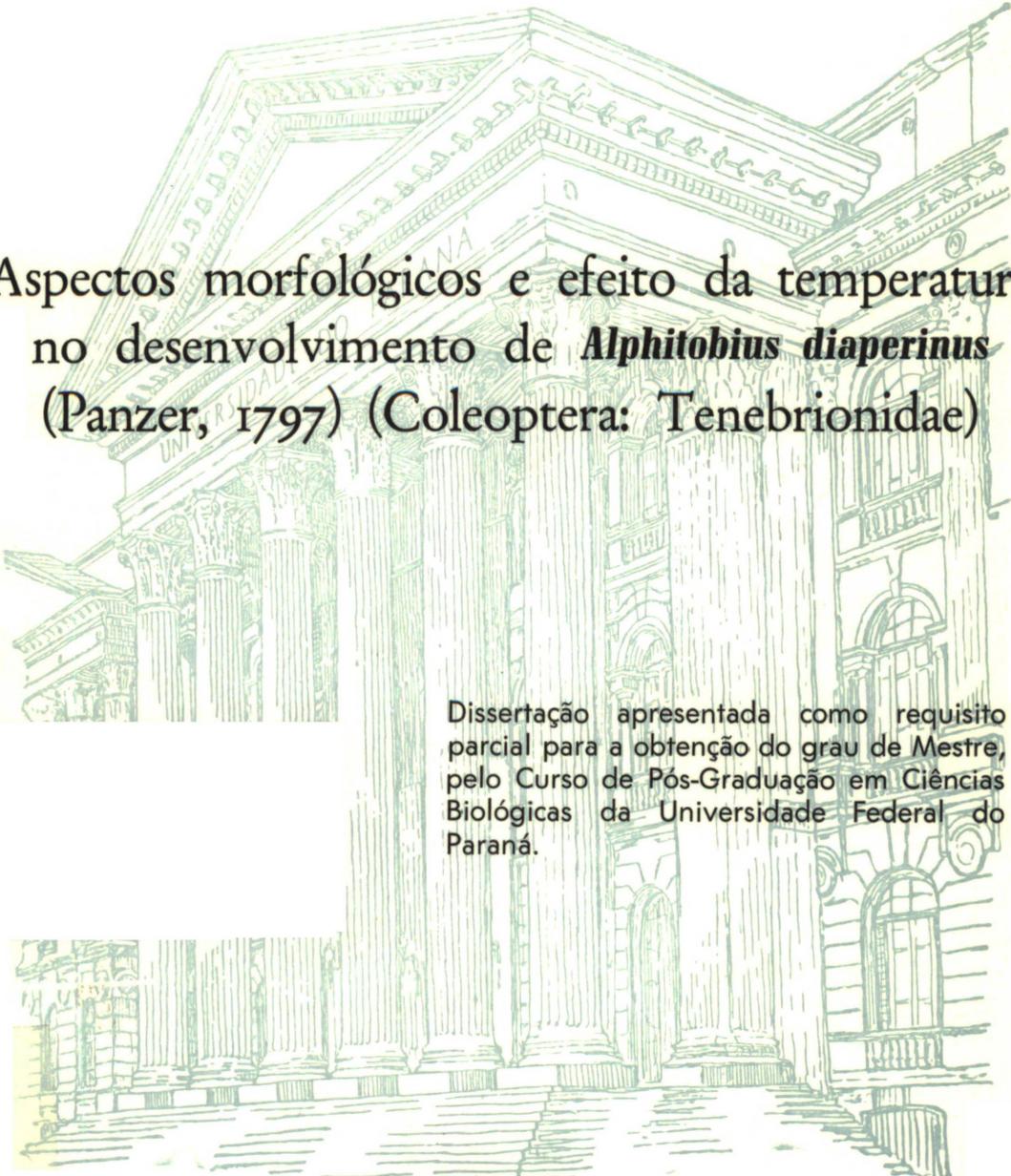


ANDREIA MAURUTO CHERNAKI



Aspectos morfológicos e efeito da temperatura  
no desenvolvimento de *Alphitobius diaperinus*  
(Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

2000

ANDREIA MAURUTO CHERNAKI

Aspectos morfológicos e efeito da temperatura  
no desenvolvimento de *Alphitobius diaperinus*  
(Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Dissertação apresentada como requisito  
parcial para a obtenção do grau de Mestre,  
pelo Curso de Pós-Graduação em Ciências  
Biológicas da Universidade Federal do  
Paraná.

CURITIBA  
2000

Aspectos morfológicos e efeito da temperatura no desenvolvimento de  
*Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).

ANDREIA MAURUTO CHERNAKI

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Massutti de Almeida.

ANDREIA MAURUTO CHERNAKI

Aspectos morfológicos e efeito da temperatura no desenvolvimento de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).

Comissão formada pelos professores:



---

Profa. Dra. Lúcia Massutti de Almeida  
Universidade Federal do Paraná

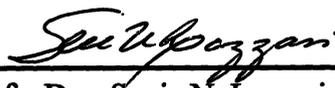


---

Prof. Dr. Mário A. Navarro da Silva  
Universidade Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Paulo Bretanha Ribeiro  
Universidade Federal de Pelotas



---

Profa. Dra. Sonia N. Lazzari  
Universidade Federal do Paraná

CURITIBA

2000

**Dedico**

*Com muita gratidão a todas as pessoas  
e coisas do Céu e da Terra...*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Criador de todas as pessoas e coisas do Céu e da Terra, responsável pela elaboração desta obra...

Aos meus pais, André Chernaki Neto e Nely Mauruto Chernaki, responsáveis por tudo o que continuo a conquistar.

Minhas irmãs, Cristiane e Viviane Mauruto Chernaki.

Profa. Dra. Lúcia Massutti de Almeida, que durante todo tempo mostrou-se não apenas orientadora, mas uma grande amiga.

Ao corpo docente do Departamento de Zoologia/Entomologia, pelo agradável convívio e pelo enriquecimento em conhecimentos na área de Entomologia.

A Profa. Dra. Sônia Lazzari, pelo auxílio na elaboração do Abstract.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia/Entomologia.

À equipe do Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR.

Cooperativa INTERAGRO de Curitiba, PR; Perdigão de Concórdia, SC e CAVG de Pelotas, RS, pelo fornecimento de insetos e visita às granjas.

Ao Prof. Dr. Paulo Bretanha Ribeiro e seus colegas pesquisadores da Universidade Federal de Pelotas, pela iniciação científica.

Aos amigos: Bart, Eliane, Antônia, Beth, Julianne, Cyndi, Helenara, Luciana, Augusta, Beto, Nise, Marcela, Zé Ricardo, Gustavo, Clarice, Wilsimar, Flávia, Caxambú, Kuna, Free, Gonzaga, César, Jorge, Marcelo, Paulo, Edmilson, enfim, a todos que com seus sorrisos fizeram meus dias mais alegres e que sempre demonstraram companheirismo.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

## ÍNDICE

RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	01

### CAPÍTULO I:

Aspectos morfológicos dos estágios imaturos e do adulto de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).

SUMÁRIO.....	08
ABSTRACT.....	08
1. INTRODUÇÃO.....	09
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12

### CAPÍTULO II:

Longevidade e viabilidade dos estágios imaturos e exigências térmicas de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).

SUMÁRIO.....	30
ABSTRACT.....	30
1. INTRODUÇÃO.....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35

CONCLUSÕES.....	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO GERAL:

Fig. 1. Vista externa de granja avícola (frangos de corte).....	02
Fig. 2. Vista interna de granja de frangos de corte (pintos de 1 dia).....	02
Fig. 3. <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797) em cama de aviário, abaixo do comedouro.....	06
Fig. 4. <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797) em granja avícola em frestas de eletrificações.....	06

### CAPÍTULO I: Aspectos morfológicos dos estágios imaturos e do adulto de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).

Figs 1-3. <i>Alphitobius diaperinus</i> . Adulto. 1. Vista dorsal. Fotomicrografia de varredura. 2. Olho composto e sensilas antenais. 3. Fileiras de omatídeos.....	19
Figs 4-5. Fotomicrografia de varredura. <i>Alphitobius diaperinus</i> . Adulto. 4. Processo prosternal. 5. Pontuações do élitro com cerdas.....	20
Figs 6-11. <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797). 6. Vista dorsal; 7. Cabeça; 8. Mandíbula esquerda; 9. Mandíbula direita; 10. Maxila; 11. Lábio.....	21
Figs 12-18. <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797). 12. Prosterno (pp. Processo prosternal); 13. Meso e metasterno; 14-18. Pernas. 14. Anterior; 15 e 17. Média; 16 e 18. Posterior.....	22
Figs 19-21. <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797). 19. Élitro direito; 20 e 21. Asa membranosa; 21. Escleritos axilares (C. costal; Sc. subcostal; R. radial; arc. arco; Cu. cubital; 1A. 1a. anal; 2A. 2a. anal; PSc. placa subcostal; PR. placa radial; 1AX. primeiro esclerito axilar; 2AX. segundo esclerito axilar; 3AX. terceiro esclerito axilar; PCu. placa cubital; PME. placa mediana.....	23

<b>Figs 22-25.</b> <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797). 22. Abdome; 23. Genitália da fêmea (sp. espermateca; de. ducto da espermateca; ap. apódema; cx. coxito; v. vulva; est. estilo); 24 e 25. Genitália do macho (eg. espículo gastral; ed. edeago).....	24
<b>Figs 26-28.</b> <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797). 26. Ovos e larva de primeiro instar; 27. Larva de último instar; 28. Pupa.....	25
<b>Figs 29-35.</b> <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797). Larva. 29. Vista lateral; 30. Cabeça (vista frontal); Mandíbulas. 31. esquerda; 32. direita; 33. Maxila; 34. Perna; 35. Lábio.....	26
<b>Figs 36-41.</b> Fotomicrografia de varredura. <i>Alphitobius diaperinus</i> . Larva de último instar. 36. Antena. 37. Palpo labial e maxilar. 38. Espiráculo abdominal. 39. Urogonfo. Pupa. Região posterior. 40. Fêmea. 41. Macho.....	27
<b>Figs 42-45.</b> <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797). Pupa. 42. Vista ventral; 43. Vista dorsal; Região posterior. 44. Fêmea; 45. Macho.....	28

## **CAPÍTULO II: Longevidade e viabilidade dos estágios imaturos e exigências térmicas de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).**

<b>Figs 1-2.</b> 1. Bandeja de criação para obtenção de posturas de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer); 2. Câmara climatizada com potes plásticos (contendo larvas) e placas de petri (contendo ovos ou pupas).....	34
<b>Fig. 4.</b> Influência da temperatura no desenvolvimento e viabilidade de ovos de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	36
<b>Fig 5.</b> Influência da temperatura no desenvolvimento e viabilidade de larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	38
<b>Fig 6.</b> Influência da temperatura no desenvolvimento e viabilidade de pupas de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	39
<b>Fig 7.</b> Influência da temperatura no desenvolvimento e viabilidade dos estágios imaturos (ovo+larva+pupa) de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	41
<b>Fig. 8.</b> Duração (dias), velocidade de desenvolvimento (1/dias) e temperatura basal (Tb) dos estágios de ovo e larva de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	44
<b>Fig. 9.</b> Duração (dias), velocidade de desenvolvimento (1/dias) e temperatura basal (Tb) dos estágios de pupa e ciclo total (ovo+larva+pupa) de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	45

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Período de desenvolvimento e viabilidade do estágio de ovo de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	35
<b>Tabela 2.</b> Período de desenvolvimento e viabilidade do estágio larval de <i>A. diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	37
<b>Tabela 3.</b> Período de desenvolvimento e viabilidade do estágio pupal de <i>A. diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	39
<b>Tabela 4.</b> Período de desenvolvimento e viabilidade do ciclo total (ovo + larva + pupa) de <i>A. diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	41
<b>Tabela 5.</b> Temperatura base ( $T_b$ ) , constante térmica (K), equação da velocidade do desenvolvimento (1/dias) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para as fases imaturas de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797).....	43

## RESUMO

A indústria avícola está em contínua expansão no Brasil, conquistando inclusive o mercado internacional. O sistema de confinamento de aves soluciona muitos problemas, entretanto, cria outros como a propagação de doenças e acúmulo de matéria orgânica (fezes). *Alphitobius diaperinus* (Panzer), conhecido como cascudinho ou “lesser mealworm”, coloniza o substrato encontrado em granjas, criando-se em altas populações, causando problemas sanitários e econômicos. Eles afetam a saúde e performance, sendo também transmissores de doenças. O controle baseia-se em aplicações de inseticidas, que aumentam os custos de produção e são prejudiciais aos animais. Este trabalho tem como objetivo estudo de aspectos morfológicos de *A. diaperinus*, bem como o efeito da temperatura no desenvolvimento dos estágios imaturos. No estudo da morfologia, estruturas foram descritas, incluindo detalhes que foram observados em microscopia ótica e eletrônica, tais como: poros sensoriais nas antenas; mandíbulas assimétricas (larvas e adultos); dimorfismo sexual nos esporões tibiais e na porção terminal de pupas e urogonfo larval com cerdas curtas em larvas de último instar. Os parâmetros biológicos foram determinados às temperaturas de 22°C, 25°C, 28°C e 31°C; 75% de umidade relativa, escotofase de 24 horas. Houve desenvolvimento em todas as temperaturas, entretanto, a 22°C ocorreram períodos mais longos de desenvolvimento, com menores viabilidades. A temperatura ótima foi 31°C, com curtos períodos e altas viabilidades. A temperatura base (T<sub>b</sub>) para ovos, larvas, pupas e ciclo total foram: 17,86°C, 19,26°C, 16,53°C e 18,85°C. A constante térmica, expressa em graus-dias foi de 40,09 GD (ovos), 239,48 GD (larvas), 59,56 GD (pupas) e 335,90 GD, para o ciclo ovo-adulto.

## SUMMARY

The poultry industry is in continuous expansion in Brazil and has conquered the international market. Chicken confinement system has solved many production problems but, on the other hand, has created others such as disease spreading and accumulation of chicken manure. The lesser meadowworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) colonizes the manure substratum, reaching very high populations and causing sanitary and economic problems. They affect the chicken health and performance, and may also transmit diseases. Insecticide applications increase the costs and are harmful to the animals. The objectives of this research are to study biological and morphological aspects and the effects of temperature on the development of the immature stages of *A. diaperinus*. Morphological structures are described, including original details observed under compound and scanning microscope, such as: sensorial pores on the antennae revealed by scanning electron micrograph; asymmetrical mandible of adults and larvae; sexual dimorphism on tibial spurs and terminal segments of pupae, and short setae on the urogomphi of the last larval instar. Biological parameters were determined under 22°C; 25°C; 28°C and 31°C, 75% relative humidity and in the darkness. The development was completed at all temperatures. At 22°C it was observed a longer development period and low viability. The optimal temperature was 31°C, at which the development was shorter and egg viability higher. The basal temperature and thermal constant for egg, larva and pupa development were: 17,86°C; 19,26°C and 16,53°C and 40,09 DD; 239,48 DD and 59,56 DD, respectively. The basal temperature and thermal constant for life cycle was 18,85°C and 335,90 DD.

## INTRODUÇÃO GERAL

*Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797), conhecido como “lesser mealworm” ou cascudinho, é originário do leste africano e encontrado em guanos de morcegos e ninhos de aves (VAUGHAN *et al.*, 1984). Apresenta distribuição cosmopolita, sendo comumente encontrado em farinha e grãos armazenados (SAFRIT & AXTELL, 1984).

Possui pouca importância em grãos em boas condições de armazenagem. Sua presença em armazéns e fábricas indica alta umidade do produto armazenado, pois estes insetos desenvolvem-se em grãos úmidos ou levemente mofados (Dobie *et al.*, 1984 citado por PACHECO & PAULA, 1995). A espécie também alimenta-se de ração e adubo (HARRIS, 1966).

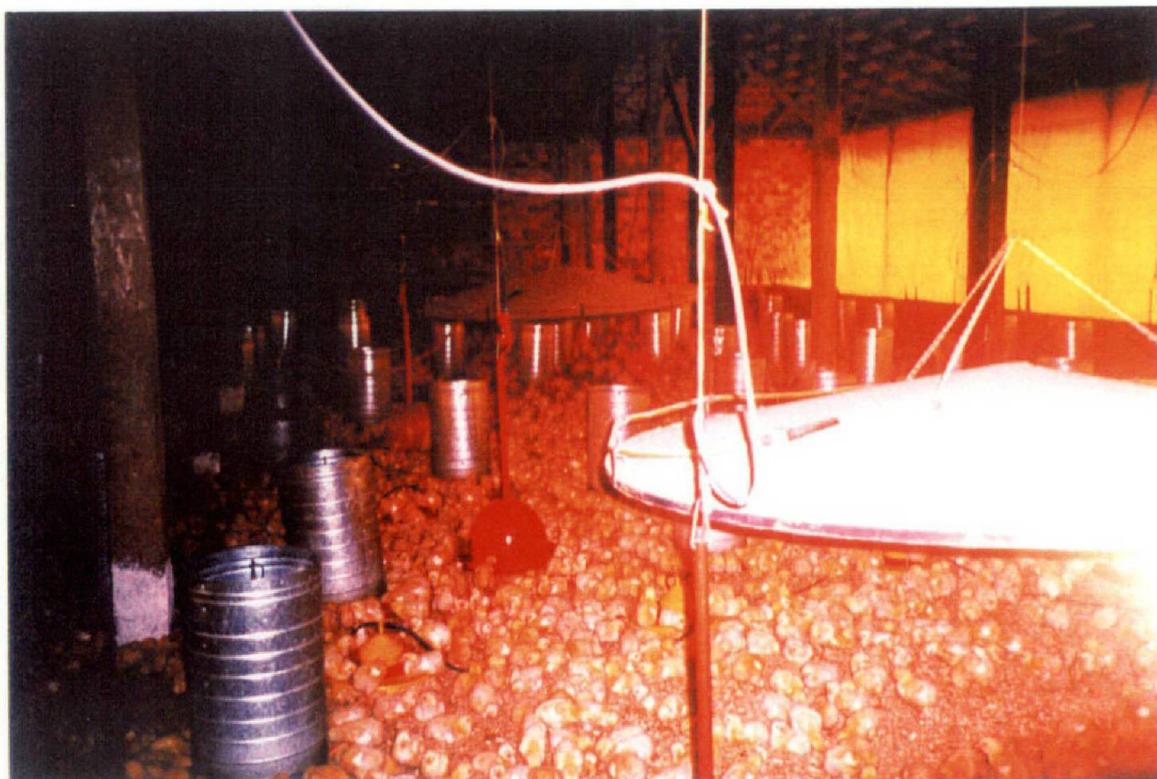
Estes insetos foram detectados, na Califórnia, em criações de aves há 35 anos e o número de estabelecimentos afetados, bem como a severidade das infestações, têm aumentado ao longo dos anos. Seu crescimento populacional tem sido estimulado por certas práticas industriais, envolvendo as formas de manejo (temperatura, umidade, confinamento), oriundos do advento das grandes criações industriais de galinhas e perus (VORIS *et al.*, 1994).

