

6. CONCLUSÃO

Diante do quadro apresentado, resulta claro que o desenvolvimento e a utilização da tecnologia das células a combustível somente serão possíveis se houver um apoio significativo, pelo menos nos próximos 10 anos. Mais ainda, é preciso que os investimentos na área não sejam encarados como de rápido retorno.

A simples transferência de tecnologia de países como os EUA pode resultar em pendências ulteriores pois a maioria dos componentes das células seriam especificamente desenvolvidos pelo parque industrial do país de origem. Neste caso, uma alternativa que poderia ser mais viável seria o estabelecimento de um programa de cooperação internacional em que a capacitação da indústria para o fornecimento dos componentes fosse feita em ambos os países, cada qual se encarregando de algumas partes, de acordo com a conveniência e facilidade econômicas.

REFERÊNCIAS

- 1 Roteberg, Y.; Srinivasan, S.; "Fuel Cell Technologies - Status, Projections, Present and Future Applications", IV Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica - São Carlos (SP), 1984.
- 2 Birnbaum, B.H.; "Fuel Cells for Developing Nation an Alternative" - Anais do Painel "Hidrogênio no Brasil - Presente e Futuro" p. 181, 1984.
- 3 Grevstad, P.E.; Falcinelli, R.; "40-kW Fuel Cell Power Plant Field Test Experience" - Natl. Fuel Cell Seminar, Tucson, p. 10, 1985.
- 4 Moard, D.M.; "40-kW Fuel Cell Installation Experience and Projections for Commercial Service" - Natl. Fuel Cell Seminar, Tucson, p. 24, 1985.
- 5 Houts, E.T.; Fortson Jr. H.S.; Hudleston, J.D.; "Power Quality and Harmonics Testing 40-kW on site Fuel Cell Grid Connected Power Plants" - Natl. Fuel Cell Seminar, Tucson, p. 19, 1985.
- 6 King, J.M.; Will, B.R.; "On site Phosphoric Acid Fuel Cell Technology Development" - Natl. Fuel Cell Seminar, Tucson, p. 25, 1985.
- 7 Vanden Bralck, H.; "Technology and Applications of ELENCO'S Alkaline Fuel Cells" - Natl. Fuel Cell Seminar, Tucson, p. 125, 1985.
- 8 Srinivasan, S.; "Fuel Cells for Extraterrestrial and Terrestrial Application", Proc. of the Symposium on Electrode Materials and Processes for Energy Conversion and Storage, S. Srinivasan, S. Wagner and H. Wroblowa (Eds.), The Electrochemical Society Inc., Vol. 87-12, p. 108, 1987.
- 9 Ticianelli, E.A.; Srinivasan, S.; Gonzalez, E.R.; "Recent Advances in Solid Polymer Electrolyte Fuel Cell Technology" - VI Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica, São Paulo, 1988.
- 10 Ticianelli, E.A.; Derouin, C.R.; Srinivasan, S.; "Localization of Platinum in Low Catalyst Loading Electrodes to Attain High Power Density in SPE Fuel Cells", - *J. Electroanal. Chem.*, no prelo.
- 11 Srinivasan, S.; Ticianelli, E.A.; "Progress In High Power Density Fuel Cells" - 174th Electrochemical Society Meeting, Chicago, Illinois, 1988.
- 12 Handley, L.M.; Cannon, C.A.; - "Commercialization of an 11-MW Fuel Cell" - Natl. Fuel Cell Seminar, Tucson, p. 198, 1985.

DIVULGAÇÃO

PIRETRÓIDES COMO UMA CLASSE DE INSETICIDAS. APLICAÇÃO, DESENVOLVIMENTO QUÍMICO E PERSPECTIVAS

C. Kascheres e I.B.S. Cunha

Instituto de Química - Universidade Estadual de Campinas; C. Postal 6154; 13081 - Campinas (SP)

Recebido em 21/12/88

INTRODUÇÃO

A utilização de inseticidas tem sido alvo de grande polêmica atualmente. Os críticos discutem os efeitos prejudiciais na vida selvagem e na saúde humana e os defensores falam das vidas que foram salvas como resultado do aumen-

to de produção agrícola e do combate a doenças como malária.

Na verdade é difícil imaginar a eliminação de inseticidas. A tendência é de procurar compostos biodegradáveis com o mínimo de efeitos colaterais e o máximo de efeitos específicos contra os insetos.

Neste trabalho apresentamos alguns aspectos do desenvolvimento de piretróides como uma classe de inseticidas muito utilizados nos dias de hoje.

Piretróides são inseticidas de origem vegetal. A descoberta e a evolução da classe de inseticidas piretróides têm seguido uma seqüência clássica que consiste na observação da atividade num extrato natural, isolamento e identificação dos compostos responsáveis pela atividade e, em seguida, síntese de análogos mais ativos.

