

TOXICIDADE DE INSETICIDAS CICLODIENOS E AÇÃO SOBRE O CONSUMO DE OXIGÊNIO DE *Atta sexdens rubropilosa* FOREL, 1908 (HYMENOPTERA-FORMICIDAE)¹

M.J.A. HEBLING BERALDO²

G.C. DE BATISTA³

ABSTRACT

Toxicity of cyclodiene insecticides and action on oxygen consumption in *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera-Formicidae)

The LD₅₀ values of four cyclodiene insecticides to leaf cutting ant workers *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 were determined through a topical application technique. The values found (µg/ant) were: aldrin, .0306, dieldrin .0252, heptachlor .0244 and endosulfan 2.373, all insecticides being considered highly toxic except endosulfan which was moderately toxic.

The workers topically treated with these insecticides have showed a high increase in oxygen consumption as compared to controls (treated with acetone alone) and normal insects. The period before the maximum point of oxygen consumption (latency time) varied according to the insecticide studied.

INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras são consideradas pragas importantes da agricultura no Brasil e por este motivo têm sido bastante estudado o seu controle químico no campo. Contudo, estudos de laboratório sobre a ação de inseticidas nesses insetos são raros, podendo ser citados, o trabalho de CHERRET & SIMS (1969) que determinaram a toxicidade de inseticidas como produtos comerciais (isças granuladas a base de aldrin + dieldrin e de dodecacloro), por ingestão, para a formiga cortadeira *Acromyrmex octospinosus* (Reich, 1893) e HEBLING BERALDO & BATISTA (1979), que determinaram a toxicidade de inseticidas ciclodienos, por aplicação tópica, para *Atta laevigata* (F. Smith, 1858).

Apesar do largo uso de inseticidas organoclorados no combate a

Recebido em 06/09/1979.

¹Trabalho realizado com auxílio da FAPESP.

²Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP. 13.500 - Rio Claro, SP.

³Departamento de Entomologia, ESALQ - USP. 13.500 - Piracicaba, SP.

insetos, não está ainda devidamente esclarecido o modo de ação desses compostos no organismo desses animais. As evidências indicam que exercem sua ação tóxica no sistema nervoso, mas de acordo com NELSON (1975), restaria saber se a ação primária, "in vivo", envolve a condução de impulso nervoso ou a produção de energia necessária para gerar potenciais de ação nos axônios, envolvendo portanto uma ação no metabolismo energético.

Segundo HARVEY & BROWN (1950), o consumo de oxigênio é uma expressão quantitativa da atividade fisiológica total de um inseto intato, podendo portanto ser usado como expressão quantitativa do efeito fisiológico de um inseticida no organismo desse inseto.

Dessa maneira, o efeito de inseticidas organoclorados sobre o consumo de oxigênio de insetos tem sido estudado por vários autores, como: LUDWIG (1946) que estudou a ação do DDT sobre o metabolismo respiratório de larvas de *Popillia japonica* (Newman, 1841); LORD (1949) trabalhando com DDT e análogos sobre a taxa de respiração de *Orizaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758); HARVEY & BROWN (1950) tratando *Blattella germanica* (Linnaeus, 1767) com vários inseticidas, entre os quais alguns ciclodienos; FULLMER & HOSKINS (1951) que estudaram os efeitos do DDT sobre respiração de *Musca domestica* (Linnaeus, 1758); SYROWATKA (1965) aplicando BHC em *M. domestica* e HEBLING BERALDO & BATISTA (1979) que estudaram a ação de inseticidas ciclodienos no consumo de oxigênio de *A. laevigata*.

O presente trabalho teve por objetivos, determinar a toxicidade de, em laboratório, de alguns inseticidas ciclodienos para a formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 e com base nos valores de DL₅₀ determinados, estudar a ação desses compostos no consumo de oxigênio dessas saúvas, como contribuição ao estudo do modo de ação dos inseticidas ciclodienos no organismo dos insetos.

MATERIAL E MÉTODO

As operárias de *A. sexdens rubropilosa* foram coletadas no campo, diretamente de "carreiros" ou de entradas do formigueiro.