*Alphitobius diaperinus* tem maior importância em criações de aves destinadas à corte (Figs 1 e 2), devido ao sistema de criação utilizado (aves no piso); o piso é revestido por cepilho misturado a fezes, ração excedente e água, o que torna o ambiente propício ao desenvolvimento deste inseto.

Nos sistemas modernos de criação de poedeiras, as aves são mantidas confinadas em gaiolas, o que dificulta sensivelmente o contato destas com os coleópteros. Embora não ocorra contato direto entre este coleóptero e as aves de postura, as fezes acumuladas sob as gaiolas constituem um excelente substrato para o desenvolvimento de dípteros sinantrópicos (BRUNO *et al.*, 1993). Considerando este relacionamento, ARMITAGE (1986) e DESPINS *et al.* (1987) consideram a possibilidade de que este coleóptero seja um potencial predador de *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae). LOMÔNACO & PRADO (1994) citam *A. diaperinus* e *Dermestes ater* (Degeer) (Coleoptera: Dermestidae) como predadores de ovos e de pequenas larvas de moscas, embora a presença destes coleópteros em granjas esteja provavelmente relacionada à ração utilizada para alimentação das aves, caídas junto as fezes.



**Fig. 1.** Vista externa de granja avícola (frangos de corte), Curitiba, PR.



**Fig. 2.** Vista interna de granja de frangos de corte (pintos de 1 dia).

PROPP & MORGAN (1985) relatam que *A. diaperinus* provavelmente não seja um potente predador, porém seu hábito de tunelagem provoca aeração do esterco, que implica em um efeito supressor significativo na população de moscas. WALLACE *et al.* (1985) descrevem que *A. diaperinus* desempenha importante papel na secagem do esterco úmido, tornando-o mais fácil de ser removido.

Com relação ao seu comportamento, os adultos e larvas refugiam-se em muretas, telhas, madeirames, na base dos pilares e no interior da cama, principalmente abaixo de comedouros e bebedouros (Fig. 3). Os adultos, quando ameaçados a serem retirados de seu substrato, cessam seus movimentos, aparentando estarem mortos; entretanto retomam o movimento em questão de minutos. Preferem locais escuros, porém podem emigrar dos aviários a noite atraídos pela luz.

Desta forma, o próprio comportamento do inseto favorece sua permanência em aviários. Alguns insetos permanecem mesmo com a retirada da cama e quando uma nova cama é colocada, as larvas e adultos retornam; com isto, já no primeiro lote, é registrado um alto nível de infestação, que tende aumentar de lote a lote.

Além desses fatores, o manejo da cama, a ração excedente ou o caminhão que transporta as camas usadas e maravalhas também contribuem para proliferação de *A. diaperinus* nos aviários. (MATIAS, 1992).

O ciclo de vida deste coleóptero é bastante rápido, podendo originar uma nova geração a cada 30 ou 80 dias a 35°C e 21°C, respectivamente. Cada fêmea adulta pode produzir acima de dois mil ovos (STEELMAN, 1996). Os ovos tendem a ser depositados em grupos e em número de 12, provavelmente porque os ovários são compostos de uma série de 12 ovaríolos (VAIDYA & TEMBE, 1957). As larvas são ativas e passam por oito a 11 instares, parecendo exigir substrato com crescimento fúngico para o seu desenvolvimento adequado (WILSON & MINNER, 1969). As pupas são livres, localizam-se normalmente no interior do substrato e quando perturbadas contraem vigorosamente o abdome. Os adultos vivem aproximadamente de 13 a 14 meses (Evans, 1981, citado por PACHECO & PAULA, 1995).

Diversos problemas podem ser citados devido à sua presença em aviários:

DE LAS CASAS *et al.* (1973) e STEELMAN (1996) citam *A. diaperinus* como responsável pela veiculação mecânica de diversos patógenos aviários, como vírus, bactérias, fungos e nematódeos.

Recentemente tem sido considerado reservatório do vírus causador da leucose aviária aguda (EIDSON *et al.*, 1965). SIMCO *et al.* (1967) cita esta espécie como sendo a mais comum em granjas avícolas. Em função do hábito de alimentarem-se de vísceras de aves, o cascudinho tornou-se um importante vetor da doença de Marek (EIDSON *et al.*, 1965).

Outras viroses que podem ser transmitidas por esses besouros são o vírus da doença infecciosa bursal; “Fowl pox”; Influenza; doença de Newcastle; Reovirus; Rotavirus. Também serve como hospedeiro intermediário de parasitos como *Eimeria* (Eimeriidae); cestódeos e nematódeos. Entre as bactérias, podem veicular *Salmonella typhimurium* (Enterobacteriaceae); *Escherichia coli* (Enterobacteriaceae); *Streptococcus* sp. (Streptococcaceae); *Bacillus* (Bacillaceae); entre outros (STEELMAN, 1996).

Parece veicular doenças fúngicas como a Aspergilose e a Candidíase. Em 1962, *A. flavus* foi responsável pela morte de 100.000 filhotes de perus na Inglaterra (DE LAS CASAS *et al.*, 1973).

A micotoxina F-2, produzida pelo fungo *Fusarium roseum* (Deuteromycotina), pode persistir neste inseto durante a metamorfose, o que indica que outros patógenos possam também persistir. Esta passagem trans-estádios pode explicar o aparecimento de certas doenças endêmicas nas unidades de produção, embora pratiquem manejos de extensiva limpeza e desinfecção (VORIS *et al.*, 1994).

MATIAS (1995) relata que as aves são atraídas pelos insetos que, alimentando-se dos mesmos, diminuem o consumo de ração, ingerem menor quantidade de nutrientes necessários, tendo como conseqüência perda de peso e diminuição na produção de ovos.

DESPINS & AXTELL (1994) demonstraram que perus jovens (dois a sete dias de idade) são muito atraídos por larvas de *A. diaperinus* e que aqueles que alimentam-se somente destas, têm uma considerável diminuição no ganho de peso.

Foi observado que as aves que alimentam-se destes insetos apresentam à necrópsia o fígado friável, fato este atribuído às toxinas da quinona, substância produzida em glândulas próximas à cavidade oral, como defesa a predadores. Através da ingestão pode ocorrer também ferimentos na moela com hemorragia, devido à aspereza dos élitros que são bastante esclerotinizados (MATIAS, 1992).

Em camas muito secas, os cascudinhos alojam-se na base das penas das aves e durante a noite mordem em torno dos folículos das penas. Esta ação pode provocar lesões de pele, com secreções ou áreas inchadas.

Com isso, uma superpopulação de insetos, associada à cama muito seca, leva as aves a um estresse e muitas vezes as aves são vistas, a noite, levantando e vagando sem rumo (MÁTIAS, 1992).

Em países de clima temperado, *A. diaperinus* é tido como praga estrutural, devido aos danos que as larvas de último instar causam ao perfurar as placas de poliestireno utilizadas como isolamento térmico nas paredes dos galpões de criação (VAUGHAN *et al.*, 1984; DESPINS *et al.*, 1987; ARENDS, 1987).

*A. diaperinus* possui hábitos noturnos e freqüentemente são encontrados em frestas, inclusive em tomadas dos galpões de criação, podendo danificar a rede elétrica (Fig. 4).

Pode existir o risco de toxiinfecção em aves que ingerem os coleópteros contaminados ou mortos por ação de inseticidas, podendo ocasionar resíduos na carne e ovos (Ângelo Pires do Prado, comunicação pessoal).

Atualmente o cascudinho tem sido controlado, sem muito sucesso, através de algumas práticas de manejo e principalmente pela utilização de inseticidas da classe dos piretróides.

Existem alguns estudos preliminares na área de controle biológico, cujos relatos referem *Acarophenax mahunkai* (Acari: Acarophenacidae) como predador de ovos de *A. diaperinus* (STEINKRAUS & CROSS, 1993). Adultos e larvas são susceptíveis ao fungo *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Moniliales: Moniliaceae) (CRAWFORD *et al.*, 1998; GEDEN *et al.*, 1998). Segundo GEDEN *et al.* (1985), *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae), *S. glaseri* (Steiner) e *Heterorhabditis heliothidis* (Heterorhabditidae) são importantes agentes de controle biológico para muitos insetos, inclusive para larvas de último instar de *A. diaperinus*. Também foram testados análogos de hormônios juvenis, que mostraram eficiência no controle do desenvolvimento larval, com má formação de pupas (EDWARDS & ABRAHAM, 1985).

Com base na problemática e na ausência de estudos completos sobre morfologia e ciclo de vida da espécie, desenvolveu-se este trabalho, com objetivo de servir como base para condução de futuros programas de controle.



Fig. 3. *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) em cama de aviário, abaixo do comedouro.

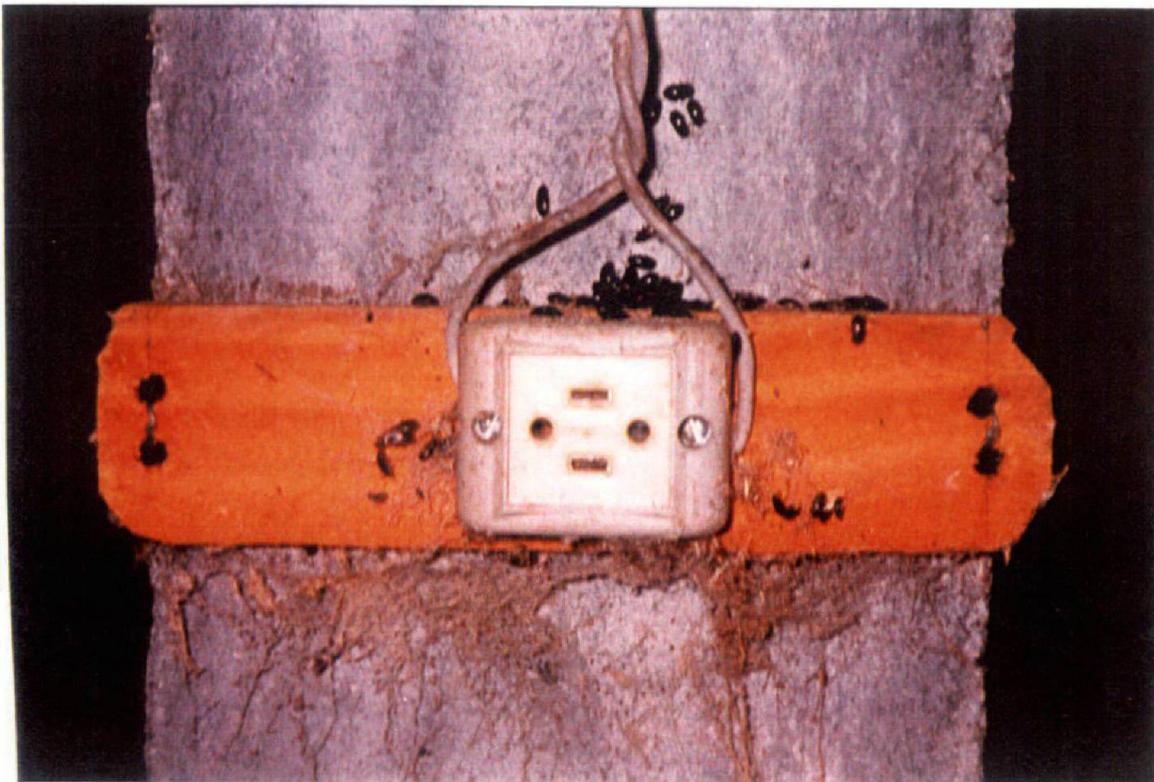


Fig. 4. *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) em granja avícola, em frestas de eletrificações.

## **CAPÍTULO I**

# **ASPECTOS MORFOLÓGICOS DOS ESTÁGIOS IMATUROS E DO ADULTO DE *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE).**

## SUMÁRIO

Estudos morfológicos do adulto e dos estágios imaturos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) foram realizados com re descrições e inclusão de novos dados. Os insetos, oriundos de criações laboratoriais, foram dissecados e observados com auxílio de microscopia ótica e de varredura. As principais estruturas observadas e discutidas com base em outros autores foram: poros sensoriais nas antenas, somente visíveis ao microscópio de varredura; assimetria das mandíbulas dos adultos e larvas; dimorfismo sexual nos esporões tibiais dos adultos, bem como nos segmentos terminais das pupas e urogonfos com cerdas curtas no último instar larval.

## ABSTRACT

A morphological study of adult and immature stages of the lesser mealworm *Alphitobius diaperinus* (Panzer) is presented with descriptions and original data. The insects were dissected and studied under compound and scanning electron microscope. The structures described were: sensorial pores on the antennae; asymmetrical mandibles of adults and larvae; sexual dimorphism of tibial spurs and terminal segments of pupae, and short setae on the urogomphi of the last larval instar.

**KEY WORDS.** Tenebrionidae, *Alphitobius diaperinus*, morphology, immature stages, lesser mealworm.

## 1. INTRODUÇÃO

A família Tenebrionidae compreende cerca de 1700 gêneros e 18 mil espécies (BOOTH *et al.*, 1990), destas, aproximadamente 100 têm sido registradas em associação com produtos armazenados e diversas espécies são reconhecidas como importantes pragas secundárias.

Segundo BLACKWELDER (1944), o gênero *Alphitobius* Stephens, 1832 é composto pelas espécies *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797); *Alphitobius piceus* Olivier, 1892; *Alphitobius punctatus* Curtis, 1845 e *Alphitobius ulomoides* Solier, 1851. *Alphitobius* pertence a tribo Alphitobiini (antigamente, Triboliini) e difere de Tenebrionini em diversas características externas, notavelmente por apresentarem estruturas sensoriais nas antenas (DOYEN, 1989).

Outras duas espécies, *Alphitobius viator* e *A. laevigatus* são morfologicamente semelhantes a *A. diaperinus*. Em 1954, adultos de *Alphitobius* foram encontrados em dois navios em Londres, sendo que algumas espécies foram identificadas como *A. viator* Mulsant & Godart, 1868 (GREEN, 1980). *Alphitobius laevigatus* (Fabricius, 1792), anteriormente denominado *A. piceus* Olivier, 1892 (BOOTH *et al.*, 1990), é de menor importância em países tropicais (Dobie *et al.*, 1984 citado por PACHECO & PAULA, 1995). São considerados cosmopolitas e pragas de grãos armazenados (PREISS & DAVIDSON, 1970), mas não são citados em locais de criação de aves (Evans, 1981, citado por PACHECO & PAULA, 1995).

A coleopterofauna avícola parece ter grande influência na predação de larvas de dípteros (AXTELL, 1986). Conforme LOMÔNACO & PRADO (1994), os coleópteros mais encontrados em granjas pertencem às famílias Histeridae, Staphylinidae, Scarabaeidae e Tenebrionidae, dentre os quais *Tribolium confusum* (DuVal, 1868) e *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797).

Alguns autores têm contribuído para descrição da morfologia externa e interna de *A. diaperinus*.

BARKE & DAVIS (1967) contribuíram fundamentalmente no aspecto de dimorfismo sexual de *A. diaperinus*; demonstraram que três aspectos podem ser observados: esporões tibiais das pernas médias e posteriores (retos nas fêmeas e curvos nos machos); porção posterior da pupa (região posterior ventral das fêmeas com projeções musculares) e oitavo esternito do adulto, ilustrando, na fêmea, o ovipositor com dois gonostíolos.

GREEN (1980) fez uma chave com caracteres comparativos entre adultos de *A. diaperinus*, *A. laevigatus* e *A. viator*, enfatizando caracteres do pronoto (formato e pontuações); élitro (tamanho e pontuações) e genitália masculina (lobo médio).

O aparelho bucal de adultos e larvas de *A. diaperinus* foram descritos por LESCHEN & STEELMAN (1988), que utilizaram a técnica de microscopia eletrônica de varredura.

Caracteres de larvas de último instar de *A. diaperinus*, bem como ovos, pupas e adultos, foram descritos por VERGARA & GAZANI (1996).

FRANCISCO (1996) revisou caracteres de ovos, larvas (medição da cápsula cefálica entre os instares), pupas e adultos, descrevendo também o canal alimentar de larvas e adultos.

