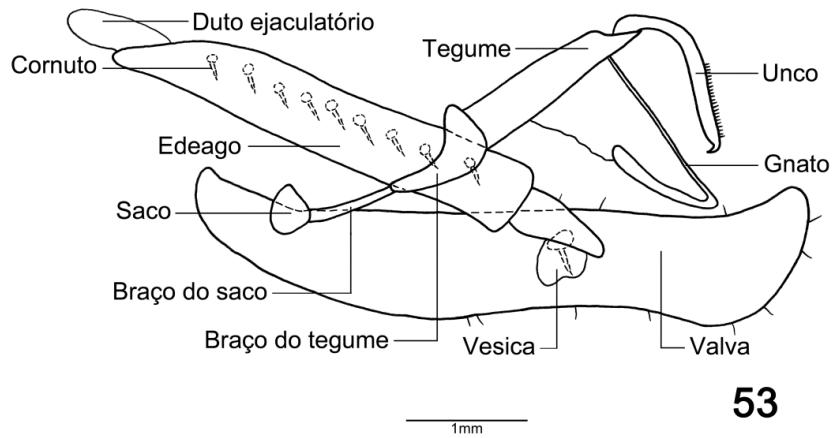
Figuras 40-46. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Metatórax (40) tímpano. 41-46 Perna protorácica: (41) espinhos do fêmur do macho; (42) detalhe dos espinhos do fêmur do macho; (43) epífise; (44) esporão tibial I; 45-46 Distitarso e garra tarsal: (45) vista ventral; (46) vista lateral. aro: arólio; gr: garra tarsal bífida; pug: placa unguitratora.



Figuras 47-50. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Abdome: **(47)** macho vista lateral; **(48)** fêmea vista lateral; **(49)** macho vista ventral; **(50)** fêmea vista ventral.



Figuras 51-52. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Genitália masculina: (51) vista anterior; (52) vista posterior.



Figuras 53-59. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Genitália masculina: **(53)** vista lateral. Valva: **(54)** vista externa; **(55)** vista interna. Edeago: **(56)** vista dorsal; **(57)** vista lateral; **(58)** vista ventral. Vesica evertida: **(59)** vista dorsal.