Os inseticidas ciclodienos empregados, aldrin, dieldrin, heptacloro e endosulfan, foram diluídos em acetona, em várias concentrações do produto ativo.

Para a determinação da toxicidade, as soluções de inseticidas + acetona foram aplicadas topicamente no pronoto das formigas, previamente anestesiadas com gás carbônico, através de microseringa adaptada a um micrômetro. Paralelamente às aplicações das diversas concentrações de inseticidas, lotes de parcelas testemunhas receberam aplicação de 1 µl de acetona pura.

As saúvas tratadas, em número de 20 para cada repetição (duas repetições) foram colocadas em placa de Petri, contendo algodão embebido em água e mantidas em ambiente de temperatura controlada de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$. As leituras de mortalidade foram efetuadas 24 horas após a instalação dos experimentos e, as mortalidades observadas foram corrigidas pela fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925) com base na mortalidade natural ocorrida nas parcelas testemunhas.

Para cálculo dos valores de DL₅₀, foi traçada a curva de dose-mortalidade pelo método de BLISS (1935) e estes valores foram determinados da equação da reta de regressão obtida para o probito 5, correspondente a 50% de mortalidade.

Para estudar a ação dos inseticidas ciclodienos sobre o consumo de oxigênio, foram selecionadas operárias de saúvas, numa gama de peso de 10 a 20 mg, que foram tratadas topicamente com doses próximas às DL₅₀ determinadas, ou seja, aldrin 0,0306 µg/saúva; dieldrin 0,0252 µg/saúva; heptacloro 0,0244 µg/saúva e endosulfan 2,373 µg/saúva. As medidas de consumo de oxigênio foram realizadas em respirômetro de Warburg, na temperatura de 27°C, durante período total de 8 horas, com intervalos de 30 minutos para cada leitura. Foi determinado também o consumo de oxigênio de saúvas tratadas topicamente com acetona pura (1 µl/inseto) e de saúvas não tratadas durante o mesmo período de tempo, para comparação dos resultados.

RESULTADOS

O Quadro 1 apresenta os valores de DL₅₀, valores de b (inclinação da reta) e os limites de confiança, calculados de acordo com BLISS (1935) para os inseticidas aldrin, dieldrin, heptacloro e endosulfan, aplicados topicamente em operárias de *A. sexdens rubropilosa*. Dos resultados pode-se observar que o inseticida mais tóxico foi o heptacloro, seguido pelo dieldrin, aldrin e finalmente pelo endosulfan (bem menos tóxicos que os demais).

Na Figura 1 estão dispostas, em gráfico, as linhas ld-p (log dose-probita) para os quatro inseticidas estudados.

QUADRO 1 - Toxicidade de inseticidas ciclodienos para operárias de *A. sexdens rubropilosa*, por aplicação tópica.

Inseticida	DL ₅₀ µg/saúva	Intervalo de confiança - 95% µg / saúva	Coefficiente angular
aldrin	0,0306	0,0253 - 0,0370	4,812
dieldrin	0,0252	0,0210 - 0,0303	8,807
heptacloro	0,0244	0,0206 - 0,0290	9,030
endosulfan	2,373	2,152 - 2,617	2,679

