

TOXICIDADE DE NICOTINA E ROTENONA E EFEITOS RESPIRATÓRIOS EM
Atta laevigata (F. SMITH, 1858) e *Atta sexdens rubropilosa*
FOREL, 1908 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

Maria J.A. Hebling-Beraldo¹

Regina C. Vicelli-Zanão¹

ABSTRACT

Toxicity of nicotine and rotenone and respiratory effects
in *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) and *Atta sexdens rubropilosa*
Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae)

The LD₅₀ values of nicotine and rotenone to the leaf-cutting ants *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) and *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, were determined through topical application.

Rotenone was considered no toxic for both species of ants and nicotine was moderadetly toxic for *A. laevigata* and no toxic for *A. sexdens rubropilosa*.

The effect of these compounds upon the oxygen consumption of the leaf-cutting ants, after LD₅₀ applications, was also investigated. Nicotine had a higher stimulatory effect on the oxygen consumption of *A. sexdens rubropilosa* than on *A. laevigata*. Rotenone was depressant after a slight initial raising of the oxygen consumption in both species.

Recebido em 10/06/86

¹ Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências - UNESP, Campus de Rio Claro, Caixa Postal 178, 13500 Rio Claro, SP.

INTRODUÇÃO

O controle químico de formigas cortadeiras, no Brasil, ainda é baseado principalmente no uso de inseticidas organoclorados. Entretanto, devido ao perigo que esses compostos representam para a contaminação do meio ambiente e, à recente restrição de seu uso pela legislação federal, têm-se intensificado as pesquisas para a procura de soluções alternativas.

Os inseticidas de origem vegetal, que já foram utilizados no passado no controle de vários insetos-pragas, têm novamente despertado o interesse dos pesquisadores, devido a sua baixa toxicidade para mamíferos, a não persistência no meio ambiente e pelos raros registros de ocorrência de resistência a esses compostos. Além disso, os estudos sobre seus efeitos fisiológicos em insetos podem proporcionar subsídios interessantes para a compreensão geral do modo de ação dos inseticidas.

Dando continuidade a uma série de trabalhos sobre a toxicidade de inseticidas de diferentes estruturas químicas e, os efeitos dos mesmos no metabolismo respiratório de saúvas, no presente trabalho foram estudados os compostos rotenona e nicotina para operárias de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) e *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908.

Em trabalhos anteriores foram determinados, para as mesmas espécies de formigas, a toxicidade e o efeito no metabolismo respiratório de compostos organoclorados (HEBLING-BERALDO & BATISTA, 1979 a, b; HEBLING-BERALDO *et al.* 1982 a), organofosforados e carbamatos (VICELLI & HEBLING-BERALDO, 1981; HEBLING-BERALDO *et al.*, 1982 b; HEBLING-BERALDO & VICELLI-ZANÃO, 1983 e HEBLING-BERALDO *et al.*, 1983) e de inseticidas piretróides (ALMEIDA *et al.*, 1984).

MATERIAL E MÉTODOS

Os inseticidas nicotina e rotenona (utilizados na forma de produtos técnicos) foram diluídos em acetona e, aplicados topicamente no pronoto de operárias de *A. laevigata* e *A. sexdens rubropilosa*, através de uma microseringa adaptada a um micrômetro.

As formigas tratadas, foram colocadas em placas de Petri contendo algodão embebido em água e, mantidas em ambiente com temperatura controlada ($27 \pm 1^{\circ}\text{C}$).

Foram realizadas 40 aplicações para concentração de inseticidas em duas repetições (A e B). Lotes idênticos de formigas receberam o mesmo volume de acetona pura, para servirem como testemunha.

As leituras de mortalidade foram efetuadas 24 horas após a instalação dos experimentos, tendo-se considerado como mortos os insetos que apresentavam alto grau de intoxicação ou que estavam completamente imóveis. As mortalidades observadas foram corrigidas de acordo com ABBOTT (1925) e os valores de DL_{50} , calculados segundo BLISS (1935).

