

---

---

**Alcalóides, Piretróides e Rotenóides: inseticidas naturais  
como uma alternativa ecológica sustentável**  
**Alkaloids, piretroids and rotenoids: natural insecticides as a  
sustainable ecologic alternative**

---

---

VAGNER MARQUES DE MOURA<sup>1</sup>  
CARMEN LÚCIA RUIZ SCHLICHTING<sup>2</sup>

**RESUMO:** As plantas possuem substâncias químicas que agem de forma direta no controle dos insetos, sendo consideradas inseticidas naturais. Estudos revelam que a utilização dessas substâncias apresenta menor toxicidade ao homem e ao meio ambiente além de produzir uma significativa inibição do crescimento dos insetos e atividade supressora e deterrente alimentar quando em contato com tais metabólitos. Este trabalho relata a importância do uso racional e sustentável de substâncias naturais ou derivados sintéticos dos alcalóides, piretróides e rotenóides como uma alternativa sustentável no controle efetivo dos insetos.

**Palavras-chave:** Alcalóides. Piretróides. Rotenóides.

**ABSTRACT:** The plants possess chemical substances that act in direct form in the control of insects, being considered as natural insecticides. Studies reveal that the utilization of these substances presents minor toxicities to humans and to the environment, besides producing a significant inhibition of growth of the insects and suppressor and deterrent feeding activity when in contact with such metabolites. This paper presents the importance of the rational and sustainable use of natural substances or synthetic derivatives of alkaloids, piretroids and rotenoids as a sustainable alternative in the effective control of the insects.

**Key-words:** Alkaloids. Piretroids. Rotenoids.

---

<sup>1</sup>Professor da Faculdade Ingá – UNINGÁ – Trav. Spartaco Bambi 102, Cep 87050-360, Maringá-PR, e-mail: vmmoura@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Professora da Faculdade Ingá – UNINGÁ.

## INTRODUÇÃO

Desde que o homem iniciou o cultivo das primeiras plantas, ele tem avaliado e compreendido o papel que representam os insetos às plantas e como estes insetos fitófagos conseguem multiplicar-se de maneira rápida e desequilibrada.

A ocorrência de artrópodes fitófagos em altas densidades é um dos fatores adversos mais relevantes à produção agrícola. O controle de insetos-praga na agricultura, geralmente, é realizado mediante a aplicação de produtos químicos sintéticos pertencentes a diferentes grupos, tais como organofosforados, carbamatos, piretróides e outros. O uso desses produtos corresponde a uma medida que apresenta resposta imediata e, que, na atualidade, ainda é utilizada com muita frequência pelos agricultores. Na maioria dos casos a eficiência é comprovada, mas o uso destes produtos, além de aumentar consideravelmente os custos de produção tem provocado muitos problemas, como a presença de resíduos tóxicos nos alimentos, o desequilíbrio biológico, devido à eliminação de inimigos naturais das pragas, à poluição ambiental, intoxicação de seres humanos e surgimento de populações de insetos resistentes aos inseticidas (ALENCAR et al., 1998; RODRIGUES; VENDRAMIM, 1996).

O Brasil é um país que possui uma pluralidade climática e geográfica favorecida para o desenvolvimento de uma diversidade enorme de insetos e plantas. Além das espécies nativas e cultivadas para fins comerciais, tanto para consumo interno como para exportação, historicamente muitas espécies vegetais foram introduzidas por colonizadores e imigrantes, sendo responsáveis pela introdução de espécies exóticas de predadores fitófagos. Um dos fatores mais importantes sob o ponto de vista econômico do nosso país tem sido a agricultura, através da produção e distribuição de cereais, frutas e outros produtos de origem vegetal para o mercado mundial. Este fato nos traz um desafio que ainda persiste e tem se agravado a cada ano, que é o de manter o controle e desenvolvimento das pragas nativas e ou exóticas presentes nos diversos meios de cultura e no ecossistema (VIEGAS JUNIOR, 2003).

