

TOXICIDADE E EFEITOS RESPIRATÓRIOS DE INSETICIDAS
CICLODIENOS PARA OPERÁRIAS DE *Atta laevigata*
(F. SMITH, 1858) (HYMENOPTERA - FORMICIDAE)¹

M.J.A. HEBLING BERALDO²

G.C. DE BATISTA³

ABSTRACT

Toxicity and respiratory effects of cyclodiene insecticides to workers of *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera - Formicidae)

The LD₅₀ values of four cyclodiene insecticides to leafcutting ant workers *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) were determined through a topical application technique. The values found (µg/ant) were: aldrin .0248, dieldrin .0260, heptachlor .0116 and endosulfan 1.585, all insecticides being considered highly toxic.

The effect of these insecticides on oxygen consumption by the insects after topical application of the approximate LD₅₀ was also investigated. The insects 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 increase (latency time) varied according to the insecticide considered.

INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras constituem importantes pragas da agricultura no Brasil e por este motivo têm sido estudadas sob os aspectos de sistemática, morfologia, ecologia e controle químico, mas muito pouco se tem feito como trabalho de laboratório, principalmente no campo da fisiologia desses insetos.

A toxicidade de inseticidas ciclodienos representada em termos de DL₅₀, tem sido demonstrada para numerosas espécies de insetos. Restringindo-se a ordem Hymenoptera, podem ser citados os trabalhos de ATKINS & ANDERSON (1967), TAHORI *et alii* (1969) ambos com *Apis mellifera* L., 1758 e CHERRETT & SIMS (1969) que determinaram a toxicidade de inseticidas, como produtos comerciais (iscas granuladas à base de aldrin + dieldrin e de dodecacloro) por método de ingestão oral, para a formiga

Recebido em 19/03/79.

¹Trabalho realizado com auxílio da FAPESP.

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

³Departamento de Entomologia, ESALQ-USP, 13.400 - Piracicaba, SP.

cortadeira *Acromyrmex octospinosus* (Reich, 1893).

Não foram encontrados, na literatura científica, muitos trabalhos sobre os efeitos de inseticidas organoclorados sobre o metabolismo respiratório de insetos. Entre os encontrados podem ser citados LUDWIG (1946) que estudou a ação de DDT no metabolismo respiratório de larvas de *Popillia japonica* Newman, 1841; LORD (1949) trabalhando com DDT e análogos sobre a taxa de respiração de *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758); HARVEY & BROWN (1950) tratando *Blattella germanica* (L., 1767) com vários inseticidas entre os quais alguns ciclodienos; FULLMER & HOSKINS (1951) que estudaram os efeitos do DDT sobre respiração de *Musca domestica* L., 1758 e SYROWATKA (1965) aplicando BHC em *M. domestica*.

Nesses trabalhos o consumo de oxigênio é medido como uma expressão fisiológica quantitativa dos efeitos provocados pelos inseticidas e de acordo com USHATINSKAYA (1969) o desenvolvimento racional e uso efetivo de controle biológico, químico ou outro qualquer, de espécies pragas, é impossível sem o conhecimento da fisiologia do inseto.

Os objetivos do presente trabalho foram a determinação, em laboratório, da toxicidade de alguns inseticidas ciclodienos (aldrin, dieldrin, heptacloro e endosulfan) para operárias da formiga cortadeira *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) e com base nos valores de DL₅₀ determinados, estudar a ação desses inseticidas no metabolismo respiratório desses insetos, como contribuição à tentativa de esclarecimento do modo de ação dos inseticidas clorados.

MATERIAIS E MÉTODOS

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

Os inseticidas ciclodienos usados (aldrin, dieldrin, heptacloro e endosulfan, na forma de produtos técnicos) foram diluídos em acetona em várias concentrações do princípio 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 micro-seringa adaptada a um micrômetro, de modo a fornecer doses correspondentes a 1 µl da solução por inseto. Assim, o número que expressa a concentração de cada solução em termos de mg/ml corresponde ao número de µg de inseticida aplicado em cada inseto.

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) eram mantidas em placas de Petri, contendo algodão embebido em água e mantidas em ambientes de temperatura controlada de 27 ± 1°C.

As leituras de mortalidade foram efetuadas 24 horas após a instalação dos experimentos, e as mortalidades observadas foram corrigidas pela fórmula de Abbott, com base na mortalidade ocorrida nos insetos tratados com acetona pura. Os valores DL₅₀ foram obtidos da equação da reta para o probito 5, através da curva de dose mortalidade, pelo método

todo de BLISS (1935).

Para estudar a ação dos inseticidas sobre o consumo de oxigênio, foram colecionadas operárias, numa gama de peso de 10 a 20 mg, que foram tratadas topicamente com doses próximas a DL₅₀ dos inseticidas já citados a saber: em µg/inseto-aldrin 0,027; dieldrin 0,026; heptacloro 0,11 e endosulfan 1,696.

