



COMPORTAMENTO DE PREDACÃO DE *DELTOCHILUM (AGANHYBOMA) CUPREICOLLE VIRIDESCENS* MARTÍNEZ, 1948 (INSECTA: COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) SOBRE MIRIÁPODOS DA FAMÍLIA SPIROBOLIDAE (DIPLOPODA: SPIROBOLIDA)

F. A. B. Silva^{1 2}

T. Vidaurre¹; F. Z. Vaz - de - Mello³; J. N. C. Louzada¹

1Laboratório de Ecologia Comportamental de Insetos, Departamento de Biologia, Setor de Ecologia, Universidade Federal de Lavras, CEP 37200 - 000, Lavras - MG, Brasil. 2Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras. 3Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso.fernandoabsilva@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Os besouros da subfamília Scarabaeinae são detritívoros e utilizam principalmente fezes de grandes herbívoros, carcaças e frutos em decomposição para sua alimentação e nidificação (Halffter & Matthews, 1966). Segundo esses autores, a coprofagia era o hábito alimentar primitivo dos escarabeíneos. Com a extinção dos grandes mamíferos existentes na região neotropical durante o Pleistoceno, houve um incremento na diversidade da dieta desses insetos. Novas estratégias de alimentação foram adotadas possivelmente em resposta à competição pelo recurso alimentar que se tornou mais escasso (Halffter, 1991). Podemos encontrar o resultado dessa diversificação em vários ecossistemas, sendo verificados outros tipos de dieta além da coprofagia, como por exemplo: necrofagia, micetofagia, carpofagia e predação (Halffter & Matthews, 1966; Hanski & Camberfort, 1991; Halffter, 1991).

Os escarabeíneos adultos apresentam adaptações morfológicas nas peças bucais que possibilitam explorar um recurso de consistência pastosa, de modo a limitar também o tamanho das partículas que são ingeridas (Halffter & Matthews, 1966; Hata & Edmonds, 1983). Contudo, outras adaptações podem ser encontradas em diferentes partes do corpo, como cabeça (clípeo) e tíbias (dentes), que auxiliam esses besouros a trabalhar e modificar o alimento antes dele ser ingerido, aumentando assim as opções de recurso alimentar.

O gênero *Deltochilum* Eschscholtz, 1822 (Scarabaeidae: Scarabaeinae) é quase exclusivamente neotropical, e compreende cerca de 80 espécies (Vaz - de - Mello, 2000). A maioria das espécies que compõe o grupo apresenta preferência por carcaça na sua alimentação, embora outros tipos de recurso possam ser utilizados. Atualmente, os dados publicados apontam o hábito predador para espécies de dois grupos do gênero, que são: uma espécie descrita do

subgênero *Aganhyboma* e algumas espécies do subgênero *Deltohyboma* que compõem o grupo “*valgum*” (Pereira & Martínez, 1956; Cano, 1998; Larsen *et al.*, 009).

Embora alguns relatos possam ser encontrados na literatura com relação ao comportamento de predação de diplópodes por escarabeíneos do gênero *Deltochilum*, a maioria desses estudos consistem em dados de observações de campo ou estudos com espécies do grupo “*valgum*” (subgênero *Deltohyboma*), . Contudo, nenhum estudo do comportamento de predação foi realizado ainda com espécies do subgênero *Aganhyboma*.

Apresentamos aqui dados do primeiro estudo em laboratório do comportamento alimentar de uma espécie representante do subgênero *Aganhyboma*, bem como examinamos e discutimos algumas variáveis utilizadas nesse estudo. Trabalhamos com a hipótese inicial de que o comportamento da espécie analisada nesse estudo deva apresentar variações significativas dos resultados observados em estudos anteriores para espécies do grupo “*valgum*” por tratar - se de espécies pertencentes a subgêneros diferentes. Caso o comportamento da espécie analisada não apresente variações importantes em relação às espécies do grupo “*valgum*”, isso poderá configurar um caso provável de convergência evolutiva.

OBJETIVOS

O Objetivo desse trabalho é apresentar dados do primeiro estudo em laboratório do comportamento alimentar de uma espécie representante do subgênero *Aganhyboma*, bem como examinar e discutir algumas variáveis utilizadas nesse estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do estudo e metodologia de campo:

Os adultos de *Deltochilum cupreicolle viridescens* Martínez, 1948 foram coletados na Estação Ecológica de Itirapina, no município de Itirapina, estado de São Paulo. O local da coleta tinha fitofisionomia de campo sujo, e localização geográfica 22°13'S; 47°54'W, a 731m de altitude. A coleta foi realizada entre os dias 28 e 30 de Janeiro de 2009. Para coleta dos espécimes foram dispostos 15 *pitfalls* em transecto, intercalados por uma distância de 50 metros. Diplópodos injuriados da família Spirobolidae foram utilizados como isca para captura dos besouros.

