

# Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos

## Potential of essential plant oils to control insects and microorganisms

Neiva Knaak<sup>1</sup>  
neivaknaak@gmail.com

Lidia Mariana Fiuza<sup>1,2</sup>  
fiuza@unisinos.br

### Resumo

As substâncias repelentes ou atraentes das plantas são, principalmente, de natureza terpênica e se apresentam como moléculas de baixo peso molecular e volátil. Essas substâncias, normalmente, são conhecidas como aromáticas e se denominam óleos essenciais, os quais se acumulam em todos os órgãos vegetais. Nos vegetais, os óleos essenciais desenvolvem funções relacionadas com sua volatilidade, agindo na atração de polinizadores, na proteção contra predadores, nos patógenos, na perda de água, no aumento de temperatura e também desempenhando funções ecológicas, especialmente como inibidoras de germinação. Essas características tornam as plantas que os produzem poderosas fontes de agentes biocidas, o que é largamente estudado nos agroecossistemas, principalmente no que concerne às ações bactericida, fungicida e inseticida. Os óleos essenciais têm como principais constituintes os monoterpenos, seguidos pelos sesquiterpenos, além de compostos aromáticos de baixo peso molecular. Sua função específica na planta ainda é desconhecida, porém se acredita que, durante o seu desenvolvimento, as plantas superiores sintetizam terpenóides essenciais para o próprio crescimento. Essas substâncias do metabolismo secundário podem agir como inibidores de germinação, proteção contra predadores, atração de polinizadores, entre outras. Entretanto, a avaliação desses compostos com finalidades diversas, como, por exemplo, no controle de microrganismos patogênicos de plantas cultivadas ou, ainda, como inseticida ou herbicida natural, é recente, visto que são poucos os trabalhos de pesquisa desenvolvidos e publicados nessa área. Esta revisão em artigo trata das interações dos óleos essenciais de plantas medicinais, silvestres e cultivadas com microrganismos e insetos.

**Palavras-chave:** óleos essenciais, insetos, fungos, bactérias.

### Abstract

The repelling or attracting plants substances are mainly from terpenic nature and they appear as molecules with less molecular weight and volatile. Usually, these substances are known as aromatic or essential oils, which amass themselves at all herbal organs. In the herbs, essential oils develop functions related to volatility, acting to attract the pollinating, to protect against pathogens predators, in the missing of water, to rise the temperature and also making ecological functions, especially as a germination inhibitor. These features make the plants which produce these aromatics a powerful source of biocidal agents, being steadily studied in agroecosystems, principally because of the bactericidal, fungicidal, and insecticidal activities. The main components are the monoterpenes, followed by sesquiterpenes, besides aromatic compounds with low molecular weight. The specific function that essential oils turns out on the plant is still unknown; however, it is supposed that the higher plants synthesize terpenoids which are essential to their growth. These substances of secondary metabolism can act as germination inhibitors, protection against predators, pollinator attractors, among others. However, the evaluation of these compounds with general purposes is recent, for

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia, Laboratório de Microbiologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Av. Unisinos, 950, Cristo Rei, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Estação Experimental do Arroz, Instituto Rio Grandense do Arroz. Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, 94930-30, Cachoeirinha, RS, Brasil.

example, using it as natural insecticide or herbicide, or to control pathogenic microorganisms of cultured plants, since there are few research papers developed and published in this area. This review tells about the interactions of essential oils of medicinal, wild, and cultured plants with microorganisms and insects.

**Key words:** essential oils, insects, fungi, bacteria.

## Plantas e óleos essenciais

A International Standart Organization (ISO) define os óleos voláteis como os produtos obtidos de partes de planta mediante destilação por arraste com vapor d'água. As substâncias repelentes ou atraentes das plantas são principalmente de natureza terpênica e se apresentam como moléculas de baixo peso molecular e volátil. Tais substâncias, normalmente, são conhecidas como aromáticas ou denominadas óleos essenciais, os quais se acumulam em todos os órgãos vegetais. Os gêneros botânicos que elaboram os compostos que constituem os óleos essenciais são distribuídos em um número limitado de famílias, como Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae e Piperáceas (Bruneton, 1999). Alguns óleos essenciais têm alta toxicidade, ação repelente, inibidores da alimentação, além de exercerem influência no desenvolvimento de organismos vivos, como os insetos (Saito e Lucchini, 1998).

Nos vegetais, os óleos essenciais desenvolvem funções relacionadas com sua volatilidade, agem na atração de polinizadores, na proteção contra predadores, patógenos, perda de água, aumento de temperatura e também desempenhando funções ecológicas, especialmente como inibidoras de germinação. Essas características tornam as plantas que os produzem poderosas fontes de agentes biocidas, fato que é largamente estudado na agricultura, principalmente em vista das atividades bactericida, fungicida e inseticida (Craveiro e Machado, 1986; Harbone, 1993).

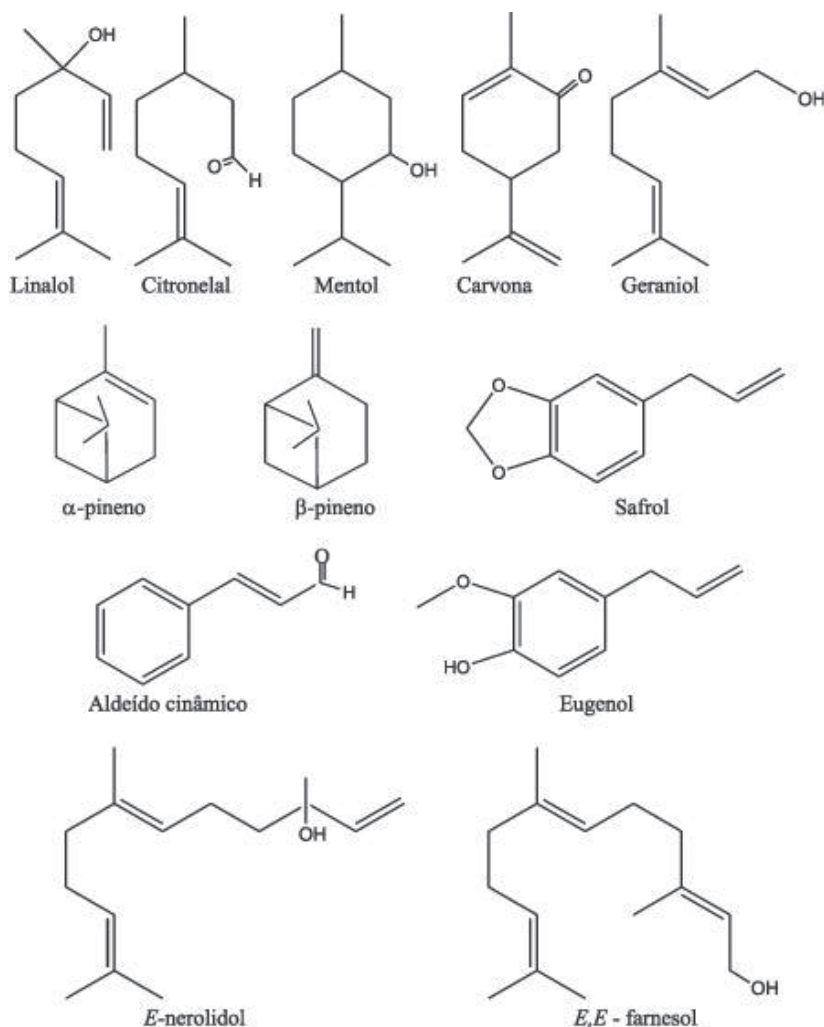
A composição química de óleos essenciais depende do clima, da estação

do ano, das condições geográficas, do período de colheita e da técnica de destilação (Maciel *et al.*, 2002). Os principais constituintes desses óleos são os monoterpenos, seguidos pelos sesquiterpenos, e pelos compostos aromáticos de baixo peso molecular. A função específica dos óleos essenciais na planta ainda é desconhecida, porém se acredita que, durante o seu desenvolvimento, as plantas superiores sintetizam terpenóides essenciais para o próprio crescimento, como, por exemplo, reguladores de crescimento (giberelinas), pigmentos e esteróides. Contudo, a presença de outras classes de terpenos pode estar relacionada às funções ecológicas (Langenhei, 1994). Essas substâncias do metabolismo secundário podem agir como inibidores de germinação, como proteção contra predadores, como atração de polinizadores, entre outras funções (Regnault-Roger, 1997; Isman, 2006). Quanto à ação, os óleos essenciais controlam tanto bactérias Gram-positivas quanto Gram-negativas, leveduras e fungos filamentosos (Prashar *et al.*, 2003). Além disso, esses compostos degradam mais rapidamente que os sintéticos, e alguns têm propriedades que favorecem os insetos benéficos (Pillmoor *et al.*, 1993). Os monoterpenos pertencem ao grupo mais abundante e potente de substâncias encontradas naturalmente; são nomeados de terpenóides e realizam atividades biológicas contra insetos (Rice e Coast, 1994; Lee *et al.*, 1997). Os óleos essenciais compreendem mais de 60 componentes individuais. Os principais podem constituir até 85% do óleo, posto que outros componentes estão presentes somente como traço (Sanatore, 1996). Seus constituintes (Figura 1) variam de hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis

simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, entre outros. Considerando que os compostos terpênicos constituem a maioria dos óleos essenciais, os monoterpenos mais comuns encontrados nos óleos voláteis são: linalol, geraniol, tujona, cânfora, limoneno e outros. Já entre os sesquiterpenos mais comuns, encontram-se: farnesol, neurolidol, bisaboleno e outros (Simões *et al.*, 2003).