Para o estudo dos efeitos dos compostos no metabolismo respiratório foram selecionadas operárias de saúvas, numa gama de peso de 10 a 20 mg. As formigas foram tratadas topicamente com doses de inseticidas correspondentes aos valores de DL_{50} determinados anteriormente.

As medidas de consumo de oxigênio foram realizadas em res-pirômetro de Warburg. Logo após o tratamento, as formigas foram colocadas, individualmente, nos frascos que, por sua vez eram conectados aos manômetros e levados ao banho, com temperatura constante de 27°C. Após decorridos 15 minutos (tempo para estabilização do sistema) os manômetros foram fechados para o meio ambiente e, as leituras efetuadas a cada 30 minutos, durante um período total de 8 horas.

Experimentos semelhantes foram efetuados com saúvas tratadas topicamente com acetona pura e com formigas não tratadas, durante o mesmo período de tempo, como controle.

Os resultados de consumo de oxigênio foram expressos em termos de μl de oxigênio/animal/30 minutos, para uma média de 10 formigas, em cada tratamento.

RESULTADOS

O Quadro 1 apresenta os valores de DL_{50} , valores de b e intervalos de confiança para os compostos rotenona e nicotina, quando aplicados topicamente em operárias de *A. laevigata* e *A. sexdens rubropilosa*.

Na Figura 1 estão dispostas as linhas $ld-p$ (log dose-probrito), calculadas de acordo com BLISS (1935) para nicotina e rotenona. Os resultados indicaram uma baixa toxicidade desses compostos para as espécies estudadas, embora a nicotina tenha tido um efeito tóxico mais pronunciado para *A. laevigata* e *A. sexdens rubropilosa* do que a rotenona.

QUADRO 1 - Toxicidade de nicotina e rotenona para operárias de *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* baseada no valor de DL50 em $\mu\text{g/saúva}$.

Inseticidas		DL50 ($\mu\text{g/saúva}$)	Limites de confiança ($\mu\text{g/saúva}$)	Valores de b
Nicotina	<i>A. s. rubropilosa</i>	17,167	15,995 - 18,425	4,796
	<i>A. laevigata</i>	5,429	3,192 - 9,236	2,890
Rotenona	<i>A. s. rubropilosa</i>	63,697	60,276 - 67,312	5,182
	<i>A. laevigata</i>	28,823	14,888 - 38,122	4,305

A Figura 2 apresenta os gráficos de consumo de oxigênio de operárias de *A. sexdens rubropilosa* em condições normais, tratadas topicamente com acetona (solvente) e com os inseticidas nicotina e rotenona.

Em todos os gráficos, cada ponto constitui a média não acumulada do consumo de oxigênio de 10 saúvas, a cada 30 minutos e, a linha M representa a média geral do consumo de oxigênio, durante 8 horas, das formigas tratadas com acetona (testemunhas).

Um exame dos gráficos revela que a nicotina provocou um aumento inicial no consumo de oxigênio, que se manteve acima da média até 210 minutos do experimento, declinando a seguir. A rotenona também causou inicialmente um leve aumento no metabolismo respiratório das formigas e uma depressão do mesmo até o final do experimento.

Na Figura 3 estão dispostos os gráficos de consumo de oxigênio de operárias de *A. sexdens rubropilosa* em condições normais, tratadas com acetona e com os compostos nicotina e rotenona. Os resultados mostram que a nicotina causou um grande aumento no consumo de oxigênio dessas formigas, principalmente entre 60 e 150 minutos, com um pico máximo aos 90 minutos. Por outro lado, a rotenona, após um breve estímulo de metabolismo respiratório aos 60 minutos, provocou uma depressão do mesmo durante todo o experimento.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Analisando-se os valores de DL₅₀ obtidos no presente trabalho com base numa classificação estabelecida por ANDERSON & ATKINS (1968) para abelhas, a nicotina poderia ser considerada moderadamente tóxica para *A. laevigata* e relativamente não tóxica para *A. sexdens rubropilosa*; a rotenona seria enquadrada como relativamente não tóxica para as duas espécies de saúvas, em experimentos de laboratório. Esses compostos também foram considerados como relativamente não tóxicos para *Apis mellifera* L. pelos autores citados.