Criação em laboratório:

Os espécimes foram levados ao Laboratório de Ecologia Comportamental de Insetos do Setor de Ecologia e Conservação, Departamento de Biologia, UFLA-MG. Os besouros foram separados em casais e acondicionados em recipientes plásticos de 10 cm de diâmetro e 10 cm de altura. Foi disposta no fundo do recipiente uma camada de 5 cm de solo retirado do próprio local onde os besouros foram coletados. As fêmeas que não apresentavam machos correspondentes para formar casais foram individualizadas nesses recipientes para serem utilizadas como repositório em caso de morte de alguma fêmea dos casais pré - estabelecidos. Em cada recipiente foram colocados dois diplópodes vivos a cada dois dias para alimentação dos escarabeíneos.

Estudo do comportamento alimentar:

As etapas da predação foram divididas da seguinte forma: 1 - aproximação e reconhecimento do diplópode; 2 - ataque; 3 - alimentação no local; 4 - transporte do diplópode; 5 - tentativa de enterrio da presa.

As observações do comportamento de predação foram realizadas em "arenas" de 35 cm x 25 cm x 8 cm. No interior da arena foram colocados diplópodes vivos e indivíduos de *D. c. viridescens*. Para estudar as variáveis relacionadas ao comportamento de predação realizamos as seguintes combinações: casal x diplópode; macho x diplópode; fêmea x diplópode.

Foram realizadas observações diárias entre 7:00 e 17:00 horas, a cada 30 minutos "scans", com amostragens instantâneas, durante 6 dias. Se o início de um ataque era verificado a observação era continuada até o fim. Nos casos em que observávamos um ataque em um estágio mais adiantado fazíamos anotações e filmagens de algumas etapas para ajudar a interpretar e corroborar os padrões observados. Foi utilizado um cronômetro para medir o intervalo de tempo entre algumas etapas do comportamento. Essas etapas foram tabuladas e o tempo de sua duração em cada experimento foi registrado em um etograma. Para estas fases foram obtidas medianas, bem como medidas de dispersão dos dados. Uma vez que muitos dados de comportamento não apresentam os requisitos necessários para serem tratados em análises paramétricas, optamos por trabalhar com mediana no lugar da média como medida de tendência central. Foram realizadas correlações de Sperman para verificar uma possível relação entre as variáveis: tamanho dos diplópodes x seu tempo de morte pelos besouros; relação tamanho dos diplópodes/tamanho dos besouros x tempo de morte dos diplópodes.

As várias etapas do comportamento foram filmadas com auxílio de uma câmera Sony Handycam DCR - DVD108 NTSC. Os vídeos foram posteriormente analisados para detectar possíveis detalhes não verificados em observações anteriores.

RESULTADOS

Foram coletados 15 indivíduos (6 machos e 9 fêmeas). Durante 18 experimentos, em um total de 14,43 horas de observações, foram observados, com todas as fases devidamente reportadas, 10 comportamentos bem sucedidos de predação (com 9,81 horas de observações). A primeira etapa de reconhecimento do diplópode é iniciada quando o besouro caminha com a cabeça levantada e as antenas direcionadas para cima com os antenômeros da clava abertos. Esse comportamento de busca olfativa é frequentemente relatado na literatura como etapa inicial de forrageamento e alimentação em Scarabaeinae, evidenciando - se então um comportamento pré - existente para a localização da presa. Em todas as observações feitas o besouro subiu em cima do diplópode, agarrando - o com as pernas médias e posteriores, escalando o corpo da presa até a região do colo com ajuda das pernas anteriores. Ao chegar nesse local o besouro direciona o seu ataque à região ventral do diplópode, próximo às peças bucais. Segundo as informações contidas em Cano (1998), indivíduos de uma espécie do grupo "valgum" (*Deltochilum valgum acropyge*) aparentemente direcionam seu ataque à região dorsal entre os anéis dos segmentos do corpo do diplópode, embora mais informações sejam necessárias para corroborar esse padrão nessa espécie.

Com as pernas médias e posteriores o besouro abraça o corpo do diplópode e com as anteriores tenta ferir a cutícula do mesmo. Nesse momento o esporão da tíbia anterior é utilizado para abrir um ferimento, enquanto os dentes da tíbia são utilizados para alargar o ferimento feito com o esporão. Outra estrutura morfológica do besouro que participa bastante desta etapa é a cabeça, mais especificamente a região do clipeo. Assim que uma ferida é aberta o besouro introduz o clipeo dentro da mesma, e faz com a cabeça um movimento análogo a uma alavanca, impulsionando a cabeça do diplópode para sua frente, o que amplia o ferimento. Após repetir esse ataque várias vezes o besouro finalmente decapita o diplópode. Nossos resultados podem ser comparados com o estudo desenvolvido por Larsen *et al.*, (2009). Os autores estudaram o grau de especialização de indivíduos identificados como *Deltochilum valgum* em predação milípedes, bem como as adaptações morfológicas que auxiliam nesse comportamento, abordando também aspectos evolutivos relacionados a esse hábito alimentar.

