

Use of Essential Oils in Agriculture

Marcio Akio Ootani^{1,*}, Raimundo Wagner Aguiar¹, Antonio Carlos Costa Ramos¹, Deyvid Rocha Brito¹, Jessica Batista da Silva² e João Paulo Cajazeira³.

ABSTRACT

Essential oils are alternative to control pathogenic agents, agricultural pests and weeds, with the use of pesticides in agriculture has been an important tool in the control of many pathogenic microorganisms and plants to increase production, but the indiscriminate use of these chemicals has negatively affected the environment and human health. It has been researched lately, demand for new plants with metabolic molecules such as terpenes, alkaloids and phenolic compounds, in effect; bioinsecticide, biofungicide bioherbicida and plants that can replace chemicals or with low or no residual power and reduce the impact to environment, this manuscript aims to give a comprehensive explanation on the importance of essential oils and their secondary metabolites in plant defense. The use of plants with insecticidal properties, fungicide and herbicide, shows a high potential of this tool in the management of pests, diseases and weeds. For the final insertion and safe botanical products in agriculture, however, more studies are still needed.

Key words: secondary metabolites, insecticidal, fungicide and herbicide.

Utilização de Óleos Essenciais na Agricultura

RESUMO

Os óleos essenciais são uma alternativa para controle de agentes fitopatogênicos, pragas agrícolas e plantas infestantes, com uso de agrotóxicos na agricultura tem sido uma ferramenta importante no controle de muitos microorganismos patogênicos em plantas e no aumento da produção, contudo o uso indiscriminado desses produtos químicos tem afetado negativamente ao ambiente e a saúde humana. Tem se pesquisado ultimamente, a procura de plantas com novas moléculas metabólicas como os terpenos, compostos fenólicos e alcalóides, com efeito; bioinseticida, biofungicida e bioherbicida em plantas que podem substituir os produtos químicos ou com baixo ou nulo poder residual e diminuir o impacto ao ambiente, esse manuscrito tem o objetivo de dar uma explanação sobre a importância dos óleos essenciais e seus metabólitos secundários na defesa de plantas. O uso de plantas com propriedades inseticidas, antifúngica e herbicida, evidencia um alto potencial dessa ferramenta no manejo de pragas, doenças e plantas daninhas. Para a inserção definitiva e segura de produtos botânicos na agricultura, entretanto mais estudos ainda são necessários.

Palavras-chave: metabolitos secundários, inseticidas, antifúngica, herbicida.

*Autor para correspondência.

^{1,*}Departamento de Agronomia; Universidade Federal do Tocantins; 77402-970; Gurupi - TO – Brasil.
ootani667@uft.edu.br

²Departamento de Veterinária; Universidade Federal do Mato Grosso; 78550-000; Sinop-MT – Brasil.

³Departamento de Agronomia; Universidade Federal do Ceara; 60021-970; Fortaleza-CE – Brasil.

INTRODUÇÃO

A exploração de óleos essenciais começou no Oriente antes de Cristo, tendo centro de produção na Pérsia, Índia, Egito e em outros países da região. No decorrer do tempo surgiram destilarias de óleos essenciais pelo mundo afora, mas somente com o advento da química fina a atividade tomou impulso, permitindo a manipulação de produtos com várias aplicações científicas (De la Rosa et al., 2010; Saroya, 2011). Neste caso, os óleos que contêm uma porcentagem alta de um único composto, são usados para a obtenção do referido composto isolado. A presença dos componentes na essência, em maiores ou menores quantidades, afeta diretamente sua qualidade, ditando as possibilidades do aproveitamento industrial e, por conseqüência, o valor comercial do óleo bruto (Jemâa et al. 2012).

O uso indiscriminado de produtos químicos tem elevado à resistência de insetos-praga, fungos fitopatogênicos, plantas daninhas e contaminação do meio ambiente. Advindo dos problemas químicos, os produtos naturais vêm sendo uma alternativa para o controle de doenças, insetos-pragas e a possibilidade de serem usados como bioherbicidas (Singh et al., 2003; Isman, 2006; Pawar e Thaker, 2006; Batish et al., 2007; Abad et al., 2006). Vários óleos essenciais têm demonstrado efeito sobre fungos *Alternaria solani* (Balbi-Peña et al., 2006); *Fusarium* sp.; *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus niger* (Pereira et al., 2006), bioatividade para insetos e acaro pragas (Park et al. 2002, Basedow, 2002; Castiglioni et al., 2002) e atividade bioherbicidas (Ens et al., 2009; Kaur et al., 2010; Poonpaiboonpipat et al., 2013).

Compostos de origem natural com propriedades inseticidas vêm sendo alvos para o desenvolvimento de novos produtos (Sudaram et al., 1995; Oliveira et al., 1999). Dentre os compostos naturais bioativos, destacam-se o piretroides, extraído do crisântemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) (Trev.), a nicotina proveniente de *Nicotiana tabacum* L., a rotenona, extraída de *Derris* sp., *Lonchocarpus* sp. e a azadiractina, isolada de *Azadirachta indica* A. Juss (Roel, 2001). Entre outros tipos de compostos destacam Sesquiterpenos e monoterpenos com bioatividade para insetos praga, e efeito fugistático e níveis de atividade fitotoxicidade.

Estudos recentes comprovam atividade do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* para insetos de

grãos armazenados (Shasany et al., 2000), inibição de fungos fitopatogênicos (Vilela et al., 2009) e efeito bioherbicidas (El-Rokiek & Eid, 2009). Contudo, estudos realizados por Clay et al. (2005), verifica - se que há diferença na bioatividade e do efeito fugistático em função do estágio de desenvolvimento da planta, localidade e aspectos fito técnicos e genético. Dessa forma, a toxicidade do óleo pode apresenta-se diferença significativa em função da localidade de plantio, pela variação na composição dos óleos essenciais (Hartmann, 2007; El-Rokiek & Eid, 2009; Neto et al., 2012), que pode está associada diretamente à perda da capacidade fotossintética da planta (Batish et al., 2004).

Atividade bioativas e fungiestática dos óleos essenciais está associada aos compostos majoritários como citronelal, citronelol e geraniol entre outros constituintes, denominadas de um modo geral como monoterpenos (Shasany et al., 2000). Tem sido utilizado contra insetos, como agente pesticida, antibacteriana, anti-séptico e fungicida (Raja et al., 2001). A concentração dos compostos majoritários é determinante para a toxicidade apresentada pelo óleo essencial de *E. citriodora* e *C. nardus*. Entre os constituintes dos óleos essenciais de *C. nardus* e *E. citriodora* destaca o citronelal com atividade verificada para *Aspergillus* sp, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides* (Salgado et al., 2003; Su et al., 2006) sendo a sua concentração é dependente dos fatores abióticos e bióticos e genéticos da planta (Simões e Sptizer, 2004).

Considerando a importância da fitossanidade na agricultura e com os problemas ocasionados pelos produtos químicos a saúde e ao ambiente, os óleos essenciais vêm sendo uma alternativa de controle desses agentes fitopatogênicos, pragas agrícolas e plantas infestantes, esse manuscrito teve o objetivo de dar uma ampla explanação sobre a importância óleos essencial e seu metabólico secundário na defesa de plantas.

REVISÃO DE LITERATURA

A aplicação de óleos essenciais varia de lugar para lugar, e parecem depender da disponibilidade, o tipo e a eficácia das plantas adequadas em diferentes localizações geográficas. No entanto, um número de plantas tem sido relatado possuir propriedades inseticida, anti-nutricional e repelência para insetos de produtos armazenados (Tapondjou et al., 2005; Jayasekara et al., 2005).