Este trabalho visa contribuir para o conhecimento de *A. diaperinus*, através da morfologia detalhada das formas imaturas e do adulto.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os insetos foram coletados em granjas avícolas criadoras de frangos de corte. A coleta foi realizada em granjas de integrados da Cooperativa Interagro, localizadas na região Metropolitana de Curitiba (Araucária; Mandirituba; Quitandinha e Tijucas do Sul); na Perdigão (Concórdia, SC) e no Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça (CAVG) em Pelotas, RS, no período de março de 1998 a dezembro de 1998.

Os adultos foram mortos em câmara letal contendo acetato de etila e as larvas e pupas, em álcool 70%; os ovos foram observados a fresco.

Os adultos foram fervidos em água destilada com uma gotícula de detergente, com objetivo de limpar e desgordurar o material.

Devido à coloração quase negra dos adultos, deu-se preferência à utilização de adultos recém-emergidos, pois estes apresentam-se bem mais claros, o que facilitou a observação dos caracteres.

Para o estudo da genitália, as peças foram fervidas em hidróxido de potássio (KOH) a 10% por 5 minutos e logo após dissecadas com auxílio de estiletes e pinças de ponta fina. Para a genitália, peças bucais e asas membranosas, foram feitas montagens em lâmina e lamínula com glicerina pura.

Após dissecação do inseto e observação das peças, as mesmas foram acondicionadas em pequenos frascos, contendo álcool 70%.

Os desenhos de larvas, pupas e adultos foram feitos através da utilização de estereomicroscópio CARL-ZEISS, modelo STEMI SV6, equipado com câmara clara.

Para melhor observação de estruturas muito pequenas como palpos, antenas, aparelho bucal e genitália (masculina e feminina), utilizou-se microscópio CARL-ZEISS, modelo STANDARD 20, também acoplado à câmara clara.

As mensurações de ovos, larvas, pupas e adultos, foram realizadas em microscópio estereoscópio, modelo WILD M5, com ocular e régua milimetrada; as medidas obtidas foram transformadas em mm.

Os aspectos morfológicos também foram estudados através de microscopia eletrônica de varredura, realizada no Centro de Microscopia Eletrônica (CME) da Universidade Federal do Paraná. O processamento do material (ovos, larvas e pupas) foi realizado com dois tipos de fixadores, com objetivo de selecionar aquele que mantivesse o material em melhores condições de observação, devido à fragilidade dos ovos e ao amolecimento do tegumento larval. Utilizou-se Kale-Dietrich, onde os exemplares permaneceram em imersão por 48 horas e solução de glutaraldeído 3% e tampão Cacodilato de Sódio 0,2 M, mantida sob refrigeração antes e após a fixação dos insetos. Durante a fixação, o glutaraldeído foi misturado ao tampão, na proporção 1:1, onde os exemplares permaneceram por 24 horas; após este período, foram realizadas três lavagens (um minuto cada) com tampão CaCo 0,2 M. Na seqüência, para as duas metodologias empregadas, foi realizada uma desidratação em série alcoólica. Os exemplares já fixados foram desidratados em álcool P.A., marca Merck nas concentrações de 50%; 70%; 90%; 95% e 100% (2 vezes), com duração de 20 minutos para cada etapa.

Os exemplares podem permanecer por tempo indeterminado em álcool 70%; nas demais, a passagem de um álcool para outro não deve ultrapassar os 20 minutos, para que não haja perda de caracteres. O ponto crítico, em CO<sub>2</sub>, foi feito em aparelho específico, modelo BALZERS CPD 010.

Desidratados e secos, os exemplares foram colados com esmalte especial em suportes de varredura e levados ao metalizador, modelo BALZERS SCD 030, onde sofreram metalização em ouro. Imediatamente ao processamento, foram conservados em dessecadores hermeticamente fechados, contendo sílica gel. Durante a observação ao MEV, as fotos foram tiradas com filmes VP 120 (Kodak) e reveladas com fixador "Polimax", em papel fotográfico Kodabrome F<sub>3</sub>.

A terminologia adotada para descrição das larvas e adultos foi a de SPILMAN (1991) e para venação alar, MARINONI & ALMEIDA (1983).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **DESCRIÇÃO DO ADULTO**

Corpo ovalado, tegumento marrom escuro, quase negro, brilhante (Figs 1 e 6). Comprimento: 6,0 mm a 6,83 mm. Largura: 2,75 mm a 3,17 mm.

Cabeça prognata, subquadrangular, encaixada no protórax, quase até a altura dos olhos (Fig. 6). Olhos compostos emarginados dorsalmente e inteiros ventralmente, pequenos, separados por uma distância maior que três vezes sua largura (Fig. 7) e com pequenas cerdas entre os omatídeos (Fig. 2); entre a fronte e as genas, com quatro fileiras de omatídeos visíveis (Fig. 3). Antenas com 11 artículos, sendo os sete últimos mais dilatados, com aspecto serrilhado na face interna (Figs 6 e 7); pequenas sensilas arredondadas internamente a partir do 5º artículo (Fig. 2). Clípeo com ápice arredondado, completamente fundido à fronte, com tênue linha de sutura, ou apenas uma impressão pouco profunda, demarcando sua união com a fronte. Labro muito pequeno, bem mais estreito que a largura da cabeça, pouco visível dorsalmente (Fig. 7). Mandíbulas robustas, assimétricas, com dois fortes dentes apicais; mola da mandíbula esquerda com dente acuminado (Fig. 8) e mola da mandíbula direita menos projetada (Fig. 9).

Maxilas com gálea e lacínea com fortes cerdas; palpo maxilar com último artículo duas vezes mais longo que largo e ápice arredondado (Fig. 10).

Lábio com submento, mento e premento bem definidos, este com longas cerdas na região ventral, palpos labiais com último artículo truncado apicalmente (Fig. 11).

Pronoto com pontuação fina, separadas por uma distância muito maior que o diâmetro de cada ponto; bordo anterior escavado para encaixe da cabeça (Fig. 6).

Processo prosternal alongado, com ápice em forma de seta, com rebordo de onde saem cerdas curtas (Figs. 4; 12). Mesotórax curto, com escavação profunda para encaixe do processo prosternal; metatórax duas vezes mais longo que o mesotórax (Fig. 13). Pernas anteriores com coxas arredondadas externamente e uma projeção alongada que se encaixa na cavidade procoxal; tíbias com ápice alargado e superfície externa com fortes cerdas (Fig. 14); pernas médias com coxas arredondadas, tíbias pouco mais largas no ápice (Fig. 15); pernas posteriores com coxas alongadas, transversais (Fig. 16).

Os três pares de pernas com esporões localizados no ápice das tíbias; nas pernas médias e posteriores os espinhos da tibia são curvos nos machos (Figs. 15; 16) e retos nas fêmeas (Figs. 17;18). Élitros truncados na base, com oito fileiras de estrias pontuadas (Fig. 19), cada ponto com uma pequena cerda (Fig. 5); epipleura estreita; escutelo triangular.

Asas membranosas com venação pouco reduzida (Fig. 20), com os três escleritos axilares bem definidos; 1AX ligado à placa subcostal, articulando-se com a veia subcostal; 2AX ligado à placa cubital e articulando-se às veias radiais e cubitais; 3AX ligado à placa mediana e articulando-se com as veias anais e com o jugo (Fig. 21).

Abdome com cinco esternos visíveis em ambos os sexos (Fig. 22).

Genitália da fêmea: composta pelo 8° e 9° segmentos abdominais; além desses segmentos, ocorre um apódema que sustenta toda a estrutura genital. O 9° segmento se everte por ocasião da cópula ou postura; é formado por um par de coxitos, cada um com um estilo mamiliforme no ápice e muitos pêlos alongados (Fig. 23).

Internamente os coxitos apresentam os valvíferos que são estruturas alongadas e muito esclerotinizadas, que dão sustentação à genitália. A spermateca apresenta forma de um C e tamanho equivalente a 1/3 da estrutura dos coxitos (Fig. 25).

Genitália do macho: formada pelos 7°, 8° e 9° segmentos abdominais, além do espículo gastral (Fig. 24); 9° segmento invaginado e composto por um pênis fortemente esclerotinado que abriga um saco interno de onde sai o ducto ejaculatório; parâmeros esclerotinizados (Fig. 25).

Os adultos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) distinguem-se das outras espécies do gênero por sua aparência mais brilhante, com cutícula de coloração preto avermelhado à preto e finas pontuações no disco do pronoto e élitros (BOOTH *et al.*, 1990); Entretanto, as espécies *Alphitobius laevigatus* (Fabricius) e *Alphitobius viator* Mulsant & Godart apresentam cutícula mais clara (avermelhada ou marrom amarelada) e menos brilhante (GREEN, 1980).

Os olhos de *A. diaperinus* são pequenos, particularmente divididos pela margem lateral da cabeça, com prolongamento de um lado ao outro até a metade para o segundo terço do olho, com três ou quatro facetas oculares visíveis, enquanto que em *A. laevigatus*, são completamente ou quase completamente divididos por uma projeção produzida pela margem lateral do olho. *A. viator*, possui olhos, em vista ventral, separados por menos de duas vezes a largura de um dos olhos (HEWLETT, 1958).

HEWLETT (1958) cita que as antenas de *A. diaperinus* são mais curtas que o pronoto, com os artículos de 5 a 10 expandidos lateralmente; em *A. laevigatus*, são assimetricamente expandidas lateralmente nos artículos de 6 a 10; as antenas de *A. viator* são subiguais ao comprimento do pronoto, com os artículos de 5 a 10 fortemente expandidos lateralmente.

Através da utilização de microscopia eletrônica de varredura é possível observar os poros sensoriais nos artículos antenais que ocorrem na região interna distal (a partir do 5º artículo). Tais sensórios podem estar relacionados a percepção de umidade, pois segundo VICTOR e OGONOR (1987), *A. diaperinus* e *A. laevigatus* possuem higrorreceptores localizados na metade posterior das antenas. Estes autores citam que a amputação destas causa uma completa perda na higrorrecepção e que os insetos que perderam os cinco artículos anteriores, não apresentaram alterações comportamentais em resposta à umidade.

O aparelho bucal de *A. diaperinus* foi descrito por LESCHEN & STEELMAN (1988), que utilizaram a técnica de microscopia eletrônica de varredura (M.E.V). Concluíram que as mandíbulas dos adultos são simétricas, típicas de Tenebrionini, com o incisivo adaptado para remover alimentos e a superfície do incisivo dorsal utilizado para triturar restos de alimento.

Na observação em microscópio ótico (M.O.), aumento de 100x, pôde-se concluir que as mandíbulas são assimétricas, com a mola da mandíbula direita mais pronunciada. Esta diferença pode ser explicada pelo fato de que as mandíbulas, ao serem analisadas ao M.E.V., foram observadas pelo seu lado mais externo, dando idéia de simetria.

Ao serem preparadas em M.O., entre lâmina e lamínula, pôde-se observar estruturas mais internas, refletindo sua assimetria.

SPILMAN (1991) salienta em *A. diaperinus* o formato do pronoto, que possui a metade basal da margem lateral quase paralela ou fracamente convergente, o que também ocorre com *A. viator*.

As pontuações do pronoto são separadas por uma distância muito maior que o diâmetro de cada um dos pontos, ou seja, três vezes o seu diâmetro. Em *A. laevigatus*, o formato de pronoto apresenta a margem lateral bruscamente estreitada no terço basal e as pontuações são grossas e separadas somente por um diâmetro ou menos (GREEN, 1980). Em *A. viator*, as pontuações no pronoto são igualmente grossas e densas. Outros caracteres comparativos entre as três espécies (edeago; antenas) são relevantes para identificação.

A tibia anterior de *A. diaperinus* é fortemente alargada em seu ápice; possuem um par de esporões curtos, não mais longos que a metade do comprimento do primeiro tarsômero. A tibia anterior de *A. laevigatus* é moderadamente ou fracamente expandida apicalmente, semelhante a *A. viator*, que possui uma fraca expansão apical (HEWLETT, 1958).

Segundo BARKÉ & DAVIS (1967), ocorre um dimorfismo sexual nos esporões das tibias médias e posteriores de *A. diaperinus*, sendo que nas fêmeas são retos e nos machos, um deles apresenta-se curvo e voltado para dentro. Tal dimorfismo também ocorre em *A. laevigatus* e é desconhecido em *A. viator* (GREEN, 1980).

A porção final abdominal vista externamente não apresenta distinção entre os sexos; entretanto uma leve pressão nesta área induz à exteriorização dos órgãos genitais; esta ação, com auxílio de estereoscopia, possibilita a visualização do ovipositor nas fêmeas e do edeago nos machos.

## **DESCRIÇÃO DAS FORMAS IMATURAS**

### **OVOS**

Elípticos, córion liso, translúcidos e muito frágeis; coloração branco leitosa brilhante, com substância adesiva por meio da qual aderem-se entre si e/ou ao substrato. Seu comprimento varia de 1,00 mm a 1,17 mm e largura de 0,42 mm a 0,50 mm (Fig. 26).

As metodologias utilizadas para fixação danificaram a estrutura dos ovos, que tornaram-se murchos, o que impossibilitou a observação do opérculo e textura do córion ao microscópio eletrônico de varredura. Os resultados obtidos na descrição dos ovos, através da utilização de microscópio estereoscópio, foram semelhantes aos descritos por VERGARA & GAZANI (1996), que observaram que os ovos apresentam córion liso, sem ornamentações, medindo 1,0 mm de comprimento. WILSON & MINNER (1969) indicam o tamanho (1,3 mm) e largura (0,7 mm) dos ovos, demonstrando resultados compatíveis ao deste trabalho.

### **LARVA DE ÚTIMO INSTAR**

Tipo elateriforme, corpo alongado e afilado, com tegumento de coloração marrom, muito esclerotizado. Comprimento entre 10,33 mm a 13,83 mm e largura entre 1,50 mm a 2,17 mm (Fig. 27).

Cabeça prognata (Fig. 29), quadrangular, com bordos arredondados, com cerdas esparsas; sutura epicranial em forma de "Y" (Fig. 30). Estematas de coloração enegrecida, bem desenvolvidos, localizados dorso-lateralmente, próximo à base das antenas (Fig. 30). Antenas triarticuladas, sendo o 2º artícuo duas vezes mais longo que o primeiro; o último artícuo afilado, com pequenas sensilas apicais (Figs 30, 36). Fronte e clipeo fusionados e labro evidente (Fig. 30). Mandíbulas robustas, assimétricas, com dois dentes apicais pouco pronunciados; região da prosteca recortada (Figs 31, 32), mola da mandíbula direita arredondada (Fig. 32).

Maxilas com cardo subtriangular e justacardo ovalado; estipe longo e robusto, com dois pares de cerdas laterais e uma isolada na porção basal; mala com cerdas apicais bem desenvolvidas; palpo maxilar com três artículos e sensilas apicais (Figs. 33, 37). Lábio com submento e mento fusionados (posmento); lígula arredondada, com poucas cerdas longas (Fig. 35); palpo labial biarticulado, com inúmeras sensilas apicais (Fig. 37). Pronoto, mesonoto e metanoto esclerotinizados (Fig. 27); pernas anteriores, médias e posteriores bem desenvolvidas e pentasegmentadas; tarsúnculo curvado (Fig. 34). Abdome cilíndrico, esclerotinado (Fig. 27); oito pares de espiráculos circulares, bem desenvolvidos (Fig. 38); nono tergito abdominal com urogonfo curto e agudo, com longas e poucas cerdas em cada lado, adjacentes ao ápice, não estendendo-se até o mesmo (Fig. 39). Décimo segmento abdominal ventralmente ao nono e com um par de pigópodos.

VERGARA & GAZANI (1996) descreveram a larva de último instar de *A. diaperinus*, cujos detalhes como cabeça prognata, sutura epicranial e antenas trisegmentadas, conferem com os resultados encontrados neste trabalho. Os autores relatam que as mandíbulas das larvas são assimétricas. Através da técnica de microscopia eletrônica de varredura, LESCHEN & STEELMAN (1988) também concluíram que as larvas de *A. diaperinus* possuem mandíbulas assimétricas, cada uma com um par de dentes incisivos, sendo o ventral subapical; os dentes são massivos, adaptados para cortar e compactar. No presente trabalho, as mandíbulas foram observadas ao microscópio ótico (aumento 100x), onde também observou-se assimetrias nas peças bucais das larvas.

SPILMAN (1991) relata que o tergito do último segmento abdominal das larvas de *A. diaperinus* possui ápice agudo e com longas e poucas cerdas (aproximadamente seis) em cada lado, adjacentes ao ápice, não estendendo-se até o mesmo. Este detalhe também foi observado nas descrições deste trabalho. Segundo aquele autor, em *A. laevigatus* o último tergito abdominal apresenta cerdas adjacentes ao ápice ou além deste, sendo um padrão diferencial entre as duas espécies.

#### **PUPA**

Exarata, comprimento de 6,42 mm a 6,67 mm e largura de 2,25 mm a 2,50 mm. Coloração pálida, tornando-se posteriormente mais escura em algumas partes do corpo.