É importante ressaltar que o diplópode apresenta alguns mecanismos de defesa que tentam frustrar o ataque por parte do escarabeíneo. No primeiro desses mecanismos a presa tenta defender - se girando seu corpo com movimentos helicoidais em torno de seu próprio eixo; outras opções são chicotear seu corpo no solo, enrolá - lo em espiral, ou, no caso de diplópodes grandes, agarrar o besouro com a parte posterior do corpo formando figura semelhante ao número 6. Isso faz com que muitas vezes o besouro se desprenda da

presa e caia. Outro mecanismo de defesa consiste na liberação pelo diplópode de uma substância líquida amarela, de odor forte, que parece diminuir a ação do besouro momentaneamente. Com isso, o besouro se afasta temporariamente do diplópode e inicia um comportamento de limpeza das antenas e peças bucais, através de friccionamento das tíbias anteriores. Vários compostos químicos defensivos são liberados pelo corpo de inúmeros insetos, aracnídeos, e diplópodes das ordens Spirostreptida, Spirobolida, e Julida (Blum, 1981; Huth, 2000). Os diplópodes dessas ordens apresentam como principais componentes da secreção defensiva 2 - metil - 1,4 - benzoquinona (toluquinona) e 2 - metoxi - 3 - metil - 1,4 - benzoquinona (Schmitt *et al.*, 004).

O tempo de duração da etapa de ataque do besouro ao diplópode foi em mediana 37,5 minutos, contudo esse tempo pode variar entre 12,5 e 280 minutos. Nos experimentos com milípedes que não apresentavam a epiderme do corpo ainda muito esclerotizada a morte da presa foi mais rápida. Não foi verificada uma correlação significativa entre os dados de tamanho do diplópode e seu tempo de morte ($r = 0,37$; $p = 0,28$), assim como na relação tamanho do diplópode/tamanho do besouro e tempo de morte ($r = 0,54$; $p = 0,16$), embora em alguns diplópodes maiores que 6 cm o tempo de morte tenha sido bem mais alto. Em *D. c. viridescens* a variação no tamanho dos indivíduos da população estudada é muito pequena, embora as fêmeas geralmente sejam um pouco maiores que os machos.

Após a decapitação do diplópode é iniciado um pequeno período de alimentação no local, quando o besouro ingere um pouco do conteúdo do interior do corpo do milípede. Após esse período ocorre o transporte da presa. Com as duas pernas posteriores o besouro agarra o corpo do diplópode, passando a tíbia em volta do corpo do mesmo, segurando - o junto ao pigídio. Com as outras pernas o besouro caminha para frente pelo solo, arrastando consigo a presa, até encontrar um local adequado para se alimentar com calma ou enterrá - lo. A forma de *D. valgum* transportar o diplópode apresenta uma variação bem importante da descrita no presente trabalho para *D. c. viridescens*. Os indivíduos de *D. valgum* abraçam o corpo do diplópode com a tíbia e o fêmur esquerdo, utilizando apenas uma das pernas posteriores para segurá - lo (Larsen *et al.*, 009) Isso provavelmente está relacionado ao fato de *D. valgum* apresentar uma curvatura brusca no meio da tíbia posterior, que possibilita seu funcionamento como "gancho". Por outro lado, este fato não sustenta a idéia de independência entre os comportamentos de predação devido à existência de espécies de *Aganhyboma* com a mesma característica tibial de *D. valgum*, também predadoras (F.A.B. Silva, dados inéditos).

Muitas carcaças de diplópodes foram encontradas na superfície do solo das arenas. Nos casos em que foram encontrados restos de diplópodes enterrados, estavam a pouca profundidade da superfície do solo, entre 1,5 e 3 cm. O fato da maioria das carcaças dos diplópodes serem encontradas na superfície ou enterradas a pouca profundidade sugere que grande parte do comportamento alimentar de indivíduos dessa espécie ocorre próximo a superfície do solo, o que pode ser observado também na maioria das outras espécies da tribo Canthonini que apresentam comporta-

mento de alocações de recurso do tipo "rodador". Contudo, a forma de transporte do recurso alimentar descrita mais acima para indivíduos de *D. c. viridescens* difere das espécies rodadoras típicas principalmente pelo fato do recurso alimentar nesse caso ser agarrado e arrastado durante o transporte, ao invés de ser rolado.

