



Uso de extrato da Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) como inseticida sobre o cupim (*Cryptotermes brevis* Walker) no município de Coari, Amazonas, em condições experimentais

Alline da Silva Rufino¹, Adriana Dantas Gonzaga de Freitas²

Resumo

O uso de extratos de plantas constitui uma alternativa para o controle de insetos. Este trabalho teve como objetivo extrair o extrato etanólico da Pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e avaliar a atividade inseticida em cupins (*Cryptotermes brevis* Walker, 1853) em condições experimentais. Foi realizada a coleta do material vegetal, sua assepsia e secagem. Em seguida foi encaminhado ao sistema Soxhlet, tendo como solvente o álcool etílico. Foram realizadas cinco concentrações, sendo diluídas em água destilada, de: 1:0, 1:1, 1:1/2, 1: 1 ½ e 1:2. Foram colocados 5 cupins em cada placa de Petri contendo papel filtro embebido com o extrato de cada concentração com cinco repetições para cada tratamento, totalizando 55 tratamentos. Para o controle foi utilizado água destilada no lugar do álcool etílico. Os resultados após a verificação de 120h de observação, foi que a mortalidade dos cupins (*C. brevis*) foi de 100% em 24h de observação na concentração de 1:0, a qual mostrou-se a mais eficiente nas primeiras horas, a mortalidade de 100% das outras concentrações (1:1, 1:1/2, 1: 1 ½ e 1:2) foram obtidas a partir do quarto dia de observação. Além disso, nenhum tratamento diferiu estatisticamente segundo o teste Tukey em nível de 5% de significância. Novos testes são necessários para a eficácia do produto.

Palavras chaves: controle alternativo, Amazônia, cupim.

Use of Long Pepper extract (*Piper hispidinervum* C. DC.) As insecticide on termite (*Cryptotermes brevis* Walker) in the municipality of Coari, Amazonas, under experimental conditions. The use of plant extracts is an alternative to insect control. The objective of this work was to extract the ethanolic extract of Piper longa (*Piper hispidinervum* C. DC) and to evaluate the insecticidal activity in termites (*Cryptotermes brevis* Walker, 1853) under experimental conditions. The collection of the plant material, its asepsis and drying were carried out. Then it was sent to the Soxhlet system, having as solvent the ethyl alcohol. Five concentrations were diluted in distilled water: 1: 0, 1: 1, 1: 1/2, 1: 1 ½ and 1: 2. Five termites were placed in each Petri dish containing filter paper soaked with the extract of each concentration with five replicates for each treatment, totaling 55 treatments. For the control, distilled water was used instead of ethyl alcohol. The results after the observation of 120h of observation were that mortality of termites (*C. brevis*) was 100% in 24h of observation in the concentration of 1: 0, which proved to be the most efficient in the first hours, mortality of 100% of the other concentrations (1: 1, 1: 1/2, 1: 1 ½ and 1: 2) were obtained from the fourth day of observation. In addition, no treatment differed statistically according to the Tukey test at the 5% level of significance. New tests are required for the effectiveness of the product.

Key-words: alternative control, Amazon, termite.

¹ Graduada em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas, Estrada Coari/Mamiá, nº 305, Bairro: Espírito Santo, Cep: 69.460-000, Coari, Amazonas, Brasil. e-mail: alline_rufino@hotmail.com

² Docente da Universidade Federal do Amazonas – Instituto de Ciências Biológicas – ICB/UFAM, Av. General Rodrigo Octávio, 6200, Coroado I, Cep: 69080-900, Manaus, Amazonas Brasil. e-mail: adrianadantas1@gmail.com



1. Introdução

Os cupins ou térmitas são insetos da ordem Isoptera e atualmente tem-se conhecimento de, aproximadamente, 3000 espécies no mundo (ZANETTI et al., 2004). Os cupins são insetos sociais com uma participação fundamental na reciclagem da matéria orgânica de origem vegetal. Existem, entretanto, espécies que causam sérios danos a plantas e construções e são as pragas de combate mais problemática no meio urbano e agrícola. Causam perdas significativas em culturas perenes e anuais e danificam componentes estruturais de madeira, especialmente nos trópicos semiáridos e subúmidos. (VERMA; SHARMA; PRASAD, 2009). A espécie (*Cryptotermes brevis* Walker, 1853) é considerada como uma das mais importantes pragas do ponto de vista econômica, uma vez que é uma espécie de madeira seca e prolifera-se muito rapidamente (ARAÚJO, 2007).

O método convencional de combate a cupins tem como princípio a utilização de produtos químicos. Estes produtos, principalmente fenil pirazóis e piretroides, usados atualmente, apresentam toxidez ao homem e a outros seres vivos, além do risco de contaminar o meio ambiente (CABRERA, 2000). O tratamento curativo de lugares infestados exige grandes investimentos. Lelis (2000) estimou, num levantamento feito entre 1990 e 2000, que, para 240 edificações na cidade de São Paulo, ocorreu um prejuízo de US\$3,5 bilhões.