As medidas de consumo de oxigênio foram realizadas em respirometro de Warburg, na temperatura de 27°C, durante período total de 8 horas, com intervalos de 30 minutos para cada leitura. Mediu-se também o consumo de oxigênio de insetos tratados com acetona pura (1 µl/inseto) e de insetos não tratados, durante o mesmo período, para comparação dos resultados.

RESULTADOS

O Quadro 1 apresenta a toxicidade dos 4 inseticidas aplicados topicamente à operárias de *A. laevigata*. Dos valores DL₅₀, observa-se que o inseticida mais tóxico foi o heptacloro, seguido pelo aldrin e dieldrin e finalmente pelo endosulfan com toxicidade bem menor que os demais.

QUADRO 1 - Toxicidade comparativa de 4 inseticidas, aplicados topicamente, para operárias de *A. laevigata*.

Inseticida	DL ₅₀ µg/sauva	Intervalo de Confiança - 95% µg/sauva	Coefficiente angular
aldrin	0,0248	0,0228 - 0,0270	7,725
dieldrin	0,0260	0,0189 - 0,0357	5,119
heptacloro	0,0116	0,0095 - 0,0141	6,235
endosulfan	1,585	1,344 - 1,868	3,473

Os coeficientes angulares (valores de b) das linhas ld - p indicam uma homogeneidade na resposta aos inseticidas testados, sendo que a maior variabilidade ocorreu com a aplicação de endosulfan.

As linhas ld - p para os 4 inseticidas aplicados são apresentados na Figura 1.

A Figura 2 mostra os dados de consumo de oxigênio de *A. laevigata*, em condições normais, tratadas com acetona e com os inseticidas, durante período total de 8 horas, com medidas realizadas em intervalos de 30 minutos.

Nesse gráfico, cada ponto representa uma média de consumo de oxigênio de 10 animais.

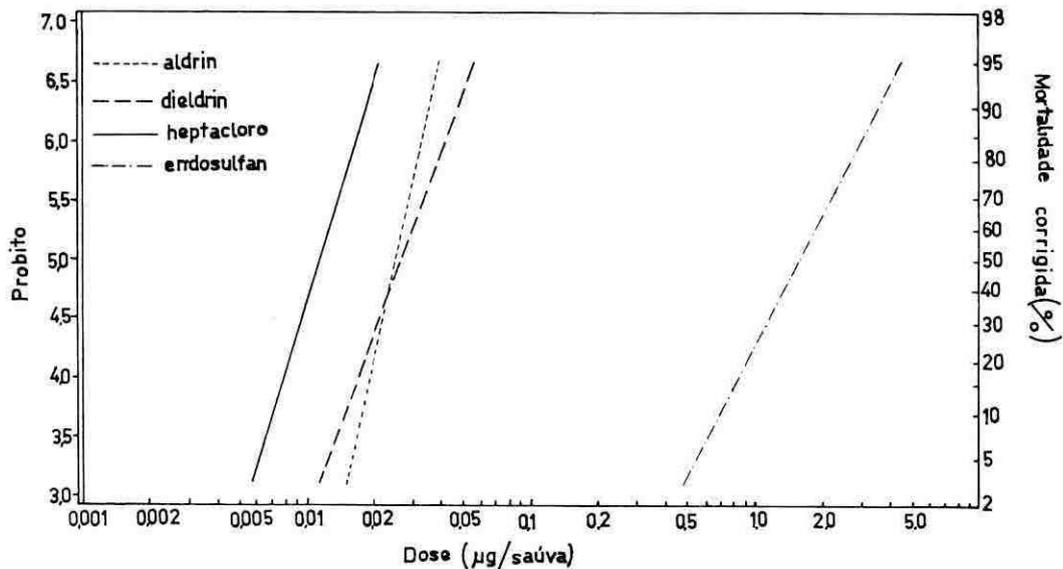


FIGURA 1 - Linhas ld-p dos inseticidas ciclodienos para operárias de *A. lae vigata* tratadas por aplicação tópica.