A nicotina, aplicada topicamente em doses correspondentes aos valores de DL₅₀, provocou grande estímulo no consumo de oxigênio de operárias de *A. sexdens rubropilosa*. HARVEY & BROWN (1951) encontraram resultados semelhantes em *Blattella germanica* L. tratadas com nicotina, ou seja, um aumento gradual no metabolismo respiratório até atingir um pico em cerca de 90 minutos após o início do experimento.

De acordo com O'BRIEN (1967) em vertebrados já é bem estabelecido que a nicotina mimetiza a acetilcolina nas junções neuro-musculares. A mediação química no sistema nervoso central de insetos também é colinérgica, mas é protegida da penetração de substâncias iônicas por uma barreira impermeável de íons. Por outro lado, a junção neuro-muscular não é colinérgica em insetos e é insensível à nicotina. Tudo isto torna esse composto, uma substância ionizável, praticamente ineficiente para a maioria dos insetos adultos.

YAMAMOTO (1970) sugeriu que a nicotina age nos insetos, mimetizando a acetilcolina por interação com o receptor em sinapses do sistema nervoso central, agindo no local aniônico da membrana pós-sináptica.

A rotenona apresentou um efeito depressor no consumo de oxigênio das duas espécies de saúvas, logo após um leve estímulo inicial. Resultados semelhantes foram obtidos por HARVEY & BROWN (1951) para *B. germanica* e por LORD (1949) para *Oryzaephilus surinamensis* L.

De acordo com YAMAMOTO (1970) a rotenona deprime a respiração e os batimentos cardíacos em insetos e, os sintomas de envenenamento diferem bastante daqueles causados pelas piretrinas, nicotina, DDT e inseticidas organofosforados.

A ação primária da rotenona é a inibição do metabolismo respiratório celular nos tecidos dos insetos, agindo primeiro sobre o nervo e depois sobre o músculo. A lesão bioquímica foi considerada responsável pelo bloqueio da condução nervosa.

Segundo Lindahl & Oberg (1961 *apud* O'BRIEN, 1967) o bloqueio na utilização do oxigênio (causa do envenenamento e do efeito depressivo no metabolismo respiratório) provavelmente se dá no ponto de acoplamento da oxidação do NADH₂ e uma flavoproteína.

Comparando os efeitos de inseticidas, de diferentes estruturas químicas, sobre o consumo de oxigênio de saúvas ficou evidenciado que os compostos considerados neurotóxicos (organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretróides e nicotina) provocaram um estímulo na respiração desses insetos, durante determinado período de tempo, enquanto que a rotenona provocou uma depressão no metabolismo respiratório das formigas.

BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Ent.* 18(7): 265-267, 1925.
- ALMEIDA, R.E.; POLEZI, K.R.; HEBLING-BERALDO, M.J.A. Toxicidade de inseticidas piretróides para três espécies do gênero *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *An. Soc. Ent. Brasil.* 13(2): 295-304, 1984.
- ANDERSON, L.D. & ATKINS Jr., L.D. Pesticide usage in relation to beekeeping. *A. Rev. Ent.* 13: 213-238, 1968.
- BLISS, C.I. The calculation of dosage-mortality curve. *Ann. appl. Biol.* 22: 134-167, 1935.
- HARVEY, G.T. & BROWN, A.W.A. The effect of insecticides on the rate of oxygen consumption in *Blattella*. *Can. J. Zool.* 29: 42-53, 1951.
- HEBLING-BERALDO, M.J.A.; ALMEIDA, R.E. de; POLEZZI, K.R. Toxicidade de inseticidas organoclorados e efeitos sobre o metabolismo respiratório de operárias de duas espécies de *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Revta bras. Ent.* 26(2):191-199, 1982 a.
- HEBLING-BERALDO, M.J.A. & BATISTA, G.C. Toxicidade e efeitos respiratórios de inseticidas ciclodienos para operárias de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). *An. Soc. Ent. Brasil.* 8(1): 131-138, 1979 a.
- HEBLING-BERALDO, M.J.A. & BATISTA, G.C. Toxicidade de inseticidas ciclodienos e ação sobre o consumo de oxigênio de

- Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). An. Soc. Ent. Brasil. 8(2): 225-232, 1979 b.
- HEBLING-BERALDO, M.J.A.; CARVALHO, M.J. de; BOVI, M.A. Toxicidade por aplicação tópica de Orthene, Hamidop e Naled (inseticidas organofosforados) para três espécies do gênero *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Naturalia* 7: 107-114, 1982 b.
- HEBLING-BERALDO, M.J.A.; POLEZI, K.R.; ALMEIDA, R.E. Efeitos respiratórios de acephate, metamidophos e naled (inseticidas organofosforados) em *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 e *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). *Naturalia* 8: 85-90, 1983.
- HEBLING-BERALDO, M.J.A. & VICELLI-ZANÃO, R.C. Efeitos de inseticidas organofosforados e carbamatos sobre o consumo de oxigênio de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) e *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). *Ciênc. Cult.* 35(2): 211-214, 1983.
- 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.
- O'BRIEN, R.D. *Insecticides. Action and Metabolism*. Academic Press, New York, London, 332 pp., 1967.
- VICELLI, R.C. & HEBLING-BERALDO, M.J.A. Determinação da toxicidade de inseticidas organofosforados e carbamatos em laboratório, para *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) e *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). *Archos Inst. biol. S. Paulo* 48: 1-4, 1981.
- YAMAMOTO, I. Mode of action of pyrethroids, nicotinoids, and rotenoids. *A. Rev. Ent.* 15: 257-272, 1970.

RESUMO

Foram determinados, através de aplicação tópica, valores de DL50 de nicotina e rotenona para operárias de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) e *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908.

A rotenona foi considerada não tóxica para ambas as espécies de saúvas e a nicotina foi moderadamente tóxica para *A. laevigata* e não tóxica para *A. sexdens rubropilosa*.

Foram também estudados os efeitos desses compostos sobre o consumo de oxigênio das formigas. A nicotina apresentou maior efeito estimulatório sobre o consumo de oxigênio de *A. sexdens rubropilosa* que de *A. laevigata*.

A rotenona, após um leve aumento inicial, provocou uma depressão no consumo de oxigênio para ambas as espécies de saúvas.