Diante da toxicidade dos inseticidas para o homem e para o meio ambiente e o alto custo do controle das infestações, pesquisas são desenvolvidas em vários países com produtos e métodos alternativos para o combate desses insetos, como, por exemplo, o uso de feromônios, análogos do hormônio juvenil, inibidores da síntese de quitina, microrganismos patogênicos e extratos vegetais (GALLO et al., 2002). Medidas de controle que causem menor impacto ambiental são de primordial importância, o que vem estimulando o ressurgimento do uso de plantas inseticidas como promissora ferramenta para controle de insetos (TERZI et al., 2009).

Villalobos (2006) ressalta que o princípio ativo de inseticidas botânicos é composto resultante do metabolismo secundário das plantas sendo acumulados em pequenas proporções nos tecidos vegetais. Tais substâncias podem ser encaradas como um modelo para síntese de

pesticidas mais eficientes, menos tóxicos e menos persistentes no meio ambiente (SAITO e LUCHINI, 2008). Os efeitos dos inseticidas botânicos sobre os insetos são variáveis podendo ser tóxico, repelente, causar esterilidade, modificar o comportamento, o desenvolvimento ou reduzir a alimentação (ARNASON et al., 2000; BELL et al., 2000). Em particular as plantas tropicais constituem rica fonte de substâncias com ação inseticida, sendo que o mesmo ocorre com plantas de regiões áridas e semi-áridas (ISMAN, 2009; AMARAL et al., 2005).

As piperáceas brasileiras apresentam propriedades para serem utilizadas, entre outras aplicações, como inseticidas e antifúngicos. Estudos realizados com as piperáceas brasileiras têm mostrado a ocorrência de fenilpropanóides, pironas, lignóides e cromenos, ao lado de amidas que apresentam propriedades para serem utilizadas como inseticidas e antifúngicos (ALÉCIO et al. 2008). Dentre as piperáceas, destaca-se a Pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC), planta rica em nos fenilpropanóides safrol, dilapiol e sarisan (BARREIRO e FRAGA, 2009).

Piper hispidinervum (pimenta longa) é um arbusto com alto rendimento em óleo essencial rico em safrol (em torno de 90%), descoberta na década de 70, por técnicos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (AGUIAR 2003). A demanda mundial por óleos ricos em safrol é bastante expressiva. O valor industrial do safrol decorre da presença do grupo piperonila em sua molécula, a partir do qual, com pequenas transformações químicas, obtêm-se compostos orgânicos com vasto emprego comercial, como é o caso do piperonal, usado na indústria de fragrâncias e perfumes finos e do butóxido de piperonila, agente sinérgico do piretro, inseticida natural, com certificação "verde e biodegradável", sem os riscos dos inseticidas sintéticos (BRAGA et al. 2005; BANDONI e CZEPAK 2008; MAIA E ANDRADE 2009). Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo, extrair o extrato etanólico da Pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e avaliar a atividade inseticida em cupins (*Cryptotermes brevis* Walker, 1853) por via de contato em condições experimentais.



2. Material e Método

2.1. Área de estudo

O experimento (bioensaios) foi realizado nos laboratórios de Química Analítica, Química Geral e Química Orgânica e Zoologia, localizados na Universidade Federal do Amazonas na cidade Coari.

2.2. Coleta dos insetos

A coleta dos cupins (*Cryptotermes brevis*) foi realizada na casa de vegetação localizada no Campus Médio Solimões da Universidade Federal do Amazonas na cidade de Coari no estado do Amazonas. Após serem coletados, os cupins foram levados ao laboratório de Zoologia onde foram aclimatados até a realização dos testes.

2.3. Coleta das plantas

Amostras de folhas da planta Pimenta longa (*Piper hispidinervum*), foram coletadas próximas à casa de vegetação localizada no Campus Médio Solimões da Universidade Federal do Amazonas na cidade de Coari no estado do Amazonas. Após a coleta as folhas foram levadas ao laboratório de Zoologia onde foram separadas, pesadas obtendo-se 140g de peso úmido, lavadas primeiramente com água corrente em seguida submersas por 60 segundo em solução de hipoclorito de sódio a 1%. Em seguida, o material vegetal foi levado a uma estufa de circulação de ar com uma temperatura de 55°C por 24 horas para a secagem das folhas.

2.4. Preparo das concentrações

No laboratório de Química Orgânica da UFAM (Universidade Federal do Amazonas, Campus Médio Solimões), sistema Soxhlet, tendo o álcool etílico (P.A) como solvente. Foram testadas cinco concentrações (1:0;1:1/2; 1:1; 1:1 ½; 1:2), com base em estudos realizados por Silva (2004). Este autor usou as concentrações de 1:1/2; 1:1 ½; 1:2, tendo resultados satisfatórios ao realizar testes com a manipueira da mandioca contra pulgão dos citrus. As concentrações foram obtidas a partir da diluição do extrato com água destilada.