Os óleos essenciais são considerados fontes naturais para o desenvolvimento de novos produtos. No entanto, grande parte das espécies vegetais ainda não foi estudada são de grande importância, vem sendo descoberta de novos compostos químicos, a partir de plantas, capazes de controlar o desenvolvimento de fitopatógenos (Stangarlin et al., 1999).

A denominação “óleos essenciais” define um grupo de substâncias naturais de variável poder aromatizante, de composição mais ou menos complexa que faz parte do organismo de diversas espécies vegetais, das quais é extraído segundo processamento específico (Bakkali et al. 2008). De modo geral, são misturas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas. Devido ao aroma agradável e intenso da maioria dos óleos voláteis, também são designados por óleos essenciais (De la Rosa et al., 2010.).

Os óleos essenciais são constituídos principalmente por fenilpropanóides e terpenóides, sendo que estes últimos preponderam. Estas classes de substâncias são freqüentemente alvos de interesse de pesquisadores que vêm neles uma fonte promissora de princípios ativos diretos ou precursores na síntese de outros compostos de maior importância e valor agregado, como por exemplo, o safrol, eugenol, citral, citronelal, dentre outros (De la Rosa et al., 2010). Embora a maior utilização ocorra nas áreas de alimentos como condimentos e aromatizantes de alimentos e bebidas, cosméticos na composição de perfumes e produtos de higiene e farmacêutica como fonte de matéria prima, também são empregados “in natura” em preparações galênicas, em medicina alternativa, como a aromaterapia, por exemplo, e até mesmo para aromatização de ambientes (Saroya, 2011).

A exploração da bioatividade antimicrobiana e/ou elicitadoras de defesa utilizando compostos secundários presentes no extrato bruto ou óleos essenciais de plantas medicinais, constitui-se em mais uma forma potencial para controle de fungos e bactérias fitopatogênicas (Schwan-Estrada & Stangarlin, 2005). Os óleos essenciais, obtido a partir de plantas medicinais conhecidas, têm indicado o potencial das mesmas no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta, fungistática, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de fitoalexinas, indicando a presença de compostos com característica de elicitores.

Metabólitos secundários

Todo o metabolismo vegetal está condicionado aos processos fotossintéticos. Destes, resultam as substâncias do metabolismo primário, as quais irão originar os metabólitos secundários (Cseke et al., 2006) As reações fotossintéticas podem ser agrupadas em duas categorias: fase luminosa (Reação de Hill) na qual a energia solar será absorvida por moléculas de clorofila e transferida destas para moléculas armazenadoras de energia (adenosina trifosfato - ATP e nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato - NADPH); e fase bioquímica (Reação de Calvin), nas quais as moléculas de ATP e NADPH servirão, respectivamente, como fonte de energia e força redutora no processo de fixação do dióxido de carbono (CO₂), o qual será convertido principalmente em glicose (Santos, 2004; Cseke et al., 2006; De la Rosa et al., 2010).

A partir do metabolismo da glicose são formados praticamente todos os metabólitos primários e secundários. Primeiro a glicose é convertida em moléculas de ácido pirúvico que podem seguir duas vias diferentes (Baser, 2012). Na primeira via, moléculas de piruvato entram na via do ácido chiquímico para formar os metabólitos secundários aromáticos (alcalóides indólicos, quinolínicos, isoquinolínicos, ligninas e lignanas, cumarinas e taninos hidrossolúveis). (Cseke et al., 2006) .Na segunda via, o piruvato continua sendo oxidado até a formação de moléculas de acetil-coenzima A (acetil-coA) (Baser, 2012). Estas podem seguir três vias diferentes: a do ácido cítrico, a do mevalonato e a da condensação do acetato. Entretanto, na via do ciclo do ácido cítrico, serão formados os alcalóides pirrolidínicos, tropânicos, pirrolizidínicos, piperidínicos e quinolizidínicos (De la Rosa et al., 2010).

A via do mevalonato origina os terpenóides e os esteróis, enquanto as acetogeninas resultam da condensação do acetato. A combinação de uma unidade do ácido chiquímico e uma ou mais unidades do acetato ou derivados destes, poderá resultar na produção de antraquinonas, flavonóides e dos taninos condensados (Santos, 2004; De la Rosa et al., 2010). Metabólitos secundários de plantas é um grupo de diversas moléculas que estão envolvidas na adaptação das plantas e seu ambiente, mas não é parte dos caminhos bioquímicos primário do crescimento e da reprodução celular. Em geral, os fatores antinutricionais e xenobióticos são termos para

referir aos compostos secundários das plantas (Baser, 2012).

Há bem mais de 24.000 estruturas, incluindo muitos compostos que têm efeitos antinutricionais e tóxicos para mamíferos (Verpoote, 2000). Esse número não inclui os compostos polifenólicos oligoméricos (pro-antocianidinas, etaninos, hidrolisáveis), que só agora estão sendo mais bem descritos e aumentando o número para milhares (Baser, 2012). Algumas plantas superiores os metabolitos secundários incluem inibidores da protease, lecitinas, alcalóides, aminoácidos não proteínicos, glicosídeos, cianogênicos, saponinas e taninos. Esses compostos estão envolvidos na defesa contra herbívoros e patógenos, regulação da simbiose, controle da germinação de sementes,

inibição de espécies de plantas (alelopatia) e, portanto, são parte integrante das interações de espécies em comunidades vegetais e animais e a adaptação das plantas ao seu ambiente (Makkar et al., 2007; De la Rosa et al., 2010). Dentre esses compostos mostrados na (Figura 1), estão em sua maior parte por terpenóides e fenilpropanóides, sendo os primeiros mais frequentes (Simões & Spitzer, 2004; De la Rosa et al., 2010). Os fenilpropanóides são formados por um esqueleto carbônico com um anel aromático ligado a uma cadeia de três carbonos (Croteau et al., 2000), enquanto que os terpenóides são formados por unidades de isopreno de cinco carbonos (Croteau et al., 2000; De la Rosa, et al., 2010).

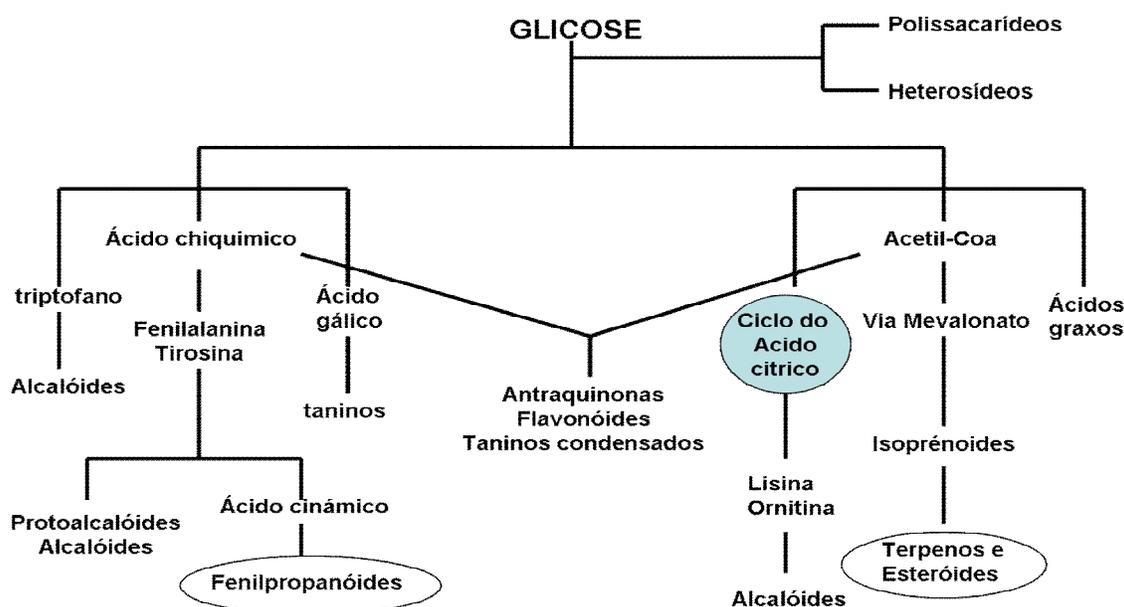


Figura 1 Via metabólica secundária ênfase para terpenóides e fenilpropanóides (Santos, 2004).