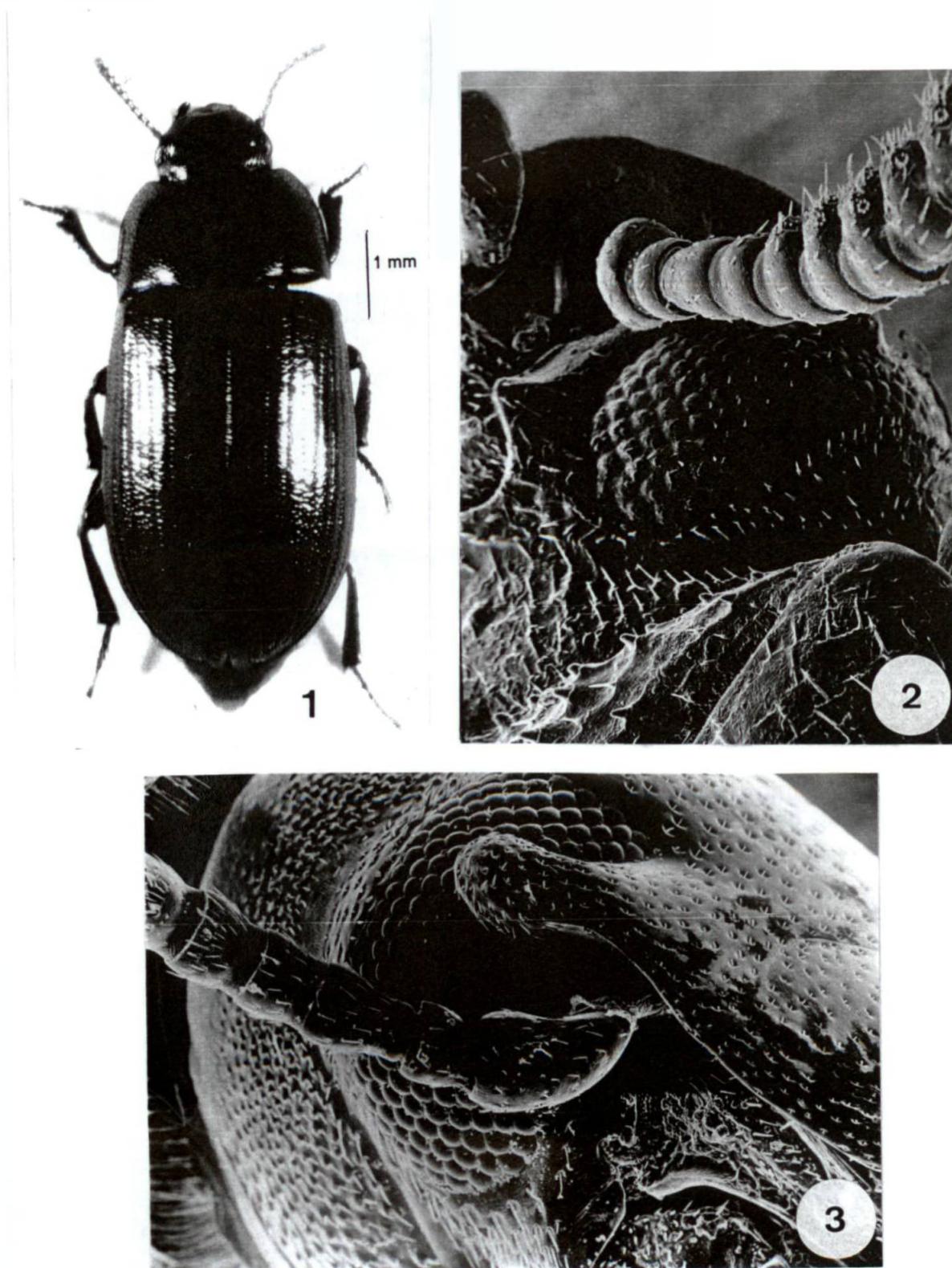
Olhos com pigmentação mais visível ao final do desenvolvimento (Fig. 28).

Antenas protegidas no sulco prosternal (Fig. 42). Região dorsal do protórax com finas pontuações (Fig. 43).

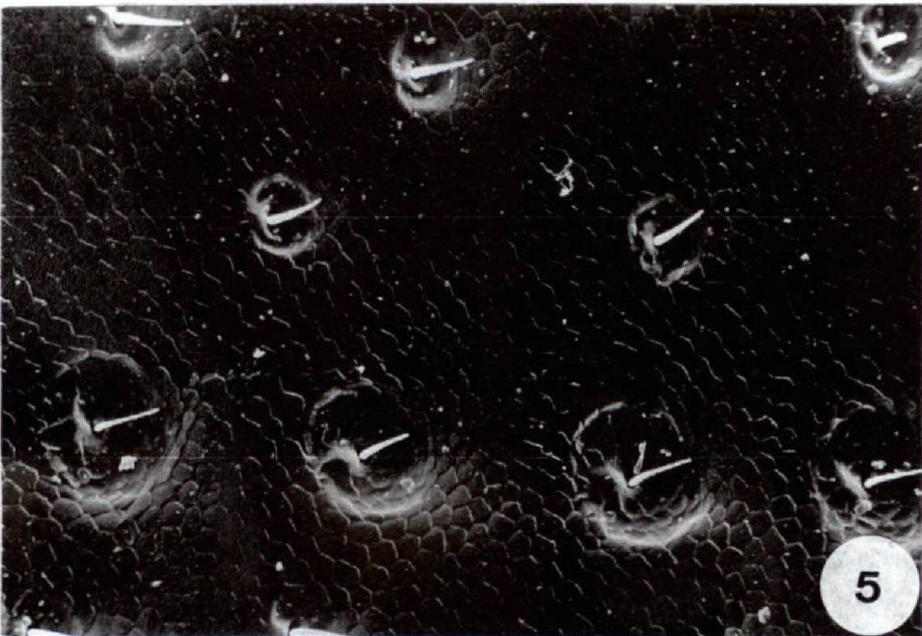
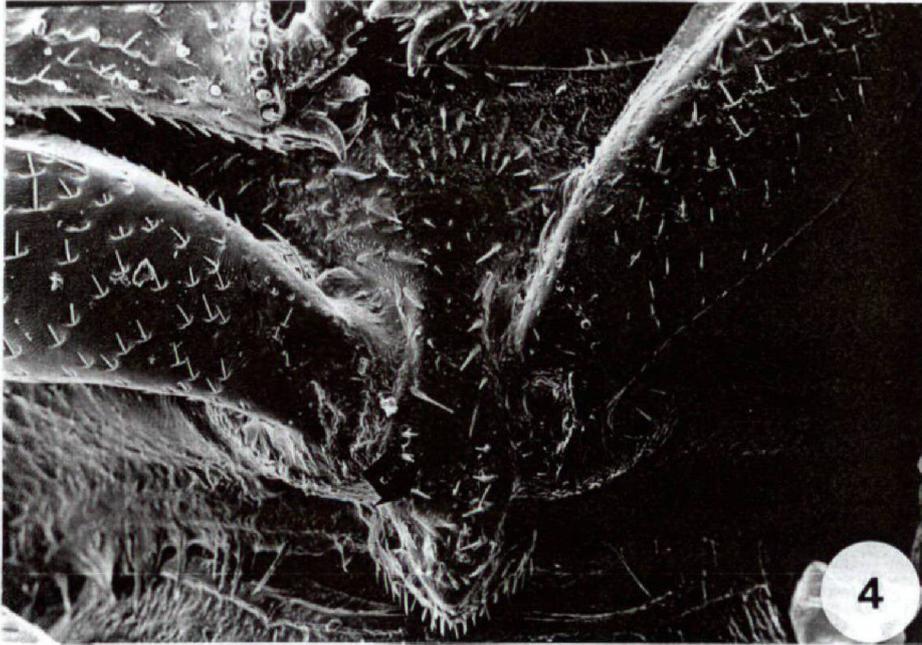
Asas e élitros rudimentares, estes com inúmeras estrias.

Abdome com margens laterais denteadas (Fig. 43); porção final com urogonfos larvais e acentuado dimorfismo sexual na região ventral: nas fêmeas projeções musculares esclerotinizadas (Figs 40, 44); nos machos pequenas papilas, sem nenhuma projeção definida (Figs 41, 45). Este caracter também foi descrito por BARKÉ & DAVIS (1967).

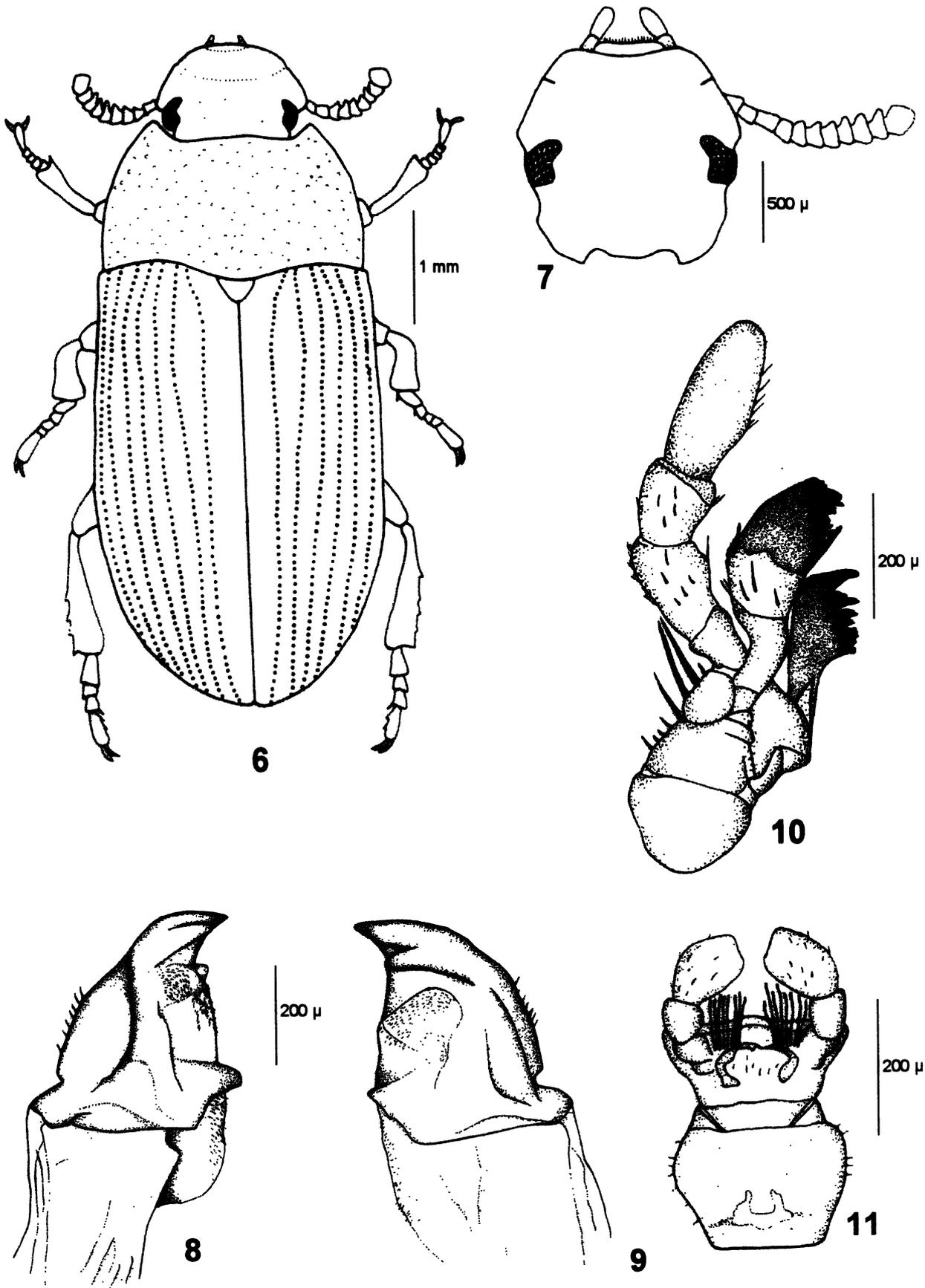
Pupas fêmeas são geralmente maiores que os machos. VERGARA & GAZANI (1996) observaram que as pupas possuem em média 7,0 mm de comprimento e 3,1 mm de largura (machos), sendo que as fêmeas, um pouco maiores, mediram em média 7,7 mm de comprimento e 3,4 mm de largura. Nas mensurações obtidas neste trabalho, as pupas não foram sexadas e apresentaram medidas um pouco menores, que pode ser explicado pela diferença na alimentação das larvas.



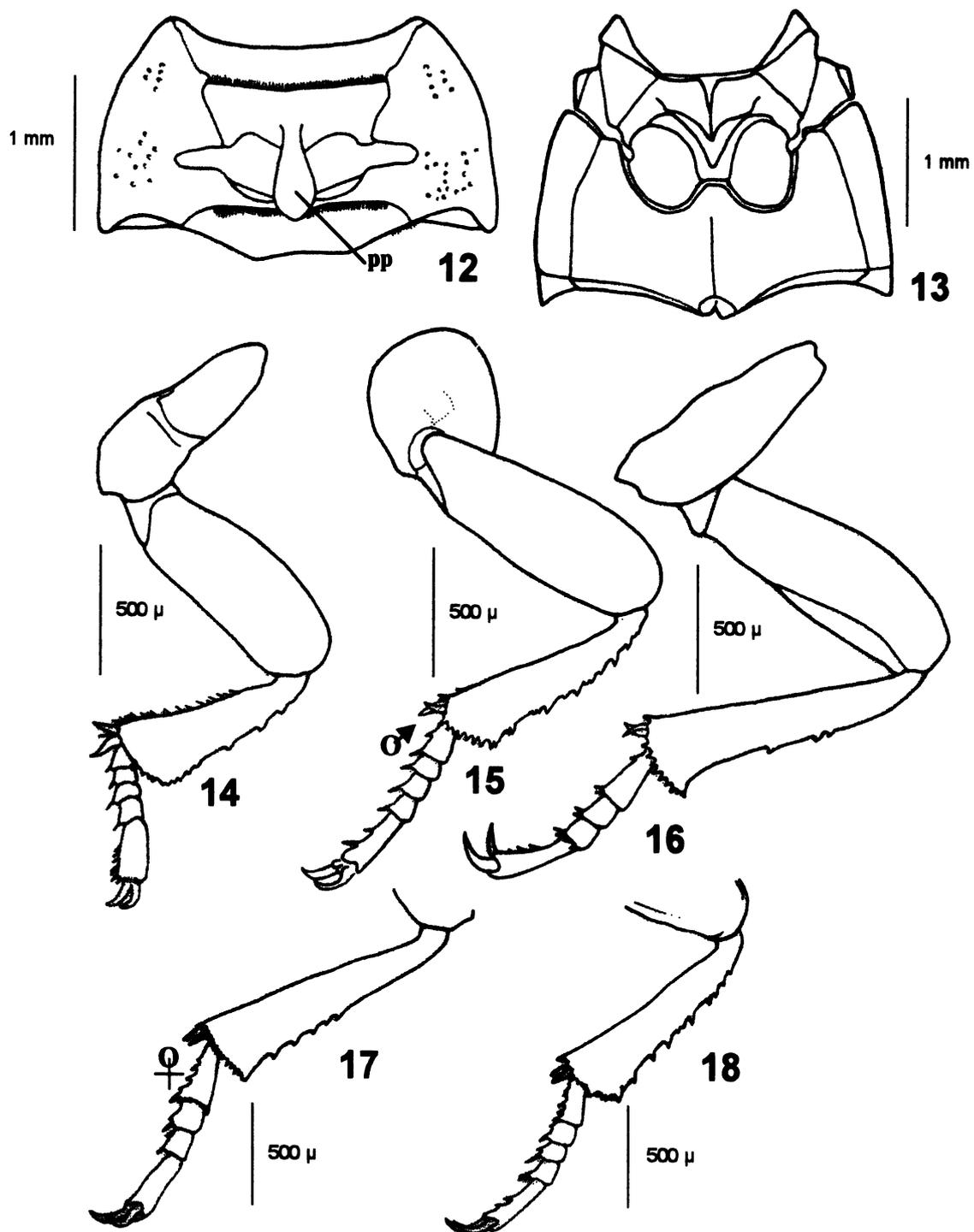
**Figs 1-3.** *Alphitobius diaperinus*. Adulto. 1. Vista dorsal. Fotomicrografia de varredura. 2. Olho composto e sensilas antenais (aumento 187 x). 3. Fileiras de omatídeos (aumento 124 x).