Os componentes químicos dos óleos voláteis podem ser divididos em duas classes. A primeira, com base na biossíntese, na qual se encontram os derivados dos terpenóides, formados pela via do ácido mevalônico-acetato; e a segunda, na qual se situam derivados do fenilpropanóide, compostos aromáticos formados pela via do ácido chiquímico (Strapazzon, 2004).

Normalmente, os óleos essenciais das folhas e as resinas apresentam alguns constituintes em maior concentração; além disso, têm cerca de 30 a 40 compostos minoritários, em concentração inferior a 1% (Takabayashi *et al.*, 1994). Essas substâncias se encontram nas plantas sob a forma de complexos, cujos componentes se integram e reforçam a sua ação sobre o organismo. Mesmo quando a planta possui somente um princípio ativo, este apresenta um efeito benéfico superior ao produzido pela mesma substância obtida por síntese química. Davis (1996) e Worwood (1995) citam várias propriedades medicinais atribuídas aos óleos essenciais. Assim, segundo esses autores, eles são: adstringentes, analgésicos, antidepressivos, antipiréticos, antivirais, bactericidas, bacteriostáticos, béquicos, citoflálicos, desodorantes, estimulantes, fungicidas, fungistáticos, imunestimulantes e inseticidas. Entretanto, a avaliação desses compostos com finalidades di-



**Figura 1.** Exemplos de monoterpenos, fenilpropanóides e sesquiterpenos encontrados nos óleos essenciais (Simas *et al.*, 2004).

**Figure 1.** Examples of monoterpenes, sesquiterpenes and phenylpropanoids found in essential oils (Simas *et al.*, 2004).

versas, como, por exemplo, no controle de microrganismos patogênicos de plantas cultivadas, ainda como inseticida ou herbicida natural, é recente, visto que são poucos os trabalhos de pesquisa desenvolvidos e publicados nessa área.

### Princípios ativos e organismos

Os produtos naturais obtidos de matéria-prima vegetal oferecem larga variedade de moléculas com grande diversidade nas suas estruturas e na atividade biológica (Reigosa e Pedrol, 2002). Também pode ser considerada

outra razão para o interesse crescente em fitotoxinas: a ampla gama de novos sítios de ação nos organismos alvo. Nesse caso, mesmo que elas não sejam disponíveis para comercialização, podem indicar caminhos para a síntese de novos produtos (Duke *et al.*, 2000). Isso é importante, se considerada a velocidade com que os insetos e os microrganismos têm desenvolvido resistência aos produtos químicos utilizados frequentemente como agentes de controle de espécies alvo. Assim sendo, é de fundamental importância a pesquisa constante e a procura de novos grupos químicos com efeitos inseticidas, bactericidas e fungicidas.

Além disso, os microrganismos endofíticos (fungos, bactérias e actinomicetos) que vivem no interior das plantas, sistemicamente, sem causar danos, têm-se mostrado potentes produtores de antibióticos, muitos dos quais com propriedades adequadas ao uso na agricultura. Azevedo (1998) observou que alguns compostos de origem vegetal também são produzidos por fungos que habitam esses vegetais, indicando haver uma transposição de genes entre plantas e fungos. Antibióticos e outros metabólitos produzidos por endofíticos podem ser usados para controle de doenças de plantas. Um exemplo são as bactérias do gênero *Erwinia*, que ocorrem no interior de plantas de soja e produzem metabólitos que protegem a planta contra o ataque de *Pseudomonas syri-gae pr. glycinea* (Voltsch *et al.*, 1992). As bactérias endofíticas, provavelmente, desenvolveram íntima relação com sua planta hospedeira mediante processos coevolucionários e podem influenciar a fisiologia da planta de alguma forma ainda não elucidada (Misaghi e Donndelinger, 1990). Tais bactérias estão presentes em todas as espécies vegetais, permanecendo em estado de latência ou colonizando ativamente os tecidos de forma local ou sistêmica. Por ocuparem um nicho ecológico semelhante àqueles ocupados por patógenos, as bactérias endofíticas apresentam grande potencial para o controle biológico (Hallmann *et al.*, 1997).

### Ação inseticida

As plantas são ricas em substâncias que podem ser utilizadas no desenvolvimento de métodos seguros aplicados no controle de insetos. O modo de ação dos extratos vegetais, totais ou fitoquímicos purificados, nos insetos, apresentam-se de diferentes formas (Sadek, 2003), incluindo a toxicidade (Hiremath *et al.*, 1997), o retardamento no desenvolvimento (Breuer e Schmidt, 1995), a inibição da alimentação (Wheeler e Isman,

2001), a deterrência à oviposição (Zhao *et al.*, 1998), a redução na fecundidade e na fertilidade (Muthukrishnan e Pushpalatha, 2001).

Além disso, as plantas são fontes naturais de princípios ativos inseticidas e antimicrobianos, já que estes podem ser sintetizadas nas próprias plantas em resposta aos ataques dos insetos ou dos microrganismos (Regnault-Roger, 1997).

O uso de extratos de plantas inseticidas, inclusive os compostos aleloquímicos como os óleos essenciais, foram empregados no controle de insetos antes do advento das substâncias orgânicas sintéticas (Regnault-Roger, 1997). Tradicionalmente, o controle de pragas tem sido realizado com aplicações sucessivas de inseticidas e fungicidas sintéticos, porém o uso contínuo desses produtos tem sido considerado indesejável devido aos efeitos negativos, tais como: o desenvolvimento de resistência dos insetos a estes produtos; aparecimento de novas pragas ou ressurgência das existentes; desequilíbrios biológicos; efeitos prejudiciais aos animais e inimigos naturais; além dos elevados custos de aplicação dos produtos (Kogan, 1998). Desse modo, na Tabela 1, encontram-se relacionados trabalhos de pesquisa que relatam a atividade inseticida de diversas plantas medicinais, nativas e cultivadas.

Há, ainda, vários estudos que demonstraram atividade inseticida ou repelente de extratos ou óleos essenciais de algumas plantas. Em triatomíneos, foi observado efeito repelente de *Melia azedarach* em *Triatoma infestans* (Rojas-de-Arias e Schmeda-Hirschmann, 1988; Valladares *et al.*, 1999); no caso da leguminosa *Achyrocline satureioides*, foi observada 45% de letalidade aos *T. infestans* tratados topicamente (Rojas-de-Arias *et al.*, 1995). A atividade inseticida de óleos essenciais pode ocorrer de diversas formas, causando: mortalidade, deformações em diferentes estágios de desenvolvimento, repelência e deterrência. A atividade repelente é o modo de ação mais comum dos óleos essenciais e

de seus componentes majoritários. Por meio do contato, podem interagir com o tegumento do inseto, além de atuar em enzimas digestivas e neurológicas (Isman, 2006). O modo de ação pode estar diretamente relacionado aos compostos terpenóides, como a inibição da acetilcolinesterase (Viegas Júnior, 2003). A acetilcolina deve ser removida da fenda sináptica por meio de uma hidrólise catalisada pela acetilcolinesterase. Caso isso não aconteça, ocorre o acúmulo do neurotransmissor na fenda, impedindo uma transmissão correta do potencial de ação, que pode levar o animal à morte por fálência respiratória (Chambers e Carr, 1995).

De acordo com Saito *et al.* (2004), entre as substâncias úteis para o controle de insetos, destacam-se aquelas com ação inseticida, com ação esterilizadora, ou que apenas afastam os insetos das plantas, como os repelentes e inibidores da alimentação. Em algumas situações, para a proteção da cultura, pode ser também interessante o uso de substâncias que apenas desestimulam a ação dos herbívoros, pois a eliminação de alguns insetos pode causar desequilíbrio do sistema ecológico. Nesse sentido, Roel (2001) cita que a influência dos efeitos e o tempo de ação das soluções são dependentes da dosagem utilizada, de maneira que a morte ocorre nas dosagens maiores e os efeitos menos intensos e mais duradouros nas dosagens menores.