A formação dos fenilpropanóides origina-se a partir da via do ácido chiquímico, em que este origina o aminoácido aromático fenilalanina, que pela ação da enzima fenilalanina amonialiase (PAL) origina o ácido cinâmico, que por meio de reduções enzimáticas dá origem aos alilbenzenos e propenilbenzenos, esqueletos carbônicos dos fenilpropanóides (Simões & Spitzer, 2004; Baser, 2012). São exemplos desta classe de compostos: o eugenol, obtido do óleo volátil dos botões florais

de *Syzygium aromaticum* (L.) Merrill & Perry, popularmente conhecido como cravo (Srivastava et al., 2004), o trans-anetol e o estragol, presentes no óleo de *Foeniculum vulgare* Mill., popularmente conhecido como funcho (Politeo et al., 2006), o metil-eugenol, presente no óleo de *Melaleuca bracteata* F. Muell., e a miristicina, presente no óleo dos frutos de *Myristica fragrans* Houtt. (Adams, 2007). Também são comumente encontrados nas famílias Apiaceae, Lamiaceae, Myrtaceae e Rutaceae (Bakkali et al., 2008).

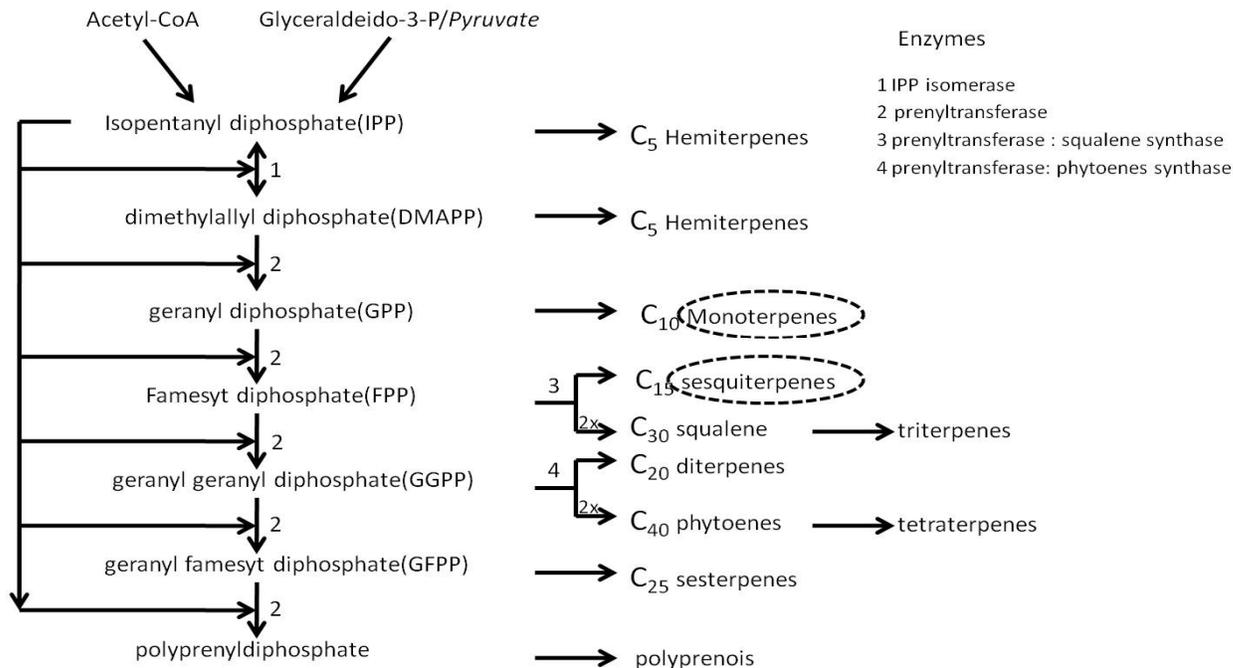


Figura 2. Via da biossíntese dos terpenoides (Verpoote, 2000).

Na Figure 2 mostra que os terpenóides podem ser formados a partir de via de biossíntese: também conhecida como via do mevalonato, responsável pela formação dos sesquiterpenos (C_{15}) e triterpenos (C_{30}), que ocorre no citosol e cujos precursores são piruvato e acetil-coA; e a via alternativa, conhecida como via do metileritritol fosfato (MEP), que origina os monoterpenos (C_{10}), diterpenos (C_{20}) e tetraterpenos (C_{40}), ocorre nos plastídeos e cujos precursores são piruvato e gliceraldeído-3-fosfato (Croteau et al., 2000; Verpoorte, 2000; Aharoni et al., 2006; Baser, 2012). A formação do precursor difosfato de isopentenila (IPP), com 5 carbonos, que deve ser convertido em seu isômero difosfato de dimetilalila (DMAPP), mediante a enzima IPP isomerase, para iniciar a formação dos terpenos (Cseke et al., 2006). Para a formação dos monoterpenos (C_{10}), uma unidade de IPP é adicionada a uma de DMAPP, por meio de uma prenyltransferase, formando o seu precursor difosfato de geranila (GPP), com dez carbonos. A adição de uma unidade de

IPP ao GPP, pela prenyltransferase, forma o difosfato de farnesila (FPP), com 15 carbonos, a partir do qual se formam os sesquiterpenos (C_{15})

(Gershenzon and Dudareva, 2007). A adição de uma unidade de IPP ao FPP, por sua vez, forma o

difosfato de geranyl geranila (GGPP), com 20 carbonos, que dá origem aos diterpenos (C_{20}). Os demais terpenos são formados da mesma forma, por adição de uma unidade de IPP aos seus respectivos precursores, de acordo com a (Verpoorte, 2000; Baser, 2012).

Os diversos terpenos apresentam funções variadas nos vegetais. Os monoterpenos e sesquiterpenos são constituintes dos óleos voláteis, sendo que os primeiros atuam na atração de polinizadores. Os sesquiterpenos, em geral, apresentam funções protetoras contra fungos e bactérias, enquanto muitos diterpenóides dão origem aos hormônios de crescimento vegetal (Verpoorte, 2000). Os triterpenóides e seus derivados, os esteróides, apresentam função protetora contra herbívoros; alguns são antimetabólitos e outros atuam na germinação das sementes e na inibição do crescimento da raiz (De la Rosa et al., 2010). Atualmente, estima-se que de 3.000 óleos voláteis conhecidos, 300 são comercialmente importantes na indústria farmacêutica, agrônômica, alimentícia, sanitária, cosmética e de perfumaria (Brisquin, 2000; De la Rosa et al., 2010), sendo que a sua aplicação na

aromaterapia corresponde a menos de 2% do mercado total de óleos voláteis (Burt, 2004).