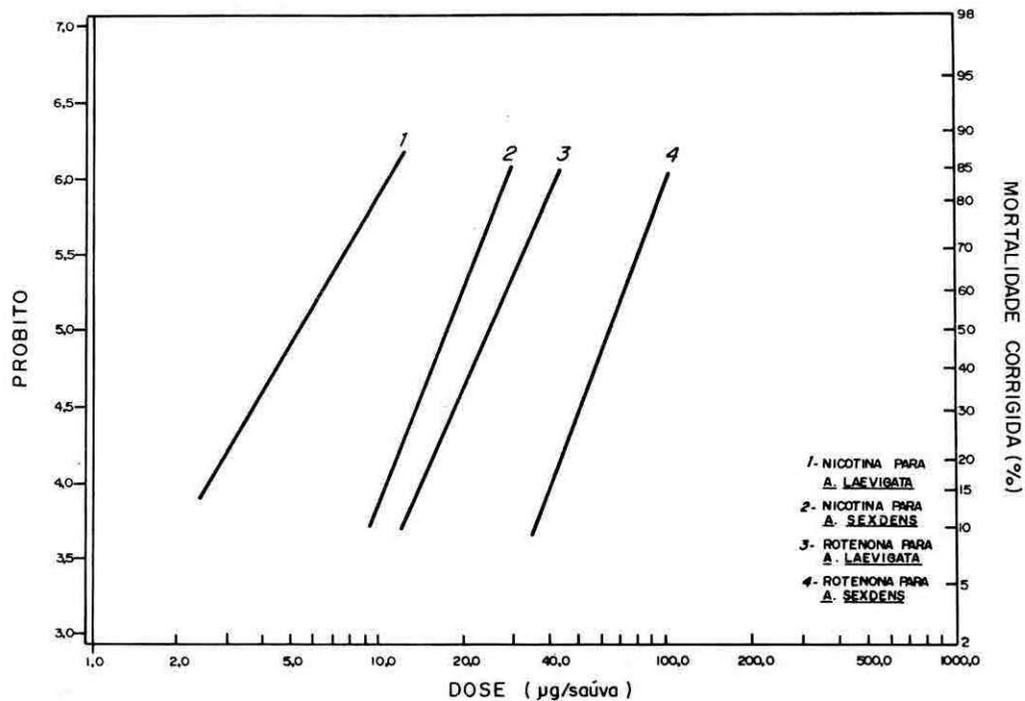


FIG. 1 - Linhas $ld-p$ (log dose-probito) para operárias de *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* tratadas topicamente com rotenona e nicotina.