Os mecanismos de ação tóxica dos óleos essenciais ainda não foram bem elucidados, no entanto, o aparecimento de sinais tóxicos são rápidos. Dados de Enan (2001) descrevem o início da ação tóxica dos óleos essenciais em baratas (*Periplaneta americana*) com hiperatividade, seguida por hiperextensão das pernas e do abdômen, imobilização e morte. Alguns estudos demonstram que a octopamine induz essas reações (Livingstone *et al.*, 1980; Harria-Warrick *et al.*, 1980), pois desempenha um amplo espectro de funções biológicas em insetos, agindo como neurotransmissor, fator

neuro-hormonal ou neuromodulador (Orchard, 1982). A octopamine é encontrada em grandes quantidades no sistema nervoso de espécies representativas do filo Arthropoda, incluindo a classe Insecta (Robertson e Juoris, 1976; Evans, 1981; Orchard *et al.*, 1981).

Nos estudos desenvolvidos por Hall e Harman (1991), o tratamento com óleo de *Glycine max* em sementes armazenadas de *Phascolus vulgaris* não alterou a germinação e nem a viabilidade das sementes. Acredita-se que o efeito de óleos adicionados a estas se deve ao bloqueio do oxigênio para respiração dos insetos e à ação inseticida de alguns de seus componentes, principalmente triglicerídeos (Uvah e Ishaya, 1992). Tais dados indicam que os óleos essenciais podem ser utilizados no controle de pragas de grãos armazenados e não inviabilizam a geminação das sementes. Também Regnault-Roger (1997) relata que o efeito tóxico dos óleos envolve muitos fatores. Entre esses, o ponto de entrada das toxinas pode ocorrer pelas vias de inalação, ingestão e contato, em que os óleos essenciais assumem uma ação de fumigação até fago-inibidora. De acordo com Mordue e Nisbet (2000), o comportamento alimentar dos insetos depende da integração do sistema nervoso central com os quimiorreceptores, localizados nos tarsos, peças bucais e cavidade oral. Os autores relatam, também, que determinadas substâncias, como a azadirachtina, presente nos extratos de nim, podem atuar sobre os quimiorreceptores, estimulando as “células deterrentes específicas” ou bloqueando os fagoestimulantes, como as “células receptoras de açúcar”, inibindo a alimentação dos insetos.

A busca de novos produtos naturais com atividade inseticida é um caminho promissor, já que as fitotoxinas oferecem uma ampla gama de novos sítios de ação nos organismos alvo. Esses constituem uma alternativa ao desenvolvimento de bioinseticidas.

**Tabela 1.** Plantas que sintetizam substâncias com atividade inseticida.**Table 1.** Plants that synthesize substances with insecticidal activity.

Insetos	Plantas Hospedeiras	Plantas inseticidas	Referências
<b>Coleópteros</b>			
<i>Callosobruchus chinensis</i>	Feijão	<i>Azadirachta indica</i> <i>Chamaecyparis obtusa</i>	Rodríguez (1997), Park <i>et al.</i> (2003)
<i>Callosobruchus maculatus</i>	Caupi, feijão	<i>Azadirachta indica</i> <i>Ocimum basilicum</i>	Rodríguez (1997); Keita <i>et al.</i> (2000)
<i>Dendroctonus rufipennis</i>	Madeira	<i>Illicium verum</i>	Werner (1995)
<i>Lasioderma serricorne</i>	Tabaco	<i>Cymbopogon citratus</i>	Hori (2003)
<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Batata	<i>Tanacetum vulgare</i>	Hough-Goldstein (1990), Panasiuk (1984)
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	Trigo, milho, arroz, cevada, sorgo, frutas secas, cacau, nozes, etc.	<i>Azadirachta indica</i>	Rodríguez (1997)
<i>Rhyzopertha dominica</i>	Milho, arroz, trigo etc.	<i>Azadirachta indica</i>	Rodríguez (1997)
<i>Sitophilus granarius</i>	Trigo	<i>Artemisia absinthium</i> <i>Artemisia santonicum</i> <i>Artemisia spicigera</i>	Kordali <i>et al.</i> (2006)
<i>Sitophilus oryzae</i>	Arroz	<i>Melaleuca sp.</i> <i>Chamaecyparis obtusa</i> <i>Azadirachta indica</i>	Rodríguez (1997), Park <i>et al.</i> (2003), Lee <i>et al.</i> (2004)
<i>Sitophilus zeamais</i>	Milho	<i>Piper hispidinervum</i> <i>Piper aduncum</i> <i>Azadirachta indica</i> <i>Evodia rutecarpa</i> <i>Ageratum conyzoides</i> <i>Lantana camara</i> <i>Chromolaena odorata</i> <i>Tribolium castaneum</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Lippia gracillis</i>	Chang e Ahn (2001), Erler <i>et al.</i> (2006), Knio <i>et al.</i> (2007), Rodríguez (1997), Liu e Ho (1999), Bouda <i>et al.</i> (2001), Coitinho <i>et al.</i> (2006), Estrela <i>et al.</i> (2006), Huang <i>et al.</i> (1997).
<i>Tenebrio molitor</i>	Trigo, soja	<i>Piper aduncum</i> <i>Piper hispidinervum</i> <i>Tanaecium nocturnum</i>	Fazolin <i>et al.</i> (2007)
<i>Tribolium castaneum</i>	Soja, trigo	<i>Illicium verum</i> , <i>Azadirachta indica</i> <i>Evodia rutecarpa</i>	Rodríguez (1997), Liu e Ho (1999), Chang e Ahn (2001), Erler <i>et al.</i> (2006), Knio <i>et al.</i> (2007)
<i>Tribolium confusum</i>	Soja, trigo	<i>Azadirachta indica</i>	Rodríguez (1997)
<i>Zabrotes subfasciatus</i>	Feijão	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Oliveira e Vendramim (1999)
<b>Lepidópteros</b>			
<i>Choristoneura rosaceana</i>	Maçã	<i>Tanacetum vulgare</i>	Larocque <i>et al.</i> (1999)
<i>Cydia pomonella</i>	Maçã	<i>Tanacetum vulgare</i>	Suomi <i>et al.</i> (1986)
<i>Helicoverpa armigera</i>	Tomate	<i>Berberis lycium</i> <i>Hedera nepalensis</i> <i>Acorus calamus</i> <i>Zanthoxylum armatum</i> <i>Valeriana jatamansi</i>	Tewary <i>et al.</i> (2005)
<i>Plutella xylostella</i>	Crucíferas	<i>Tanacetum vulgare</i> <i>Berberis lycium</i> <i>Hedera nepalensis</i> <i>Acorus calamus</i> <i>Zanthoxylum armatum</i> <i>Valeriana jatamansi</i>	Brewer e Ball (1981), Hough-Goldstein e Hahn (1992), Tewary <i>et al.</i> (2005)

Continua



Insetos	Plantas Hospedeiras	Plantas inseticidas	Referências
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Milho, sorgo, arroz	<i>Achillea millefolium</i> <i>Thymus vulgaris</i> <i>Cymbopogon winterianus</i>	Labinas e Crocomo (2002), Castro <i>et al.</i> (2006)
<i>Spodoptera littoralis</i>	Algodão, milho	<i>Nepeta cataria</i> <i>Thuja occidentalis</i> <i>Mentha citrata</i> <i>Salvia sclarea</i> <i>Nepeta cataria</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Origanum compactum</i> <i>Melissa officinalis</i> <i>Thymus mastichina</i> <i>Lavandula angustifolia</i>	Pavela (2005)
<i>Spodoptera litura</i>	Tabaco	<i>Satureia hortensis</i> <i>Thymus serpyllum</i> <i>Origanum creticum</i> <i>Berberis lycium</i> <i>Hedera nepalensis</i> <i>Acorus calamus</i> <i>Zanthoxylum armatum</i> <i>Valeriana jatamansi</i>	Isman <i>et al.</i> (2001), Tewary <i>et al.</i> (2005)
<b>Hemípteros</b>			
<i>Brevicoryne brassicae</i>	Brássicas	<i>Cymbopogon citratus</i> <i>Illicium verum</i>	Lima <i>et al.</i> (2008)
<i>Bemisia tabaci</i>	Tomate, melão	<i>Tetranychus urticae</i>	Aslan <i>et al.</i> (2004)

## Atividade fungicida

A atividade antimicrobiana tem sido atribuída a pequenos terpenóides e compostos fenólicos como timol, carvona, carvacrol, mentol e murelono, que também na forma pura exibem atividade antifúngica (Conner, 1993; Smid *et al.*, 1996). Apesar de os mecanismos de ação estarem pouco caracterizados, parecem estar associados ao caráter lipofílico dos compostos, havendo um acúmulo em membranas e perda de energia pelas células microbianas (Conner, 1993, Sikkema *et al.*, 1995). De acordo com Piper *et al.* (2001), determinados terpenos presentes nos óleos essenciais são capazes de tornarem a membrana celular do fungo permeável, causando o vazamento de seu conteúdo.