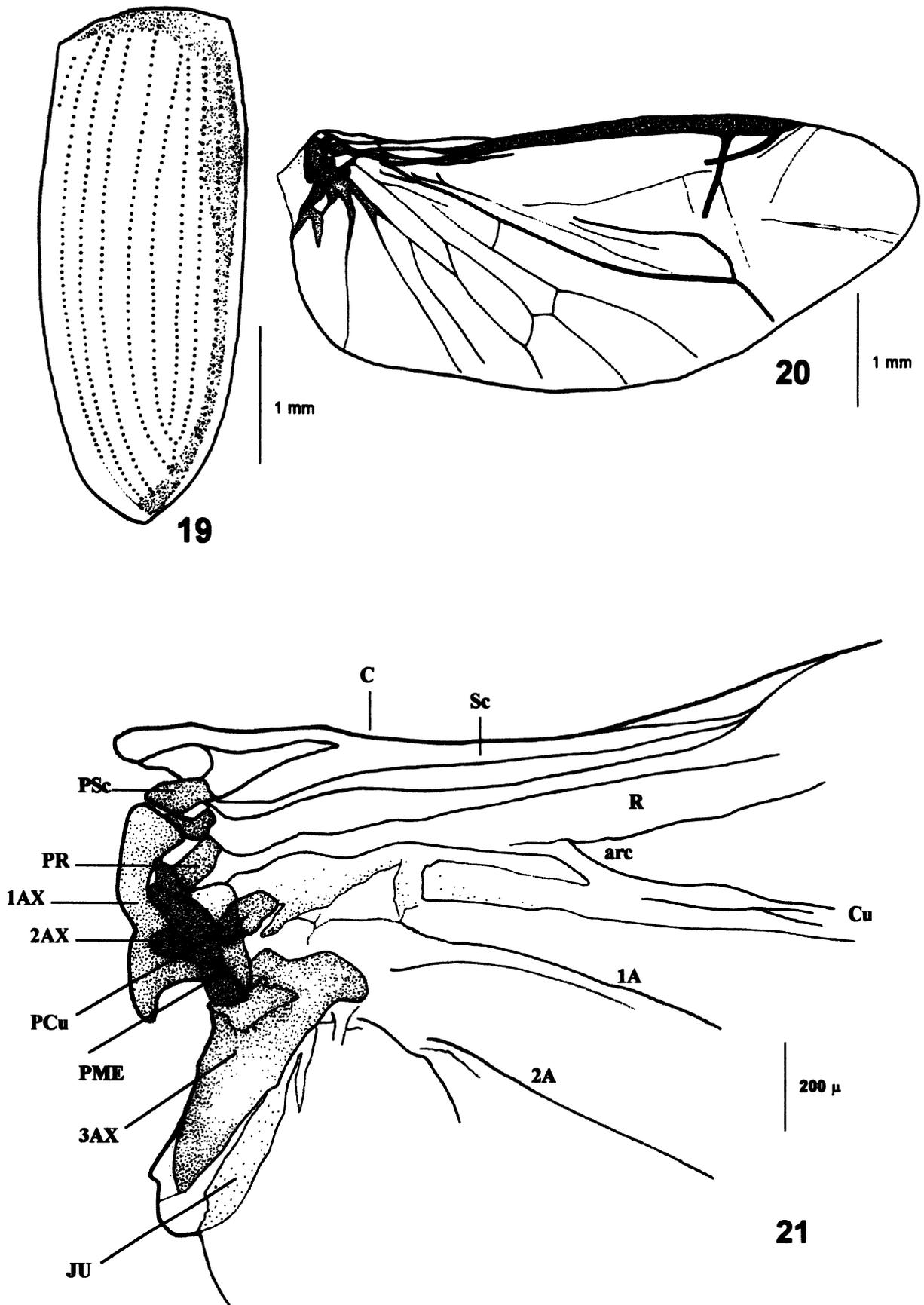
**Figs 4-5.** Fotomicrografia de varredura. *Alphitobius diaperinus*. Adulto. 4. Processo prosternal (aumento 65 x). 5. Pontuações do élitro com cerdas (aumento 224 x).



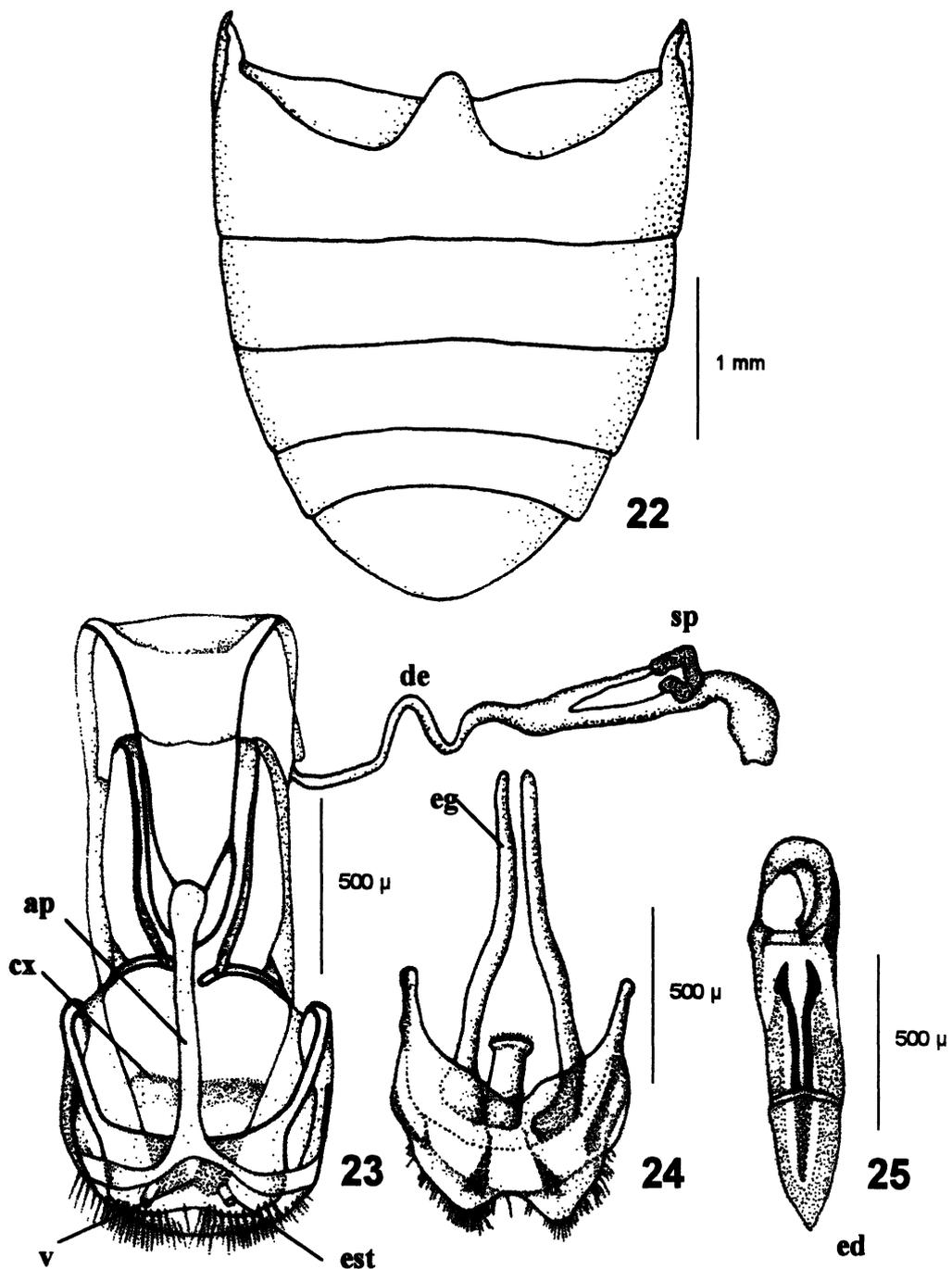
**Figs 6-11.** *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797). 6. Vista dorsal; 7. Cabeça; 8. Mandíbula esquerda; 9. Mandíbula direita; 10. Maxila; 11. Lábio.



**Figs 12-18.** *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797). 12. Prosterno (pp. Processo prosternal); 13. Meso e metasterno; 14-18. Pernas. 14. Anterior; 15 e 17. Média; 16 e 18. Posterior.



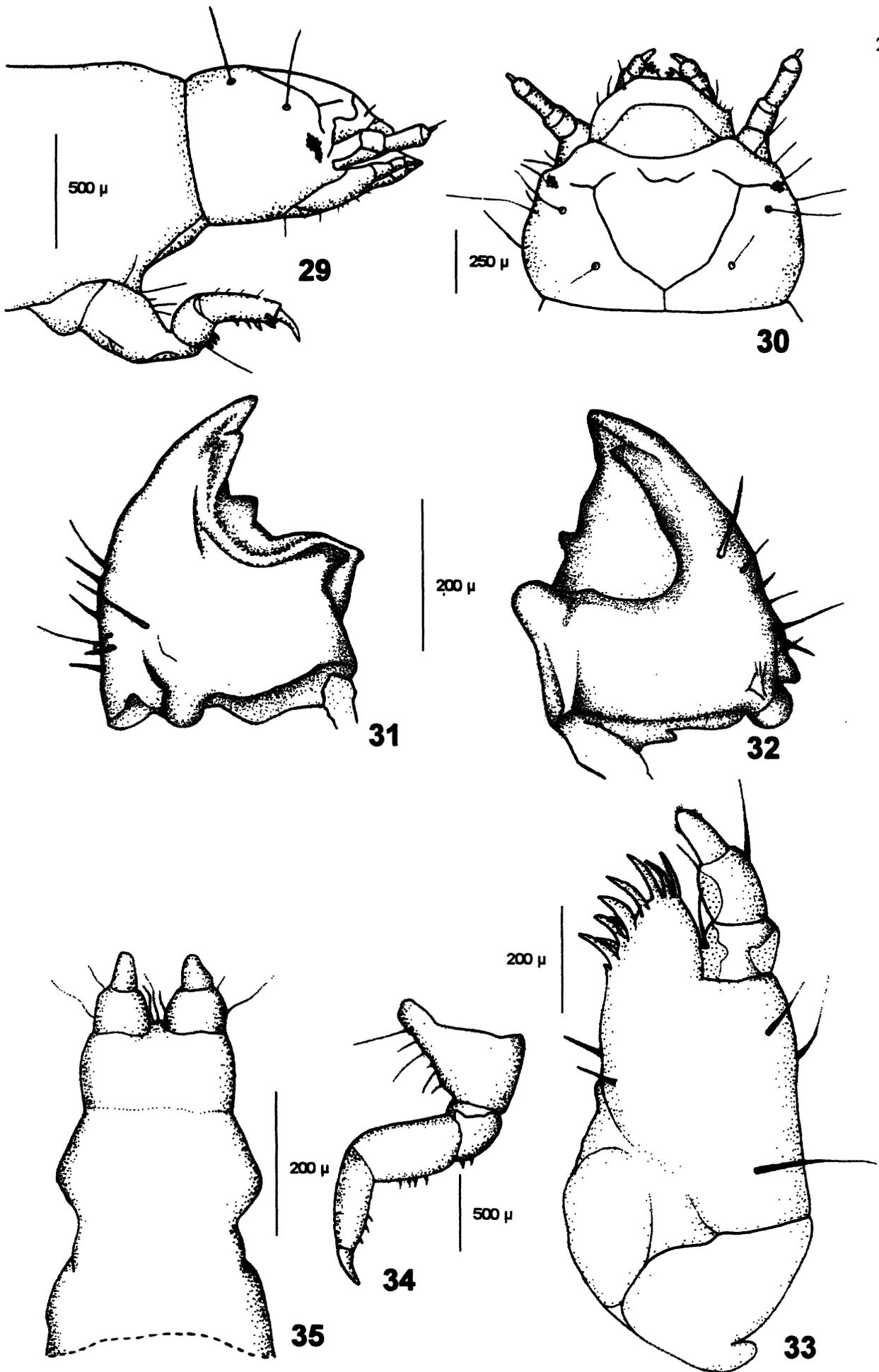
**Figs 19-21.** *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797). 19. Élitro direito; 20 e 21. Asa membranosa; 21. Escleritos axilares (C. costal; Sc. subcostal; R. radial; arc. arco; Cu. cubital; 1A. 1a. anal; 2A. 2a. anal; PSc. placa subcostal; PR. placa radial; 1AX. primeiro esclerito axilar; 2AX. segundo esclerito axilar; 3AX. terceiro esclerito axilar; PCu. placa cubital; PME. placa mediana.



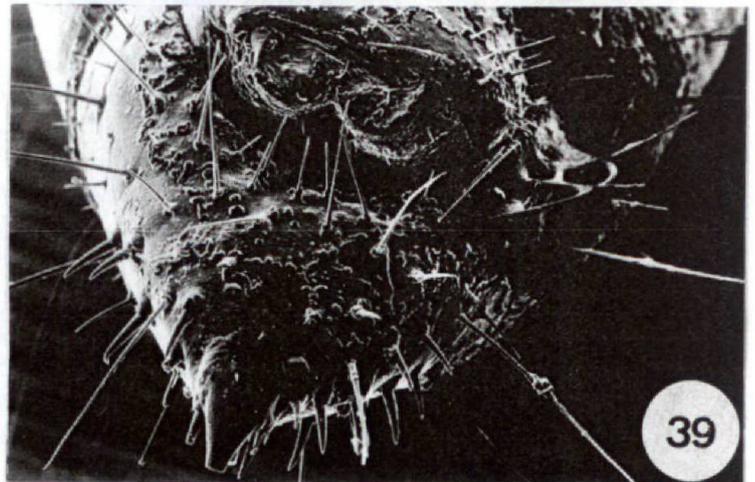
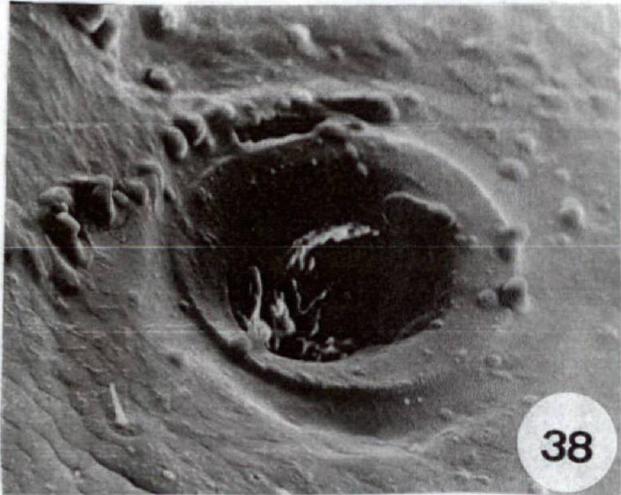
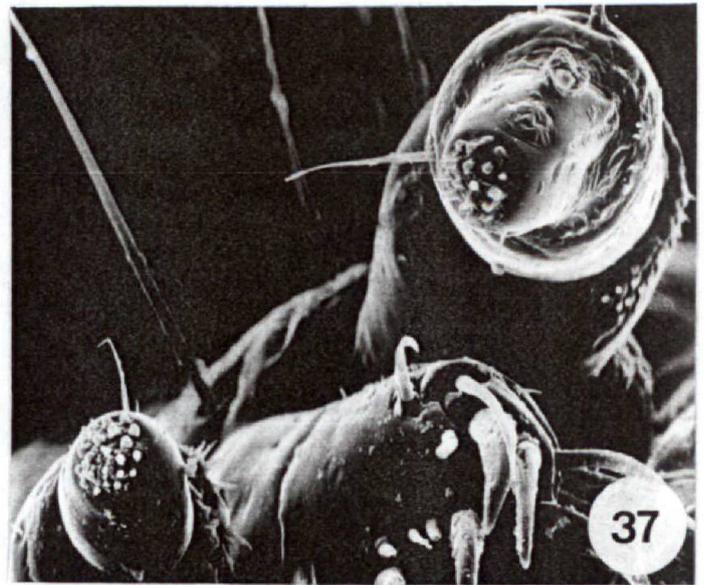
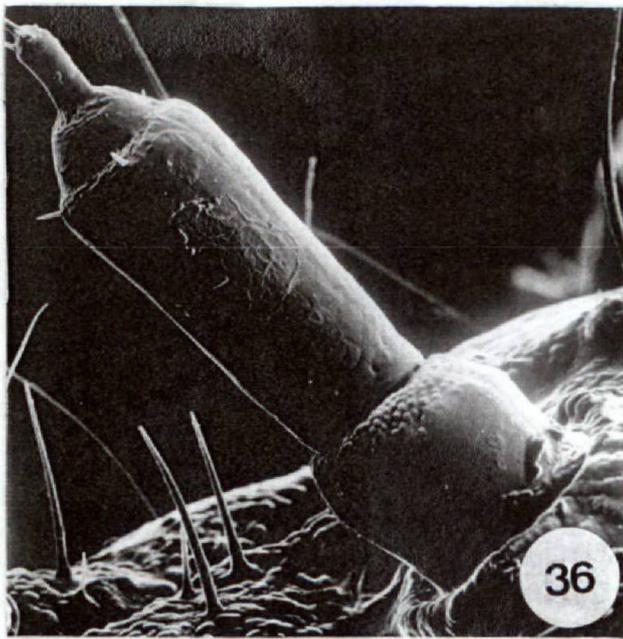
**Figs 22-25.** *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797). 22. Abdome; 23. Genitália da fêmea (sp. espermateca; de. ducto da espermateca; ap. apódema; cx. coxito; v. vulva; est. estilo); 24 e 25. Genitália do macho (eg. espículo gastral; ed. edeago).



**Figs. 26-28.** *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797). 26. Ovos; 27. Larva de último instar; 28. Pupa.

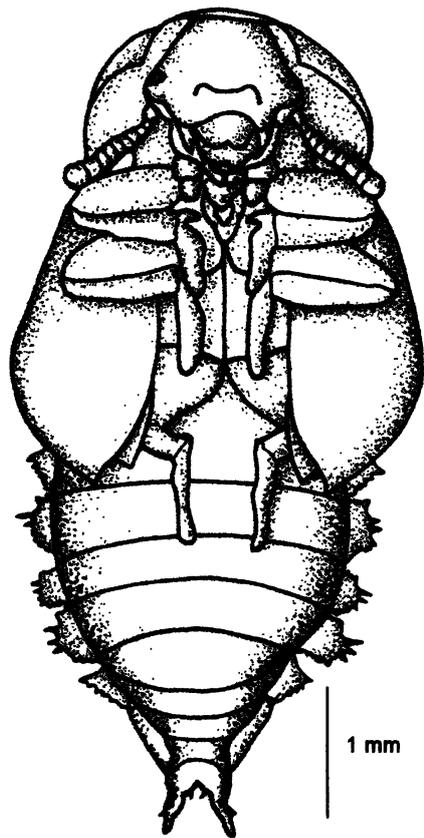


**Figs 29-35.** *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797). Larva. 29. Vista lateral; 30. Cabeça (vista frontal); Mandíbulas. 31. esquerda; 32. direita; 33. Maxila; 34. Perna; 35. Lábio.