A diversidade de substâncias ativas em plantas medicinais tem motivado estudos na área farmacêutica, bem como o desenvolvimento de pesquisas envolvendo extratos e óleos essenciais, tendo em vista o controle de doenças em plantas, com resultados promissores. Existem relatos da atividade direta de extratos e óleos essenciais de plantas sobre fitopatógenos como insetos, fungos, bactérias e efeito alelopáticos (Fiori et al., 2000; Motoyama et al., 2003; Kagale et al., 2004) ou indireta, ativando mecanismos de defesa das plantas aos patógenos (Franzener et al., 2003; Schwan-Estrada e Stangarlin, 2005; Wink and van Wyk, 2008) Embora a maioria dos estudos tenha sido realizada com extratos ou óleos essenciais, outros métodos de extração ou produtos podem ser utilizados, como o hidrolato, sendo este o líquido resultante do processo de extração de óleo essencial por arraste a vapor, o qual apresenta geralmente compostos voláteis hidrossolúveis (Baser, 2012) e possui grande quantidade de princípios ativos como ácidos, aldeídos e aminas. Também, hidrolatos obtidos de plantas aromáticas geralmente contêm de 0,05 a 0,20 g de óleo essencial por litro. Atualmente, os hidrolatos têm sido utilizados para preparação de xaropes e em cosmetologia (Baser, 2012). São escassas as informações do seu emprego no controle de doenças em plantas. Um dos poucos trabalhos nesse sentido relata a inibição no desenvolvimento dos fungos fitopatogênicos *Botrytis alli* e *Sclerotium cepivorum* por hidrolatos de alho (*Allium sativum*) e cebola (*Allium cepivorum*) (Lozano et al., 2000).

Os óleos voláteis são misturas complexas de substâncias orgânicas voláteis, lipofílicas, odoríferas e líquidas, obtidas por arraste a vapor d'água ou expressão do pericarpo de frutos cítricos. Possui sabor geralmente acre e picante, índice de refração e são instáveis e sujeitos à degradação na presença de luz, calor, oxigênio atmosférico e umidade por esta razão recomenda-se que a análise da sua composição seja realizada imediatamente após a extração e que estes óleos sejam armazenados em congelador e ao abrigo sem luz (Simões e Spitzer, 2004; Thormar, 2012). Os óleos voláteis são raramente encontrados em gimnospermas, com exceção das coníferas (Simões & Spitzer, 2004), como em *Pinus densiflora* e *P. koraiensis* (Hong et al., 2004). Nas angiospermas, ocorrem em menor frequência em

monocotiledôneas, podendo citar as famílias Poaceae e Zingiberaceae (Azimova, 2012), como em *Cymbopogon winterianus* e *Cymbopogon nardus* popularmente conhecida como citronela (Duarte et al., 2007), e *Zingiber officinale*, o gengibre (Schnitzler et al., 2007), respectivamente. Dessa forma, os óleos voláteis são mais abundantes nas angiospermas dicotiledôneas, como nas famílias Asteraceae, Apiaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Piperaceae e Rutaceae (Azimova, 2012).

Os óleos voláteis podem ser sintetizados em todos os órgãos das plantas, como folhas (eucalipto), ramos (alecrim), raízes (vetiver), rizomas (gengibre), flores (rosa), frutos (anis-estrelado), sementes (noz-moscada), madeira (pau-rosa) e casca do caule (canela), e são armazenados em estruturas especializadas como células parenquimáticas diferenciadas (Lauraceae, Piperaceae, Poaceae), bolsas lisígenas ou esquizolisígenas (Pinaceae e Rutaceae), canais oleíferos (Apiaceae), células epidérmicas e tricomas glandulares (Lamiaceae) (Simões & Spitzer, 2004; Bakkali et al., 2008; Azimova, 2012).

Utilizações agronômicas de óleos essenciais no controle de pragas, fungos e plantas daninhas

O óleo essencial tem sido relatado em várias áreas agronômicas com efeito inseticida, fungistático e herbicida, os efeitos como mortalidade, repelência, deterrência na alimentação e diminuição da oviposição e redução no crescimento em pragas de grãos armazenados (Procópio e Vendramim, 2003; Akob e Ewete, 2007, Kabeh e Jalingo, 2007). O óleo essencial de cravo da Índia (*Eugenia caryophyllus* T.) tem como principal constituinte o eugenol. O aldeído cinâmico e o eugenol, quando isolados das folhas de *Cinnamomum osmophloeum*, mostraram repelência contra cupins (*Coptotermes formosanus*). Trabalhos de Simas et al. (2004) demonstraram que plantas ricas em fenilpropanóides, como o eugenol, o aldeído cinâmico e o safrol, contribuem para o controle de larvas do mosquito da dengue *Aedes aegypti* (L.) outro relato com atividade inseticida de dois monoterpênicos (mertenseno e violaceno) isolados da alga vermelha *Plocamium cartilagineum* bioensaio contra traça do tomate *Tuta absoluta* e pulgão-verde *Schizaphis graminum* observaram que houve uma grande toxicidade do violaceno na concentrações de 100 e 250 ppm para os pulgões, causando 92 % de mortalidade em 48 horas

(Argandoña et al., 2000). Tem sido relatada a ação desse óleo na ação de nematicida (Sosa et al., 2012), antifúngico com o óleo de *citrus reticulata* contra *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Curvularia lunata*, *Fusarium oxysporum* e *Helminthosporium oryzae* (Chutia, 2009); de óleo do fruto de *Cicuta virosa* sobre *Aspergillus flavus*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus Níger* e *Alternaria alternata* (Tian, 2011) e efeito herbicida como óleo de *Artemisia scoparia* e *Cymbopogon citratus* no controle de plantas invasoras *Achyranthes aspera*, *Cassia occidentalis*, *Parthenium hysterophorus*, *Echinochloa crus-galli* e *Ageratum conyzoides* (Kaur, 2010; Poonpaiboonpipat, 2013).

Controle de pragas agrícolas

Entre os extratos vegetais e óleos essenciais que possui destaque na proteção das culturas, destaca os que possuem monoterpenos, diterpenos, sesquiterpenos e outros compostos que mostram dissuasão ovicida, larvicida, repelente, antialimentar e efeitos tóxicos em uma grande variedade de insetos (Fields et al., 2001; Pungitore et al., 2003; Boeke et al. 2004; Isman, 2006; Liu et al., 2006; Mao e Henderson, 2010) Em alguns países, as sementes, raízes e folhas de *Zingiber officinale* (Abubakar et al., 2007), no Oeste da Africano *Piper Thonn* (Oyedeki et al., 2005) e *Melegueta Aframomum* (Ajaiyeoba e Ekundayo, 1999) são utilizados para repelir insetos (Oyedeki, et al., 2005; Verspohl et al., 2006; Adewoyin et al., 2006; Abubakar et al., 2007; Abo et al., 2008) tem sido usado óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Cymbopogon nardus* para o controle de *Sitophilus zeamais* praga de grãos armazenamentos (Ootani et al., 2011) e o óleo de *Flourensia oolepis* teve efeito tóxico sobre *Tribolium castaneum*, *Myzus persicae* e *Leptinotarsa decemlineata* (Garcia, 2010).

Óleos vegetais essenciais têm sido sugeridos como uma fonte alternativa de material para controle de pragas agrícolas, porque eles constituem uma rica fonte de substâncias bioativas e são comumente usados como fragrâncias e agentes aromáticos para alimentos e bebidas (Thormar, 2012).