Trabalhos desenvolvidos com extrato bruto ou óleos essenciais, obtidos a partir de plantas medicinais, têm indicado o potencial destas no controle de fitopatógenos, tanto por ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos,

quanto pela indução de fitoalexinas, indicando a presença de compostos com características de elicitores (Stangarlin *et al.*, 1999). Essas moléculas ou agentes de origem biótica ou abiótica são capazes de ativar ou induzir qualquer resposta de defesa nas plantas (Smith, 1996). Tais mecanismos de resistência induzidos podem ser de ordem estrutural como papilas, lignificação e tilose. Também podem ser de ordem bioquímica como o acúmulo de fitoalexinas e de proteínas relacionadas à patogênese, por exemplo,  $\beta$ -1,3 glucanase e quitinase, degradadoras da parede celular de fungos (Paschoate e Leite, 1995).

As fitoalexinas são metabólitos secundários, antimicrobianos, de baixo peso molecular produzidos pelas plantas em resposta a estresses físicos, químicos ou biológicos, aptos a impedir a atividade de agentes patogênicos (Purkayastha, 1995). De forma geral, o modo de ação das fitoalexinas sobre fungos inclui granulação citoplasmática, desorganização dos conteúdos celulares, ruptura da membrana plasmática e

inibição de enzimas fúngicas. Esses efeitos refletem-se na inibição da germinação e alongação do tubo germinativo e na redução ou inibição do crescimento micelial dos fungos (Lo *et al.*, 1996). Em estudos desenvolvidos por Zambonelli *et al.* (1996), testando óleo de tomilho em fitopatógenos, foi verificado que esse composto causou degeneração das hifas extravasamento do citoplasma celular. Também há dados de pesquisa que mostram a atividade antibacteriana e antifúngica em óleos essenciais obtidos das folhas de *Croton triangularis*, assim como há evidências de que existe ação antifúngica dos extratos de *Lippia gracilis* e de *Xylopiya sericea* (Lemos *et al.*, 1992).

A exploração das atividades biológicas de compostos secundários no extrato bruto ou óleo essencial de plantas medicinais pode se constituir, ao lado da indução da resistência, em mais uma forma potencial de controle de doenças de plantas (Schwan-Estrada *et al.*, 2003), conforme mostra a Tabela 2.

**Tabela 2.** Plantas que sintetizam substâncias com atividade antifúngica.  
**Table 2.** Plants that synthesize substances with antifungal activity.

<b>Fungos fitopatogênicos</b>	<b>Plantas fungicidas</b>	<b>Referências</b>
<i>Alternaria alternata</i>	<i>Piper hispidinervum</i> <i>Ocimum basilicum</i> <i>Baccharis trimera</i> <i>Ruta graveolens</i> <i>Mentha arvensis</i>	Singh <i>et al.</i> (1993), Stangarlin <i>et al.</i> (1999), Nascimento <i>et al.</i> (2008)
<i>Aspergillus sp.</i> <i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Mentha arvensis</i> <i>Eucalyptus citriodora</i> <i>Eucalyptus urophylla</i> <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Diniz <i>et al.</i> (2008) Salgado <i>et al.</i> (2003)
<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Eucalyptus citriodora</i> <i>Eucalyptus urophylla</i> <i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Caryocar brasiliense</i>	Salgado <i>et al.</i> (2003), Marques <i>et al.</i> (2002)
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Piper aduncum</i> <i>Piper arboreum</i> <i>Piper tuberculatum</i>	Navickiene <i>et al.</i> (2006)
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	<i>Piper aduncum</i> <i>Piper arboreum</i> <i>Piper tuberculatum</i>	Navickiene <i>et al.</i> (2006)
<i>Colleotrichum gloeosporioides</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Ocimum basilicum</i> <i>Articum lappa</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Chamomila recutita</i> <i>Cymbopogon citratus</i> <i>Maytenus ilicifolia</i> <i>Foeniculum vulgare</i> <i>Zingiber officinale</i> <i>Mentha piperita</i> <i>Lippia alba</i> <i>Achryrocline saturoides</i> <i>Phyllanthus sp.</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Pantago australis</i> <i>Tagetes minuta</i>	Rozwalka <i>et al.</i> (2008)
<i>Colletotrichum truncatum</i> <i>Corynespora cassicola</i>	<i>Caryocar brasiliense</i> <i>Mentha arvensis</i> <i>Eucalyptus citriodora</i>	Marques <i>et al.</i> (2002) Ludwig <i>et al.</i> (2007), Diniz <i>et al.</i> (2008)
<i>Crinipellis perniciosa</i>	<i>Piper aduncum</i>	Bastos (1997), Bastos e Albuquerque (2004)
<i>Curvalaria lunata</i> <i>Didymella bryoniae</i>	<i>Mentha arvensis</i> <i>Achillea millefolium</i> <i>Cymbopogon citratus</i> <i>Eucalyptus citriodora</i> <i>Ageratum conyzoides</i>	Singh <i>et al.</i> (1993) Pattnaik <i>et al.</i> (1996), Fiori <i>et al.</i> (2000)
<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Zingiber officinale</i> <i>Mentha arvensis</i>	Singh <i>et al.</i> (1993), Diniz <i>et al.</i> (2008), Singh <i>et al.</i> (2008)
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Eucalyptus citriodora</i> <i>Eucalyptus urophylla</i> <i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Caryocar brasiliense</i>	Marques <i>et al.</i> (2002), Salgado <i>et al.</i> (2003), Ludwig <i>et al.</i> (2007)
<i>Fusarium solani</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i> <i>Mentha arvensis</i> <i>Eucalyptus rostrata</i>	Singh <i>et al.</i> (1993), Yang <i>et al.</i> (2007), Hamedo e Zhamy (2008)

Continua

Fungos fitopatogênicos	Plantas fungicidas	Referências
<i>Fusarium verticillioides</i>	<i>Cymbopogon citratus</i>	Fandohan <i>et al.</i> (2004)
<i>Glomerella cingulata</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Rozwalka <i>et al.</i> (2008)
	<i>Ocimum basilicum</i>	
	<i>Articum lappa</i>	
	<i>Calendula officinalis</i>	
	<i>Chamomila recutita</i>	
	<i>Cymbopogon citratus</i>	
	<i>Maytenus ilicifolia</i>	
	<i>Foeniculum vulgare</i>	
	<i>Zingiber officinale</i>	
	<i>Mentha piperita</i>	
	<i>Lippia alba</i>	
	<i>Achryrocline satpureoides</i>	
	<i>Phyllanthus sp.</i>	
	<i>Sambucus nigra</i>	
	<i>Pantago australis</i>	
	<i>Tagetes minuta</i>	
<i>Monilia fructicola</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Souza <i>et al.</i> (2006)
	<i>Cymbopogon nardus</i>	
<i>Mycosphaerella fijiensis</i>	<i>Piper hispidinervum</i>	Hanada <i>et al.</i> (2004)
<i>Oidium lycopersici</i>	<i>Azadirachta indica</i>	Carneiro (2003)
<i>Penicillium rubrum</i>	<i>Mentha arvensis</i>	Diniz <i>et al.</i> (2008)
<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	<i>Corymbia citriodora</i>	Medici <i>et al.</i> (2007)
	<i>Cymbopogon nardus</i>	
	<i>Azadirachta indica</i>	
	<i>Thymus vulgaris</i>	
<i>Phytophthora sp.</i>	<i>Ocimum basilicum</i>	Stangarlin <i>et al.</i> (1999)
	<i>Baccharis trimera</i>	
	<i>Ruta graveolens</i>	
<i>Pityrosporium ovale</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	Yang <i>et al.</i> (2007)
<i>Rhizoctonia bataticola</i>	<i>Mentha arvensis</i>	Singh <i>et al.</i> (1993)
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Lippia alba</i>	Dubey e Kishore (1987), Stangarlin <i>et al.</i> (1999)
	<i>Ocimum canum</i>	
	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	
	<i>Ocimum basilicum</i>	
	<i>Baccharis trimera</i>	
	<i>Ruta graveolens</i>	
<i>Rhizopus oryzae</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	Yang <i>et al.</i> (2007)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	Yang <i>et al.</i> (2007)
<i>Sclerotinia sp.</i>	<i>Mentha arvensis</i>	Diniz <i>et al.</i> (2008)
<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Ocimum basilicum</i>	Stangarlin <i>et al.</i> (1999)
	<i>Baccharis trimera</i>	
	<i>Ruta graveolens</i>	
<i>Thichoderma virens</i>	<i>Eucalyptus rostrata</i>	Hamedo e Zhamy (2008)
<i>Trichoderma viride</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	Yang <i>et al.</i> (2007)
<i>Verticillium albo</i>	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Ludwig <i>et al.</i> (2007)

## Atividade bactericida

Na natureza, a maioria das plantas é resistente aos diferentes patógenos. Tal resistência pode estar relacionada à síntese natural de compostos

químicos antimicrobianos (Lemos *et al.*, 1990). Nesse contexto, podem ser mencionados os óleos essenciais de plantas com antimicrobiana contra um grande número de bactérias, incluindo espécies resistentes aos antibióticos

(Carson *et al.*, 1995; Carson e Riley, 1995).