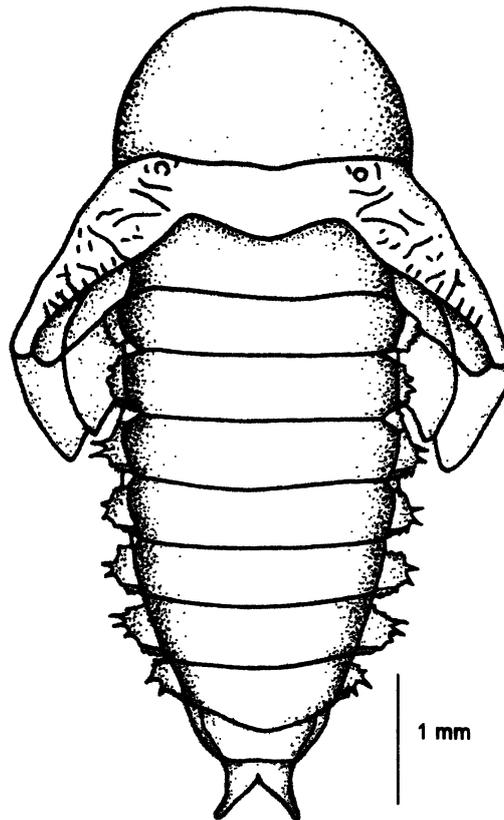


**Figs 36-41.** Fotomicrografia de varredura. *Alphitobius diaperinus*. Larva de último instar.

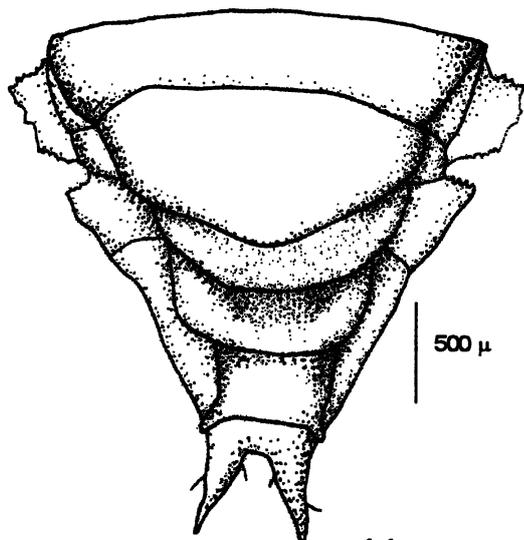
36. Antena (aumento 270 x). 37. Palpo labial e maxilar (aumento 400 x). 38. Espiráculo abdominal (aumento 700 x). 39. Urogenfo (aumento 87 x). Pupa. Região posterior (aumento 104 x). 40. Fêmea. 41. Macho.



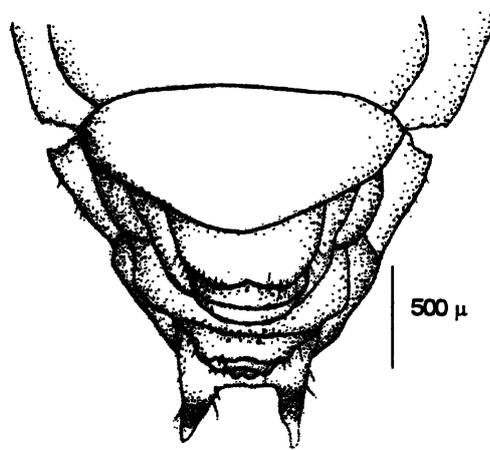
42



43



44



45

**Figs 42-45.** *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797). Pupa. 42. Vista ventral; 43. Vista dorsal; Região posterior. 44. Fêmea; 45. Macho.

## **CAPÍTULO II**

### **EXIGÊNCIAS TÉRMICAS, PERÍODO DE DESENVOLVIMENTO E VIABILIDADE DOS ESTÁGIOS IMATUROS DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE).**

## SUMÁRIO

Estudou-se em laboratório, o efeito de quatro temperaturas constantes (22°C; 25°C; 28°C e 31°C) sobre as fases imaturas de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797). Houve desenvolvimento de imaturos nas quatro temperaturas estudadas, sendo que a 22°C foi observada uma maior duração no desenvolvimento (88,80 dias) e uma menor viabilidade (39,18%). Observou-se que a temperatura de 31°C foi a mais favorável para o desenvolvimento dos imaturos, pois ocorreram dentro de um curto período (25,65 dias) e com alta viabilidade (70,20%). Os estágios de ovo, larva e pupa apresentaram uma temperatura base ( $T_b$ ) de 17,86°C, 19,26°C e 16,53°C, respectivamente. As constantes térmicas (K) foram de 40,09 graus-dia (GD) para ovo; 239,48 GD para larva, 59,56 GD para pupa e para o ciclo (ovo a adulto) 335,90 GD, acima da temperatura base de 18,85°C.

## ABSTRACT

The development and viability of the immature stages of the lesser mealworm *Alphitobius diaperinus* (Panzer) were studied at four constant temperatures (22°C, 25°C, 28°C, and 31°C). The development was completed at all temperatures, however, at 22°C it was observed a longer development period (88.80 days) and lower viability (39.18%). The optimal temperature was 31°C, at which the development was shorter (25.65 days) and viability higher (70.20%). The basal temperature and thermal constant for egg, larva and pupa development were: 17.86°C, 19.26°C, and 16.53°C and 40.09 DD, 239.48 DD and 59.56 DD, respectively. The basal temperature and thermal constant for life cycle was 18,85°C and 335.90 DD.

**KEY WORDS:** *Alphitobius diaperinus*; Tenebrionidae; thermal requirement; life cycle.

## 1. INTRODUÇÃO

A determinação da relação entre temperatura e desenvolvimento de imaturos pode ser utilizada para construir um modelo de simulação para prever o desenvolvimento de besouros sob variáveis condições de temperatura (RUEDA & AXTELL, 1996).

Embora a temperatura seja o fator climático que mais afeta o desenvolvimento dos insetos (HADDAD & PARRA, 1984), posto que a temperatura corporal destes é regulada conforme a temperatura ambiente, a umidade também é um fator abiótico importante, que interfere principalmente na viabilidade dos insetos. DESPINS *et al.* (1989) observaram que a umidade do esterco tem efeito significativo na atividade larval destes coleópteros, levando à dispersão das larvas quando a umidade for igual ou superior a 50%. Em grãos com 15 % de umidade, adultos e larvas de *A. diaperinus* são favorecidos, otimizando também o aparecimento de fungos sobre o substrato, o que parece ser necessário para o seu desenvolvimento (Evans, 1975, citado por VERGARA & GAZANI, 1996). VICTOR e OGONOR (1987) reportam que *A. diaperinus* preferem umidade de 20% e evitam umidade de 0%, enfatizando que uma redução na umidade relativa de granjas combinada a melhoramentos nos procedimentos sanitários podem reduzir a incidência deste inseto.

Estudos sobre a biologia de *A. diaperinus* têm sido realizados por diversos autores. Em um experimento conduzido no escuro, WILSON & MINNER (1969) relatam que a temperatura ótima para o desenvolvimento do ovo ao adulto é 90°F (32,2°C), com tempo médio de desenvolvimento de  $45,6 \pm 0,65$  dias, quanto apresentou também maior percentagem de sobrevivência (60%). VORIS *et al.* (1994) citam que a temperatura ótima para o desenvolvimento de *A. diaperinus* é aproximadamente a 32,2°C, onde o período de desenvolvimento de ovo a adulto ocorre em 45,6 dias.

Segundo Evans (1975), citado por VERGARA & GAZANI (1996), o ciclo de desenvolvimento de *A. diaperinus* completa-se a 32°C, em 46 dias, podendo estender-se para 997 dias à temperatura de 16°C, não havendo oviposição a 10°C.

DASS *et al.* (1993) criaram *A. diaperinus* alimentados com ovos e larvas de *Corcyra cephalonica* St. (Lepidoptera: Pyralidae) à temperatura de  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $65 \pm 5\%$  de umidade relativa e constataram que as médias dos períodos de incubação, larval e pupal foram de 6,6; 68,8 e 8,4 dias, respectivamente.

RUEDA & AXTELL (1996) determinaram o desenvolvimento e sobrevivência de *A. diaperinus* em seis diferentes temperaturas. Verificaram que a  $17^\circ\text{C}$  não ocorre eclosão ou desenvolvimento larval e que o tempo de desenvolvimento de ovos, larvas e pupas foram influenciados pela temperatura, com maior duração a  $20^\circ\text{C}$  e menor a  $35^\circ\text{C}$ . Quanto à sobrevivência, a maior proporção de ovos eclodiram a  $30^\circ\text{C}$  (86%) e a menor a  $20^\circ\text{C}$ . A sobrevivência de larvas foi baixa a  $20^\circ\text{C}$  (32%) e a taxa de sobrevivência pupal é significativamente mais alta a 25 e  $35^\circ\text{C}$ .

FRANCISCO (1996) considerou que a melhor faixa de temperatura para o desenvolvimento dos estágios imaturos de *A. diaperinus* foi a  $27^\circ\text{C}$ , embora o ritmo de desenvolvimento tenha sido menor que à temperatura de  $32^\circ\text{C}$ .

Cada inseto possui sua exigência térmica, dentro de uma faixa de temperatura tolerável para espécie e cada região, sua disponibilidade térmica; esta relação ocorre de forma diretamente proporcional, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a disponibilidade térmica e maior o número de gerações de indivíduos.

Conhecendo-se as exigências térmicas dos insetos é possível fazer uma previsão de produção, armazenamento e intercâmbio de insetos. As exigências térmicas são avaliadas pela constante térmica (K) expressa em graus-dias, partindo da hipótese de que o produto da duração do desenvolvimento, pela temperatura, é uma constante, sendo o somatório da temperatura computado a partir de um limiar térmico inferior, chamado temperatura base:  $K = P(t - T_b)$ , onde, K= constante térmica; P= período de desenvolvimento; t= temperatura e  $T_b$ = temperatura base (PARRA, 1994).

Os cálculos de temperatura base e constantes térmicas são utilizados também para estimar a disponibilidade térmica e o número de gerações, efetuando com estas mapeamentos de distribuição em diferentes regiões. Conhecendo-se a época de maior ocorrência da espécie em determinado local pode-se estipular qual a melhor época para controle.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os insetos foram coletados como descrito no Capítulo I e transportados para uma sala de criação do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

Os espécimes foram separados em categorias: adultos, larvas e pupas. Os adultos foram acondicionados em bandejas plásticas (40 cm de comprimento e 15 cm de altura), cobertas com papel alumínio com pequenas perfurações para que os insetos pudessem ser mantidos no escuro. Inicialmente os adultos e larvas foram alimentados com ração sem adição de água ou outro substrato, onde foi observado uma alta mortalidade larval. Após alguns testes, concluiu-se que a utilização de ração industrial para coelhos, misturada à serragem umedecida, fornece condições ótimas à sobrevivência de larvas de *A. diaperinus*.

Para obtenção de posturas, os insetos foram mantidos a temperatura de 28°C e umidade relativa  $\geq 75\%$ . No interior da bandeja foi colocado uma folha de papel corrugado preto, de modo que toda a base daquela ficasse coberta (Fig. 1).

Obtidas as posturas, os ovos foram transferidos para placas contendo papel filtro umedecido em água destilada e coberta com papel alumínio (Fig. 1). Tal transferência foi realizada cuidadosamente, com auxílio de pincel com cerdas macias e umedecidas, posto que os ovos são bastante frágeis.

Trinta ovos foram distribuídos em seis placas, sendo portanto cinco séries, com seis repetições. Tais posturas foram mantidas em câmaras climatizadas BOD, marca FANEM, às temperaturas de 22°; 25°; 28° e 31°C  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ , com 30 ovos por temperatura, umidade  $\geq 75\%$ , escotofase de 24 horas.

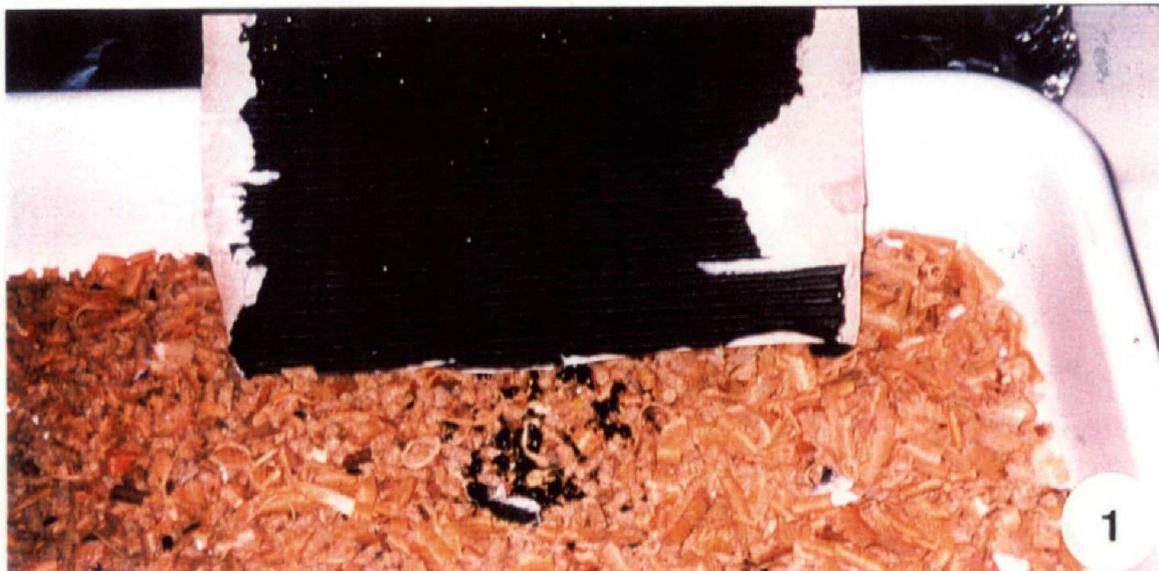
A observação do momento da eclosão foi realizado em intervalos de 24 horas.

Oriundas de posturas recentes e colhidas ao acaso, larvas recém-emergidas foram colocadas em potes plásticos (500 ml) envolvidos em papel alumínio e forrados com tecido escuro de textura fina (Fig. 2). A alimentação das larvas foi a mesma adotada para os adultos e a observação foi realizada diariamente até que as mesmas empupassem.

Trinta pupas, oriundas das bandejas de criação, foram transferidas para placas cobertas por papel alumínio, contendo serragem umedecida ao fundo. A observação também foi diária, até que emergissem os adultos.

As larvas e pupas foram mantidas nas mesmas condições abióticas e amostrais que os ovos.

Os dados referentes à duração do desenvolvimento dos imaturos foram estatisticamente demonstrados pelo cálculo do Erro Padrão da Média (E.P.) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Os limites térmicos de desenvolvimento inferior ( $T_b$ ) e as necessidades térmicas ( $K$ ) foram estimadas pela equação de regressão (HADDAD & PARRA, 1984).



**Figs 1-2.** 1. Bandeja de criação para obtenção de posturas de *Alphitobius diaperinus* (Panzer); 2. Câmara climatizada com potes plásticos (contendo larvas) e placas de petri (contendo ovos ou pupas).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### OVOS

O período de incubação variou de 3,0 a 8,9 dias às temperaturas de 31 e 22°C, respectivamente, com menor viabilidade à temperatura de 25°C (Tab. 1) (Fig. 4). Foi observado diferenças significativas entre as quatro temperaturas estudadas, de acordo com o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Estes resultados aproximam-se aos encontrados por WILSON & MINNER (1969), que obtiveram um período de incubação de 3,3 dias a 32,2°C, com viabilidade de 89%; a 20°C, apenas 61% foram viáveis.

RUEDA & AXTELL (1996) obtiveram também resultados semelhantes aos descritos neste trabalho, onde a duração do estágio de ovo foi de 6,0 dias (25°C) e 4,4 dias (30°C), com menor taxa de eclosão a 20°C (61%) e maior a 30°C (86%). Os autores relatam ainda que à temperatura de 17°C não ocorre eclosão, que coincide com o resultado encontrado neste estudo para temperatura basal (Tb), que foi de 17,93°C (p. 42).

FRANCISCO (1996) concluiu que a 32°C houve maior viabilidade (86%), em 3,58 dias; em nossos experimentos também detectou-se viabilidades maiores a temperaturas mais altas (Fig. 4).

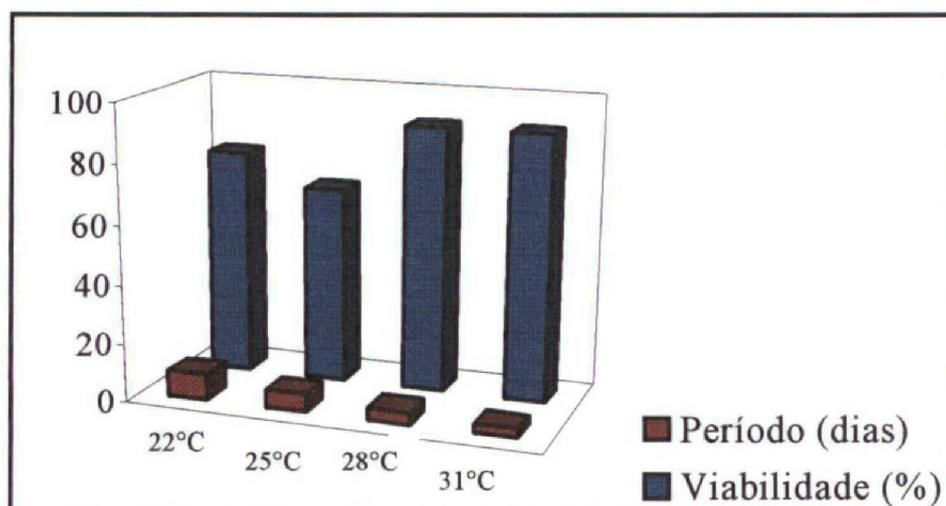
**Tabela 1.** Período de desenvolvimento e viabilidade e do estágio de ovo de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797).