Antigamente, os insetos presentes em nossas florestas se limitavam a depredar principalmente as plantas silvestres, porém, com a vinda dos colonizadores muitas espécies foram introduzidas, permitindo que uma parte dos insetos nativos se alimentasse dessas novas espécies. Este fato levou a uma rápida multiplicação dos mesmos devido às

espécies estarem concentradas em uma mesma região, originando dessa forma uma grande população de insetos. Situação semelhante ocorreu com algumas das espécies estrangeiras, onde o clima mais favorável, predadores naturais em pequenos números e hospedeiros em grande concentração determinaram uma enorme população. Dentre os vários fatores que colaboraram para este desenfreado desequilíbrio pode-se citar o crescente avanço no desmatamento e queimadas das florestas brasileiras, principalmente a Amazônica e Mata Atlântica que vem sendo destruída para plantação de monoculturas. A caça indiscriminada de pássaros insetívoros e animais silvestres, bem como o aumento populacional rápido e contínuo gerando uma competição alimentar e territorial entre o homem e o inseto, dificultando o controle de infecções hospitalares e doenças que têm nos insetos os vetores de transmissão, também são fatores consideráveis (LARINI, 1979; VIEIRA et al., 2003; MARICONI, 1981; ADDOR, 1994).

Assim, em face de todos estes fatores, é necessária a busca incessante e contínua por novos agentes inseticidas eficientes, que representem a humanidade e ao meio ambiente uma maior segurança e equilíbrio.

## INSETICIDAS DE ORIGEM VEGETAL E SINTÉTICO

Inseticidas são substâncias químicas utilizadas para matar, atrair e repelir insetos de monoculturas. A descoberta, isolamento, síntese, avaliação toxicológica e o impacto ambiental tem sido um vasto campo de pesquisa em todo mundo (MARICONI, 1981).

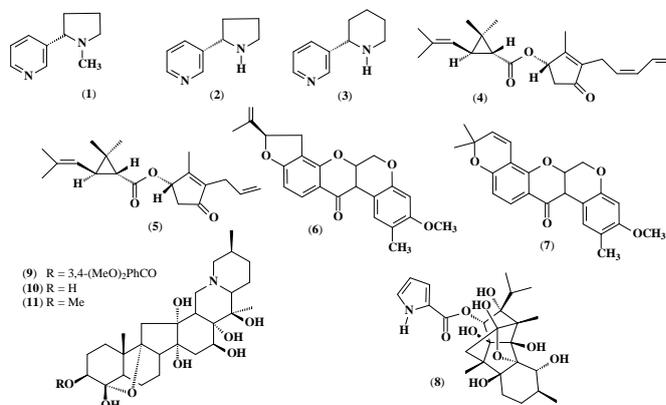
Atualmente, a utilização de inseticidas sintéticos vem crescendo com o desenvolvimento de novas monoculturas e o seu consumo atinge valores da ordem de bilhões de dólares no controle dos insetos, no entanto estes compostos químicos podem provocar danos irreparáveis para o homem e para a natureza através de sua contaminação e permanência no meio ambiente.

Na tentativa de minimizar os efeitos toxicológicos destes produtos, o preparo de derivados de produtos naturais provindos de plantas tem sido uma alternativa segura e eficaz. Produtos naturais já foram muito utilizados até a década de 40. Com o surgimento dos inseticidas sintéticos, os quais foram desenvolvidos como subprodutos da pesquisa de agentes químicos biocidas durante a II Guerra Mundial, estes muito mais ativos e potentes que os naturais, além se serem menos

específicos no controle de pragas agrícolas acabaram por, praticamente, substituir os naturais por completo. Têm-se então um panorama dos principais inseticidas utilizados no século XX.

Na primeira metade do século XX – predominava a utilização dos provindos de extratos vegetais, de origem orgânica e alguns de origem inorgânica. Dentre os inorgânicos, os mais empregados eram os arseniatos de cálcio e chumbo (Paris green - os de maior impacto ambiental e na saúde humana), derivados de cobre (Calda bordalesa), enxofre em pó ou na forma de vários sulfatos, cal, fluorsilicato de bário, amônios-selenosulfito de potássio (cryolite) e óleos minerais derivados de petróleo.