Por outro lado, alguns estudos têm demonstrado que, de maneira geral, as bactérias Gram-negativas são mais resistentes à ação dos óleos essenciais



(Quattara *et al.*, 1997; Farag *et al.*, 1989; Dorantes, *et al.*, 2000). Os componentes desses óleos essenciais exercem atividade antibacteriana por interferência na dupla camada fosfolipídica da parede celular por aumento da permeabilidade e perda dos constituintes celulares; alteração de uma variedade de sistemas enzimáticos, incluindo aqueles envolvidos na produção de energia celular, e síntese de componentes estruturais e inativação ou destruição do material genético (Kim *et al.*, 1995). Nesse contexto, destaca-se uma grande variedade de óleos essenciais com propriedades antimicrobianas, cuja atividade está associada à presença de monoterpenos (Knobloch *et al.*, 1988; Hammer *et al.*, 1999; Cox *et al.*, 2000; Sartoratto *et al.*, 2004).

De acordo com Burt (2004), o timol e o carvacrol, presentes no óleo essencial de orégano, provocam distorção na estrutura física da célula, causando expansão e consequente desestabilidade na membrana, modificando sua permeabilidade, desnaturando enzimas essenciais e alterando a força próton motora, por meio de variações no pH e potencial elétrico. Também Craveiro *et al.* (1981), testando óleo de cravo-da-índia, constatou que este apresenta excelentes propriedades bactericidas, e o eugenol, componente majoritário encontrado em 80-90% no óleo essencial dessa planta, provoca inibição na produção de amilase e proteases pela célula, bem como sua deterioração e lise. Os trabalhos de Yang *et al.* (2007) revelaram que o óleo essencial de *Chamaecyparis obtusa* tem atividade antibacteriana contra bactérias Gram-positivas como: *Bacillus cereus*, *Lactobacillus plantarum*, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes* e *S. mutans*, cuja Concentração Inibitória Mínima (CIM) variou de 0,025 a 0,10 µL/mL.

## Comercialização de óleos essenciais

Os óleos essenciais e seus constituintes têm uma longa história de utilização mundial pelas indústrias

alimentícias e de fragrâncias, e, mais recentemente, no campo da aromaterapia e controle de pragas agrícolas. No entanto, esse uso para o controle de pragas ainda apresenta algumas limitações como a disponibilidade de matéria-prima e também a necessidade de padronização química, controle de qualidade e dificuldades para registrar os produtos oriundos de plantas, fatos que constituem obstáculos à comercialização de novos produtos.

Na busca pela palavra-chave “óleo essencial” no sistema ALICE-Web, um site da internet que fornece informações atualizadas sobre os dados estatísticos das importações e exportações brasileiras, como apoio do Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX), o qual administra o comércio exterior brasileiro, são enumerados 22 produtos. Entre estes, 5 óleos essenciais de cítricos (*Citrus aurantifolia*, *C. limon*, *C. reticulada*, *C. sinensis* e outros cítricos); 4 óleos de madeira (*Myrocarpus frondosus*, *Aniba roseaodora*, *Juniperus virginiana* e *Bulnesia sarmientol*); 4 óleos de menta (*Mentha piperita*, *M. arvensis*, *M. viridis* e outras mentas); 3 óleos de flores (*Pelargonium hortorum*, *Jasminum* sp. e *Lavandula intermedia*) e folhas (*Eucalyptus* sp., *Cymbopogon citratus*, *C. martini*, *C. winterianus* e *Vetiveria zizanioides*); além do óleo da semente de *Coriandrum sativum*. No período de janeiro a novembro de 2009, foram importados 540.583kg e exportados 1.368.035kg de óleos essenciais (ALICE-Web, 2010). Esses dados mostram que a produção de óleos essenciais no Brasil não é somente viável, mas rentável.

Na escala nacional, ainda não há registros de produtos comerciais à base de óleos essenciais para o controle de pragas. Enquanto isso, na Europa e nos Estados Unidos, já existem produtos comerciais formulados. Nos EUA, há isenção de registro para esses produtos, o que agiliza a comercialização de óleos essenciais para o controle de pragas agrícolas (Isman, 2006).

Alguns autores destacam que as parcerias de Centros de Pesquisa e Universidades com a Iniciativa Privada, além dos incentivos governamentais, são necessários para desenvolver e aplicar técnicas modernas de cultivo, seleção e melhoramento de plantas, de modo a se obter produtos com qualidade e preço para disputar o mercado nacional e internacional.

## Perspectivas

A diversidade da flora brasileira apresenta um imenso potencial para a produção de compostos secundários. Nesse contexto, Plesch e Santana (1995) estimaram que 16% das 500 mil espécies de plantas que existem no mundo encontram-se na Floresta Amazônica. Contudo, a pesquisa de substâncias ativas derivadas de plantas no Brasil ainda é muito incipiente. Até o início da década de 1980, estimou-se que menos de 1% das espécies da flora brasileira eram conhecidas quanto aos seus constituintes químicos (Gottlieb e Mors, 1980) e, mesmo considerando ter havido incrementos significativos a partir desse percentual, nas últimas duas décadas, há uma grande lacuna de conhecimento a ser preenchida.

Dessa forma, a busca constante de novos métodos de controle, como a utilização de novos princípios ativos, extraídos de plantas medicinais, silvestres e cultivadas, que possam ser utilizadas de forma integrada com os outros métodos, perfaz premissas importantes do Manejo Integrado de Pragas (MIP), reduzindo o impacto da utilização dos produtos químicos.

É importante ressaltar que os níveis dos compostos que possuem ação antibacteriana, antifúngica ou inseticida podem variar em função da espécie vegetal, das condições de cultivo e da forma de extração desta, o que afeta diretamente a atividade dos óleos essenciais. Por essa razão, tornam-se necessárias pesquisas criteriosas quanto à composição química das substâncias oriundas das plantas e os seus efeitos toxicológicos aos organismos alvo

e não alvo. Também devem ser avaliadas a capacidade de extração dos solventes, as técnicas de aplicação a campo, a conservação e a seletividade das plantas.