Temperatura (°C)	Número de ovos	Período (dias) <sup>1</sup> X ± E.P.	Viabilidade (%)
22	30	8,95 ± 0,1288 a	76,67%
25	30	6,00 ± 0,0 b	66,67%
28	30	4,00 ± 0,0 c	90,00%
31	30	3,00 ± 0,0 d	90,00%

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

X= Média

E.P. = Erro padrão.



**Fig 4.** Influência da temperatura no período médio de desenvolvimento e viabilidade de ovos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797).

### PERÍODO LARVAL

As larvas apresentaram maior viabilidade a 28°C, onde 96,66% chegaram ao estágio pupal, no período médio de 33,24 dias. A menor viabilidade foi à temperatura de 22°C (Tab. 2) (Fig. 5).

WILSON & MINNER (1969) constataram um desenvolvimento larval de 73,6 dias a 21,1°C, próximo ao resultado encontrado neste experimento, porém à temperatura de 32,2°C, obtiveram um período de 41,4 dias, muito superior ao obtido aqui.

Estudando *A. diaperinus* em seis temperaturas constantes distintas, RUEDA & AXTELL (1996) obtiveram um período larval de 45,77 dias a 25°C; 26,17 dias a 30°C e, 21,88 dias a 35°C, períodos superiores aos encontrados nas condições propostas neste trabalho.

FRANCISCO (1996), estudando o desenvolvimento larval em três diferentes temperaturas, observou baixa viabilidade larval e maior duração do desenvolvimento, quando comparados aos resultados desta pesquisa. Segundo o autor, somente 34% das larvas de *A. diaperinus* desenvolvem-se a 32°C, durante um período de 45 dias. A hipótese para esta diferença pode estar na forma como as larvas foram alimentadas (ração seca).

Neste trabalho foi observado que larvas, principalmente de primeiro instar não sobrevivem em ambientes onde o alimento não é umedecido; também foi observado crescimento de fungos no alimento fornecido, em todas as temperaturas, o que sugere que exista uma tendência simbiótica entre fungos e crescimento larval. WILSON & MINNER fizeram observações semelhantes, relatando que parece haver uma correlação positiva entre o fungo *Aspergillus* e o melhor desenvolvimento de *A. diaperinus*.

DASS *et al.* (1993) criaram *A. diaperinus* à temperatura de  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  alimentados com ovos e larvas de *Corcyra cephalonica* St. (Lepidoptera: Pyralidae), encontrando um período larval de 68,8 dias. Este período foi bastante superior ao encontrado neste trabalho; tal variação pode estar relacionada à alimentação fornecida ao inseto, já que *A. diaperinus* é considerado predador facultativo (HULLEY & PFLEIDERER, 1988).

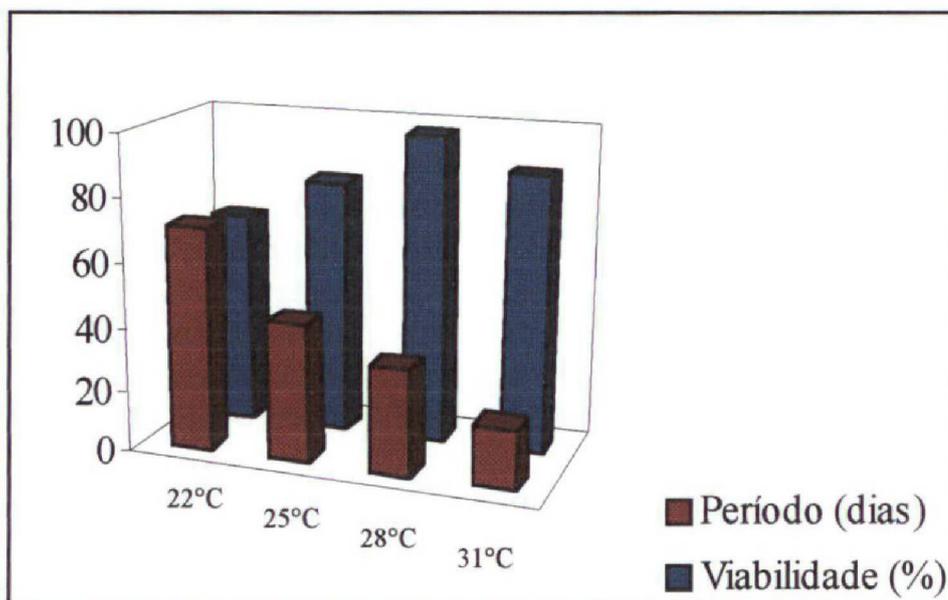
**Tabela 2.** Período de desenvolvimento e viabilidade do estágio larval de *A. diaperinus* (Panzer, 1797).

Temperatura (°C)	Número de larvas	Período larval (dias) <sup>1</sup> X ± E.P.	Viabilidade (%)
22	30	70,15 ± 0,13459 a	66,67
25	30	43,66 ± 1,0096 b	80,00
28	30	33,24 ± 0,7394 c	96,66
31	30	18,65 ± 0,4731 d	86,67

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

X= Média

E.P. = Erro padrão.



**Fig 5.** Influência da temperatura no desenvolvimento e viabilidade de larvas de *Alphetobius diaperinus* (Panzer, 1797).

### PERÍODO PUPAL

O período pupal teve uma duração de 9,69 dias a 22°C; 7,91 dias a 25°C; 5,27 dias a 28°C e 4,00 a 31°C, apresentando viabilidade superior a 70% nas quatro temperaturas estudadas (Tab. 3) (Fig. 6).

WILSON & MINNER (1969) constataram uma duração do período pupal semelhantes às obtidas neste trabalho, que também confere com RUEDA & AXTELL (1996). Estes autores obtiveram entretanto maiores viabilidades (94% a 25°C e 93% a 30°C). A alta viabilidade pode estar relacionada a práticas de manejo, pois foi detectado neste trabalho que pupas são bastante sensíveis à ambientes muito úmidos.

DASS et. al. (1984) encontraram um período pupal de 8,4 dias a 27°C. Esta diferença pode ser explicada pelo mesmo motivo anteriormente citado para o período larval, a respeito do trabalho deste mesmo autor.

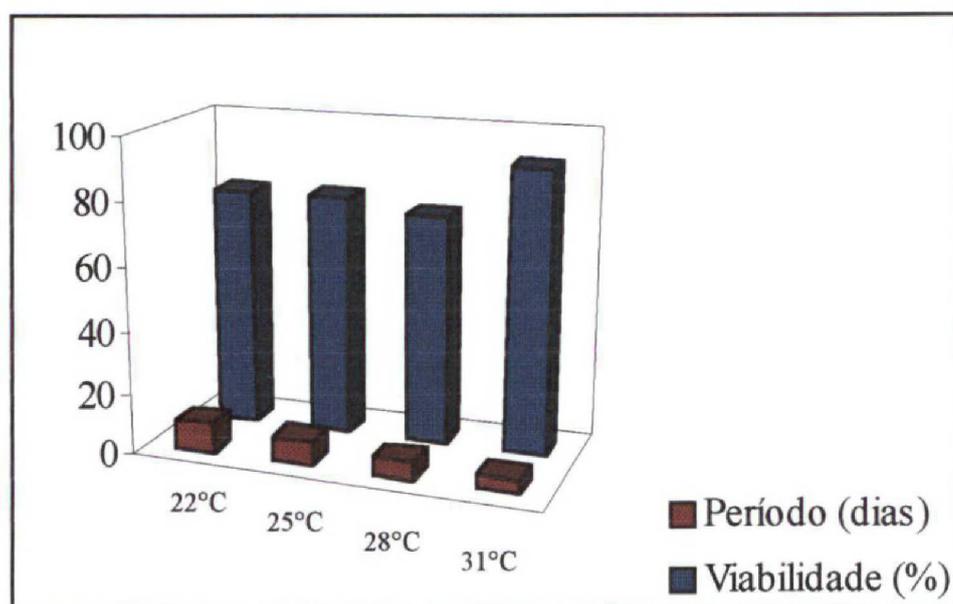
**Tabela 3.** Período de desenvolvimento e viabilidade do estágio pupal de *A. diaperinus* (Panzer, 1797).

Temperatura (°C)	Número de pupas	Período pupal (dias) <sup>1</sup> X ± E.P.	Viabilidade (%)
22	30	9,69 ± 0,2298 a	76,66
25	30	7,91 ± 0,1338 b	76,66
28	30	5,27 ± 0,1509 c	73,33
31	30	4,00 ± 0,0 d	90,00

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

X= Média

E.P. = Erro padrão.



**Fig 6.** Influência da temperatura no desenvolvimento e viabilidade de pupas de *Alphetobius diaperinus* (Panzer, 1797).

## **CICLO TOTAL (OVO+LARVA+PUPA)**

Os períodos encontrados demonstram que a temperatura possui grande influência sobre as fases de desenvolvimento, sendo que a 31°C o ciclo ocorre em um período extremamente curto (25,65 dias), alongando-se para 88,802 dias a 22°C (Tab. 4) (Fig. 7).

Tanto para ovos, larvas, como para pupas, conforme o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, houve diferença significativa entre todas as temperaturas.

Estudando o ciclo total, WILSON & MINNER (1969) constataram que a temperatura ótima para o desenvolvimento de ovo a adulto é 32,2°C, com uma média de desenvolvimento de  $45,6 \pm 0,65$  dias. Um fator que pode ter levado a maior duração do ciclo pode ter sido a manipulação realizada quando na verificação dos instares larvais, agindo como fator estressante. Em contrapartida, a 21, 1°C os autores obtiveram um período de 86,6 dias para o ciclo total, com percentagem de sobrevivência de 40%, resultados muito próximos ao deste trabalho. RUEDA & AXTELL (1996) encontraram resultados mais aproximados aos deste trabalho, ou seja, a 25°C, observaram um período médio de 59,94 dias. Em temperaturas maiores encontraram períodos mais elevados (28,74 dias a 35°C e 30,65 a 38°C - oviposição à fase adulta); concluíram que existem amplas evidências de que altas temperaturas inibem o desenvolvimento deste inseto.

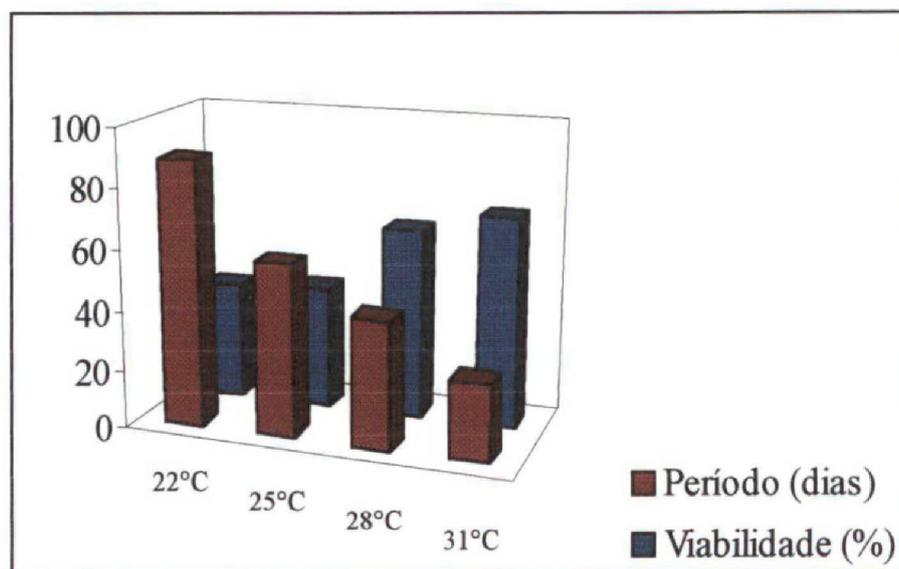
Parte-se portanto da hipótese que ocorra adaptação do inseto ao clima (clima temperado), desenvolvendo-se mais lentamente sob altas temperaturas.

**Tabela. 4.** Período de desenvolvimento e viabilidade do ciclo total (ovo + larva + pupa) de *A. diaperinus* (Panzer, 1797).

Temperatura (°C)	Período (dias) <sup>1</sup>	Viabilidade (%) <sup>2</sup>
22	88,80	39,18
25	57,57	40,88
28	42,51	63,79
31	25,65	70,20

<sup>1</sup>Soma das médias das fases de ovo-larva-pupa.

<sup>2</sup>Baseado na mortalidade acumulada das fases de ovo-larva-pupa.



**Fig 7.** Influência da temperatura no desenvolvimento e viabilidade dos estágios imaturos (ovo + larva + pupa) de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797).

## EXIGÊNCIAS TÉRMICAS

A partir da equação da reta determinou-se o limiar inferior de temperatura ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) para os estágios imaturos de *A. diaperinus* (Tab. 5).

A temperatura base para a fase de ovo foi 17,86 GD, com constante térmica igual a 40,09 GD; o período larval apresentou uma  $K$  de 239,48 GD acima da temperatura base de 19,26°C e para o estágio pupal foi de 59,56 GD acima da  $T_b$  de 16,53°C. O ciclo de ovo a adulto apresentou temperatura basal de 18,85 GD (Figs 8 e 9).

A maior temperatura basal obtida foi para o estágio larval, demonstrando ser esta a fase mais sensível a baixas temperaturas.

Segundo PARRA (1994), uma vez determinado o limiar térmico inferior é possível estimar o ciclo do inseto em uma sala cuja temperatura seja controlada. Desta forma, se a temperatura base da fase de ovo de *A. diaperinus*, foi 17,86°C, ao ser mantido a 31°C o mesmo utilizará por dia 13,14°C até completar os 39,84 GD exigidos para o desenvolvimento embrionário. Este raciocínio também é válido para as outras fases de desenvolvimento e para inimigos naturais.

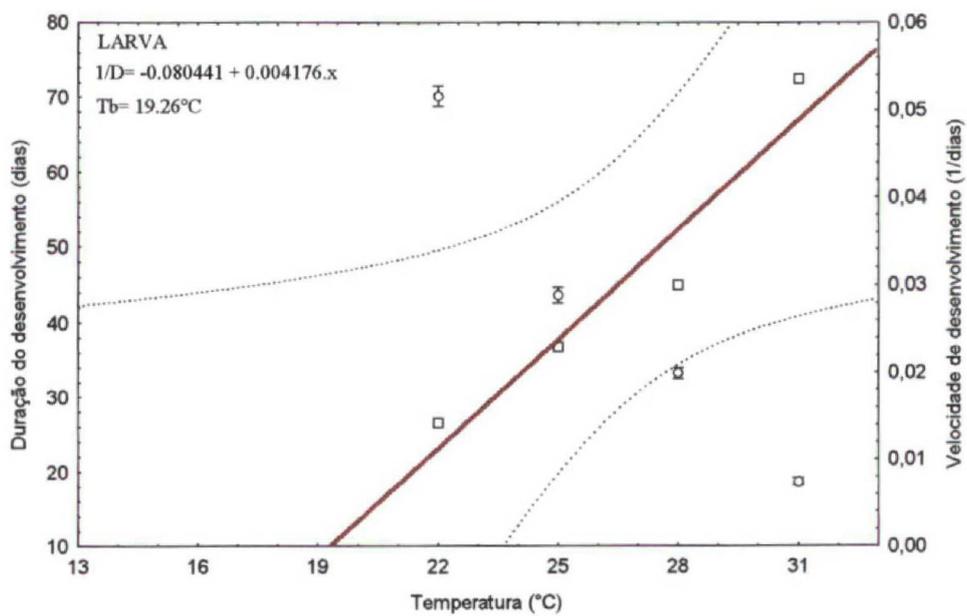
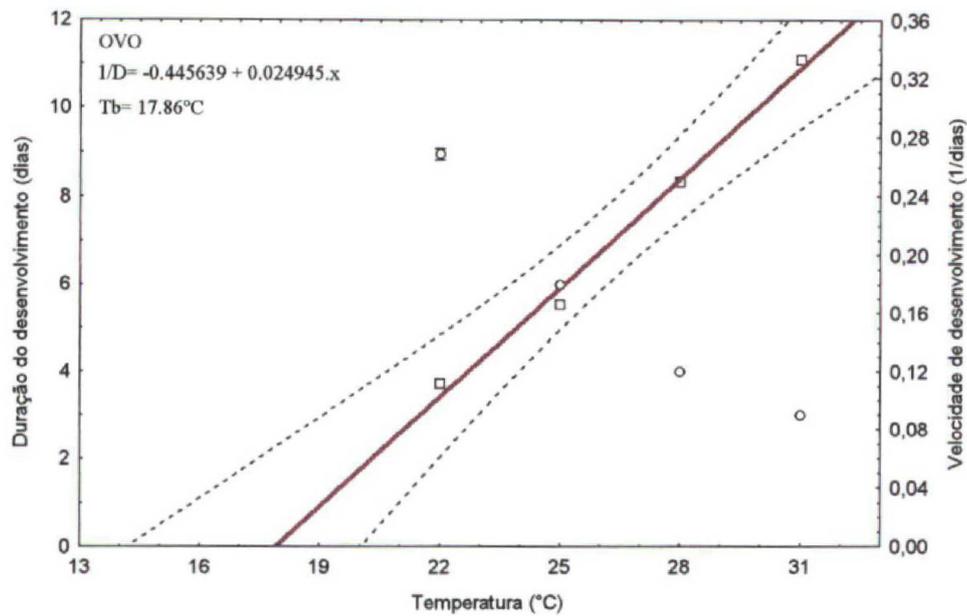
O cálculo das exigências térmicas desta espécie também foi obtido por FRANCISCO (1996), que obteve resultados divergentes, onde a  $T_b$  para o período de ovo à emergência do adulto foi de 5,9°C. Tais diferenças ocorreram provavelmente devido à forma de alimentação das larvas (alimento seco), que levou a uma maior duração no desenvolvimento.