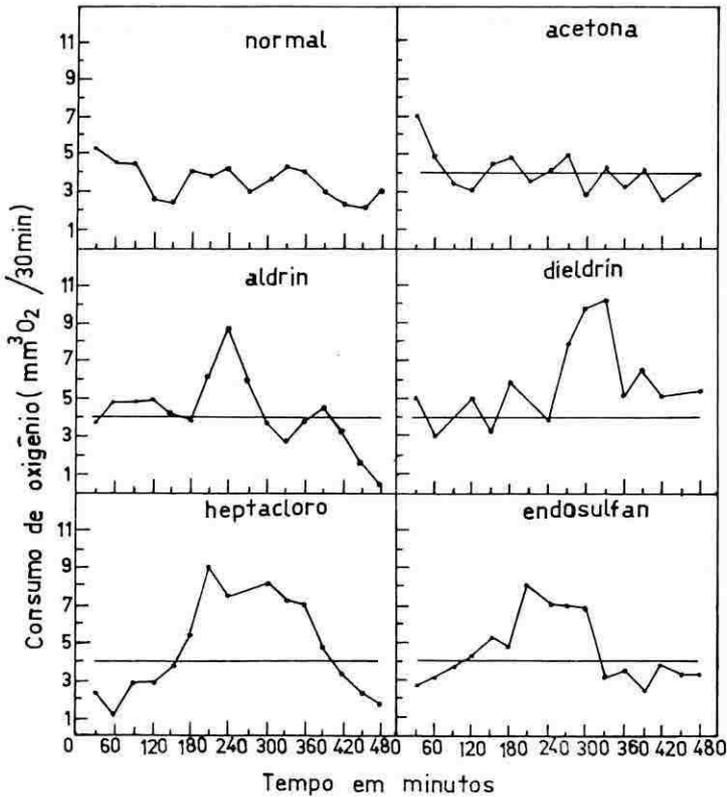


FIGURA 2 - Consumo de oxigênio por operárias de *A. laevigata* em condições normais, tratadas com acetona e com os inseticidas ciclodienos.

As formigas tratadas com acetona tiveram seu consumo de oxigênio ligeiramente aumentado inicialmente, em comparação, com os insetos não tratados.

Em todos os gráficos de consumo de oxigênio de operárias de *A. laevigata* tratadas com inseticidas, foi acrescentada uma linha que representa a média geral de consumo de oxigênio de formigas tratadas com acetona, para se visualizar melhor a ação do inseticida.

Os insetos tratados com aldrin, sofreram um aumento no consumo de oxigênio, que atingiu um máximo no período de 180 a 300 minutos diminuindo repentinamente a seguir e o inseticida dieldrin causou também grande aumento no consumo de oxigênio, tendo este atingido um pico máximo, no período compreendido entre 240 a 360 minutos, diminuindo após.

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 este critério, pode-se salientar que esse período foi de 180 minutos para aldrin e 240 minutos para dieldrin.

Em formigas tratadas com heptacloro, foi observado grande aumento no consumo de oxigênio, no período de 150 a 390 minutos, com acentuada diminuição a seguir. O período de latência foi de 150 minutos.

O consumo de oxigênio de operárias de *A. laevigata* tratadas por endosulfan, foi bastante aumentado no período de 180 a 330 minutos, diminuindo a seguir, portanto apresentando um período de latência de 180 minutos.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

ANDERSON & ATKINS (1968) estudaram a toxicidade de vários inseticidas para abelhas e estabeleceram uma classificação destes, de acordo com os valores DL₅₀ determinados. Assim, foram considerados altamente tóxicos os inseticidas cujos valores DL₅₀ variavam de 0,001 a 1,99 µg/abelha e moderadamente tóxicos aqueles cujos DL₅₀ estavam entre 2,0 a 10,99 µg/abelha.

De acordo com esse critério os inseticidas aldrin, dieldrin, heptacloro e endosulfan podem ser considerados altamente tóxicos para operárias de *A. laevigata*. Esses resultados coincidem aproximadamente com os encontrados por ATKINS & ANDERSON (1967) que consideravam aldrin, dieldrin e heptacloro como altamente tóxicos e endosulfan como moderadamente tóxico para as abelhas, por aplicação tópica.

O heptacloro já foi testado no campo para saúvas de espécie *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (MARICONI, 1966) com bons resultados. O aldrin tem sido usado na fabricação de iscas granuladas, que são comumente aplicadas no campo e cujos resultados positivos já foram de terminados para *Atta cephalotes* (L., 1758) por PEREGRINE & CHERRETT (1974).

O dieldrin também foi usado junto com aldrin para fabricação de iscas granuladas que foram testadas para a formiga cortadeira *Acromyrmex octospinosus*, por CHERRETT & SIMS (1969) e de acordo com estes autores o aldrin e dieldrin são inseticidas que agem rapidamente por contato.

O metabolismo de um animal pode ser avaliado em termos de oxigênio consumido, calor produzido ou dióxido de carbono liberado (PROSSER in PROSSER & BROWN, 1961).

Resultados de trabalhos publicados indicam que muitos inseticidas como DDT, nicotina e alguns ciclodienos aumentam o consumo de oxigênio de várias espécies de insetos, enquanto que outros como rotenona e tiocianatos atuam como depressores da respiração. O maior ou menor aumento no consumo de oxigênio e o tempo necessário para iniciar esse aumento variam de acordo com o inseticida e a espécie do inseto.