O piretro é um inseticida natural obtido da trituração das flores de algumas plantas pertencentes ao gênero *Chrysanthemum*, família *Compositae*, espécie *cinerariaefolium*, cultivado originariamente na Dalmatia^{1a} (atual Yugoslávia) e atualmente nas regiões montanhosas do Quênia, Balcãs, Tanzânia, Equador, Ruanda, Japão, Nova Guiné, Sul da África, Brasil, etc.

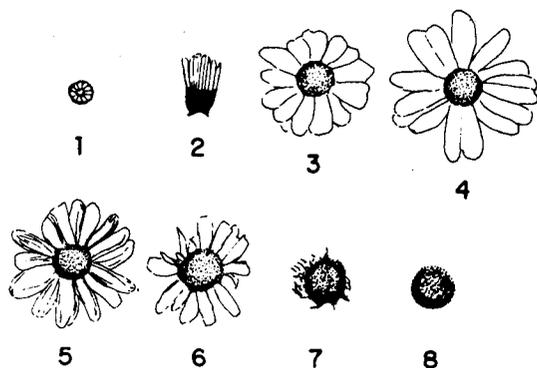


Figura 1. Flores do *Chrysanthemum cinerariaefolium* com vários estágios de desenvolvimento.

No Brasil, a colheita das flores acontece no período de novembro a dezembro e, às vezes, até fevereiro no extremo sul do país. A produção é quase toda exportada.

A Figura 1^b mostra os estágios do desenvolvimento do *Chrysanthemum cinerariaefolium*, sendo que os estágios 5 e 6 representam a época de maior produção de piretrina.

A atividade inseticida do piretro já foi observada desde o século XIX. A porcentagem do princípio ativo encontrada nas flores é da ordem de 0,7 a 3%², porém as porcentagens acima de 1,3 foram encontradas somente em variedades selecionadas.

Estudos científicos do piretro foram feitos no período de 1910 a 1916³ por Staundinger e Ruzicka, sendo seus resultados somente publicados em 1924.

No ano de 1924, eles descobriram que os componentes ativos do piretro, as piretrinas, são ésteres formados pela combinação de dois ácidos, 2,2-dimetil-3-(2-metil-1-propenil)-1-ciclo-propanocarboxílico (ácido crisantêmico) e 2,2-dimetil-3-(2-metóxicarbonil-1-propenil)-1-ciclopropanocarboxílico (ácido pirétrico), e três álcoois: piretrolona, cinerolona e jasmolona. Os ésteres do ácido crisantêmico são chamados piretrina I, cinerina I e jasmolina I, respectivamente, sendo conhecidos coletivamente de PIRETRINAS I, e os ésteres do ácido pirétrico são chamados piretrina II, cinerina II e jasmolina II e coletivamente de PIRETRINAS II (Figura 2).

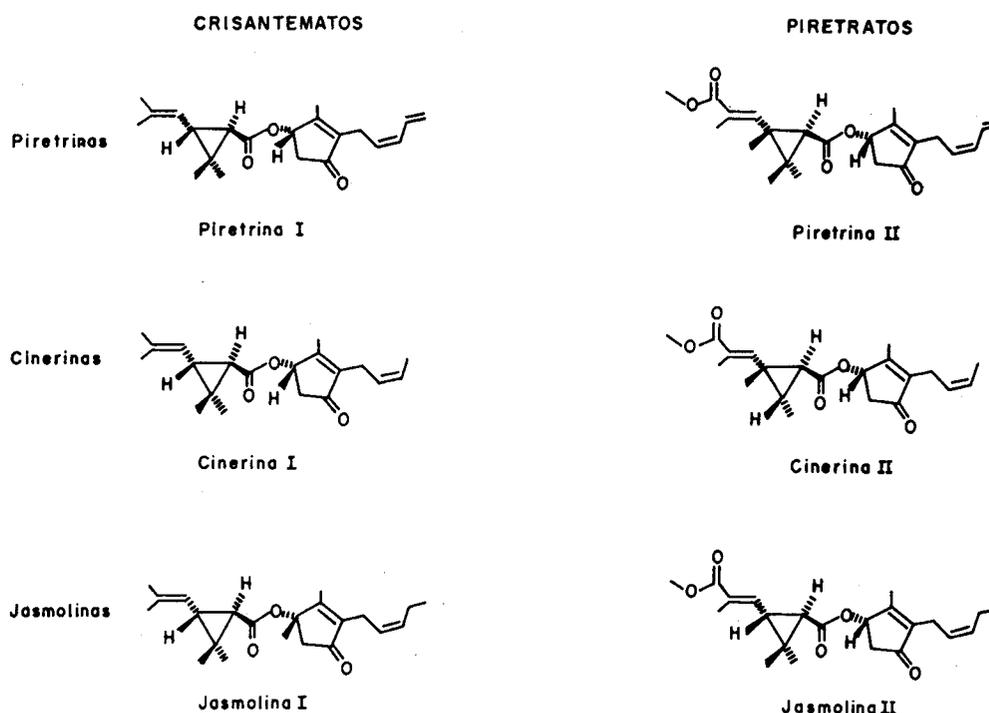


Figura 2. Estrutura dos seis constituintes ativos do piretro.