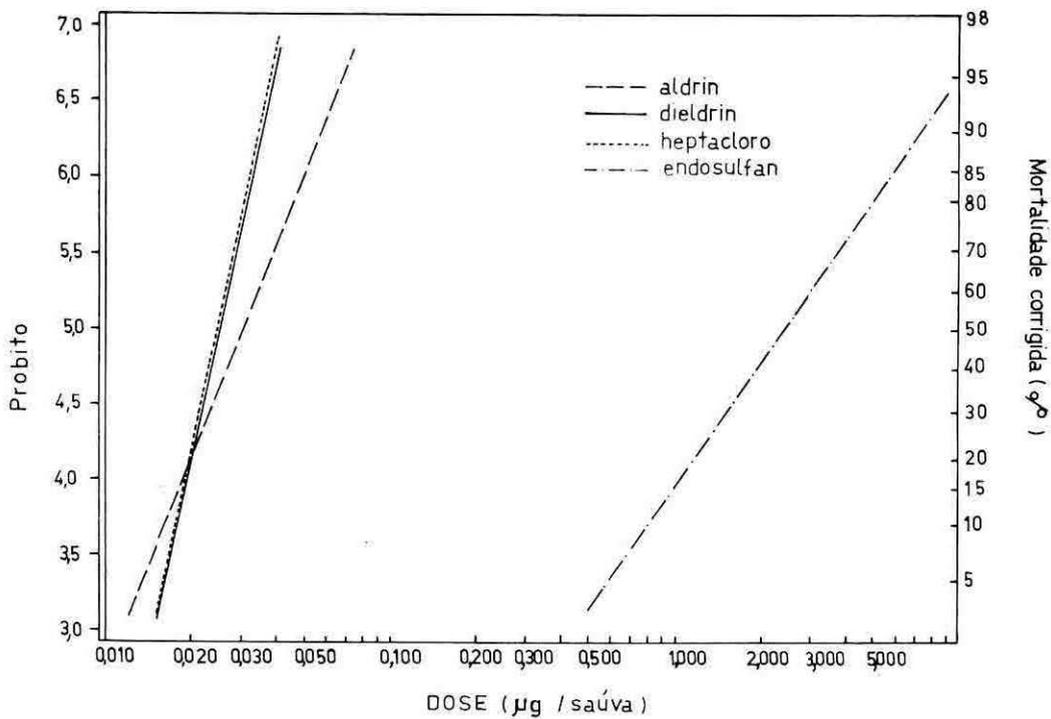


FIGURA 1 - Linhas ld-p dos inseticidas ciclodienos para operárias de *A. sex dens rubropilosa*, tratadas por aplicação tópica.

Os valores de b (inclinação das retas) indicaram uma relativa homogeneidade na resposta aos inseticidas testados, sendo que a maior variabilidade ocorreu com a aplicação de endosulfan, de acordo com critérios adotados por TAHORI *et alii* (1969) para abelhas, de que pequena inclinação da reta (baixo valor de b) indica variação considerável com respeito a tolerância ao inseticida, enquanto que uma inclinação íngreme (alto valor de b) implica numa pequena variação na colônia.

A Figura 2 mostra os gráficos de consumo de oxigênio de *A. sexdens rubropilosa* em condições normais, tratadas topicamente com acetona e com os inseticidas ciclodienos empregados.

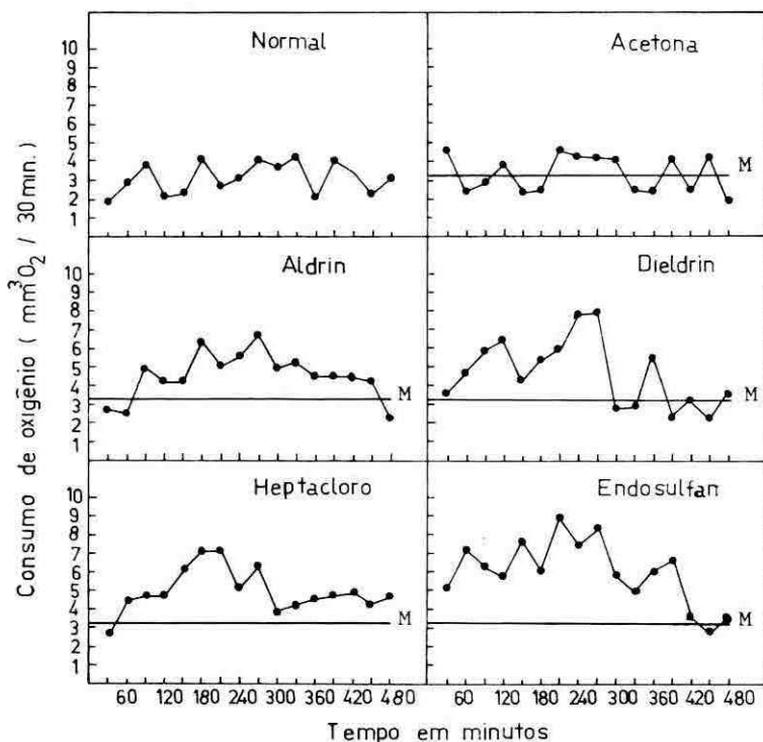


FIGURA 2 - Consumo de oxigênio por operárias de *A. sexdens rubropilosa* em condições normais; tratadas com acetona e com os inseticidas ciclodienos.