**Tabela. 5.** Temperatura base (Tb) , constante térmica (K), equação da velocidade do desenvolvimento (1/dias) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) para as fases imaturas de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797).

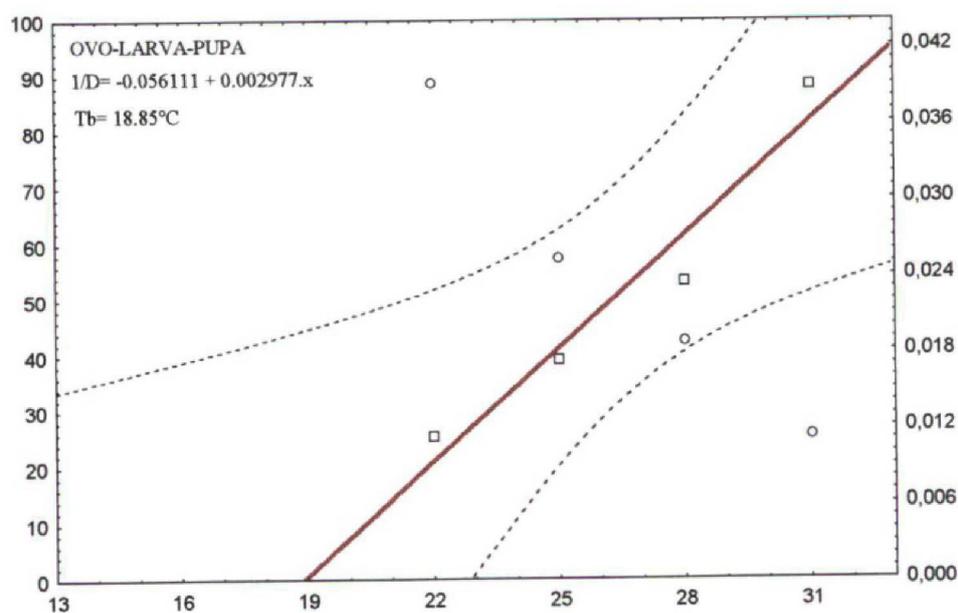
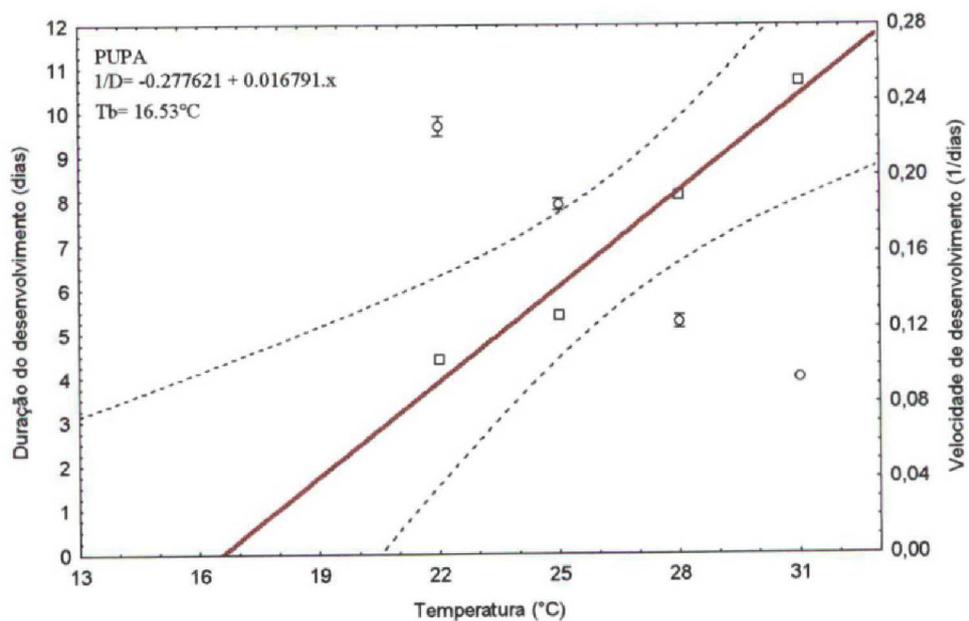
<b>Fases de desenvolvimento</b>	<b>Tb (°C)</b>	<b>K (GD)<sup>1</sup></b>	<b>Equação<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> (%)</b>
Ovo	17,86	40,09	1/D= -0,445639 + 0,024945.T	99,15
Larva	19,26	239,48	1/D= -0,080441 + 0,004176.T	91,67
Pupa	16,53	59,56	1/D= -0,277621 + 0,016791.T	96,68
Ovo+Larva+Pupa	18,85	335,90	1/D= -0,056111 + 0,002977.T	93,85

<sup>1</sup>Graus-dias

<sup>2</sup>D= duração (dias); T= temperatura (°C)



**Fig. 8.** Duração (dias), velocidade de desenvolvimento (1/dias) e temperatura basal ( $T_b$ ) dos estágios de ovo e larva de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797).



**Fig. 9.** Duração (dias), velocidade de desenvolvimento (1/dias) e temperatura basal ( $T_b$ ) de pupas e do ciclo total (ovo + larva + pupa) de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797).

## CONCLUSÕES

### CAPÍTULO I

- ✓ Os artículos antenais do adulto apresentam poros sensoriais na região lateral interna, visíveis somente em microscopia eletrônica de varredura.
- ✓ As mandíbulas dos adultos são assimétricas, principalmente na região da mola, podendo ser uma característica diagnóstica para o gênero ou até para Tribo Alphetobiini.
- ✓ As mandíbulas das larvas também são assimétricas.
- ✓ O dimorfismo sexual é bastante evidente nos últimos segmentos abdominais das pupas.
- ✓ Nos adultos, o dimorfismo sexual é mais pronunciado nos esporões das tíbias médias e posteriores, podendo também ser observado através de leve pressão no abdome do inseto, onde o macho expõe o edeago e a fêmea, o ovipositor.

### CAPÍTULO II

- ✓ A melhor faixa para o desenvolvimento dos estágios imaturos de *A. diaperinus* foi a 31°C, pois apresentou alta viabilidade e curto período de desenvolvimento.
- ✓ Para o sucesso na criação destes insetos em condições de laboratório, se faz necessário, além da umidade no interior da câmara climática, o umedecimento do substrato em que o inseto está sendo criado.
- ✓ A viabilidade dos ovos é a mesma nas temperaturas de 28°C e 31°C, com períodos de incubação muito próximos (4,0 e 3,0 dias, respectivamente).
- ✓ O estágio larval apresentou maior sobrevivência a 28°C, com 96,66%.
- ✓ O estágio larval é o que mais sofre com a baixa umidade, sendo também o mais sensível a baixas temperaturas ( $T_b=19,26^\circ\text{C}$ ).
- ✓ O estágio pupal foi o que apresentou menor temperatura basal (16,5°C), o que indica que esta fase de desenvolvimento é mais tolerante a baixas temperaturas.
- ✓ As temperaturas, nas faixas e intervalos estudados, influíram significativamente nos períodos de desenvolvimento de ovos, larvas e pupas de *Alphetobius diaperinus*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Com a morfologia externa completa e detalhada de *Alphitobius diaperinus*, torna-se fácil a diferenciação entre os demais coleópteros que ocorrem em granjas.
  
- ✓ As granjas da região Metropolitana de Curitiba, bem como outras regiões criadoras de frangos como São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, têm enfrentado diversos problemas devido à superpopulação de *A. diaperinus*.
  
- ✓ Através do conhecimento do ciclo de *A. diaperinus* em laboratório e de sua temperatura basal, torna-se possível a previsão de produção de ovos, larvas e pupas, que na prática podem ser utilizados para produção massal, intercâmbio e até armazenamento deste inseto para programas de controle biológico.
  
- ✓ No Brasil ainda não existem estudos para o controle biológico destes insetos, porém nos Estados Unidos alguns trabalhos têm sido desenvolvidos, principalmente utilizando *Beauveria bassiana*, como alternativa para controle, já que o microclima das granjas favorece o crescimento de fungos.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARENDS, J.J. 1987. Control, management of the litter beetle. **Poult. Dig.**: 172-176.
- ARMITAGE, D.M. 1986. Population changes of four species of insects (Col. & Dipt.) in three deep pit poultry houses. **Entomol. Monthly Magazine** 122(27): 75-77.
- BARKE, H.E. & R. DAVIS. 1967. Sexual dimorphism in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (PANZ.) (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. Georgia Entomol. Soc.** 2(4): 119-121.
- BOOTH, R.G.; M.L. COX & R.B. MADGE. 1990. **IIE Guides to insects of importance to man**. 3. Coleoptera. International Institute of Entomology, Londres, UK. 384p.
- BLACKWELDER, R.E. 1944. **Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America the west indies, and South America**. United States Government Printing Office. Washington, D.C. 1492p.
- BRUNO, T.V.; J.H. GUIMARÃES; A.M.M. DOS-SANTOS & E.C. TUCCI. 1993. Moscas sinantrópicas (Diptera) e seus predadores que se criam em esterco de aves poedeiras confinadas, no Estado de São Paulo, Brasil. **Revta bras. Ent.** 37 (3): 577-590.
- CARTER, G.R. 1988. **Fundamentos de bacteriologia e micologia veterinária**. Roca: São Paulo, 249p.
- CRAWFORD, P.J.; W.M. BROOKS & J.J. ARENDS. 1998. Efficacy of field-isolated strains of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) as microbial control agents of the lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. Econ. Entomol.** 91(6): 1295-1301.

- DASS, R.; A.V.N. PAUL & R.A. AGARWAL. 1984. Feeding potential and biology of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panz.) (Col., Tenebrionidae), preying on *Corcyra cephalonica* St. (Lep., Pyralidae). **J. Appl. Entomol.** 98: 444-447.
- DE LAS CASAS, E.; HAREIN, P.K.; DESHMUKH, D.R. & POMEROY, B.S. 1973. The relationship between the lesser Mealworm and avian viruses. 1. Reovirus 24. **Environ. Entomol.** 2: 1043-1047.
- DESPINS, J.L.; E.C. TURNER JR. e P.R. RUSZLER. 1987. Construction profiles of high rise caged layer houses in association with insulation damage caused by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* in Virginia. **Poult. Sci.** 66 (2): 243-250.
- DESPINS, J.L. 1989. Effects of poultry manure moisture and poultry houses construction materials on movements of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), a structural insect pest in high rise caged layer houses. **Poult. Sci.** 68: 1326-1331.
- DESPINS, J. L. & R. C. AXTELL. 1994. Feeding behavior and growth of turkey poult fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poult. Sci.** 73: 1526-1533.
- DOYEN, J.T. 1989. Reconstitution of Coelometopini, Tenebrionini and related tribes of America North of Colombia (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. New York Entomol. Soc.** 97(3):277-304.
- EIDSON, C.S.; S.C. SCHMITTLE; J.B. LAL & R. B.GOODE. 1965. The role of darkling beetle, *Alphitobius diaperinus* in transmission of acute leucosis in chickens. **Poult. Sci.** 44: 1366-1367.
- EDWARDS, J.P. & L. ABRAHAM. 1985. Laboratory evaluation of two insect juvenile hormone analogues against *Alphitobius diaperinus*. **J. Stored Prod. Res.** 21(4): 189-194.

- FRANCISCO, O. 1996. *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) associado a esterco em granjas de aves poedeiras: fenologia, estrutura etária e parasitismo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 116p.
- GEDEN, C.J.; R.C. AXTELL & W.M. BROOKS. 1985. Susceptibility of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* to the entomogenous nematodes *Steinernema feltiae*, *S. glaseri* (Steinernematidae) and *Heterorhabditis heliothidis* (Heterorhabditidae). **J. Entomol. Sci.** 20 (3): 331-339.
- GEDEN, C.J.; J.J. ARENDS; D.A. RUTZ & D.C. STEINKRAUS. 1998. Laboratory evaluation of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) against the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), in poultry litter, soil, and a pupal trap. **Biol. Control** 13 (2): 71-77.
- GREEN, M. 1980. *Alphitobius viator* MULSANT & GODART in stored products and its identification (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. Stored Prod. Res.** 16: 67-70.
- HADDAD, M.L. & J.R.P. PARRA. 1984. Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos. Fund. de Estudos Luiz de Queiróz (Boletim da Série de Agricultura e Desenvolvimento), Piracicaba, SP. 12p.
- HARRIS, F. 1966. Observations on the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **J. Georgia. Entomol. Soc.** 1: 17-18.
- HEWLETT, P.S. 1958. Secondary sexual characters in *Alphitobius laevigatus* (F.) and *A. diaperinus* (Panz.) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Entomol. Mon. Mag.** 94: 104.
- HULLEY, P.E. & PFLEIDERER, M. 1988. The coleoptera in poultry manure – potential predators of the house flies, *Musca domestica* Linnaeus (Diptera: Muscidae). **J. Entomol. Soc. Sth. Afr.** 51 (1): 17-29.

- LESCHEN, R.A.B. & C.D. STEELMAN. 1988. *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) larva and adult mouthparts. **Ent. News** 99 (4): 221-224.
- LOMÔNACO, C. & A.P. PRADO. 1994. Estrutura comunitária e dinâmica populacional da fauna de dípteros e seus inimigos naturais em granjas avícolas. **An. Soc. Entomol. Brasil** 23(1): 71-80.
- MARINONI, R.C. e L.M. ALMEIDA. 1983. Sobre a venação alar em Coccinellidae e Cerambycidae (Coleoptera). **Revta bras. Ent.** 27 (3/4): 267-275.
- MATIAS, R.S. 1992. Controle de *Alphitobius diaperinus* em piso e cama de aviários. **Pesq. Agrop. bras.** 27 (1): 205-207.
- MATIAS, R.S. 1995. Cascudinho. Portador de vários patógenos, o Cascudinho tem apresentado um sério problema às aves. **Zeneca Saúde Pública. Circular Técnica.** 2p.
- PACHECO, I.A. & D.C. PAULA. 1995. **Insetos de grãos armazenados - identificação e biologia.** Fundação Cargill, Campinas, SP. 229p.
- PARRA, J.R.P. 1994. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** 2 ed. Piracicaba: ESALQ, 196p.
- PREISS, F.J. & J.A. DAVIDSON. 1970. Caracteres for separating late-stage larvae, pupae, and adults of *Alphitobius diaperinus* and *A. laevigatus* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Ann. Entomol. Soc. Amer.** 63 (3): 807-808.
- PROPP, G.D. & P.B. MORGAN. 1985. Mortality of eggs and first-stage of the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) in poultry manure. **J. Kansas Entomol. Soc.** 58 (3): 442-447.

- REIS, J. & P. NÓBREGA. 1980. **Tratado de doenças das aves**. Vol. III. Ed. Melhoramentos, 428p.
- RUEDA, L.M. & R.C. AXTELL. 1996. Temperature-dependent development and survival of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*. **Medical and Veterinary Entomology**. 10 (1): 80-86, 26 ref.
- SAFRIT, R.D. & R.C. AXTELL. 1984. Evaluations of sampling methods for darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) in the litter of turkey and broiler houses. **Poult. Sci.** 63: 2368-2375.
- SIMCO, J.S.; R. EVERETT & J.L. LANCASTER 1967. Preliminary studies on control of lesser mealworm in broiler houses. **Ark. Farm. Res.** 15 (6): 8 p.
- SPILMAN, T.J. 1991. Darkling beetles (Tenebrionidae, Coleoptera) In: **Insect and mite pests in food. An illustrated key**. Vol. 1. United States Government Printing Office. Washington, D.C., cap. 11. 310 p.
- STEELMAN, D. 1996. Darkling beetles are costly pests. **Poultry Digest**. p. 22-23.
- STEINKRAUS, D.C. & A. CROSS. 1993. Description and life history of *Acarophenax mahunkai*, new specie (Acari, Tarsonemia: Acarophenacidae) na egg parasite of lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). **Ann. Entomol. Soc. Amer.** 86 (3): 239-249.
- VAUGHAN, J.A.; E.C. TURNER JR & , P.L. RUSZLER. 1984. Infestation and damage of poultry house insulation by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*. **Poult. Sci.** 63 (6): 1094-1100.
- VAIDYA, K.A. & TEMBE, V.B. 1957. The internal anatomy of *Alphitobius diaperinus*. **J. Univ. Bombay.** 25 (5): 41-57.

- VERGARA, C.C.; R.B. GAZANI. 1996. Biología de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Rev. Per. Ent.** 39: 1-5.
- VICTOR, J.R. & P.S. OGONOR. 1987. Humidity reactions in two species of tenebrionid beetles infesting poultry and food storage houses in Nigeria. **Revue Zool. afr.** 101: 423-430.
- VORIS, J.C.; J.A. MEYER; R. PFOST & R. WOODBURY. 1994. Temperature affects lesser mealworm populations in turkey brooder houses. **California Agriculture.** 48 (2): 4p.
- WALLACE, M.M.H.; R.G. WINKS & J. VOESTERMANS. 1985. The use of a beetle, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) for the biological control of poultry dung in high- rise layer houses. **J. Australian Inst. Agric. Science.** 51 (3): 214-219.
- WEBSTER, J. 1980. **Introduction to fungi.** Second Edition. Cambridge University Press: London, 669p.
- WILSON, T.H. & F.D. MINNER. 1969. Influence of temperature on development of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. Kansas Entomol. Soc.** 42: 294-303.