2.5. Bioensaio

Foram realizados os ensaios com objetivo de testar a eficiência do extrato da Pimenta longa, nas cinco concentrações feitas através da

aplicação via de contato. Foram colocados 5 cupins adultos, para cada placa de Petri contendo papel filtro, com auxílio de pinças entomológicas. Após isso, foram aplicados os extratos botânicos nas concentrações de (1:0;1/1/2; 1:1; 1:1 ½; 1:2), totalizando 5 concentrações, foram, portanto, utilizados cinco tratamentos com duas repetições, mais a testemunha, totalizando 60 placas de Petri com os tratamentos para o extrato da Pimenta longa. As observações foram diárias, totalizando 120 horas ou cinco dias consecutivos de visualização do experimento. A testemunha foi pulverizada com água destilada.

2.6. Estatística e análise de dados

Os dados foram submetidos a uma análise de variância – ANOVA (Zar, 1984), onde foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo avaliada a mortalidade dos insetos. Os resultados foram expressos pela taxa de mortalidade de cada concentração, sendo a de menor concentração de efeito observado, concentração de nenhum efeito observado, menor tempo de mortalidade observada e tempo de nenhuma mortalidade observada. Para avaliação da toxicidade aguda, foi usada a ANOVA, onde os valores médios das taxas de mortalidade em cada tratamento foram comparados, as médias dos tratamentos com o controle através do Teste de Tuckeyao nível de significância de 95%. Determinando quais concentrações têm valores médios (taxa de mortalidade) diferentes do controle. Para comparação da toxicidade entre os inseticidas, os valores dos intervalos de confiança da mortalidade das concentrações foram usados. Valores da mortalidade das concentrações foram considerados estatisticamente diferentes quando os seus IC-95% não se sobrepuseram.

3. Resultados e Discussão

As observações referentes à taxa de mortalidade foram realizadas a cada 06 horas durante 5 dias (120 horas). Os valores percentuais referentes à mortalidade do inseto, nas concentrações de (1:0;1/1/2; 1:1; 1:1 ½; 1:2) do extrato da Pimenta longa (*Piper hispidinervum*), no intervalo de tempo de 120 horas.

Com objetivos semelhantes ao presente trabalho, Soares (2012) desenvolveu um trabalho com o objetivo de avaliar a ação inseticida da Pimenta longa (*Piper hispidinervum*) sobre a

população do pulgão (*Macrosiphum euphorbiae*) considerado uma praga para agricultura. Para tal, foram realizados ensaios com concentrações variando de 1,0 a 2,5% do óleo essencial da pimenta longa, além de duas testemunhas, uma sem tratamento e outra com acetona. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com cinco repetições.

Os óleos essenciais apresentaram efeito tóxico para os pulgões, sendo esse efeito atribuído, possivelmente, a presença do composto (E)- anetol.

De acordo com o teste de Tukey, as médias das mortalidades dos cupins no presente trabalho foram:

Tabela 1- Média das mortalidades dos cupins nas diferentes concentrações do extrato da Pimenta longa.

Concentrações	Médias*		
	1º dia	2º dia	3º dia
1x0	4,0 a	5,0 a	5,0 a
1x1/2	3,0 ab	4,6 ab	5,0 a
1x1	1,8 bc	3,4 b	4,8 a
1x1 ½	2,2 bc	4,0 ab	5,0 a
1x2	1,4 cd	4,0 ab	4,8 a
Testemunha	0,2 d	0,2 c	0,2 b

*Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tanto as taxas de mortalidades quanto as médias obtidas através do teste de Tukey, demonstram que não ocorreu uma diferença estatística entre as concentrações da Pimenta longa. Na concentração 1x0 obteve-se uma maior taxa de mortalidade dos cupins após 24 horas dos testes 100% dos cupins estavam mortos nas cinco placas do teste. Na concentração de 1/2 a taxa de 100% de mortalidade dos cupins foi alcançada após 48 horas do início dos testes. As demais concentrações (1:1; 1:1 ½; 1:2) após 72 horas possuíam 100% dos insetos mortos em todas as placas. Como após as 72 horas do início do bioensaio todos os cupins encontravam-se mortos não foi possível o cálculo da média da mortalidade dos cupins no quarto e quinto dia. Nesse experimento, as placas que foram usadas como as testemunhas tiveram uma taxa de mortalidade dos cupins de 1,8% após as 120 horas do bioensaio. A figura 01, abaixo demonstra a mortalidade dos cupins no primeiro dia dos testes (24 horas).

Lima et al (2009) testou atividade inseticida do óleo essencial de *Piper hispidinervum* sobre lagarta-do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*) por ingestão e contato tóxico. No Brasil a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada a principal praga da cultura de milho, atacando plantas jovens e reduzindo em até 34% a produção; dependendo da idade da planta ataca também a cultura da cana-de-açúcar, o arroz e o algodoeiro (VALICENTE & CRUZ, 1991). Os bioensaios demonstraram sua atividade inseticida para *S. frugiperda*, causando mortalidade e redução alimentar pelo teste de ingestão e toxicidade aguda pelo teste de aplicação tópica, sendo também observados sintomas de neurotoxicidade, como agitação e hiperatividade.