Já os orgânicos, por serem de distintas classes, foram agrupados em: I) Orgânicos sintéticos: destacando-se os tiocianatos, ácido cianídrico, brometo de metila, dicloroetileno, óxido de etileno, tartaratos, dinitrocresóis e dinitrocicloexilfenóis; II) Orgânicos Naturais: substâncias de origem vegetal com significativa atividade inseticida. Foram isolados os alcalóides nicotínicos e veratrínicos: nicotina (1), *nor*-nicotina (2), anabasina (3), rianodina (8), veratrina (9), veracevina (10) e cevadina (11); os piretróides: piretrina I (4) e aletrina (5) e os rotenóides: rotenona (6) e deguelina (7). Há também outras classes de substâncias tais como os terpenóides (limonóides e diterpenos) que abrange uma grande variedade de metabólitos com significativa importância ecológica como defensivos de plantas que agem na inibição da acetilcolinesterase, na inibição ou retardamento do crescimento dos insetos, além de serem supressores de apetite, o que pode levar insetos predadores à morte por inanição ou toxicidade direta (BOYCE, 1974; MARICONI, 1981; VIEIRA et al., 2003).



## ALCALÓIDES, PIRETRÓIDES E ROTENÓIDES DE ORIGEM NATURAL

Dentre os alcalóides de origem natural com propriedades inseticidas, nicotina (1) certamente foi a substância mais utilizada principalmente na forma de lavagem de fumo. Seu isolamento ocorreu em 1828 quando folhas de *Nicotiana tabacum* e *Nicotiana glauca* (Solanaceae) eram deixadas em soluções aquosas alcalina, seguidas de destilação por arraste a vapor e submetida à extração com solventes orgânicos. O extrato bruto obtido era tratado com ácido sulfúrico, obtendo-se assim uma fração rica em alcalóides (cerca de 97% da fração). Dentre eles foram identificados o sulfato de nicotina um produto de alto valor comercial, a *nor*-nicotina (2), nicotimina, anabasina (3), isonicotéina, anatabina, nicotirina, nicotéina e outros metabólitos de menor importância. A comercialização do sulfato de nicotina ultrapassou o equivalente a 2,5 mil toneladas na metade do século XIX e atualmente não chega a 1250 toneladas por ano. Esta queda na comercialização se deve ao alto custo de produção, odor desagradável, extrema toxicidade a mamíferos, atividade inseticida limitada e principalmente pela substituição deste por outros agentes sintéticos (KLOCKE et al., 1991; SULIMAN, 1982; VIEIRA et al., 2003).

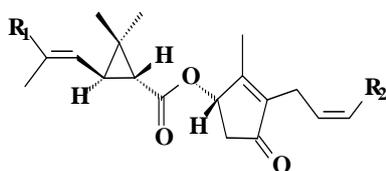
No gênero *Ryania* pertencente à família Flacourtiaceae foi isolado o alcalóide rianodina(8) com potente ação inseticida, porém seu uso é limitado devido a sua toxicidade ao homem e de custo muito elevado na sua obtenção. Há também relatos da presença de alcalóides com atividade biocida presentes em espécies dos gêneros *Sabatina*, *Veratrum* e *Zigadenus* (Liliaceae), os quais biossintetizam os alcalóides veratrínicos: veratrina (9), veracevina (10) e cevadina (11), ambos com estrutura esteroidal, agindo de forma direta nos insetos (VIEIRA et al., 2003).

Outro grupo de substâncias de grande relevância dentre os inseticidas naturais são as piretrinas, e estas são divididas em piretrinas I e II (4 e 16), jasmolinas I e II (12 e 13) e cinerinas I e II (14 e 15). Esta classe de metabólitos é comumente extraída das flores do piretro, espécies pertencentes ao gênero *Chrysanthemum* (Compositae), seus extratos são muito utilizados pelos agricultores por apresentar baixa toxicidade aos mamíferos e ao meio ambiente, impedindo assim sua contaminação, além de serem economicamente viáveis devido ao baixo custo da produção dos extratos.