## Referências

- ALICE-Web. 2010. Disponível em: <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>. Acesso em: 02/01/2010.
- ASLAN, I.; ÇALMAUS, O.; SAHIN, F. 2004. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products*, **19**:167-173. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2003.09.003>
- AZEVEDO, J.L. 1998. Microrganismos endofíticos. In: I.S. MELO; J.L. AZEVEDO, (eds.), *Ecologia Microbiana*. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 117-137.
- BASTOS, C.N. 1997. Efeito do óleo de *Piper aduncum* sobre *Crinipellis pernicioso* e outros fungos fitopatogênicos. *Fitopatologia Brasileira*, **22**:441-443.
- BASTOS, C.N.; ALBUQUERQUE, P.S.B. 2004. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. *Fitopatologia Brasileira*, **29**:555-557. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582004000500016>
- BOUDA, H.; TAPONDJOU, L.A.; FONTEM, D.A.; GUMEDZOE, M.Y.D. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, **37**:103-109. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00011-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00011-4)
- BREUER, M.; SCHMIDT, G.H. 1995. Influence of a short period treatment with *Melia azedarach* extract on food intake and growth of the larva of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep., Noctuidae). *Journal of Plant Diseases Protection*, **102**:633-654.
- BREWER, G.J.; BALL, H.J. 1981. A feeding deterrent effect of a water extract of tansy (*Tanacetum vulgare* L., Compositae) in three lepidopterous larvae. *Journal of Entomology Society*, **54**:733-736.
- BRUNETON, J. 1999. *Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants: Essential Oils*. New York, Lavoisier Publishing, 1119 p.
- BURT, S. 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*, **94**:223-253. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- CARNEIRO, S.M.T.P.G. 2003. Efeito de extratos de folhas e do óleo de nim sobre o oídio do tomateiro. *Summa Phytopathologica*, **29**:262-265.
- CARSON, C.F.; COOKSON, B.D.; FARRELLY, H.D.; RILEY, T.V. 1995. Susceptibility of methicillin-resistat *Staphylococcus aureus* to the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Antimicrobiol*, **35**:421-424.
- CARSON, C.F.; RILEY, T.V. 1995. Antimicrobial activity of the major components of essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Bacteriology*, **78**:264-269.
- CASTRO, D.P.; CARDOSO, M.G.; MORAES, J.C.; SANTOS, N.M.; BALIZA, D.P. 2006. Não-preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, **8**:27-32.
- CHAMBERS, J.E.; CARR, R.L. 1995. Biochemical mechanisms contributing to species differences in insecticidal toxicity. *Toxicology*, **105**:291-304. [http://dx.doi.org/10.1016/0300-483X\(95\)03225-5](http://dx.doi.org/10.1016/0300-483X(95)03225-5)
- CHANG, K.S.; ANH, Y.J. 2001. Fumigant activity of (E)-anethole identified in *Illicium verum* against *Blatella germanica*. *Pest Management. Scientia*, **58**:161-166.
- COITINHO, C.B.L.R.; OLIVEIRA, V.O.; GONDIM, J.C.G.M.; CÂMARA, G.A.C. 2006. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. *Caatinga*, **19**:176-182.
- CONNER, D.E. 1993. Naturally occurring compounds. In: P.M. DAVIDSON; A.L. BRANEM (eds.), *Antimicrobials and Foods*. New York, Dekker, p. 441-468.
- COX, S.D.; MANN, C.M.; MARKHAM, J.L.; BELL, H.C.; GUSTAFSON, J.E.; WARMINGTON, J.R.; WYLLIE, S.G. 2000. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea-tree oil). *Journal Applied of Microbiology*, **88**:170-175. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00943.x>
- CRAVEIRO, A.A.; FERNANDES, A.G.; ANDRADE, C.H.S.; MATOS, F.J.A.; ALENCAR, J.W.; MACHADO, M.L.L. 1981. *Óleos essenciais de Plantas do Nordeste*. Fortaleza, Editora UFC, 210 p.
- CRAVEIRO, A.A.; MACHADO, M.L.L. 1986. De aromas, insetos e plantas. *Ciência Hoje*, **4**:54-63.
- DAVIS, P. 1996. *Aromaterapia*. São Paulo, Ed. Martins Fontes, 507 p.
- DINIZ, S.P.S.S.; COELHO, J.S.; ROSA, G.S.; SPECIAN, V.; OLIVEIRA, R.C.; OLIVEIRA, R.R. 2008. Bioatividade do óleo essencial de *Mentha arvensis* L. no controle de fungos fitopatogênicos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, **10**:9-11.
- DORANTES, L.; COLMENERO, R.; HERNANDEZ, H.; MOTA, L.; JARAMILLO, M.E.; FERNANDEZ, E.; SOLANO, C. 2000. Inhibition of growth of some foodborne pathogenic bacteria by *Capsicum annum* extracts. *International Journal Food Microbiology*, **57**:125-128. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00216-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00216-6)
- DUBEY, N.K.; KISHORE, N. 1987. Fungitoxicity of some higher plants and synergistic activity of their essential oils. *Trop. Science*, **27**:23-27.
- DUKE, S.O.; DAYAN, F.E.; RIMANDO, A.M. 2000. Natural products and herbicide discovery. In: A.H. COBB; R.C. KIRKWOOD (eds.), *Herbicides and Their Mechanisms of Action*. Sheffield, Sheffield Academic Press, p. 105-133.
- ENAN, E. 2001. Insecticidal activity of essential oils: Octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **130**:325-337.
- ERLER, F.; ULUG, I.; YALCINKAYA, B. 2006. Repellent activity of five essential oils against *Culex pipiens*. *Fitoterapia*, **77**:491-494. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2006.05.028>
- ESTRELA, V.L.J.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, R.M.; LIMA, S.M. 2006. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **41**:217-222. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000200005>
- EVANS, D. 1981. Multiple receptor types for octopamine in the locust. *Journal of Physiology*, **318**:99-122.
- FANDOHAN, P.; GBENOU, J.D.; GNONLONFIN, B.; HELL, K.; MARASAS, W.F.O.; WINGFIELD, M.J. 2004. Effect of essential oils on the growth of *Fusarium verticillioides* and *Fumonisin* contamination in corn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**:6824-6829. <http://dx.doi.org/10.1021/jf040043p>
- FARAG, R.S.; DAW, Z.Y.; HEWEDI, F.M.; EL-BAROTY, G.S.A. 1989. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *Journal of Food Protection*, **53**:665-667.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J.L.V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M.R.; LIMA, M.S. 2007. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC., *Piper aduncum* L. e de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. e K. Shum sobre *Tenebrio Molitor* L., 1758. *Ciência e Agrotecnologia*, **31**:113-120.
- FIORI, A.C.G.; SCHWAN-ESTRADA, R.F.; STANGARLIN, J.R.; VIDA, J.B.; SCAPIM, C.A.; CRUZ, M.E.S. 2000. Antifungal activity of some essential oils against *Didymella bryoniae*. *Journal of Phytopathology*, **148**:483-487. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0434.2000.00524.x>
- GOTTLIEB, O.R.; MORS, W.B. 1980. Potential utilization of Brazilian wood extractives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **28**:96-215. <http://dx.doi.org/10.1021/jf60228a023>
- HALL, J.S.; HARMAN, G.E. 1991. Efficacy of oil treatments of legume seeds for control of *Aspergillus* and *Zabrotes*. *Crop Protection*, **10**:315-319. [http://dx.doi.org/10.1016/0261-2194\(91\)90012-G](http://dx.doi.org/10.1016/0261-2194(91)90012-G)
- HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; MAHAFFEE, W.F.; KLOEPPER, J.W. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal of Microbiology*, **43**:895-914. <http://dx.doi.org/10.1139/m97-131>
- HAMEDO, H.A.; EL SHAMY, A.R. 2008. Effect of Essential oil of *Eucalyptus rostrata* on the production of some enzymes by *Trichoderma virens* and *Fusarium solani*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, **2**:1223-1227.