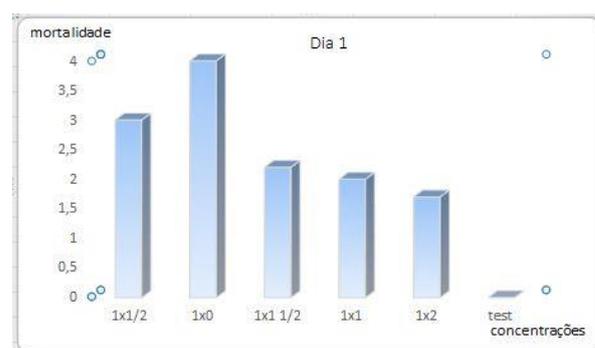


Figura 1- Relação entre a taxa de mortalidade dos cupins de acordo com as concentrações testadas.

Muitas das espécies de *Piper* são usadas para fins curativos por diversas culturas, tendo a sua constituição sido composta por amidas insaturadas, flavonóides, lignanas, aristolactamas, ésteres, de cadeias longas e curtas, terpenos, esteróides, propenilfenóis e alcalóides (PARMAR et al., 1997). As folhas de *P. hispidum* possui como principais componentes α -canfeno guaiene e γ -elemeno (FACUNDO et al., 1994). E, provavelmente foram essas substâncias que causaram o efeito inseticida nos cupins no presente trabalho. Outras espécies como a *Piper aduncum* (Piperaceae) possui atividade inseticida. É uma espécie de interesse econômico para a Amazônia e que pode ser usada no controle de pragas. Essa espécie produz um óleo essencial chamado dilapiol, cujo efeito inseticida foi descrito por Maia et al. (1988). Vários estudos têm demonstrado que esta planta, além da importância medicinal, como antiinflamatório,



anti-hemorrágico, adstringente, diurético e outros, também apresenta atividade inseticida, bactericida e fungicida (CORREA; PENNA, 1984; MAIA et al., 1988; VIEIRA, 1991; VERAS, 2000; MORANDIM et al., 2003; FIGUEIRA et al., 2003; BASTOS et al., 2003).

Plantas da família Piperaceae constituem uma fonte de isobutilamidas insaturadas de cadeia longa, com propriedades inseticidas, como a piperina encontrada na *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino) (STRUNZ & FINLAY, 1994). Estrela et al. (2005) pesquisaram as amidas análogas a piperina, com os grupos N-hexil, N-isopropil e N-isopentil ligados ao isopentil (3,4-metilenodioxifenil) amida. Observaram que estas amidas causaram alta toxicidade sobre a lagarta *S. frugiperda*, provocando mortalidade e deformidades envolvidas em suas atividades vitais. Por outro lado, plantas desta família são ricas nos fenilpropanóides safrol, dilapiol e sarisan, compostos presentes nos óleos essenciais de pimenta-longa (*Piper hispidinervum*) e pimenta-macaco (*Piper aduncum*).

Rathi et al. (2008) realizaram triagem fitoquímica de dez plantas com atividade inseticida, entre elas, *Azadirachta indica*, *Cynodon dactylon*, *Eclipta alba*, *Morinda pubescens*, *Ocimum tenuiflorum*, *Phyllanthus amarus*, *Sesbania grandiflora*, *Solanum surattense*, *Solanum trilobatum* e *Vinca rosea*. Várias misturas de solventes foram utilizadas como extrator. Foram encontrados taninos, importante classe de compostos que agem como uma barreira a insetos herbívoros, e flavonoides na maior parte das plantas estudadas.

Murugesan & Murugesan (2008) testaram, também, dez extratos diferentes de *Azadirachta indica* (extrato das folhas de Nim), extrato das folhas de *Calotropis gigantea*, extrato das folhas de *Lantana camara*, torta de Nim, óleo de Nim, Nimbecidine®, extrato de folhas de *Pongamia glabra*, extrato de folhas de *Prosopis juliflora* L., extrato de folhas de *Vitex negundo*, e extrato de alho, *Allium sativum*. O teste revelou redução da população de *H. vigintioctopunctata* (besouro Hadda) entre 87,86 e 71,97% após o terceiro dia de pulverização, sendo que o melhor resultado foi conseguido com o óleo de Nim. Entretanto a eficácia dos extratos foi reduzida ao passar dos dias após a pulverização.

4. Conclusão

O presente trabalho demonstrou que o extrato da Pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) foi eficiente no controle dos cupins (*Cryptotermes brevis* Walker, 1853) em condições de laboratório, podendo ser uma alternativa de inseticida, para o controle dos cupins. A toxicidade de uma substância química em insetos não a qualifica necessariamente como um inseticida. Diversas propriedades devem estar associadas à atividade, tais como eficácia mesmo em baixas concentrações, ausência de toxicidade frente a mamíferos, ausência de fitotoxicidade, fácil obtenção, manipulação e aplicação, viabilidade econômica e não ser cumulativa no tecido adiposo humano e de animais domésticos (VIEGAS, 2003). Sendo assim, a simplicidade do preparo dos extratos e seu baixo custo permitem que os mesmos sejam produzidos pelo próprio agricultor, quando necessário, reduzindo os custos de produção (ANDREI, 2009).