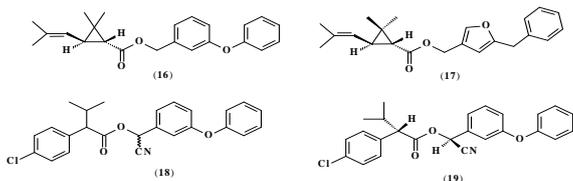
Dentre as piretrinas, o piretro certamente é a substância mais importante. Este metabólito é comumente conhecido como Pó da Pérsia e foi muito utilizado nas plantações da região do Cáucaso e no norte do Irã ainda no século XVII. Foi amplamente difundido pelo mundo, sendo que em 1939 os EUA chegaram a importar em torno de 8 mil toneladas deste produto natural por ano, o que revolucionou o mercado agrônomo da época, porém com o passar das décadas a comercialização desta substância foi sendo substituída por novos agentes inseticidas sintéticos e atualmente a demanda de piretro está em torno de 25 mil toneladas por década (VIEGAS JUNIOR, 2003; VIEIRA et al., 2003).

Com o declínio da utilização dos naturais, devido aos avanços na síntese de análogos entre as décadas de 50 e 70, a indústria procurou sintetizar produtos que mantivessem sua atoxicidade aos mamíferos e peixes, bem como em aumentar a estabilidade fotoquímica e térmica dos mesmos. Como exemplo do sucesso destas sínteses, pode-se destacar a obtenção da aletrina (**5**), fenotrina (**16**) e resmetrina (**17**), produtos que diferenciam dos naturais pela estereoquímica *cis* e inserção de halogênios no carbono vinílico terminal e/ou grupo ciano na porção alcoólica da molécula, surgindo assim derivados com maior fotoestabilidade e toxicidade a insetos.

Recentemente, foram sintetizados novos agentes biocidas todos derivados dos aciclopropânicos destacando-se o fenvalerato (**18**), que foi o primeiro piretróide na forma de racemato possuindo uma significativa fotoestabilidade e o *S,S*-esfenvalerato (**19**) um isômero do fenvalerato, comercializado a partir de 1986 (VIEIRA et al., 2003).



- (4)  $R_1 = \text{CH}_3$        $R_2 = \text{CH}=\text{CH}_2$   
 (12)  $R_1 = \text{CH}_3$        $R_2 = \text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 (14)  $R_1 = \text{CH}_3$        $R_2 = \text{CH}_3$   
 (16)  $R_1 = \text{CO}_2\text{CH}_3$        $R_2 = \text{CH}=\text{CH}_2$   
 (13)  $R_1 = \text{CO}_2\text{CH}_3$        $R_2 = \text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 (15)  $R_1 = \text{CO}_2\text{CH}_3$        $R_2 = \text{CH}_3$



A síntese dos piretróides foi um marco na química sintética de produtos naturais e a partir destes compostos foram sintetizados diversos outros produtos que alcançaram sucesso comercial por serem eficazes no combate as pragas e por possuírem baixa toxicidade ao homem.