Em todos os gráficos de consumo de oxigênio, cada ponto representa a média do consumo de oxigênio de 10 insetos, durante um período de 30 minutos que antecede tal ponto no gráfico.

Analisando-se os resultados, observa-se que os insetos tratados com aldrin e com dieldrin sofreram aumento no consumo de oxigênio, que atingiu um máximo no período entre 150 e 300 minutos, diminuindo a seguir.

O período que antecede ao máximo de aumento no consumo de oxigênio foi denominado por HARVEY & BROWN (1950) de "período de latência do inseticida" e de acordo com esse critério pode-se salientar que esse período foi de 150 minutos para aldrin e dieldrin.

Nos gráficos de consumo de oxigênio, foi acrescentada uma linha M, que representa a média geral de consumo de oxigênio de formigas dessa espécie tratadas com acetona, para melhor visualização da ação dos inseticidas.

Saúvas tratadas com heptacloro apresentaram aumento no consumo de oxigênio no período de 120 a 300 minutos, portanto, com um tempo de latência de 120 minutos, enquanto que nas tratadas com endosulfan, o aumento do consumo de oxigênio, ocorreu desde o início do experimento até 390 minutos, quando comparados com o consumo de oxigênio de saúvas tratadas com acetona.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

De acordo com os padrões estabelecidos por ANDERSON & ATKINS (1968), em trabalho realizado com abelhas, os valores de DL₅₀ encontrados no presente trabalho, permitem enquadrar os inseticidas aldrin, dieldrin e heptacloro como altamente tóxicos para operárias de *A. sexdens rubropilosa* (DL₅₀ entre 0,001 e 1,99 µg/inseto) e o endosulfan como moderadamente tóxico (DL₅₀ entre 2,0 e 10,95 µg/inseto). Esses resultados coincidem com os relatados por ATKINS & ANDERSON (1967) para abelhas e, aproximadamente com os resultados obtidos por HEBLING BERALDO & BATISTA (1979) para a espécie de saúva *A. laevigata*, onde também o endosulfan foi considerado altamente tóxico.

Comparando-se, interespecificamente, os resultados obtidos pelos referidos autores com os calculados no presente trabalho, observou-se que a espécie de saúva *A. laevigata* se mostrou mais susceptível aos inseticidas ciclodienos testados do que *A. sexdens rubropilosa*.

O inseticida heptacloro já foi testado no campo para *A. sexdens rubropilosa* (MARICONI, 1966) com bons resultados; o aldrin tem sido aplicado para o combate às saúvas e usado na fabricação de iscas granuladas, cujos resultados positivos já foram relatados para *Atta cephalotes* por PEREGRINE & CHERRETT (1974), enquanto que o dieldrin também tem sido usado, juntamente com aldrin, para fabricação de iscas granuladas que já foram testadas inclusive, para a formiga cortadeira *Acromyrmex octospinosus* por CHERRETT & SIMS (1969). Assim dos inseticidas estudados apenas o endosulfan parece não ter tido ainda uma aplicação prática, no campo, para as saúvas.

Os resultados conseguidos sobre a ação desses inseticidas ciclodienos no metabolismo respiratório (avaliado em termos de oxigênio con

sumido) de *A. sexdens rubropilosa*, indicaram que estes compostos aumentam o consumo de oxigênio, a exemplo do que tem sido relatado na literatura para todos os inseticidas organoclorados, já estudados em várias espécies de insetos.

Com respeito aos inseticidas ciclodienos testados, HARVEY & BROWN (1950) observaram aumento no consumo de oxigênio de *Blattella*, tratadas com aldrin, dieldrin e heptacloro e HEBLING BERALDO & BATISTA (1979) observaram que os inseticidas aldrin, dieldrin, heptacloro e endosulfan também provocaram aumento no consumo de oxigênio de saúvas da espécie *A. laevigata*.