O uso de produtos naturais extraídos de plantas pode ser um forte aliado a outros métodos de controle de insetos, mantendo o equilíbrio ambiental, sem deixar resíduos químicos, sem ação tóxica aos animais e ao homem, reduzindo os efeitos negativos ocasionados pela aplicação descontrolada de inseticidas organossintéticos (BUENO, 2005).

Além disso, o cultivo da Pimenta longa poderá ser uma nova alternativa de exploração utilizando áreas que foram desmatadas e ou degradadas. A simplicidade do sistema de produção, a rusticidade da espécie e a facilidade no manejo da cultura possibilitam sua exploração comercial (SANTIAGO, 1999) e, ainda, uma fonte de renda alternativa para pequenos produtores, associações e cooperativas da região amazônica.

Agradecimentos

Ao CNPq e a FAPEAM pelo auxílio da bolsa.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.



Referências

- AGUIAR, E.M. **Isolamento e caracterização de óleos essenciais de Piperáceas no Vale do Itajaí, Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 2003, 106 pp.
- ALÉCIO, A. C.; Bolzani, V. S.; Young, M. C. M.; Kato, M. J.; Furlan, M. **Antifungal amide from leaves of *Piper hispidum*.** Journal of Natural Products, 1998.61: 637-639.
- ALECIO, A. C.; SILVA, B. V.; YOUNG, M. C. M.; KATO, M. J; FURLAN, M. Antifungal amide from leaves of *Piper hispidinervium* C. DC. **Journal of Natural Products**, Washington, v. 61, n. 5, p. 637-639.
- ALENCAR, R. de; LIMA, R. A. de; CORREA, R. G. C.; et al. Óleos Essenciais de Plantas Brasileiras. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 1, n.3, p. 41-43.
- ALMEIDA, M. C. **Banco de sementes e simulação de clareiras na germinação de Pimenta Longa (*Piper hispidinervium* C. DC.).** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco. 2009. 60 p.
- AMARAL, C.L.F.; OLIVEIRA, J.E.Z.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: melhoramento genético.** Viçosa, UFV, 2010. 153p.
- ANDREI, E. 1999. **Compêndio de defensivos agrícolas.** 6 ed. São Paulo. 672 p.
- ANON, A. **Marketing reports in tissues of the chemical marketing repórter.** New York: Schnell publishing, 2002.
- ARAÚJO, R. L. **Catálogo dos isoptera do novo mundo.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2007. 92p.
- ARAUJO, R.L. Termites of the neotropical region. In: KRISHNA, K. & WEESNER, M. (Ed.). **Biology of termites.** New York: Academic Press, 2009. v.2, cap.12, p.527-576.
- ARAUJO, R.L. Térmitas prejudiciais as madeiras. In: MARICONI, F. A .M.; ZAMITH, A. P. L.; ARAÚJO, R.L; OLIVEIRA, F. A. M.; PINCHIN, R. (Eds.). **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas.** São Paulo: Nobel, 2007. p.100-123.
- ARCTANDER, S. **Perfume and flavor materials of natural origen.** Elisabeth, New Jersey, 2005.
- ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin.** Washington, DC, American Chemical Society.2000. v. 387. 214p.
- BANDONI, A.L.; CZEPAK, M.P. **Os recursos vegetais aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores.** EDUFES, Vitória, ES. 2008. 623 p.
- BASTOS, C. N. Efeito do óleo de *Piper aduncum* sobre *Crinipellis pernicioso* e outros fungos fitopatogênicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 2007. v. 22, n. 3, p. 441-443.
- BASTOS, C.N.; SILVA, D.H.M.M.; GUIMARÃES, E.F.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S. **Atividade bactericida e composição de óleos essenciais de Piper spp.** Documentos, IAC, Campinas. 2003. 74p.
- BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J. L. G.; LOPES, G. A. C.; MONTEIRO, M. B. B.; ZENID, G. J. **Biodeterioração de madeiras em edificações.** São Paulo: IPT, 2001. 54 p.
- BARREIRO, E.J.; FRAGA, C.A.M.. **A utilização do safrol, principal componente químico do óleo de sassafrás, na síntese de substâncias bioativas na cascata do ácido araquidônico: antiinflamatórios, analgésicos e anti-trombóticos.** Química Nova, 2009. 22(5): 744-759.
- BELL, A. FELLOWS, L.E.; SIMMONDS, M.S.J. Natural products from plants for the control of insect pests. In: HODGSON, E.; KUHR, R.J. **Safer insecticide development and use.** New York and Basel, Marcel Dekker, 2000, p.337-383.
- BERENBAUM, M.R. North American ethnobotanicals as sources of novel plant-based insecticides. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin.** Washington, DC, American Chemical Societ. v.387. 1988, p.44-58.
- BRAGA, N.P.; CREMASCO, M.A.; VALLE, R.C.C.R. **The effects of fixed-bed drying on the yeld and composition of essential oil from long pepper (*Piper hispidinervium* C. DC.) leaves.** Brazilian Journal of Chemical Engineering, 22: 257-262.
- BUENO, V.H.P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade.** Editora UFLA, Lavras. 2005.