Apesar da introdução de inseticidas sintéticos, o uso do piretro tem aumentado muito devido a sua baixa toxicidade para mamíferos, aliada com sua alta atividade inseticida e ação rápida *knockdown* (alguns segundos) contra insetos voadores, sendo estes fatores importantes para o seu desenvolvimento. Ao contrário dos inseticidas organoclorados, organofosforados e carbamatos, os constituintes do piretro não são persistentes e não deixam resíduos tóxicos, sendo necessárias apenas pequenas quantidades para a aplicação. São excelentes inseticidas para uso em aerosol destinado a aplicação em lugares públicos, onde a toxicidade e os resíduos de inseticidas comuns provocariam problemas sérios. De um modo geral, os piretros controlam certos tipos de insetos com mais eficiência e oferecem maior segurança para os mamíferos do que muitos inseticidas orgânicos sintéticos.

Apesar das grandes vantagens que as piretrinas apresen-

tam, existem alguns fatores que dificultam o seu uso, destacando-se o custo, a dificuldade de conservação de extratos e a instabilidade na presença do ar e da luz. Estas condições respondem pelas desvantagens no uso do controle agrícola. A produção natural das piretrinas depende basicamente das condições climáticas para o crescimento e da época de colheita do *Chrysanthemum cinerariaefolium* e, assim, pequenas quantidades podem ser extraídas⁴.

Com a descoberta dos constituintes ativos dos piretróides naturais, foram investigados piretróides sintéticos análogos com o intuito de estudar os princípios que governam sua atividade e descobrir inseticidas mais simples e mais potentes. Novos compostos têm sido descobertos, apresentando melhor atividade inseticida e, até mesmo, mais rápida *knockdown* que os ésteres naturais. Em alguns casos, verificou-se um aumento da fotoestabilidade e diminuição da toxicidade aos mamíferos. Mesmo assim os constituintes naturais ainda têm grande aplicação, principalmente no uso doméstico.

O ácido crisantêmico (1) foi o primeiro dos cinco componentes do éster natural a ser sintetizado⁵. A síntese do ácido crisantêmico (1) (Figura 3) e das ciclopentalonas⁶ abriu novos caminhos para a obtenção de piretróides sintéticos, surgindo a aletrina (2) (Figura 3) como o primeiro piretróide sintético a ser produzido comercialmente⁴. Alguns análogos sintéticos dos ésteres do ácido crisantêmico, como bioaletrina (3) (Figura 3) (DL₅₀ contra moscas 0,10 mg/inseto) e bioresmetrina (4) (Figura 3) (DL₅₀ = 0,005 mg/inseto), são superiores às substâncias naturais na ação contra os insetos, mas continuam com o problema de fotolabilidade.

A situação tomou novo rumo, no princípio da década de 70, com a descoberta de novos piretróides sintéticos altamente ativos e também fotoestáveis, possibilitando seu uso na agricultura.

Os piretróides sintéticos recentes estão entre os inseticidas mais potentes e seguros conhecidos até hoje. O novo desenvolvimento de pesticidas sintéticos relacionados com as piretrinas naturais é, portanto, uma área de desafio para aplicação prática de muitos aspectos da química orgânica.

EFEITO DAS MODIFICAÇÕES ESTRUTURAIS NA ATIVIDADE DE PIRETRÓIDES

Neste trabalho ressaltam-se apenas algumas modificações nas características estruturais dos piretróides, procurando enfatizar determinados pontos de utilidade nas propriedades desses compostos.

A estereoquímica dos piretróides tem influência vital na atividade inseticida. Os (1S)-(-)-*trans*-crisantematos são praticamente inativos em comparação com os (1R)-(+)-*trans* crisantematos, (estereoquímica encontrada no produto natural).

A piretrina I (5, Figura 4), a mais ativa das piretrinas naturais, é um dos mais potentes inseticidas naturais conhecidos até hoje⁶, e suas características estruturais podem ser consideradas como protótipo do grupo dos piretróides naturais.