Os rotenóides são também uma classe de produtos naturais biossintetizados exclusivamente por espécies pertencentes aos gêneros *Derris* originário da Malásia e Indonésia, *Lonchocarpus*, *Mundela* e *Tephrosia* ambos encontrados na América do Sul e África. Um dos primeiros relatos do uso de rotenóides em práticas agrícolas ocorreu em 1919, na Guiana Holandesa, através da utilização da planta Timbó no combate às formigas saúvas da espécie *Dolichorus bidens*. Já os EUA, foram os principais importadores das raízes de *Lonchocarpus*, os quais utilizavam estas raízes no combate a infestação da mosca do Mediterrâneo em pomares, sendo o Brasil, Peru e Guianas os principais exportadores desta matéria natural. Há também relatos do isolamento da rotenona (6), substância de maior ação inseticida da classe dos rotenóides que comumente é utilizada como anestésico temporário na captura de peixes, por seu efeito paralisante (KLOCKE et al., 1991; BOYCE, 1974; ROY et al., 1987). A literatura apresenta a atividade fagoinibidora dos rotenóides frente às lagartas jovens das borboletas, pois os compostos rotenona e tefrosina isoladas de espécies do gênero *Theprosia* agem de forma a impedir a alimentação destes insetos levando-os a morte (VIEIRA et al., 2003).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biodiversidade do reino vegetal, bem como a eficiência e a seletividade observada nos compostos isolados de plantas com atividade inseticida reflete na enorme contribuição que a natureza pode fornecer a humanidade na busca do equilíbrio inseto-planta e homem-inseto nesta desenfreada cadeia ecológica em que o ecossistema está enfrentando. Certamente, motivados pela toxicidade dos produtos sintéticos frente a mamíferos, inclusive o homem e o meio ambiente, além da capacidade dos insetos em desenvolver resistência seletiva, o setor agrícola e os órgãos de legislação e proteção ambiental, principalmente aqueles diretamente ligados às atividades produtivas e comerciais tem procurado alternativas e metodologias concretas que permitem a substituição dos sintéticos nocivos por compostos que possuam atividade efetiva no combate e controle biológico de pragas a fim de atender às necessidades da humanidade.

Neste contexto, as substâncias químicas presentes nas plantas podem representar um importante modelo que atua seletivamente no sistema hormonal dos insetos ou na inibição de crescimento dos mesmos impedindo sua multiplicação rápida e desequilibrada. Estas, também podem agir como supressoras de apetite, causando intoxicação alimentar e morte dos insetos fitófagos. Entretanto, a busca por novos agentes inseticidas ainda é um desafio que perdurará por muitos anos, sendo necessários investimentos em todos os setores envolvidos nesta área além de constante incentivo no campo da pesquisa científica para que juntos possam formar um elo no combate e controle das doenças infecciosas, cujos vetores sejam insetos. Portanto, a utilização dos produtos naturais principalmente os provindos de plantas ou os seus derivados sintéticos ainda representa uma alternativa ecologicamente sustentável no combate e controle das pragas que atingem nossa agricultura.

## REFERÊNCIAS

- ADDOR, R.W. Insecticides. In: GODFREY, C.R.A. **Agrochemical from Natural Products**. New York: Marcel Dekker Inc., 1994.
- ALENCAR, J.A. et al. **Manejo Integrado da Mosca Branca**: plano emergencial para o controle da mosca-branca. Brasília: Embrapa – SPI, 1998.
- BOYCE, A.M. **The future of insecticides**: needs and prospects. New York: John Willey, 1974.
- KLOCKE, J.A. et al. Grayanoid diterpene insect antifeedants and insecticides from *Rhododendron molle*. **Phytochem**, v.30, n.6, p.1797-800, 1991.
- LARINI, L. **Toxicologia dos inseticidas**. São Paulo: Sarvier, 1979.
- MARICONI, F.A. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1981.
- RODRIGUES, H.C.; VENDRAMIM, J.D. **Toxicidade de extratos aquosos de meliáceae a *Spodoptera frugiperda***. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, p.15, Caxambú, Sociedade Entomológica do Brasil, 1996.
- ROY, M. et al. Dehydrodihydrotentenone and flemichapparin-B in *Tephrosia candida*. **Phytochem**, v.26, n.8, p.2423-4, 1987.
- SULIMAN, H.B.; WASFI, I.A.; ADAM, S.E.I. The toxic effects of *Tephrosia apollinea* on goats. **J Comp Pathol**, v.92, n.2, p.309-15, 1982.
- VIEGAS JUNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Quim Nova**, v.26, n.3, p.390-400, 2003.
- VIEIRA, P.C.; FERNANDES, J.B.; ANDREI, C.C. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. In: SIMÕES, C.M.O. et al. 5. ed. UFSC e UFRGS, Florianópolis/Porto Alegre, 2003.

Enviado em: junho de 2007.

Revisado e Aceito: julho de 2007.