- BURGER, W. C. Evolutionary trends in the Central American species of *Piper* (Piperaceae). **Brittonia**. Bronx, v. 24, n. 4, p. 356-362, 2002.
- CABRERA, R. R. **Ação dos extrativos das madeiras de peroba-rosa, *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae), Cinamomo, *Melia* sp. (Meliaceae), Itaúba, *Mezilaurus* sp. (Lauraceae) e ipê, *Tabebuia* sp. (Bignoneaceae) nos cupins de madeira seca, *Cryptotermes brevis* WALKER (Isoptera-Kalotermitidae)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 2000. 52p.
- CARDOSO, M.G.; GAVILANES, M. L.; SILVA, M. C.; SHAW, A.Y. K. V.; SANTOS, B. R.; OLIVEIRA, A. C. B.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, A. P. S. **Óleos essenciais**. Boletim de Extensão, Lavras, 2000.v. 9, n. 73, p. 1-42,
- CASIDA, J.E.; QUISTAD, G.B. Golden age of insecticide research: past, present, or future? **Annual Review of Entomology**, 2008.43: 1-16,
- CASTRO, C. POVEDA, L. *Piper auritum* H. B. K. Estudio preliminar de aceite essencial de sus hojas. **Instituto de Ciências Químicas de Produtos Naturais**, São Paulo, 2003. v. 7, n.1/2, p. 24-25.
- CATEHOUSE, J.A. Plant resistance toward insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**, 2002.156: 145-169,
- CONSTANTINO, R. **The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status**. Journal of Applied Entomology, Hamburg, 2002.v. 126, p. 355-365.
- CHIU, SHIN-FOON. Recent advances in research on botanical insecticides in China. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. v. 387. 1988, p.69-77.
- CLOUGH, J.M. EVANS, D.A. FRAINE, P.J.DE; FRASER, T.E.M.; GODFREY, C.R.A.; YOULE, D. IN: HEDIN, P.A.; MENN, J.J.; HOLLINGWORTH, R.M. **Natural and engineered pest management agents**, Washington, DC. American Chemical Society, 1994, p.37-53.
- COLEY, P.D.; BARONE, J.A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 2006. 27: 305-335.
- CORREA, M.P; PENNA, L.A. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal**. Rio de Janeiro. 1984. 138p.
- COSTA-LEONARDO, A.M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro, Ana Maria Costa-Leonardo (Ed.), 2002.128p.
- COSTA-LEONARDO, A.M.; CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. Território e população de forrageamento de uma colônia de *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) em meio urbano. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, 1999. 66(2), p.99-105.
- EDWARDS, R.; MILLS, A.E. **Termites in buildings: Their biology and control**. East Grinstead: Rentakil Limited. 2006, 261p.
- ELEOTÉRIO, E. S. R. **Levantamento e identificação de cupins (Insecta: Isoptera) em áreas urbanas de Piracicaba**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 2000. 101 p.
- ESTRELA, J.L.V.; GUEDES, R.N.C. MALTHA, C.R.A.; MAGALHÃES, L.C.; FAZOLIN, M. **Toxicidade de amidas análogas à piperina para *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Magistra, 2005. 17(2): 69-75.
- FACUNDO, V.A; MACHADO, S.M.F.; MILITÃO, J.S.L.; MORAIS, S.N.; MACHADO M.I.L. **Journal of Essential Oil Research**. 1994.n.6, p.643.
- FAZOLIN, M. et al. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e agrotecnologia**, 2007. 31(1), p. 113-120,
- FEI, H.; HENDERSON, G. Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) Wood consumption and worker survival as affected by temperature and soldier proportion. **Environmental Entomology**. 2002.v.31, p.509-514.
- FIGUEIRA, G.M.; DUARTE, M.C.T.; SILVA, C.A.L.; DELARMELENA, C. **Atividade antimicrobiana do extrato e do óleo essencial de *Piper* spp cultivadas na coleção de germoplasmas do CPQBA-Unicamp**, Hortic. Brás., 2003.21(2): 403.



FLINT, M.L.; VAN DEN BOSCH, R. **Introduction to integrated pest management**. New York, Plenum, 2001, 240p.

FONTES, L. R. Considerações sobre a complexidade da interação entre o cupim subterrâneo, *Coptotermes havilandi*, e a arborização no ambiente urbano. In.: FONTES, L. R. & BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998.p. 109-124.

FORTI, L. C. & ANDRADE, M. L. de. Populações de cupins. In: BERTI FILHO, E. (Ed.) & FONTES, L. R. (Ed.). **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.29-52.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. São Paulo: FEALQ/USP, 2002. 920 p.