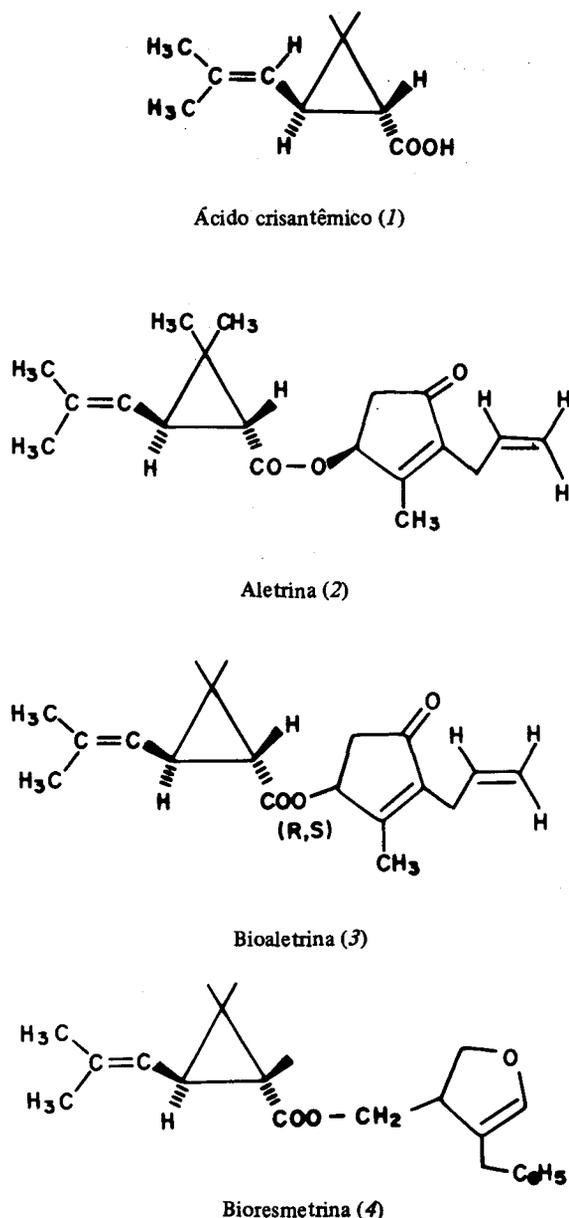
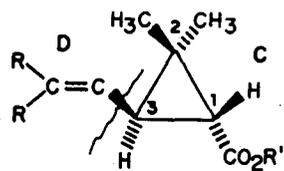


Figura 3. Alguns componentes sintéticos.



R' – Parte alcoólica

Parte ácida – crisantamato

Atividades Relativas

	R'		R	Atividades Relativas	
	B	A		Moscas	Besouros
Piretrina I (5)			-CH ₃	20	1600
S-Bioaletrina (6)			-CH ₃	100	40
Benzilietrina (7)			-CH ₃	70	50
Benzilnortrina (8)			-CH ₃	70	170
Bioresmetrina (9)			-CH ₃	1000	1000
Fenotrina (10)			-CH ₃	310	700
Butetrina (11)			-CH ₃	200	—

Figura 4. Estrutura e atividades relativas de alguns piretróides.

Pesquisadores demonstraram que pequenas alterações constitucionais e configuracionais, tanto na unidade correspondente ao ácido como na parte alcoólica dos ésteres piretróides, podem ter grande influência na atividade inseticida.

Estudos têm mostrado que insaturações na cadeia lateral alcoólica no grupo *cis*-butadienil da piretrina I (5, parte A, Figura 4), são necessárias para ter atividade inseticida⁴. Por outro lado, a alta atividade de S-biolatrina (6, Figura 4) contra moscas, mostra que um sistema conjugado na parte A não é necessário.

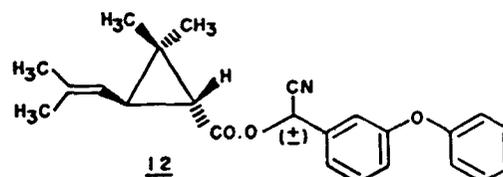
A benzilretrina⁴ (7, Figura 4) apresenta um grupo aromático na parte A da molécula, mas o mesmo não altera significativamente sua atividade. Mas, a sua síntese difícil, junto com uma atividade inseticida insuficiente, não justificou sua produção comercial.

A atividade da benzilnortrina⁴ (8, Figura 4) revela que o sistema de anel envolvido na parte B pode ser modificado e simplificado, substituindo a metila por hidrogênio. Este resultado estimulou o desenvolvimento de sínteses com variações mais significativas na parte B da molécula. A bioresmetrina⁶ (9, Figura 4), mostra uma melhora na atividade inseticida. Evidências químicas e espectroscópicas⁶ indicaram que o anel furano da bioresmetrina contribui para a fotossensibilidade. De fato, a fenotrina (10, Figura 4), apesar de mostrar menor atividade inseticida do que a biores-

metrina, apresenta maior estabilidade ao ar e à luz e é mais fácil de ser sintetizada⁴.

Modificações acíclicas na parte B da molécula não produziram bons resultados, como exemplo, a butetrina⁴ (11, Figura 4) mostrou atividade inseticida relativamente diminuída.

Com exceção dos epímeros inseridos em 12, a incorporação de substituintes no grupo CH₂ da fenotrina (10) e da bioresmetrina (9, posição 1, Figura 4) responde pela diminuição da atividade inseticida.



Outro aspecto que merece destaque é a variação da cadeia lateral do ácido crisantêmico (parte D do éster, Figura 4). Tomando-se como referência a bioresmetrina, constata-se que a atividade inseticida é aumentada com a presença do *cis*-butenil⁴ na unidade D (Figura 5). A substituição do grupo isobutenil por *cis*-butadienil⁴ (Figura 5) produziu um inseticida ainda mais potente, porém instável e de síntese mais difícil. Grupos halovinílicos aumentam a atividade inseticida e conferem maior estabilidade do que a bioresmetrina.