Atividade fungitóxica

Os óleos essenciais vegetais são compostos basicamente pelos terpenos e fenilpropanóides, os quais apresentam propriedades antifúngicas e antimicrobianas comprovadas (Benkeblia, 2004; Rehder et al., 2004; Almeida et al., 2006; Arruda et al., 2006; Nunes et al., 2006; Perini et al., 2011).

A busca de substâncias de origem vegetal sob a forma de extratos ou óleos essenciais tem sido cada vez mais explorada sua ação fungitóxica (Prakash, 2012a). O óleo capim limão (*Cymbopogon citratus* L.) mostrou se eficiente na atividade antifúngica na concentração de (25 e 500 ppm) sobre os fungos *Colletotrichum coccodes*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum*, *Rhizopus stolonifer* e *Aspergillus niger* (Tzortzakakis, 2007). Atribui-se esta ação antifúngica e antimicrobiana aos vegetais em função destes serem ricos em terpenoides, taninos, flavonóides e polifenóis (Inoue et al., 2004; Hussain et al., 2008; Prakash, 2012). Bastos e Albuquerque (2004) relataram a eficiência do óleo de pimenta de macaco (*Piper aduncum*) na concentração de 100 $\mu\text{L ml}^{-1}$ inibiu 100% do crescimento micelial do *Colletotrichum musae* na banana. Segundo estudos Prakash, (2012b) e colaboradores os óleos essenciais de *Origanum majorana* L., *Coriandrum sativum* L., *Hedychium spicatum* Ham. ex Smith, *Commiphora myrrha* (Nees) Engl., e *Cananga odorata* Hook.f. & Thomson teve eficácia antifúngica, antiaflatóxina e antioxidante.

Atividades Herbicida

O uso continua de herbicidas tem sido um problema, por causar contaminação do lençol freático e o acúmulo de metais pesados nos alimentos (Vyvyan, 2002). Isso resultou em um aumento do interesse em estratégias alternativas para o desenvolvimento de compostos biodegradáveis (Pacanoski, 2007). Inibição do crescimento de plantas por outras plantas vizinha tem sido conhecida há muito tempo. A interação química entre as plantas, o que pode causar aumento ou inibição do crescimento, tem sido chamado de alelopatia (Merle et al., 2007; Batish et al., 2008; Singh et al., 2009) A maioria dos inibidores de germinação e crescimento é produzida por plantas perenes angiospermas identificadas por Rice (1984) são compostos fenólicos ou derivados de ácido cinâmico. Outros autores também encontraram cumarinas, flavonóides, alcalóides, cianoglicosídeos, proteínas e aminoácidos entre outros compostos inibitórios (Ambika et al., 2003; Ouamba et al., 2006), incluindo os terpenos voláteis que são os principais componentes dos óleos essenciais (Osborn e Lanzotti, 2009).

Controle de plantas daninhas em sistemas de produção orgânica pode ser uma alternativa de

controle plantas daninha (Tourte et al., 2004). Produtores orgânicos dependem de métodos de cultivo como, rotação de cultura, culturas de cobertura, gestão da água, cobertura morta e outras técnicas para controlar ervas daninhas (Gaskell et al., 2000). Óleos essenciais de origem vegetal podem ser usados, mas não deve ser o principal método de controle de plantas daninhas e deve ser usado de uma maneira que é menos tóxico e pelo menos prejudiciais ao ambiente (Dayan et al., 2009; Singh et al., 2003). Os óleos essenciais são produtos naturais de plantas que degradam se rapidamente no ambiente, e são geralmente considerados como seguros (Tworkoski, 2002). Os óleos podem ser aplicados antes do plantio ou em pulverizações dirigidas entre cultivo de plantas, ou mesmo como um tratamento pós-emergência para o tratamento de algumas espécies vegetais (Smith, 2004). Segundo Kaur et al. (2010), a bioatividade herbicida de óleo volátil da *Artemisia scoparia* Waldst Kit et. (Asteraceae) contra cinco espécies de plantas daninhas, *Achyranthes aspera*, *Cassia occidentalis*, *Parthenium hysterophorus*, *Echinochloa crus-galli* e *conyzoides Ageratum*, teve efeito herbicida no crescimento das plantulas, aplicado pós emergência na concentração de (2%, 4%, e 6%, v/v) em plantulas de 6 semanas, causando injurias em 1 e 7 dias após a aplicação. Os produtos botânicos como os óleos essenciais e os extratos de plantas medicinais e plantas silvestre tem demonstrado que além de ter uma variedade de espécies e compostos eficazes no controle de microorganismos patogênicos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa auxílio de mestrado, essa revisão foi parte da minha dissertação.

REFERÊNCIAS

ABAD, M. J.; ANSUATEGUI, M.; BERMEJO, P. Active antifungal substances from natural sources. **ARKIVOC: Journal and online education in chemistry**, v. 2007, n.7, p. 116-145, 2006.

ABO, K. A.; FRED-JAIYESIMI, A. A. AND JAIYESIMI, A. E. A. Ethnobotanical of medicinal plants used in the management of diabetes mellitus in South Western Nigeria. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 115, n. 1, p. 67-71, 2008.

ABUBAKAR, M. S.; MUSA, A. M.; AHMED, A. AND HUSSAINI, I. M. The perception and practice of

traditional medicine in the treatment of cancers and inflammations by the Hausa and Fulani tribes of Northern Nigeria. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, n. 3, p. 625-629, 2007.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gás chromatography/mass spectrometry**. Allured Publishing Corporation. Carol Stream, p. 804, 2007.

ADEWOYIN, F. B.; ODAIBO, A. B. AND ADEWUNMI, C. O. Mosquito repellent activity of *Piper guineense* and *Xylopi aethiopic a* fruits oils on *Aedes aegypti*. **Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 3, n. 2, p. 79-83, 2006.

AHARONI, A.; JONGSMA, M. A.; KIM, T. Y.; RI, M. B.; GIRI, A. P.; VERSTAPPEN, F. W. A.; SCHWAB, W. AND BOUWMEESTER, H. J. Metabolic engineering of terpenoid biosynthesis in plants. **Phytochemistry reviews**, v. 5, n. 1, p. 49-58, 2006.

AJAIYEBOBA, E. O. AND EKUNDAYO, O. Essential oil constituents of *Aframomum melegueta* (Roscoe) K. Schum seeds (alligator pepper) from Nigeria. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, n. 2, p. 109-111, 1999.

AKOB, C. A. AND EWETE, F. K. The efficacy of ashes of four locally used plant materials against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Cameroon. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 27, n. 1, p. 21-26, 2007.

ALMEIDA, JR. G. A.; SILVA-FILHO, R. N.; NUNES X. P.; DIAS C. S.; PEREIRA, F. O.; LIMA E. O. Antimicrobial activity of the essential oil of *Bowdichia virgilioides* Kunt. Ver. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 638-641, 2006.

AMBIKA, S. R.; , S.; PALANIRAJ, R.; SATI, S. C.; NARWAL, S. S. Allelopathic plants. 10. *Lantana camara* L. **Allelopathy Journal**, v. 12, n. 2, p. 147-161, 2003.

ARGANDOÑA, V.; DEL POZO, T.; SAN-MARTÍN, A.; ROVIROSA, J. Insecticidal activity of *Plocamium cartilagineum* monoterpenes. **Boletim de la Sociedad Chilena de Química**, Concepción, v. 45, n. 3, p. 371-376, 2000.