- HAMMER, K.H.; CARSON, C.F.; RILEY, T.V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, **86**:985-990. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x>
- HANADA, R.E.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R. 2004. Eficiência de desinfestantes na erradicação de conídios de *Mycosphaerella fijiensis* aderidos à superfície de bananas. *Fitopatologia Brasileira*, **29**:94-96. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582004000100015>
- HARBORNE, J.B. 1993. *The Flavonoids: advances in research since 1986*. London, Chapman and Hall, 676 p.
- HARRIA-WARRICK, R.; LIVINGSTONE, M.; KRAVITZ, E.A. 1980. Central effects of octopamine and serotonin o postural motor systems in the lobster. *Neuroscience Abstract*, **6**:27-31.
- HIREMATH, I.G.; AHN, Y.J.; KIM, S.I. 1997. Insecticidal activity of Indian plant extracts against *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Applied of Entomology Zoology*, **32**:152-166.
- HORI, M. 2003. Repellency of essential oil against the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae). *Applied of Entomology Zoology*, **38**:467-473. <http://dx.doi.org/10.1303/aez.2003.467>
- HOUGH-GOLDSTEIN, J.A. 1990. Antifeedant effects of common herbs on the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, **19**:234-238.
- HOUGH-GOLDSTEIN, J.; HAHN, S.P. 1992. Antifeedant and oviposition deterrent activity of an aqueous extract of *Tanacetum vulgare* L. on two cabbage pests. *Environmental Entomology*, **21**:837-844.
- HUANG, Y.; TAN, J.M.W.L.; KINI, R.M.; HO, S.H. 1997. Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Journal of Stored Products Research*, **4**:289-298. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(97\)00009-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(97)00009-X)
- ISMAN, M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Entomology*, **51**:45-66. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- ISMAN, M.B.; WAN, A.J.; PASSREITER, C.M. 2001. Insecticidal activity of essential oils to the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*. *Fitoterapia*, **72**:65-68. [http://dx.doi.org/10.1016/S0367-326X\(00\)00253-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00253-7)
- KEITA, S.M.; VICENT, C.; SCHMIT, J.P.; RAMASWAMY, S.; BELANGER, A. 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, **36**:355-364. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(99\)00055-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(99)00055-7)
- KIM, J.M. 1995. Antibacterial activity of Carvacrol, Citral, and Geraniol against *Salmonella typhimurium* in culture medium and on fish Cubes. *Journal of Food Science*, **60**:1364-1368. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb04592.x>
- KNIO, K.M.; USTA, J.; DAGHER, S.; ZOURNAJIAN, H.; KREYDIYYEH, S. 2007. Larvicidal activity of essential oils extracted from commonly used herbs in Lebanon against the seaside mosquito, *Ochlerotatus caspius*. *Biore-sour Technology*, **99**:763-768.
- KNOBLOCH, K.; PAULI, A.; IBERL, B.; WEIS, N.; WEIGAND, H. 1988 Antibacterial activity and antifungal properties of essential oil components. *Journal of Essential Oils Research*, **1**:119-128.
- KOGAN, M. 1998. Integrated pest management historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, **43**:243-270. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.243>
- KORDALI, S.; ASLAN, I.; ÇALMASUR, O.; ÇAKIR, A. 2006. Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia* species and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Industrial Crops and Products*, **23**:162-170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.05.005>
- LABINAS, M.A.; CROCOMO, W.B. 2002. Effect of java grass (*Cymbopogon winteranus*) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1979) (Lepidoptera, Noctuidae). *Acta Scientiarum*, **24**:1401-1405.
- LANGENHEIM, J.H. 1994. Higher plant terpenoids: a phytocentric overview of their ecological roles. *Journal of Chemical Ecology*, **20**:1223-1282. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02059809>
- LAROCQUE, N.; VINCENT, C.; BELANGER, A.; BOURASSA, J.P. 1999. Effects of tansy essential oil from *Tanacetum vulgare* on biology of oblique-banded leafroller, *Choristoneura rosaceana*. *Journal of Chemical Ecology*, **25**:1319-1330. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1020974725437>
- LEE, B.H.; ANNIS, P.C.; TURMAALII, F.; WON-SIK C.H.O.I. 2004. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain. *Journal of Stored Products Research*, **40**:553-564. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2003.09.001>
- LEE, S.; TSAO, R.; PETERSON, C.; COATS, J.R. 1997. Insecticidal activity of moterpenoids to western cor root-worm (Coleoptera:Chrysomelidae), twospotted spider mite (Acari:Tetraanychidae), and house fly (Diptera:Muscidae). *Ecotoxicology*, **90**:883-892.
- LEMOS, T.L.G.; MATOS, F.J.A.; ALENCAR, J.W.; CRAVEIRO, A.A.; CLARK, A.M.; MECHECNEY, J.D. 1990. Antibacterial activity of essential oils of Brazilian plants. *Phytotherapy Research*, **4**:82-84. <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.2650040210>
- LEMOS, T.L.J.; MONTE, F.J.Q.; BARBOSA, R.C.B.; LIMA, E.O. 1992. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from Brazilian plants. *Fitoterapia*, **63**:266-268.
- LIMA, R.K.; CARDOSO, M.G.; MORAES, J.C.; VIEIRA, S.S.; MELO, B.A.; FILGUEIRAS, C.C. 2008. Composição dos Óleos Essenciais de Anis-estrelado *Illicium verum* L. e de Capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: Avaliação do Efeito Repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *BioAssay* **3**:1-6.
- LIU, Z.L.; HO, S.H. 1999. Bioactivity of the essential oils extracted from *Evodia rutecarpa* Hook f. et Thomas against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Motsch and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research*, **35**:317-328. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(99\)00015-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(99)00015-6)
- LIVINGSTONE, M.; HARRIA-WARRICK, R.; KRAVITZ, E.A. 1980. Serotonin and octopamine produce opposite postures in lobsters. *Science*, **208**:76-79. <http://dx.doi.org/10.1126/science.208.4439.76>
- LO, L.C.; WEIERGANC, I.; BONHAM, C.; HIPSKIND, J.; WOOD, K.; NICHOLSON, R.I. 1996. Phytoalexin accumulation in sorghum: identification of a methyl ether of luteolinidin. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **49**:21-31. <http://dx.doi.org/10.1006/pmpp.1996.0036>
- LUDWIG, J.; MOURA, A.B.; ZANATTA, Z.G.C.N.; ZANANDREA, I.; SANTOS, J.; BOSENBECKER, V.K. 2007. Ação do óleo essencial de eucalipto sobre o crescimento *in vitro* de fungos patogênicos ao tomateiro. *Revista Brasileira de Agroecologia*, **2**:435-438.
- MACIEL, M.A.M.; PINTO, A.C.; VEIGA, V.E.; GRYNBERG, N.F.; ECHEVARRIA, A. 2002. Plantas medicinais: A necessidade de estudos multidisciplinares. *Química Nova*, **25**:429-438. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422002000300016>
- MARQUES, M.C.S.; CARDOSO, M.G.; SOUZA, P.E.; GAVILANES, M.L.; SOUZA, J.A.; PEREIRA, N.E.; NEGRÃO, I.O. 2002. Efeito fungitóxico dos extratos de *Caryocar brasiliense* Camb. sobre os fungos *Botrytis cineria*, *Colletotrichum truncatum* E *Fusarium oxysporum*. *Ciência e Agrotecnologia*, **26**:1410-1419.
- MEDICI, R.; ALVES, E.; ASSIS, R.T.; MAGNO, J. 2007. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática. *Ciência e Agrotecnologia*, **31**:83-90.
- MISAGHI, I.J.; DONNDELINGER, C.R. 1990. Endophytic bacteria in symptom-free Cotton plants. *Phytopathology*, **80**:808-811. <http://dx.doi.org/10.1094/Phyto-80-808>
- MORDUE (LUNTZ), A.J.; NISBET, A.J. 2000. Azadirachtin from de neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. *Anais Sociedade Entomológica do Brasil*, **29**:615-632.
- MUTHUKRISHNAN, J.; PUSHPALATHA, E. 2001. Effects of plant extracts on fecundity and fertility of mosquitoes. *Journal of Applied Entomology*, **125**:31-35. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0418.2001.00503.x>