Cadeia Lateral (D)	Atividade Relativa	
	Moscas	Besouros
	1000	1000
	1600	1600
	2000	3900
	1100	1700

Figura 5. Mudanças na cadeia lateral (D) da parte ácida.

Tomando-se a fenotrina (10, Figura 6) como referência, já que é mais fotoestável do que a bioesmetrina, e substituindo-se as metilas por cloro obtém-se a biopermetrina (13, Figura 6), com excelente atividade inseticida e fo-

toestabilidade. Substituição dos átomos de cloro por átomos de bromo no estereoisômero com configuração *cis* (14, Figura 6) produziu um aumento mais significativo na atividade.

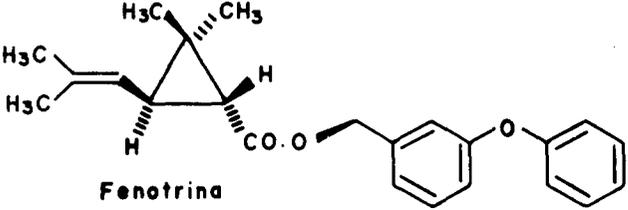
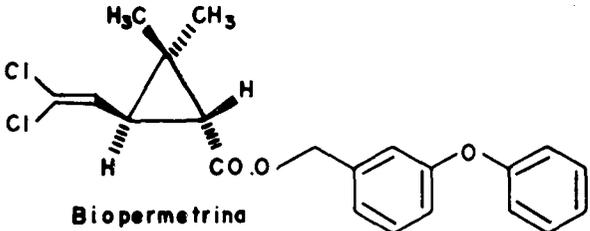
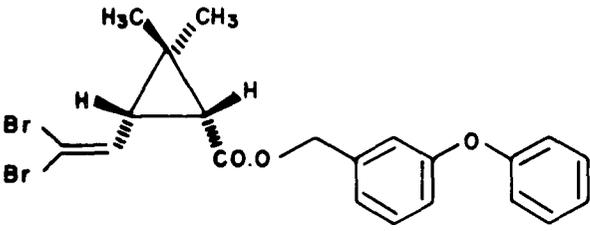
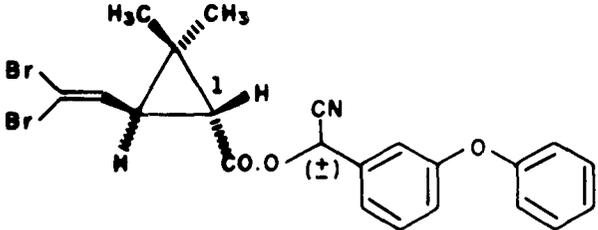
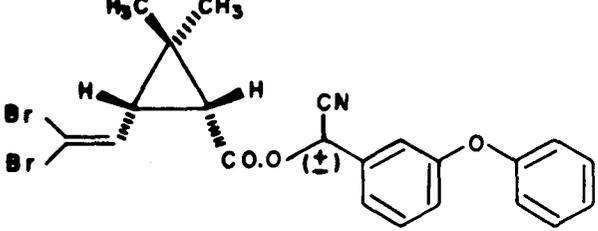
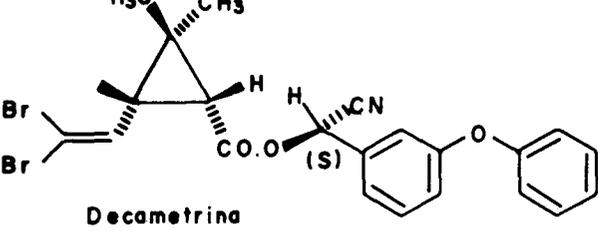
(10)	 <p>Fenotrina</p>	Moscas 310	Besouros 700
(13)	 <p>Biopermetrina</p>	1000	2500
(14)		2200	1600
(15)		4000	4600
(16)		10000	10000
(17)	 <p>Decametrina</p>	20000	20000

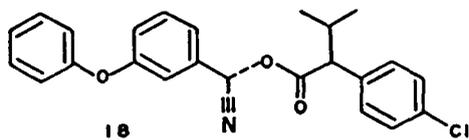
Figura 6. Halopiretróides.

Outra modificação testada na fenotrina, além de introdução de halogênios, envolveu a introdução do grupo ciano (15 e 17, Figura 6). Comparação entre os compostos 15 e 16 (Figura 6) mostrou que o éster *cis* (16) é mais ativo do que o *trans* (15). Em ambos os casos a configuração na posição 1 é 1R, condição necessária para a atividade inseticida.

De um modo geral os ésteres de ácidos carboxílicos di-halovinílicos ciclopropanos (Figura 6), aparecem como os mais potentes inseticidas encontrados até hoje, dotados de baixa toxidez para mamíferos e, principalmente, maior estabilidade na presença do ar e da luz que os outros piretróides.