ARRUDA, T. A.; ANTUNES, R. M. P.; CATÃO, R. M. R.; LIMA, E. O.; SOUSA, D. P.; NUNES, X. P.; PEREIRA, M. S. V.; BARBOSA-FILHO, J. M.; CUNHA, E. V. L. Preliminary study of the antimicrobial activity of *Mentha x villosa* Hudson essential oil, rotundifolone and its analogues. **Revista**

- Brasileira Farmacognosia**, v. 16, n. 3, p. 307-311, 2006.
- AZIMOVA, S. S. **Lipidic, Lipophilic Components and Essential Oil from Plant Sources**, Springer Science LLC, p. 810, 2012.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D. AND IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils - a review. **Food and chemical toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BALBI-PEÑA, M. I.; BECKER, A.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; LOPES, M. C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina - I. Avaliação *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 10-14, 2006.
- BASEDOW, T. Uso de insecticidas en agricultura de algunos países del mundo, métodos para reducir su uso y realizar una protección del cultivos más favorable para el ambiente. **Natura**, v. 10, p. 50-58, 2002.
- BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils**; science, technology, and applications CRC Press, p. 994, 2012.
- BASTOS, C. N. AND ALBUQUERQUE, S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555-557, 2004.
- BATISH, D. R.; LAVANYA, K.; SINGH, H. P.; KOHLI, R. K. Phenolic allelochemicals released by *Chenopodium murale* affect the growth, nodulation and macromolecule content in chickpea and pea. **Plant Growth Regulation**, v. 51, n. 2, p. 119-128, 2007.
- BATISH, D. R.; SETIA, N.; SINGH, H. P., KOHLI, R. K. Phytotoxicity of lemon-scented eucalypt oil and its potential use as a bioherbicide. **Crop Protection**, v. 23, n. 12, p. 1209-1214, 2004.
- BATISH, D. R.; SINGH, H.P.; KOHLI, R.K.; KAUR, S. Eucalyptus essential oil as natural pesticide. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 12, p. 2166-2174, 2008.
- BENKEBLIA, N. Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). **Lebensm-Wiss Technol**, v. 37, n. 2, p. 263-268, 2004.
- BOEKE, S. J.; BAUMGART, I. R.; VAN LOON, J. J. A.; VAN HUIS, A., DICKE, M. AND KOSSOU, D. K. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Stored Products Research**, v. 40, n. 4, p. 423-438, 2004.
- BRISKIN, D. P. Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. **Plant Physiology**, v. 124, n. 2, p. 507-514, 2000.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 53-223, 2004.
- CASTIGLIONI, E.; VENDRAMIN, J. D. AND TAMAI, M. A. Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). **Agrociência**, v. 6, n. 2, p. 75-82, 2002.
- CHUTIA, M.; BHUYAN, D. P.; PATHAK, M. G.; SARMA, T. C.; BORUAH, P. Antifungal activity and chemical composition of Citrus reticulata Blanco essential oil against phytopathogens from North East India. **Food Science and Technology**, v. 42, n. 3, p. 777-780, 2009.
- CLAY, D. V.; DIXON, F. L.; WILLOUGHBY, I. Natural products as herbicides for tree establishment, **Forestry**, v. 78, n. 1, p. 1-9, 2005.
- CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M. AND LEWIS, N. G. Natural products (secondary metabolites). In: Buchanam, B.; Grüsssem, W and Jones, R. (eds.). **Biochemistry & molecular biology of plants**. American Society of Plant Physiologists, p. 1367, 2000.
- CSEKE, L. J.; KIRAKOSYAN, A.; KAUFMAN, P. B.; WARBER, S. L.; DUKE, J. A.; BRIELMANN, H. L. **Natural Products from Plants**, CRC Press. 2nd ed. p. 569, 2006.
- DAYAN, F. E.; CANTRELL, C. L.; DUKE, S. O. Natural products in crop protection. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**. v. 17, n. 12, p. 4022-4034, 2009.
- DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals : chemistry, nutritional value and stability**. 1ªed. Wiley-Blackwell. Iowa, USA, v.1, p. 382, 2010.
- DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORRATO, A.; REHDER, V.L.G.; DELARMELINA, C. Anti-*Candida* activity of essential oils and extracts from native and exotic medicinal plants used in Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 97, n. 2, p. 305-311, 2005.

- DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORRATO, A.; REHDER, V. L. G.; DELARMELINA, C. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, n. 2, p. 197-201, 2007.
- EL-ROKIEK, K. G. AND EID, R. A. Allelopathic Effects of *Eucalyptus Citriodora* On Amaryllis And Associated Grassy Weed. **Planta Daninha**, v. 27, n. spe, p. 887-899, 2009.
- ENS, E. J.; BREMNER, J. B.; FRENCH, K.; KORTH, J. Identification of volatile compounds released by roots of an invasive plant, bitou bush (*Chrysanthemoides monilifera*, *Rotundata* spp.), and their inhibition of native seedling growth. **Invertebrate Biology**, v. 11, n.2, p. 275-287, 2009.
- FELIPPE, M. F. & SOUZA, T. A. R. A biogeografia do Cerrado em concomitância com sua história econômica e suas perspectivas para o futuro. **Enciclopédia biosfera**, v. 1, p. 1-33, 2006.
- FIELDS, P. G.; XIE, Y. S. AND HOU, X. Repellent effect of pea (*Pisum sativum*) fractions against stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, n. 4, p. 359-370, 2001.
- FIORI, A. C. G.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; VIDA, J. B.; SCAPIM, C. A.; CRUZ, M. E. S. Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella Bryoniae*. **Journal of Phytopathology**, v. 148, n. 7/8, p. 483-487, 2000.
- FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S. Atividade antifúngica e indução de resistência em trigo a *Bipolaris sorokiniana* por *Artemisia camphorata*. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 2, p. 503-507, 2003.
- GARCIA, M.; GONZALEZ-COLOMA, A.; DONADEL, O. J.; ARDANAZ, C. E.; TONN, C. E. AND SOSA, M. E. Insecticidal effects of *Flourensia oolepis* Blake (Asteraceae) essential oil. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 35, n. 4, p. 181-187, 2007.
- GASKELL, M.; FOUCHE, B.; KOIKE, S.; LANINI, T.; MITCHELL, J. AND SMITH, R. Organic vegetable production in California-science and practice. **HortTechnology**, v. 10, n. 4, p. 699-713, 2000.
- GERSHENZON, J. AND DUDAREVA, N. The function of terpene natural products in the natural world. **Nature chemical biology**, v. 3, n. 7, p. 408-414, 2007.
- HARTMANN, T. From waste products to ecochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. **Phytochemistry**, v. 68, p. 2831-2846, 2007.
- HONG, E. J.; NA, K. J.; CHOI, I. G.; CHOI, K. C. AND JEUNG, E. B. Antibacterial and antifungal effects of essential oils from coniferous trees. **Biological and pharmaceutical bulletin**, v. 27, n. 6, p. 863-866, 2004.
- HUSSAIN, A. I.; ANWAR, F.; SHERAZI, S. T. H. & PRZYBYLSKI, R. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. **Food chemistry**, v. 108, n. 3, p. 986-995, 2008.
- INOUE, Y.; SGIRAISHI, A.; HADA, T.; HIROSE, K.; HAMASHIMA, H. AND SHIMADA, J. The antibacterial effects of terpene alcohols on *Staphylococcus aureus* and their mode of action. **FEMS microbiology letters**, v. 237, n. 2, p. 325-331, 2004.
- ISMAN, M. B. Botanical Insecticides, Deterrents, and Repellents in Modern Agriculture and an increasingly regulated World. **Annual Review of Entomology**, v. 51, n. 1, p. 45-66, 2006.
- JAYASEKARA, T. K.; STEVENSON, P. C.; HALL, D. R. AND BELMAIN, S. R. Effects of volatile constituent from *Securidaca longepedunculata* on insect pests of stored grain. **Journal of Chemical Ecology**, v. 31, n. 2, p. 303-312, 2005.
- JEMÂA, J. M. B.; HAOUEL, S.; BOUAZIZ, M.; KHOUJA, M. L. Seasonal variations in chemical composition and fumigant activity of five *Eucalyptus* essential oils against three moth pests of stored dates in Tunisia. **Journal of Stored Products Research**, v. 48, n. 1, p. 61-67, 2012.
- KABEH, J. D. AND JALINGO M. G. D. S. S. Pesticidal effect of bitter leaf plant *Vernonia amygdalina* (Compositae) leaves and pirimiphos-methyl on larvae of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 9, n. 3, p. 452-454, 2007.
- KAGALE, S.; MARIMUTHU, T.; THAYUMANAVAN, B.; NANDAKUMAR, R.; SAMIYAPPAN, R. Antimicrobial activity and induction of systemic resistance in rice by leaf extract of *Datura metel* against *Rhizoctonia solani* and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 65, p. 91-100, 2004.
- KAUR, S.; PAL SINGH, H.; MITTAL, S.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K. Phytotoxic effects of volatile oil