O período do dia em que se observou durante o experimento maior atividade por parte dos indivíduos de *D. c. viridescens* foi entre as 13:00 e 15:00 horas, o que pode estar relacionado com o período mais quente do dia, uma vez que a temperatura do ambiente é um fator extremamente importante para a atividade de muitos insetos. Em nenhum momento no período do estudo foi observado comportamento de cópula ou confecção de bolas - ninho por parte dos indivíduos ou mesmo comportamento de colaboração entre macho e fêmea na predação do diplópode. Contudo, estudos paralelos estão sendo desenvolvidos para tentar elucidar esses e outros aspectos reprodutivos de indivíduos dessa espécie e de outras aparentadas.

CONCLUSÃO

Nenhum estudo detalhado sobre o comportamento de espécies do subgênero *Aganhyboma* existia na literatura. Outros estudos também estão sendo realizados por nós para verificar o comportamento de predação em outras espécies desse grupo, bem como em espécies do subgênero *Deltohyboma* pertencentes ao grupo "*valgum*". O fato de várias estruturas morfológicas e comportamentais raras em *Deltochilum* serem semelhantes dentro desses grupos, que estão atualmente em subgêneros diferentes, está sendo investigado. Isso poderá nos revelar se essas semelhanças são meras convergências evolutivas que apareceram de forma independente na história dos grupos, ou se são resultado de uma história evolutiva comum.

(Agradecemos à CAPES pela bolsa de Doutorado de Fernando Silva; ao CNPq pela bolsa de Mestrado de Tito Vidaurre; e ao pessoal da Estação Ecológica de Itirapina pelo apoio e permissão de acesso as áreas de coleta, e ao IBAMA [SISBIO 16823 - 1]) .

REFERÊNCIAS

- Blum, M.S. *Chemical Defenses of Arthropods*. Academic Press, New York, 1981, 562 p.
- Cano, E.B. *Deltochilum valgum acropyge* Bates (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): Habits and Distribution. *The Coleopterists Bulletin*, 52 (2): 174-178, 1998.
- Forgie, S.A., Grebennikov, V.V., Scholtz, C.H. Revision of *Sceliages* Westwood, a milliped - eating genus of southern African dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Invertebrate Systematics*, 16: 931-955, 2002.
- Halffter, G., Matthews, E.G. The Natural History of Dung Beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 12-14: 1 - 312, 1966.
- Halffter, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaei-

- dae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 82: 195–238, 1991.
- Hanski, I., Cambefort, Y. Dung beetles ecology. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1991, 481p.
- Hata, K., Edmonds, W.D. Structure and function of the mandibles of adult dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *International Journal of Insect Morphology & Embryology*, 12: 1–12, 1983.
- Howden, H.F., Young, O.P. Panamanian Scarabaeinae Taxonomy, Distribution, and Habits. *Contributions of the American Entomological Institute*, 18: 1 - 204, 1981.
- Huth, A. Defensive secretions of millipedes: More than just a product of melting point decrease? *Fragm. Faun.* 43 (Suppl.): 191–200, 2000.
- Krell, F.T. Southern African dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) attracted by defensive secretions of Diplopoda. *Afr. Ent.* 7: 287–288, 1999.
- Krell, F. - T., Schmitt, T., Linsenmair, K.E. Diplopod defensive secretions as attractants for necrophagous scarab beetles (Insecta, Coleoptera: Scarabaeidae). *Ent. Scand. Suppl.* 51: 281–285, 1997.
- Larsen, T.H.; Lopera, A.; Forsyth, A.; Génier, F. From coprophagy to predation: a dung beetle that kills millipedes. *Biology Letters*, 1 - 4, 2008.
- Pereira, F.S.; Martínez, A. Os gêneros de Canthonini americanos (Col. Scarabaeidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 6: 91-192, 1956.
- Schmitt, T.; Krell, F. - T.; Linsenmair, K.E. Quinone mixture as attractant for necrophagous dung beetles specialized on dead millipedes. *Journal of Chemical Ecology*, 30 (4): 731-740, 2004.
- Silveira, F.A.O.; Vaz - de - Mello, F.Z.; Fernandes, G.W.; Santos, J.C.; Viana, L.R.; Falqueto, S.A. Predation on *Atta laevigata* (Smith 1858) (Formicidae Attini) by *Canthon virens* (Mannerheim 1829) (Coleoptera Scarabaeidae) *Tropical Zoology*, 19 (1): 1 - 7, 2006.
- Vaz - de - Mello, F.Z. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae S. STR. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: MARTIN PIERA, F.; MORRONE, J.J.; MELIC, A. (Eds). *Hacia un Proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES - 2000*, m3m - Monografias Tercer Milenio, Zaragoza: SEA, 183 - 195, 2000.