A presença do grupo ciano produz mudanças drásticas na atividade inseticida, principalmente quando a configuração desse grupo -CH(CN)- é S. A decametrina (17, Figura 6) demonstrou excepcional atividade contra moscas e besouros⁶ (DL₅₀ = 0,0003 mg/inseto), sendo vinte vezes mais ativo do que a bioresmetrina.

A maioria dos inseticidas ativos discutidos até aqui deriva-se do ácido ciclopropanocarboxílico, com o anel de três membros contendo dois grupos metila geminais e um grupo β-vinil substituído. O fenvalerato⁷ (18), um dos mais recentes compostos com grande atividade inseticida, é o único componente ativo desta geração que não apresenta o anel ciclopropano em sua estrutura.



Elliott e Janes⁷ registraram, em uma revisão bibliográfica, um estudo mais detalhado sobre influências das variações estruturais nos inseticidas piretróides. Nosso objetivo foi apenas enfatizar, de uma maneira geral, alguns pontos relevantes das modificações estruturais, mostrando a metodologia no desenvolvimento desta classe de agrotóxicos.

SÍNTESE DE ÁCIDOS PIRETRÓIDES

Como foi visto no começo deste trabalho, a descoberta dos constituintes ativos dos piretróides naturais incentivou a pesquisa em direção a análogos sintéticos, buscando sempre compostos mais simples, mais potentes, fotoestáveis, menos tóxicos e biodegradáveis.

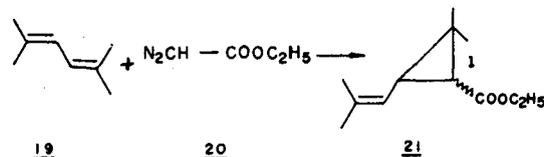
As sínteses de piretróides envolvem métodos de preparações de ácidos piretróides (crisantêmico, pirétrico e análogos), e dos álcoois para subsequente esterificação. Vamos nos concentrar nas sínteses que envolvem preparações da parte ácida.

Não é nossa intenção neste trabalho apresentar todos os métodos de síntese, mas apenas citar alguns exemplos.

Como já citamos, com exceção do fenvalerato (18), os inseticidas mais ativos desta classe são derivados do ácido ciclopropanocarboxílico. A síntese mais utilizada tanto em laboratório como em escala industrial é a adição de diazoacetatos a dienos.

Staudinger e Ruzicka⁹ sinterizaram o crisantemato de etila (21) pela reação de adição (2 + 1) do 2,5-dimetil-2,4-hexadieno (19) com diazoacetato de etila (20). O dieno usado não estava puro e não foi utilizado catalisador, obtendo-se um rendimento de apenas 14% (Esquema 1).

Esquema 1



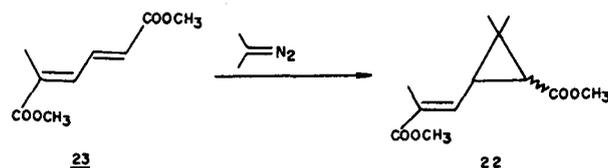
Campbell e Harper¹⁰ aperfeiçoaram esta reação, utilizando dieno puro, catalisador (cobre/bronze) e alta temperatura, obtendo um rendimento de 64% (*cis:trans*, 1:3). Este rendimento aumentou quando se utilizou acetato de ródio como catalisador.

Esta síntese com o diazoacetato de etila (20) é uma reação de aplicação geral e tem sido usada para preparar vários ácidos piretróides, residindo o problema principal na preparação dos dienos.

Enquanto esta síntese, que envolve a introdução do carbono correspondente ao C-1 do crisantemato de etila (21) pelo éster diazoacético, utiliza uma das reações mais importantes para a obtenção de ácidos piretróides, existem outras reações envolvendo a incorporação de C-2 e C-3.

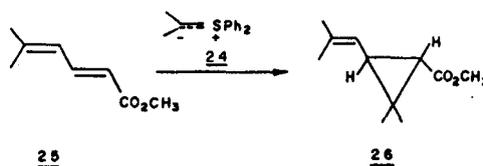
A síntese do piretrato 22 a partir do diazopropano e do (*E, E*)-2-muconato de metila¹¹ (23), mostra um exemplo de adição de C-2 (Esquema 2).