- from *Artemisia scoparia* against weeds and its possible use as a bioherbicide. **Industrial Crops and Products**, v. 32, n. 1, p. 54-61, 2010.
- LIU, C. H.; MISHRA, A. K. AND TAN, R. X. Repellent, insecticidal and phytotoxic activities of isosalantolactone from *Inula racemosa*. **Crop Protection**, v. 25, n. 5, p. 508-511, 2006.
- LOZANO, C.; CORDOBA, N.; AVILA-DE-MORENO, C.; VELOSA, M. Evaluacion del efecto de hidrolatos de ajo (*Allium sativum*) y cebolla junca (*Allium fistulosum*) en el desarrollo de los hongos fitopatogenos *Botrytis allii* y *Sclerotium cepivorum*. **Fitopatologia Colombiana**, v. 24, p. 29-32, 2000.
- MAKKAR, H. P. S.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Plant Secondary Metabolites. **Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics**, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany, v. 393, p. 129 , 2007.
- MAO, L. AND HENDERSON, G. Evaluation of potential luse of nootkatone against maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and riceweevil [*S. oryzae* (L.)] (Coleoptera:Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 46, n. 2, p. 129-132, 2010.
- MERLE, H.; VERDEGUER, M.; BLAZQUEZ, M. A.; BOIRA, H. Chemical composition of the essential oils from *Eriocephalus africanus* L. var. *africanus* populations growing in Spain. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 22, n. 6, p. 461-464, 2007.
- MOTOYAMA, M. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; FIORI-TUTIDA, A. C. G.; SCAPIM, C. A. Efeito antimicrobiano de extrato cítrico sobre *Ralstonia solanacearum* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 2, p. 509-512, 2003.
- NETO, J. J. B.; LEAL, T. C. B.; NUNES, M. V. DE CASTRO, H. G.; DOS SANTOS, S. F. E AGUIAR, R. W. S. Produção de biomassa e de óleo essencial de três quimiotipos (I, II e III) e quatro acessos de erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] no sul do Estado do Tocantins, **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 1, p. 45-50, 2012.
- NUNES, X. P.; MAIA, G. L. A.; ALMEIDA, JR. G. S.; PEREIRA, F. O.; LIMA, E. O. Antimicrobial activity of the essential oil of *Sida cordifolia* L. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 16, p. 642-644, 2006.
- OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIN, J. D. AND HADDAD, M. L. Bioatividade de pós vegetais sobre o caruncho do feijão em grãos armazenados. **Revista Agrícola**, v. 74, n. 2, p. 217-227, 1999.
- OLIVEIRA, R. A. G.; LIMA, E. O.; VIEIRA, W. L.; FREIRE, K. R. L.; TRAJANO, V. N.; LIMA, I. O.; SOUZA, E. L.; TOLEDO, M. S.; SILVA-FILHO, R. N. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 16, n. 1, p. 77-82, 2006.
- OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W. S.; MELLO, A. V.; DIDONET, J.; PORTELLA, A. C. F.; NASCIMENTO, I. R. Toxicidade de Óleos Essenciais de Eucalipto e Citronela sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p. 609-618, 2011.
- OSBOURN, A. E. AND LANZOTTI, V. **Plant-derived Natural Products; Synthesis, Function, and Application**. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. p. 584, 2009.
- OUAMBA, J. M.; OUABONZI, A.; EKOUYA, A.; BESSIERE, J. M.; MENUT, C.; ABENA, A. A.; BANZOUZI, J. T. Volatile constituents of the essential oil leaf of *Lantana salvifolia* Jacq. (Verbenaceae). **Flavour and Fragrance Journal**. v. 21, n. 1, p. 158-161, 2006.
- OYEDEJI, O. A.; ADENIJI, B. A.; AJAYI, O. AND KONIG, W. A. Essential oil composition of *Piper guineense* and its antimicrobial activity: Another chemotype from Nigeria. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 4, p. 362-364, 2005.
- PACANOSKI, Z. Herbicide use: benefits for society as a whole – a review. Pakistan, **Journal of Weed Science Research**, v. 13, n. 1/2, p. 135-147, 2007.
- PARK, B.; LEE, S.; CHOI, W.; JEONG, C.; SONG, C. AND CHO, K. Insecticidal and acaricidal activity of piperonaline and piperocetadecalidine derived from dried fruits of *Piper longum* L. **Crops Protect**, v. 21, n. 3, p. 249-251, 2002.
- PAWAR, V. C.; THAKER, V. S. In vitro efficacy of 75 essential oils against *Aspergillus niger*. **Mycoses**, v. 49, n. 4, p. 316-323, 2006.
- PEREIRA, M. C.; VILELA, G. R.; COSTA, L. M. A. S. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência Agrotecnológica**, v. 30, n. 4, p. 731-733, 2006.
- PERINI, V. B. M.; CASTRO H. G.; SANTOS G. R., AGUIAR, R. W. S., LEÃO, E. U. E SEIXAS, P. T. L. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo

- essencial do capim citronela no controle de *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, n. 2, p. 23-27, 2011.
- POLITEO, O.; JUKI, M. & MILO, M. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils of twelve spice plants. **Croatica Chemical Acta**, v. 4, n. 79, p. 545-552, 2006.
- POONPAIBOONPIPAT, T.; PANGNAKORN, U.; SUVUNNAMEK, U.; TEERARAK, M.; CHAROENYING, P.; LAOSINWATTANA, C. Phytotoxic effects of essential oil from *Cymbopogon citratus* and its physiological mechanisms on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). **Industrial Crops and Products**, v. 41, p. 403-407, 2013.
- PRAKASH, B.; SINGH, P.; KEDIA, A.; SINGH, A. AND DUBEY, N.K. Efficacy of essential oil combination of *curcuma longa* l. and *zingiber officinale* rosc. as a postharvest fungitoxicant, aflatoxin inhibitor and antioxidant agent, **Journal of Food Safety**, v. 32, n. 3, p. 279-288, 2012a.
- PRAKASH, B.; SINGH, P.; KEDIA, A.; SINGH, A. AND DUBEY, N.K. Assessment of some essential oils as food preservatives based on antifungal, antiaflatoxin, antioxidant activities and in vivo efficacy in food system, **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 201-208, 2012b.
- PROCÓPIO, S. O.; VENDRAMIM, J. D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; SANTOS, J. B. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1231-1236, 2003.
- PUNGITORE, C. R.; GARCIA, M.; GIANELLO, J. C.; SOSA, M. E. AND TONN, C. E. Insecticidal and antifeedant effects of *Junellia aspera* (Verberaceae) triterpenes and derivatives on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 41, n. 4, p. 433-443, 2003.
- RAJA, N.; ALBERT, S.; IGNACIMUTHU, S.; DORN, S. Effect of volatile oils in protecting stored *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, n. 2, p. 127-132, 2001.
- REHDER, V. L. G.; MACHADO, A. L. M.; DELARMELENA, C.; SARTORATTO, A.; FIGUEIRA, G. M.; DUARTE, M. C. T. Composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Origanum applii* e *Origanum vulgare*. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v. 6, n. 2, p. 67-71, 2004.
- Rice, E. L. **Allelopathy**, 2nd ed. Academic Press, Orlando, Florida, 1984.
- ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional Desenvolvimento Local**, v. 1, n. 2, p. 43-50, 2001.
- SALGADO, A. P. S. P.; CARDOSO, M.G.; SOUZA, P. E.; SOUZA, J. A.; ABREU, C. M. P.; PINTO, J. E. B. P. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de Eucalyptus sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolares sorokiniana*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 249-254, 2003.
- SANTOS, R. I. **Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários**. In: Simões, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosmann, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P. R.. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC; Porto Alegre: Ed. da UFRGS, p.403-434, 2004.
- SAROYA, A. S. **Herbalism, Phytochemistry and Ethnopharmacology**. **Published by Science Publishers**, P.O. Box 699, Enfield, NH 03748, USA, v.1. p. 411 2010.
- SCHNITZLER, P.; KOCH, C. & REICHLING, J. Susceptibility of drug-resistant clinical HSV-1 strains to essential oils of Ginger, Thyme, Hyssop and Sandalwood. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, v. 51, n. 5, p. 1859-1862, 2007.
- SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: Cavalcanti, L S.; Di Piero, R. M.; Cia, P.; Pascholati, S. F.; Resende, M. L. V.; Romeiro, R. S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, c.5, p. 125-138, 2005.
- SHASANY, A. K.; LAL, R. K.; PATRA, N. K.; DAROKAR, M. P.; GARG, A.; KUMAR S. AND KHANUJA, S. P. S. Phenotypic and RAPD diversity among *Cymbopogon Winterianus* Jowitt accessions in relation to *Cymbopogon nardus* Rendle. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 47, n. 5, p. 553-559, 2000.
- SIMAS, N. K. Produtos Naturais para o Controle da Transmissão da Dengue - Atividade Larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de Fenilpropanóides. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 46-49, 2004.

- SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos Voláteis. In: Simões C. M. O et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**, 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, p. 468-495, 2004.
- SINGH, H. P., BATISH, D. R., KOHLI, R. K. Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. **Critical Reviews in Plant Sciences**. v. 22, n. 3/4, p. 239-311, 2003.
- SINGH, H. P., KAUR, S., MITTAL, S., BATISH, D. R., KOHLI, R. K., Essential oil of *Artemisia scoparia* inhibit plant growth by generating reactive oxygen species and causing oxidative damage. **Journal of Chemical Ecology**. v. 35, n. 2, p. 154-162, 2009.
- SINGH, H. P.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K. Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. **Critical Revista Plant Science**, v. 22, n. 3/4, p. 239-311, 2003.
- SMITH, R. **Post emergence organic weed control in onions and broccoli**. *Crop Notes*, p.10-12, 2004.
- SOSA, M. E.; LANCELLE, H. G.; TONN, C. E.; ANDRES, M. F. AND GONZALEZ-COLOMA, A. Insecticidal and nematocidal essential oils from *Argentinean Eupatorium* and *Baccharis spp.* **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 43, p. 132-138, 2012.
- SRIVASTAVA, A. K.; SRIVASTAVA, S. K. & SYAMSUNDAR, K. V. Bud and leaf essential oil composition of *Syzygium aromaticum* from. **Flavour and fragrance journal**, v. 1, n. 20, p. 51-53, 2004.
- STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H. Plantas medicinais e o controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v. 2, n. 11, p. 16-21, 1999.
- SU, Y. C.; HO, C. I.; WANG, I. C.; CHANG, S. T. Antifungal activities and chemical compositions of essential oils from leaves of four eucalypts. **Journal of forest science**, v. 21, n. 1, p. 49-61, 2006.
- SUDARAM, K. M. S. AND SLOANE, L. Effects of pure and formulated azadirachtin, a neem based biopesticide, on the phytophagous spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 30, n. 6, p. 801-814, 1995.
- TAPONDJOU, A. L.; ADLER, C.; FONTEM, D. A.; BOUDA, H. AND REICHMUTH, C. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Stored Products Research**, v. 41, n. 1, p. 91-102, 2005.
- THORMAR, H. **Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents**. John Wiley & Sons Ltd, London, p. 338, 2012.
- TIAN, J.; BAN, X.; ZENG, H.; HE, J.; HUANG, B.; WANG, Y. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cicuta virosa* L. var. *latisecta* Celak. **International Journal of Food Microbiology**, v. 145, n. 2, p. 464-470, 2011.
- TOURTE, L.; SMITH, R. F.; KLONSKY, K. M. AND DEMOURA, R. L. **Sample costs to produce organic leaf lettuce. Monterey and Santa Cruz Counties. University of California Cooperative Extension**. 2004. Web page: <http://www.agecon.ucdavis.edu>.
- TWORKOSKI, T. Herbicide effects of essential oils. **Science Weed**, v. 50, n. 4, p. 425-431, 2002.
- TZORTZAKIS, N .G.; ECONOMAKIS, C. D. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens, **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 8, n. 2, p. 253-258, 2007.
- VERPOORTE, R. SECONDARY METABOLISM. IN: VERPOORTE, R. & ALFERMANN, A.W. (eds.). **Metabolic engineering of plant secondary metabolism**, 1ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p.1-29, 2000.
- VERSPOHL, E. J.; ABDEL-AZIZ, H.; WINDECK, T. AND PLOCH, M. Mode of action of gingerols and shogaols on 5-HT₃ receptors: Binding studies, cation uptake by the receptor channel and contraction of isolated guinea-pig ileum. **European Journal of Pharmacology**, v. 530, n. 1/2, p. 136-143, 2006.
- VILELA, G. R.; ALMEIDA, G. S.; D_ ARCE, M. A. B. R.; MORAES, M. H. D.; BRITO, J. O., SILVA, M. F. G. F.; SILVA, S. C.; PIEDADE, S. M. S.; CALORIDOMINGUES, M. A.; GLORIA, E. M. Activity of essential oil its major compounds 1,8 - cineole from *Eucalyptus globules*, against the storage fungi *Aspergillus avus* and *Aspergillus parasiticus*. **Journal of Stored Products Research**, v. 45, p. 108-111, 2009.
- VYVYAN, J. R. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. **Tetrahedron**, v. 58, n. 9, p. 1631-1636, 2002.

WINK, M. AND VAN WYK, B. E. (eds) **Mind-Altering and Poisonous Plants of the World**. Timber, Portland, OR. p. 464, 2008.

Recebido: 03/12/2012
Received: 12/03/2012

Aprovado: 31/03/2013
Approved: 03/31/2013