A explicação para o aumento no consumo de oxigênio em insetos tratados com inseticidas ciclodienos ainda não está bem definida. Alguns autores têm sugerido que este aumento seria apenas uma consequência de hiperatividade provocada por esses compostos nos insetos, por ação direta no sistema nervoso. Por outro lado, NELSON (1975) verificou que inseticidas ciclodienos inibem a função mitocondrial do fígado de rato, chegando mesmo a provocar desacoplamento na fosforilação oxidativa, o que provocaria também um requerimento adicional no consumo de oxigênio, se ocorresse fato semelhante em insetos.

Os dados obtidos no presente trabalho não permitem ainda concluir se o aumento observado no consumo de oxigênio é devido a distúrbios nas rotas metabólicas do animal ou se é apenas efeito de uma hiperatividade provocada pelos inseticidas.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18(7):265-267, 1925.
- ANDERSON, L.D. & ATKINS, E.L. Jr.. Pesticide usage in relation to beekeeping. *Ann. Rev. Entomol.* 13:213-238, 1968.
- ATKINS, E.L. Jr. & ANDERSON, L.D. Toxicity of pesticides and other agricultural chemicals to honeybees. Laboratory Studies University of California, Agricultural Extension Service M - 16, 1967, 9 p.
- BLISS, C.I. The calculation of the dosage - mortality curve. *Ann. Appl. Biol.*, 22:134-167, 1935.
- CHERRETT, J.M. & SIMS, B.G. Baits for the control of leaf cutting ants. II. Toxicity evaluation: *Trop. Agric.* 46(3):211-219, 1969.
- FULLMER, O.H. & HOSKINS, W.M. Effects of DDT upon the respiration of susceptible and resistant house flies. *J. Econ. Entomol.* 44(6):859-870, 1951.
- HARVEY, G.T. & BROWN, A.W. The effect of insecticides on the rate of oxygen consumption in *Blattella*. *Canad. J. Zool.* 29:42-53, 1950.
- HEBLING BERALDO, M.J.A. & BATISTA, G.C. de. Toxicidade e efeitos respiratórios de inseticidas ciclodienos para operárias de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera-Formicidae). *An. Soc. Entomol. Brasil.* 8(1):131-138, 1979.
- LORD, K.A. The effect of insecticides on the respiration of *Oryzaephilus surinamensis*. An attempt to compare the speeds of action of a number of DDT analogues. *Ann. Appl. Biol.* 36:113-138, 1949.
- LUDWIG, D. The effect of DDT on the metabolism of Japanese beetle *Pop*

- pilia japonica* Newman. *Ann. Ent. Soc. Am.* 39:496-506, 1946.
- MARICONI, F.A.M. Experiências recentes de combate à "saúva limão" *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*. 23:379-397, 1966.
- NELSON, B.D. The action of cyclodiene pesticides on oxidative phosphorylation in rat liver mitochondria. *Biochem. Pharmacol.* 24:1485-1490, 1975.
- PEREGRINE, D.J. & CHERRETT, J.M. A field comparison of the modes of action of aldrin and mirex for controlling colonies of the leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Formicidae-Attini). *Bull. Entomol. Res.* 63:609-618, 1974.
- SYROWATKA, T. Effect of temperature on the oxygen consumption of flies (*Musca domestica* L.) exposed to HCH. *Wiadomości Parazytologiczne* 11 (3):185-190, 1965.
- TAHORI, A.S., ZOBEL, Z.; SOLLER, M. Variability in insecticide tolerance of eighteen honeybee colonies. *Entomol. Exp. & Appl.* 12(1):85-98, 1969.

RESUMO

Foi determinada, por aplicação tópica em laboratório, a toxicidade de 4 inseticidas ciclodienos para operárias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, tendo sido encontrados os seguintes valores de DL₅₀, em µg/saúva: aldrin 0,0306; dieldrin 0,0252; heptacloro 0,0244 e endo sulfan 2,373, sendo os três primeiros considerados altamente tóxicos e o último moderadamente tóxico para essa espécie de saúva.

As saúvas tratadas topicamente por esses inseticidas mostraram um grande aumento no consumo de oxigênio, aferido através de respirômetro de Warburg, em comparação com insetos tratados com acetona pura (testemunha) e insetos não tratados. O período que antecedeu ao máximo de aumento no consumo de oxigênio (tempo de latência) variou conforme o inseticida estudado.