Esquema 2



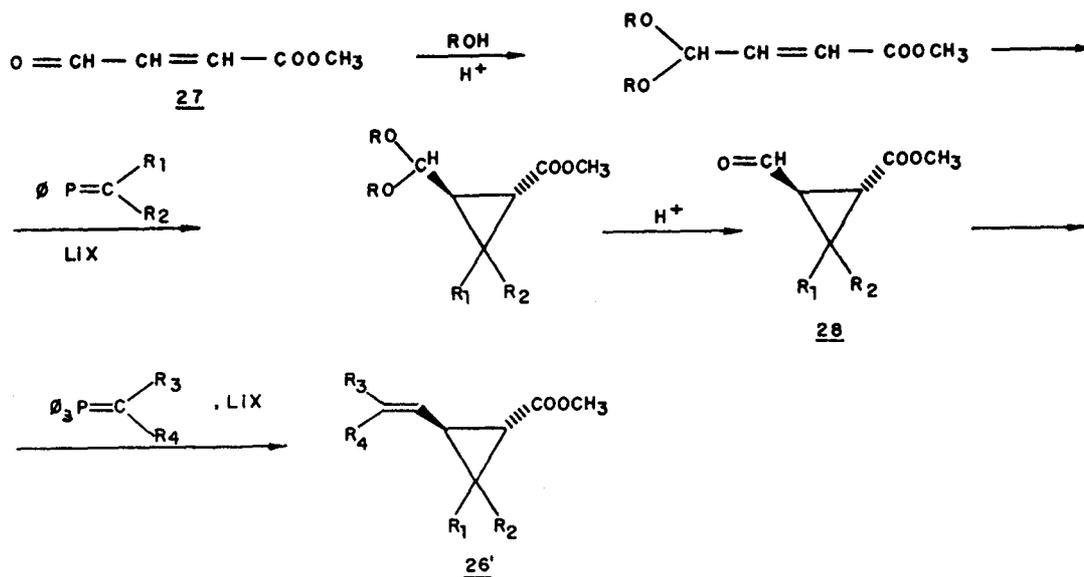
Outro exemplo de introdução de C-2 é a adição do isopropilídeo de difenilsulfônio (24) ao metilsorbato de metila¹² (25) para a preparação do crisantemato de metila (26) (Esquema 3). Apesar da pureza do produto, a complexidade dos reagentes e as condições restritas dessa reação deixam este caminho de síntese comercialmente impraticável.

Esquema 3



A mesma metodologia pode ser utilizada para sintetizar análogos dos crisantematos de metila com substituintes diferentes no anel ciclopropano e na dupla carbono-carbono (26), a partir do 4-oxobutenoato de etila (27) pela adição de dois ilídeos de fósforo com diferentes substituintes¹³ (Esquema 4).

Esquema 4

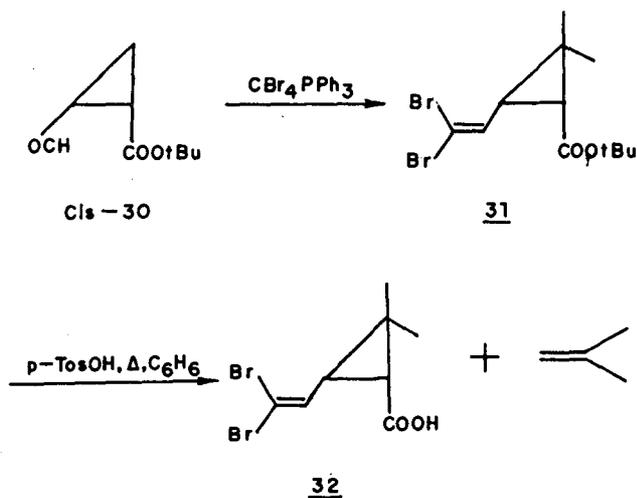


	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
26'a	CH ₃	CH ₃	CH ₂ (CH ₂) ₂	CH ₃
26'b	CH ₂ (CH ₂) ₂	CH ₃	CH ₃	CH ₃

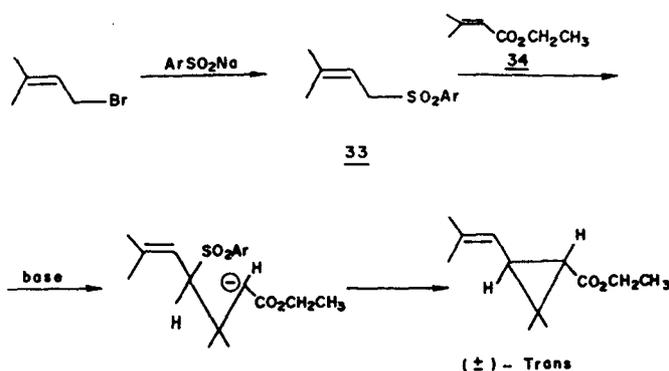
Vale salientar que ésteres de *trans* caronaldeído (**28**) são intermediários muito importantes nas sínteses de ácidos piretróides *trans* (Esquema 4), da mesma maneira que o isômero *cis*-**30** é importante na síntese de ácidos piretróides *cis*¹⁴ (Esquema 5).

Uma alternativa envolvendo a introdução do C-3 foi desenvolvida por Martel e Juynh¹⁵, onde a sulfona **33** é adicionada ao dimetilacrilato de etila (**34**) na presença de base (Esquema 6).

Esquema 5



Esquema 6



Em outra síntese mais recente¹⁶, o ácido crisantêmico (**1**) é obtido pela reação do carbeno **35**, (formado a partir de acetona e acetileno) com o álcool **36**. O produto **37** é reduzido seletivamente, dando o composto **38**, posteriormente oxidado ao ácido (Esquema 7).

parar o ácido (1R, 3S)-*cis*-crisantêmico (1b) de uma maneira altamente seletiva a partir de 2,2,5,5-tetrametil-1,4-ciclohexanodiona (39) (Esquema 8).