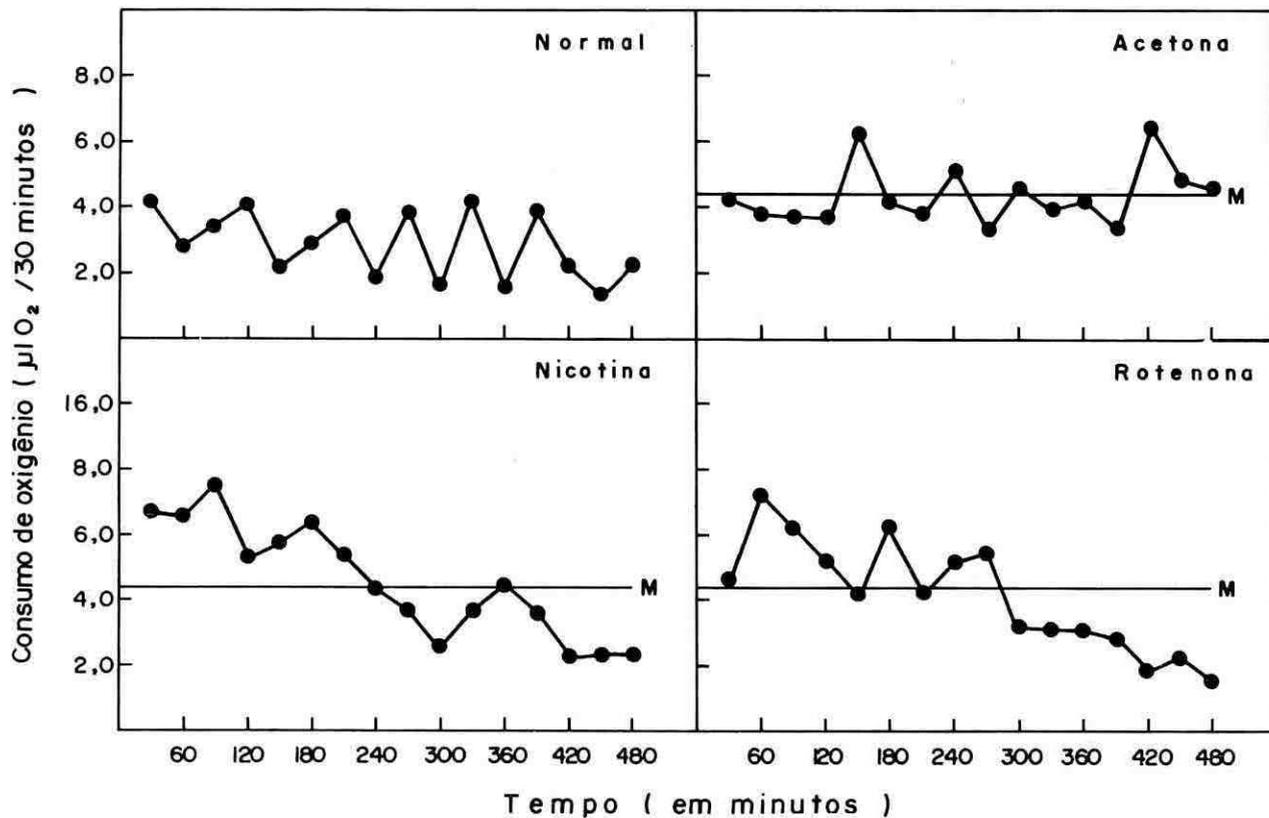


FIG. 2 - Consumo de oxigênio de operárias de *Atta laevigata* em condições normais, tratadas topicamente com acetona e com inseticidas (rotenona e nicotina).

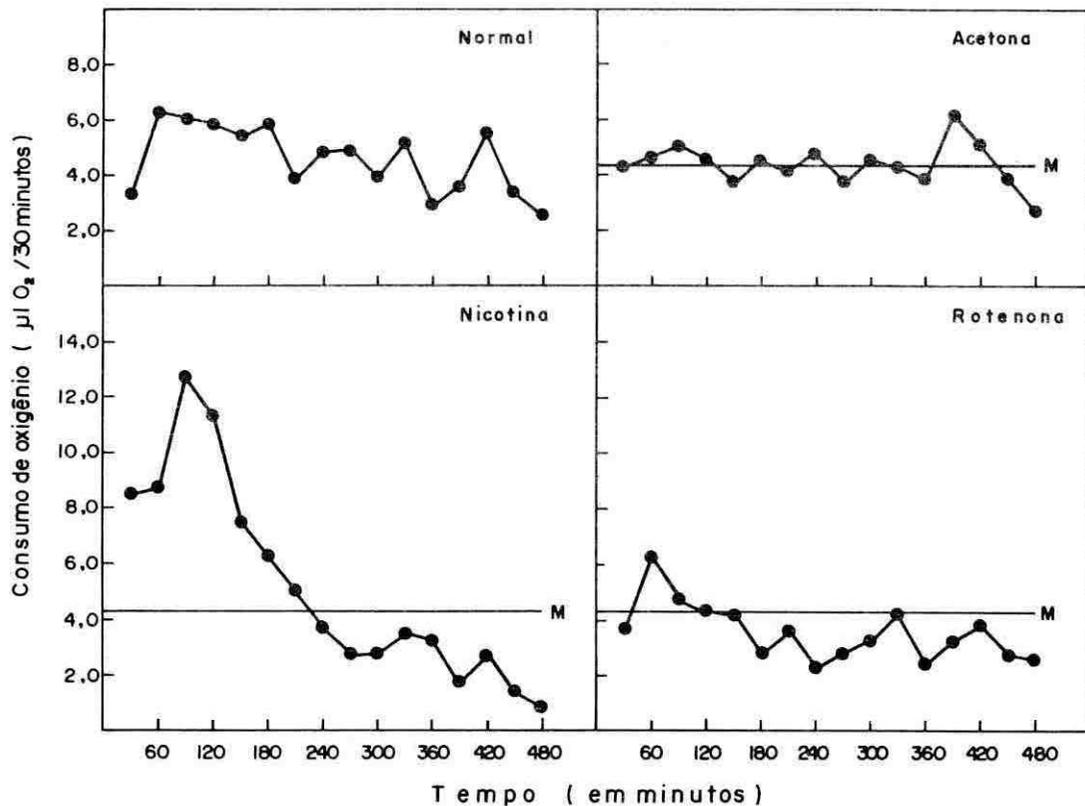


FIG. 3 - Consumo de oxigênio de operárias de *Atta sexdens rubropilosa* em condições normais, tratadas topicamente com acetona e com inseticidas (rotenona e nicotina).