Comparando-se os resultados obtidos com operárias de *A. laevigata* com dados obtidos por HARVEY & BROWN (1950) para *Blattella* observou-se que, para as ambas as espécies de insetos, os inseticidas aldrin, dieldrin e heptacloro provocaram aumento no consumo de oxigênio,

sendo que os autores citados descreveram, para aldrin e dieldrin, períodos de latência de 200 e 100 minutos respectivamente enquanto que para *A. laevigata*, esses períodos corresponderam a 180 minutos para aldrin e 240 para dieldrin. O período de latência do inseticida heptacloro, encontrado no presente trabalho (150 minutos) coincidiu exatamente com o descrito para *Blattella*, por HARVEY & BROWN (1950).

Vários autores têm encontrado resultados semelhantes, com aplicação de outros inseticidas organoclorados, como DDT, lindane, etc. Para o caso do endossulfan não foram encontrados dados, na literatura, para comparação.

A explicação para esse aumento no consumo de oxigênio em insetos tratados por inseticidas clorados ainda não está definida.

Os dados obtidos no presente trabalho não permitem concluir se esse aumento é devido a distúrbios nas rotas metabólicas do animal ou se é apenas efeito de uma hiperatividade provocada pelo inseticida.

Alguns autores, como BUCK & KEISTER (1949) e FULLMER & HOSKINS (1951) têm sugerido que o aumento no consumo do oxigênio é uma consequência da hiperatividade que esses inseticidas provocam nos insetos tratados, por ação direta no sistema nervoso. Mas a forma com que os inseticidas organoclorados, especialmente os ciclodienos, alteram o sistema nervoso do inseto, ainda não está esclarecida.

Em BROOKS (1974) são citadas várias sugestões para explicar o modo de ação dos inseticidas ciclodienos, mas de acordo com o referido autor, o mecanismo primário de ação dos vários tipos de inseticidas clorados continua sendo ainda um desafio científico.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, L.D. & ATKINS, E.L. Jr. Pesticide usage in relation to beekeeping. *Annu. Rev. Entomol.* 13:213-238, 1968.
- ATKINS, E.L. Jr. & ANDERSON, L.D. Toxicity of pesticides and other agricultural chemicals to honey bees. Laboratory Studies. University of California. Agricultural Extension Service M-16, 1967, 9p.
- BLISS, C.I. The calculation of the dosage-mortality curve. *Ann. Appl. Biol.* 22:134-167, 1935.
- BROOKS, G.T. *Chlorinated insecticides*. Cleveland, CRC Press Inc., 1974, 197p.
- BUCK, J.B. & KEISTER, M.L. Respiration and water loss in the adult blow fly *Phormia regina*, and their relation to the physiological action of DDT. *Biol. Bull.* 97:64-81, 1949.
- CHERRETT, J.M. & SIMS, B.G. Baite 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.
- 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 the Japanese beetle *Poppilia japonica* Newman. *Ann. ent. Soc. Am.* 39:496-406, 1946.
- MARICONI, F.A.M. Experiências recentes de combate a "saúva limão" *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, 23:379-397, 1966.
- 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.
- PROSSER, C.L. & BROWN, F.A. *Comparative animal Physiology*. Philadelphia & London, W.B. Saunders Co., 1961, 688p.
- SYROWATKA, T. Effect of temperature on the oxygen consumption of flies (*Musca domestica* L.) exposed to HCH. *Wiadomosci Parazytologiczne*, 11 (3):185-190, 1965.
- TAHORI, A.S.; ZOBEL, Z.; SOLLER, M. Variability in insecticide tolerance of eighteen honeybee colonies. *Entomol. Exp. & App.* 12(1): 85-98, 1969.
- USHATINSKAYA, R.S. Section 4: Physiology and Biochemistry. *Entomol. Rev.* 48(2):236-239, 1969.

RESUMO

Foram determinados, através de técnica de aplicação tópica, os valores DL₅₀ de quatro inseticidas ciclodienos para operárias de saúvas de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858). Os valores encontrados, em µg/saúva, foram: aldrin 0,0248; dieldrin 0,0260; heptacloro 0,0116 e endo sulfan 1,585, sendo todos os inseticidas considerados altamente tóxicos.

Foi estudado também o efeito desses inseticidas no consumo de oxigênio pelos insetos após aplicação tópica de doses próximas aos valores DL₅₀ encontrados. Os insetos mostraram um grande aumento no consumo de oxigênio, em comparação com os insetos tratados com acetona (testemunha) e insetos normais. O período que antecedeu ao ponto máximo de aumento no consumo de oxigênio (tempo de latência) variou conforme o inseto estudado.