Para concluir, nota-se uma forte tendência para substituir os inseticidas tradicionais pelos piretróides, como inseticidas de ação geral, cuja desvantagem principal, a instabilidade na presença do ar e da luz, está sendo resolvida. O alto custo está sendo contrabalanceado pelo uso de efeitos sinérgicos de substâncias que aumentam a atividade inseticida. Além do mais, novas alternativas sintéticas prometem baixar mais ainda esse custo.

REFERÊNCIAS

- ¹ a - Elliott, M.; Janes, N.F.; "Pyrethrum - The Natural Insecticide", J.E. Casida; Academic Press; New York (1973), p. 17.
b - Ibid, p. 29.
- ² Mariconi, F.A.M.; "Inseticidas - e seu emprego no combate às pragas", 2ª edição, Biblioteca Rural. Livraria Nobel S/A (1963), p. 126.
- ³ Ibid 1, p. 4.
- ⁴ Elliott, M.; "The Future for Insecticides: Needs and Prospects", R.L. Metcalf e J.J. Mekelvy, John Wiley; New York (1976), p. 163.

- ⁵ Ibid 1, p. 65.
- ⁶ Cremly, R.; "Pesticides Preparation and Mode of Action", 1ª edição, Wiley and Sons Ltd. New York (1978), p. 42.
- ⁷ Elliott, M.; Janes, N.F.; *Chem. Soc. Rev.* (1978) 7, 473.
- ⁸ Arlt, D.; Lantzsch, R.; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* (1981), 20, 703.
- ⁹ Staudinger, H.; Muntwyler, O.; Ruzicka, L.; Seibt, S.; *Helv. Chim. Acta.* (1924) 7, 390.
- ¹⁰ Campbell, I.G.M.; Harper, S.H.; *J. Chem. Soc.* (1945), 283.
- ¹¹ Scharf, H.D.; Mattay, J.; *Chem. Ber.* (1978) 111, 2206.
- ¹² Corey, E.J.; Jartelat, M.; *J. Amer. Chem. Soc.* (1967) 89, 3912.
- ¹³ Devos, M.J.; Krief, A.; *Tetrahedron Lett* (1979), 1515.
- ¹⁴ Ibid 8, p. 713.
- ¹⁵ Martel, J.; Huynh, C.; *Bull. Soc. Chim. Fr.* (1967), 985.
- ¹⁶ Mills, R.W.; Murray, R.D.M.; Raphael, R.A.; *J. Chem. Soc. Perkin I* (1973), 133.
- ¹⁷ Gopicchand, Y.; Khanra, A.S.; Nitra, R.B.; Charavarti, K.K.; *Indian. J. Chem.* (1975), 13, 433.
- ¹⁸ Mitra, R.B.; Khanra, A.S.; *Synth. Comm.* (1977), 7, 245.
- ¹⁹ Ibid 8, p. 717.
- ²⁰ d'Angelo, J.; Reval, G.; *J. Org. Chem.* (1986) 51, 40.

NOTA TÉCNICA

UM DISPOSITIVO DE SEGURANÇA SIMPLES PARA CONTROLE DO CIRCUITO ELÉTRICO ACOPLADO AO FLUXO D'ÁGUA

R. Guilherme C. Corrêa

Universidade Federal do Ceará - Centro de Ciências; Caixa Postal 6020; 60021 - Fortaleza (CE)

Recebido em 12/03/86; cópia revisada em 06/06/89

Devido a constantes interrupções no abastecimento d'água em nosso laboratório, idealizamos um pequeno dispositivo de segurança simples e barato capaz de desligar o sistema elétrico quando acontece alguma interrupção no referido abastecimento e religá-lo quando o fluxo se restabelece. Apesar de estarem já publicados vários sistemas com esta finalidade¹⁻⁴, acreditamos que o dispositivo descrito a seguir (ver Fig.) é de fácil montagem com peças disponíveis no mercado local.

O nosso dispositivo é construído usando como peça principal um tubo de PVC rígido (A) de 42mm de diâmetro externo, do tipo normalmente usado em instalações hidráulicas e vendido como cano de 1 1/4", fechado nas duas extremidades por dois tampões (B) também de

PVC. Na parte superior deste tubo existe uma saída para água (C) a cerca de 50mm do tampão superior. Dentro do tubo A é introduzida uma bóia de plástico (D), do tipo usado em tanques de combustível de automóveis. Esta bóia está ligada através de uma haste de latão (F) ao disco de nylon (E) que aciona o microswitch (M)⁵.

O dispositivo funciona da seguinte maneira: a água proveniente do tubo de saída de um condensador, o qual está sendo utilizado em uma destilação ou uma operação de refluxo, por exemplo, passa através de um tubo T (G) que está conectado ao tubo (A) através do tampão (B) inferior.

O fluxo d'água no dispositivo é controlado por uma pinça de Mohr (H) que divide o fluxo entre ele e a saída lateral C.