HAYASHI, K.; KAMIYA, M.; HAYASHI, T. Virucidal effects of the steam distillate from *Houttuynia cordata* and its components on HSV-1, Influenza Virus and HIV. **Planta Medica**, Stuttgart, June 2005. 61(3), p. 237-241.

HENDERSON, G. Primer pheromones and possible soldier caste influence on the evolution of sociality in lower termites. In: **Pheromone Communication in Social Insects: Ants, Wasps, Bees and Termites**. Vander Meer, R. K., Breed, M. D., Espelie, K. E., Winston, M; L. (Eds.). Westview Press, Boulder, 2009.p. 314-330.

HOCHULI, D.F. Insect herbivory and ontogeny: How do growth and development influence feeding behavior, morphology and host use. **Austral Ecology**, 2001.26: 563-570,

HOWSE, P.E. Chemical defences of ants, termites and other insects: some outstanding questions. In Ch Noirot et al. (Eds.); **Pheromones and defensive secretions in social insects**, p.23-40. IUSSE-symposium, Dijon, 2005.

IBRAHIM, J.; ABU SAID, A.; ABDUL RASHID, A.; NOR AZAH, M. A.; ZARIDAH, M. Z. **Essencial oils of selected Malaysian plants and their potential uses**. In: CONFERENCE ON FORESTRY AND FOREST PRODUCTS RESEARCH, 1996. p. 97-103.

ISMAN, M.B. **Toxicity and fate of acetylchromenes in pest insects**. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. 2009, v.387, p.44-58.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. 1989, v. 387. p.69-77.

KRISHNA, K. Taxonomy, phylogeny and distribution of térmites. In: KRISHNA, K; WEESNER, M. (Ed.). **Biology of termites**. New York: Academic, 2009: Wiley. 1980. 256p.

LEE, K.E.; WOOD, T.G. Termites and soils. London: Academic Press, 2001. 251p.

LELIS, A. T. **Insetos deterioradores de madeira no meio urbano**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, 2000.v. 13, n. 33, p. 81- 90.

LIMA, R. K. CARDOSO, M. G. MORAES, J. C. MELO, B. A. RODRIGUES, V. G. **Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-docartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Acta Amazonica, vol. 2009. 39(2) p. 377 – 382.

LÜSCHER, M. Ueber Die Entstehung Der Soldaten Bei Termiten. **Review Suisse Zoology**. 2008. v.65, p.372-376.

MAIA, J.G.S.; ANDRADE, E.H. **Database of the amazon aromatic plants and their essential oils**. **Química Nova**, 2009. 32(3): 595-622.

MAIA, J. G. S.; SILVA, M. L. da; LUZ, A. I. R.; et al. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, São Paulo, maio/jun. 2007. 10(3), p. 200-204.

MAIA, J. G. S.; GREEN, C. L.; MILCHARD, M. J. New Sources of Natural Safrole. **Perfumer and Flavorist International**, Weaton, 2003. 18(1), p. 19-22.

MAIA, J.G.S.; ZOHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SANTOS, A.S.; SILVA, M.H.L.; LUZ, A.I.R.; BASTOS, C.N. 1998. Constituents of the essential oil of *Piper aduncum* L. growing wild in the Amazon region. *Flavour and Fragrance Journal*, 13: 269-272.

MANN, J. **Secondary metabolism**. Oxford, Clarendon, 2005, 374p.

MATSUDA, B. M.; SURGEONER, G. A.; HEAL, J. D.; TUCKER, A. O.; MARCIARELLO, M. J. Essencial oil analysis and field evaluation of the citrus plant *Pelargonium citrosum* as repellent against populations of *Aedes* mosquitoes. **Journal**



Biotecnologia

American Mosquitoes control Association.

Lake Charles, Mar. 1996. 12(1), p. 69-74,

MESQUITA, J.M.O. et al. Estudo comparativo dos óleos voláteis de algumas espécies de Piperaceae.

Revista Brasileira de Farmacognosia, 2005.v. 15 (1), p. 6-12.

MILANO, S. Diagnóstico e controle de cupins em áreas urbanas. In: FONTES, L. R.; BERTIFILHO, E. (Org.) **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 2008, p. 45-74.

MILHAU, G.; VALENTIN, A.; BENOIT, F.; MALLIÉ, M.; BASTIDE, JEAN-MARIE. In vitro antimalarial activity of eight essential oils. **Journal Essential Oils Research**, Carol Stream, July/Aug. 2007. 9(4), p. 329-333.

MORANDIM, A.A.; NAVICKIENE, H.M.D.; REGASINI, L.O.; CORDON, T.; FERRI, A.F.; AGRIPIANO, D.; CAVALHEIRO, A.J.; LOPES, M.N.; MARQUES, M.O.M.; YOUNG, M.C.M.; KATO, M.J.; BOLZANI, V.S.; FURLAN, M. **Constituição e atividade antifúngica dos óleos essenciais das folhas e caules de Piper aduncum L, P. arboreum Aublet e P. tuberculatum Jacq e dos frutos de P. aduncum L. e P. tuberculatum Jacq**. Documentos, IAC, Campinas. 2003. 74p.