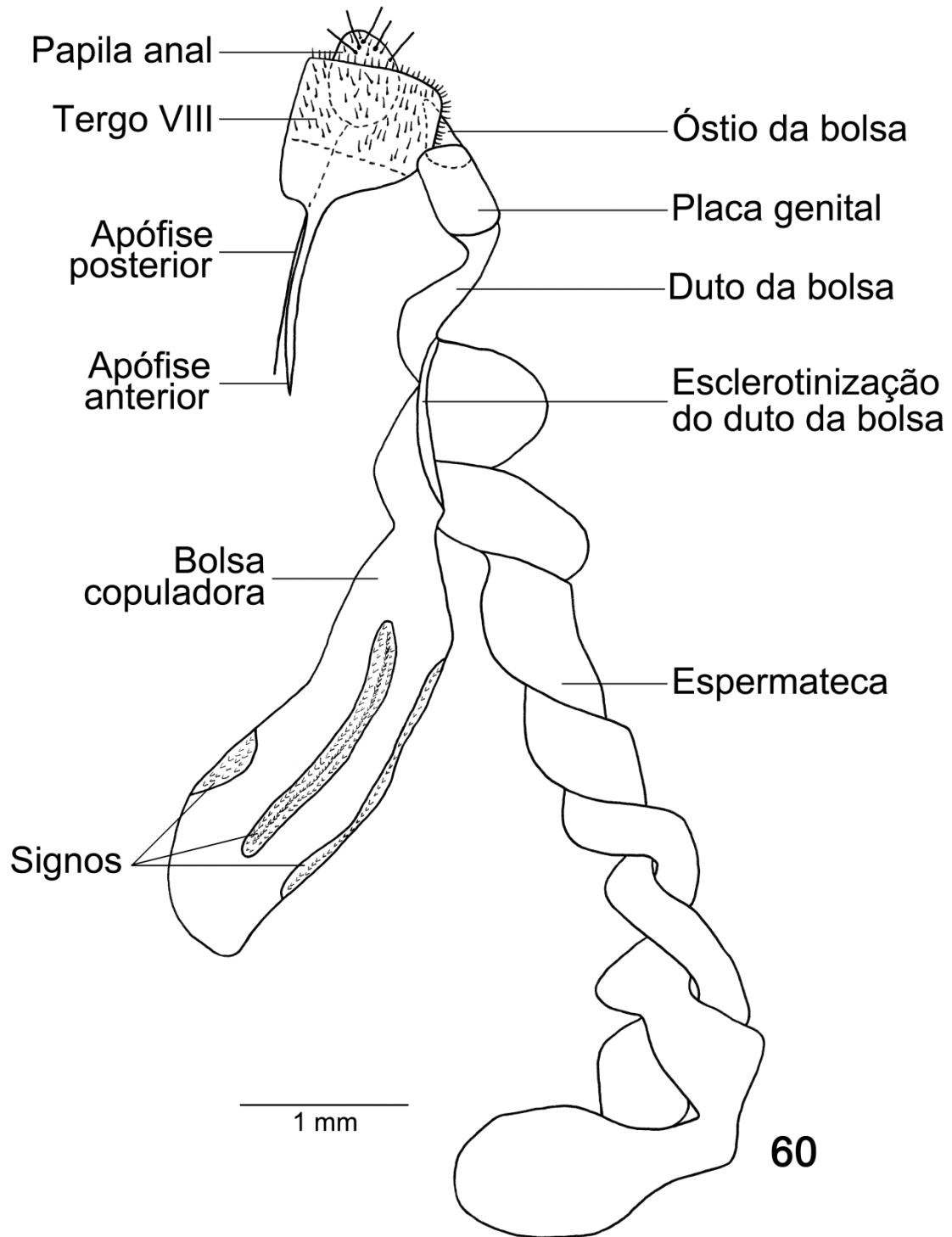


Figura 60. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Genitália feminina: (60) vista lateral.

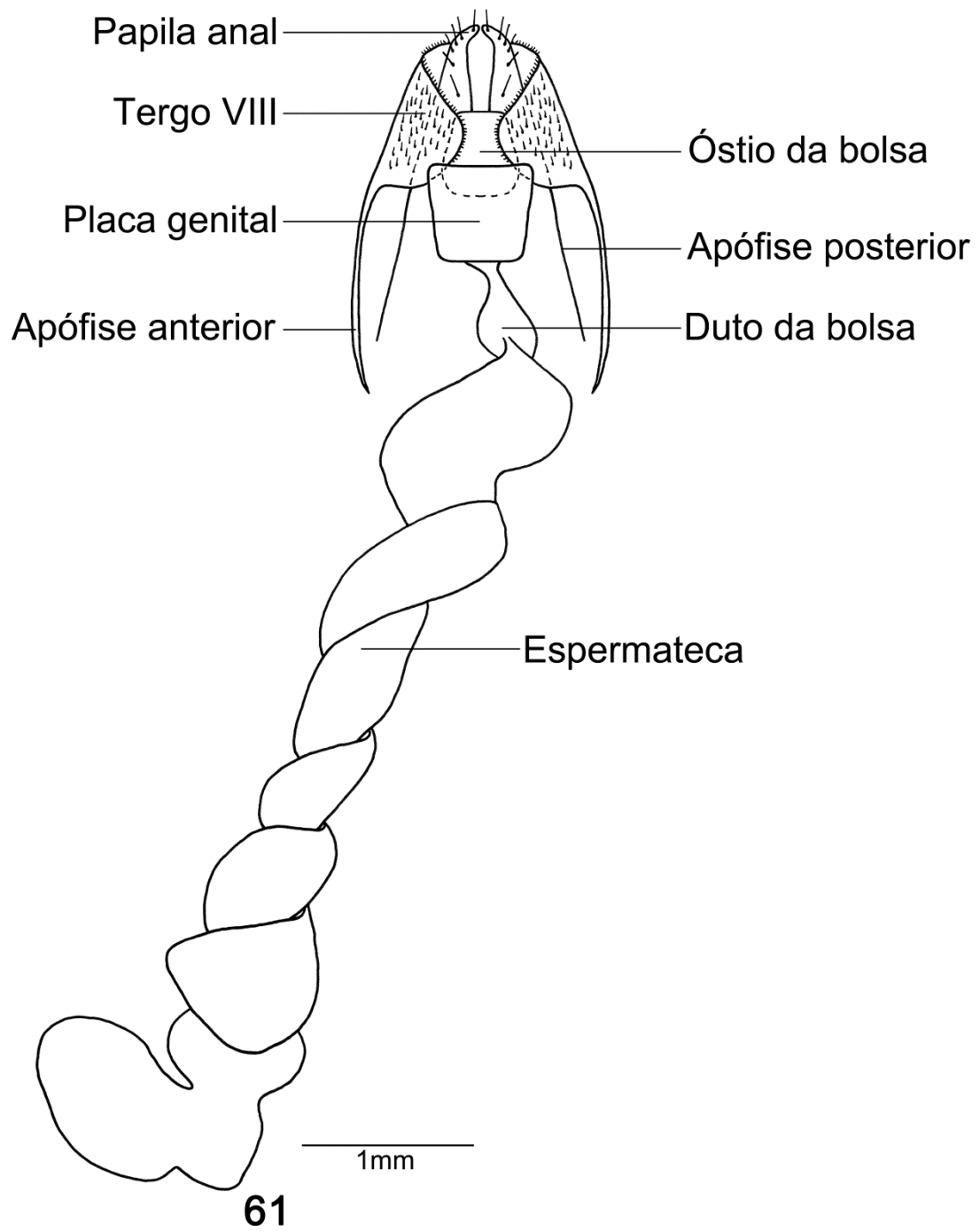


Figura 61. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Genitália feminina (**61**) vista ventral.



Figuras 62-63. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) Genitália masculina: **(62)** cornuto. Genitália feminina: **(63)** signo.