- NASCIMENTO, F.R.N.; CARDOSO, M.G.; SOUZA, P.E.; LIMA, R.K.; SALGADO, A.P.S.; GUIMARÃES, L.G.L. 2008. Efeito do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e do emulsificante Tween® 80 sobre o crescimento micelial de *Alternaria alternata* (Fungi: Hyphomycetes). *Acta Amazonense*, **38**(3):503-507.
- NAVICKIENE, H.M.D.; MORANDIM, A.A.; MARQUES, M.O.M.; YOUNG, M.C.M.; KATO, M.J. 2006. Composition and antifungal activity of essential oils from *Piper aduncum*, *Piper arboreum* e *Piper tuberculatum*. *Química Nova*, **29**:467-470. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000300012>
- OLIVEIRA, J.V.; VENDRAMIM, J.D. 1999. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. *Anais Sociedade Entomológica do Brasil*, **28**:549-555. <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591999000300026>
- ORCHARD, I. 1982. Octopamine in insects: neurotransmitter, neurohormone and neuromodulator. *Canadian Journal Zoology*, **60**:659-669. <http://dx.doi.org/10.1139/z82-095>
- ORCHARD, I.; LOUGHTON, B.C.; WEBB, R.A. 1981. Octopamine and short-term hyperlipaemia in the locust. *Genetic Endocrinology*, **45**:175-180. [http://dx.doi.org/10.1016/0016-6480\(81\)90102-7](http://dx.doi.org/10.1016/0016-6480(81)90102-7)
- PANASIUK, O. 1984. Response of Colorado potato beetles, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), to volatile components of tansy, *Tanacetum vulgare*. *Journal of Chemical Ecology*, **10**:1325-1333. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00988114>
- PARK, I.K.; LEE, S.G.; CHOI, D.H.; PARK, J.D.; AHN, Y.J. 2003. Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Stored Products Research*, **39**:375-384. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(02\)00030-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(02)00030-9)
- PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. 1995. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: A. BERGAMIN FILHO; H. KMATI; L. AMORIM (eds.), *Manual de Fitopatologia – Princípios e Conceitos*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, Vol. 1, p. 417-454.
- PATNAIK, S.; SUBRAMANYAM, V.K.; KOLE, C. 1996. Antibacterial and antifungal activity of tem essential oils *in vitro*. *Microbios*, **86**:237-246.
- PAVELA, R. 2005. Insecticidal activity of some essential oils against larvae of *Spodoptera littoralis*. *Fitoterapia*, **76**:691-696. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2005.06.001>
- PIPER, P.; CALDERON, C.O.; HATZIXANTHIS, K.; MOLLAPOUR, M. 2001. Weak acid adaptation: the stress response that confers resistance to organic acid food preservatives. *Microbiology*, **147**:2635-2642.
- PLETSCH, M.; SANTANA A.E.G. 1995. Secondary compound accumulation in plants: the application of plant biotechnology to plant improvement. *Chemistry of Amazon*, **5**:51-64. <http://dx.doi.org/10.1021/bk-1995-0588.ch005>
- PLIIMOOR, J.; WRIGHT, K.; TERRY, A.S. 1993. Natural products as a source of agrochemicals and leads for chemical synthesis. *Pestic. Science*, **39**:131-140. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.2780390206>
- PRASHAR, A.; HILL, P.; VENESS, R.G.; EVANS, C.S. 2003. Antimicrobial action of palmarosa oil (*Cymbopogon martinii*) on *Saccharomyces cerevisiae*. *Phytochemistry*, **63**:569-575. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00226-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00226-7)
- PURKAYASTHA, R.P. 1995. Progress in phytoalexin research during the past 50 years. In: M. DANIEL; R.P. PURKAYASTHA (ed.), *Handbook of Phytoalexin Metabolism and Action*. New York, Marcel Dekker, p. 1-39.
- QUATTARA, B.; SIMARD, R.E.; HOLLY, R.A.; PIETTE, G.J.P.; BEGIN, A. 1997. Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. *International Journal of Food Microbiology*, **37**:155-162. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605\(97\)00070-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605(97)00070-6)
- REGNAULT-ROGER, C. 1997. The potential of botanical essential oils for insects pest control. *Integrated Pest Management Reviews*, **2**:25-34. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1018472227889>
- REIGOSA, M.; PEDROL, N. 2002. *Allelopathy from molecules to ecosystems*. Plymouth, Science Publishers, 316 p.
- RICE, P.J.; COAST, J.R. 1994. Insecticidal properties of several monoterpenoids to house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economy Entomology*, **87**:1172-1179.
- ROBERTSON, A.; JUORIS, A.V. 1976. Octopamine and some related nongatecholic amines in invertebrate nervous system. *International of Reviews Neurobiology*, **19**:173-224. [http://dx.doi.org/10.1016/S0074-7742\(08\)60704-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0074-7742(08)60704-7)
- RODRÍGUES, C. 1997. Receitas de nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) contra pragas. In: Simpósio nacional sobre substâncias vegetais y minerales en el combate de plagas, 5, Aguascalientes, 1997. *Anais... Aguascalientes*, 1997, p. 39-59.
- ROEL, A. R. 2001. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, **1**:43-50.
- ROJAS DE ARIAS, A.; FERRO, E.; INCHAUSTI, A.; ASCURRA, M.; ACOSTA, N.; RODRIGUEZ, E.; FOURNET, A. 1995. Mutagenicity, insecticidal and trypanocidal activity of some Paraguayan Asteraceae. *Journal of Ethnopharmacology*, **45**:35-41. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-8741\(94\)01193-4](http://dx.doi.org/10.1016/0378-8741(94)01193-4)
- ROJAS DE ARIAS, A.; SCHMEDA-HIRSCHMANN, G. 1988. The effects of *Melia azederach* on *Triatoma infestans* bugs. *Fitoterapia*, **59**:148-149.
- ROZWALKA, L.C.; LIMA, M.L.R.Z.C.; MIO, L.L.M.; NAKASHIMA, T. 2008. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. *Ciência Rural*, **38**:301-307. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000200001>
- SADEK, M.M. 2003. Antifeedant and toxic activity of *Azadirachta indica* leaf extract against *Spodoptera littoralis* (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, **127**:396-404. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0418.2003.00775.x>
- SAITO, M.L.; FERRAZ, J.M.G.; NASCIMENTO, R.S. 2004. Avaliação de plantas com atividade deterrente alimentar em *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) e *Anticarsia gemmatalis* Hubner. *Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, **14**:1-10.
- SAITO, M.L.; LUCCHINI, F. 1998. *Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente*. Jaguariúna, Embrapa-CNPMA, 46 p.
- SALGADO, A.P.S.; CARDOSO, M.G.; SOUZA, P.E.; SOUZA, J.A.; ABREU, C.M.; PINTO, J.E.B.P. 2003. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolaris sorokiniana*. *Ciência e Agrotecnologia*, **27**:249-254.
- SARTORATTO, A.; MACHADO, A.L.M.; DELARMELENA, G.M. 2004. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, **35**:275-280. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822004000300001>
- SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. 2003. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. *Fitopatologia Brasileira*, **28**:554-556.
- SENATORE, F. 1996. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a Thyme (*Thymus pulegioides* L.). Growing Wild in campania (Southern Italy). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **44**:1327-1332. <http://dx.doi.org/10.1021/jf950508z>
- SIKKEMA, J.; DE BONT, J.A.M.; POOLMAN, B. 1995. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiology Reviews*, **59**: 201-222.
- SIMAS, N.K.; LIMA, E.C.; CONCEIÇÃO, S.R.; KUSTER, R.M.; MARTINS, R.O.F. 2004. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue – atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. *Química Nova*, **27**:46-49. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422004000100009>
- SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMAM, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. 2003. *Farmacognosia da Planta ao medicamento*. 5ª ed., Porto Alegre, Universidade, 1102 p.

- SINGH, G.; KAPOOR, I.P.S.; SINGH, P.; HELUANI C.S.; LAMPASONA, M.P.; CATALAN, C.A.N. 2008. Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale*. *Food and Chemical Toxicology*, **46**:3295-3302. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2008.07.017>
- SINGH, H.N.P.; PRASAD, M.M.; SINHA, K.K. 1993. Efficacy of leaf extracts of some medicinal plants against disease development in banana. *Letters in Applied Microbiology*, **17**(6):269-271. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1472-765X.1993.tb01463.x>
- SMID, E.J.; KOEKEN, J.P.G.; GORRIS, L.G.M. 1996. Fungicidal and fungistatic action of the secondary plant metabolites cinnamaldehyde and carvone. In: H. LYR; P.E. RUSSEL; H.D. SISLER, (eds.), *Modern Fungicides and Antimicrobial Compounds*. Intercept, Andover, p. 173-180.
- SMITH, C.J. 1996. Accumulation of phytoalexins: defense mechanisms and stimulus response system. *The New Phytologist*, **132**:1-45. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1996.tb04506.x>
- SOUZA, D.C.; SALVAIA, A.; LOURENÇO, S.A.; AMORIM, L. 2006. Eficiência de fungicidas e óleos essenciais na inibição *in vitro* de *Monilinia fructicola*. *19ª Reunião Anual do Instituto Biológico*, 68(suplemento):271-311.
- STANGARLIN, J.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E.S.; NOZAKI, M.H. 1999. Plantas Medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, **11**:16-21.
- STRAPAZZON, J.O. 2004. *Composição química e análise antimicrobiana do óleo volátil de Annona squamosa L. (Ariticum.)* Chapecó, SC. Monografia de graduação. Universidade Comunitária Regional de Chapecó, 53 p.
- SUOMI, D.; BROWN, J.J.; AKRE, R.D. 1986. Responses to plant extracts of neonatal codling moth larvae, *Cydia pomonella* (L.), (Lepidoptera: Tortricidae: Olethreutinae). *Journal of Entomology*, **83**:12-18.
- TAKABAYASHI, J.; DICKE, M.; POSTHUMUS, M. A. 1994. Volatile herbivore-induced terpenoids in plant-mite interactions: variation caused by biotic and abiotic factors. *Journal of Chemical Ecology*, **20**:1329-1354. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02059811>
- TEWARY, D.K.; BHARDWAJ, A.; SHANKER, A. 2005. Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas. *Industrial Crops and Products*, **22**:241-247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.01.004>
- UVAH, I.I.; ISHAYA, A.T. 1992. Effect of some vegetable oils on emergence, oviposition and longevity of the bean weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Tropical Pest Management*, **38**:257-260. <http://dx.doi.org/10.1080/09670879209371704>
- VALLADARES, G.R.; FERREYRA, D.; DEFAGO, M.T.; CARPINELLA, M.C.; PALÁCIOS, S. 1999. Effects of *Melia azedarach* on *Triatoma infestans*. *Fitoterapia*, **70**:421-424. [http://dx.doi.org/10.1016/S0367-326X\(99\)00051-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0367-326X(99)00051-9)
- VIEGAS JÚNIOR, C. 2003. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova*, **26**:390-400.
- VOLKSCH, B.; ULLRICH, M.; FRITSCH, W. 1992. Identification and population dynamics of bacteria in leaf spots of soybean. *Microbial Ecology*, **24**:305-311. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00167788>
- WERNER, R.A. 1995. Toxicity and repellency of 4-allylanisole and monoterpenes from white spruce and tamarack to the spruce beetle and eastern larch beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental of Entomology*, **24**:372-379.
- WHEELER, D.A.; ISMAN, M.B. 2001. Antifeedant and toxic activity of *Trichilia americana* extract against the larva of *Spodoptera litura*. *Entomology Experimental Applied*, **98**:9-16. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1570-7458.2001.00751.x>
- WORWOOD, S. 1995. *Aromaterapia. Um Guia de A a Z para o uso terapêutico dos óleos essenciais*. São Paulo, Editora BestSeller, 251 p.
- YANG, J.K.; CHOI, M.S.; SEO, W.T.; RINKER, D.L.; HAN, S.W.; CHEONG, G.W. 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of *Chamaecyparis obtusa* leaf essential oil. *Fitoterapia*, **78**:149-152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2006.09.026>
- ZAMBONELLI, A.; DAURELIO, A.Z.; BIANCHI, A.; ALBASIN, A. 1996. Effects of essential oils on phytopathogenic fungi *in vitro*. *Journal of Phytopathology*, **144**:491-494. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0434.1996.tb00330.x>
- ZHAO, B.; GRANT, G.G.; LANGEVIN, D.; MACDONALD, L. 1998. Detering and inhibiting effects of quinolizidine alkaloids on spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) oviposition. *Environmental of Entomology*, **27**:984-992.

Submitted on September 22, 2009.  
Accepted on January 14, 2010.