NOIROT, C. La caste des ouvriers, élément majeur du succès évolutif des termites. **Revista de Biologia**. Aveiro. 2005. 75(2), p. 157-195.

NOIROT, C. Evolution of polymorphism in Isoptera: developmental and environmental **Proceedings 11th International Congress IUSSI**. G. K. Veeresh, B. Malik and C. A. Viraktamath (Eds.), Bangalore: Oxford & IBI Publ. Co, New Delhi, 2005, p.333-334.

NOIROT, C.; DARLINGTON, J. P. E. C. Termite nests: architecture, regulation and defense. In: ABE, T., BIGNELL, D. E., HIGASHI, M. (Eds.). **Termites: Evolution, sociality, symbioses, ecology**. London: Kluwer Academic Press, 2000. p.121-139.

NOR AZAH, M. A.; VIMALA, S.; ONG, B. K.; MASTURA, M.; LING, S. K.; KHOZIRAH, S. **Investigation into the chemical and biological properties of Malaysian Piper**. 2000. p. 436-444.

OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. Tese (Doutorado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. 429 p.

OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T. de; LEPAGE, E. S.; CARBALLERA LOPEZ, G. A.; SAMPAIO OLIVEIRA, L. C. de; CAÑEDO, M. D. & MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 2007. v.I, p.99-278.

PARMAR V.S.; JAIN S.C.; BISHT K.S.; JAIN R.; TANEJA P.; JHA A.; TYAGI O.D.; PRASAD A.K.; WENGEL J.; OLSEN C.E.; BOLL P.M. **Phytochemistry of the genus Piper**. *Phytochemistry*, 1997, 46 (4), p. 597-673.

PESCADOR, R.; ARAÚJO, P. S.; MAAS, C.H.; REBELO, R. A.; GIOTO, C. R.; WENDHAUSEN Jr.; R.; LARGURA, G.; TAVARES, L. B. B. **Biotecnologia da Piper hispidinervium- Pimenta Longa. Biotecnologia, ciência e desenvolvimento**. Brasília, jul./ago. 2000.ano3, n. 15, p. 18-23,

PORTUGAL, C. B. **Cupins de madeira seca**. Rio Claro: UNESP, 2003. 14 p.

ROCHA, S. F. R. MING, L. C. *Piper hispidinervium*: a sustainable source of safrole. P. 479-481. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspectives on new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, 1999.

ROBINSON, W. H. **Urban entomology: Insect and mite pests in the human environment**. 1 ed. London: Chapman & Hall, 2008.

SAENS, M. T.; GARCÍA, M. D.; PUERTA, R. de la. Cytostatic activity of some essential oils against HEP-2 cells. **Farmaco**, Rome, 2006. 51(7), p. 36-49,

SAITO, M. L., LUCHINI, F. Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente. **Jaguriúna: Embrapa-CNPMA**. (EMBRAPA-CNPMA.Documentos, 12). 2008. 46 p.

SANTIAGO, E. J. A. de. **Aspectos anatômicos e do crescimento da pimenta longa (Piper hispidinervium C. DC) em condições in vitro e in vivo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1999. 118 p.

SCHEFFRAHN, R. H.; SU, N. Y. **West Indian drywood termite**. Florida: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, 2005.

SIANI, A. C.; SAMPAIO, A. L. F.; SOUSA, M. C. de.; HENRIQUES, M. das G. M. O.; RAMOS, M. F. de S. Óleos essenciais. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. Brasília, set/out. 2013. 3(16), p. 38-43.



- SIDDIQUI, Y. M.; ETTAYEBI, M.; HADDAD, A. M.; AL-AHDAL, M. N. Effect of essential oils on the enveloped viruses: antiviral activity of oregano and clove oils on *Herpes simplex* virus type 1 and New castle disease virus. **Medical Science Research**, London, Mar 2006. 24(3), p. 185-186.
- SILVA, M. H. L. da **Tecnologia de cultivo e produção racional de Pimenta Longa *Piper hispidinervium* C. DC.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2003. 120p.
- SILVA, S. E. L. Recomendação para a produção de citros no Estado do Amazonas. **Circular técnica.** Embrapa. Documentos 33. Embrapa Amazônia Ocidental. 2004. 25 p.
- SIMIONATTO, E. L.; REBELO, R.; RAMOS, M. G.; ZANETE, V. C. **Fontes alternativas de safrol**-propagação da pimenta longa pela técnica de estaquia. FNMA, processo anterior n. 1668 92 referente ao convênio anterior n. 058/95. 2009.
- SOARES, C. S. A. Atividade inseticida de óleos essenciais sobre *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) em roseira. **Revista Brasileira de Agroecologia.** 2012. 7(1), p. 169-175.
- STEWART, R. C. Microclimate and colony foundation by imago and neotenic reproductives of dry-wood termite species (Cryptoterme sp.) (Isoptera: Kalotermitidae). **Sociobiology**, 2003. 7(3), p.311-331.
- STRUNZ, G.M.; FINLAY, H. 1994 **Concise, efficient new synthesis of pipericide, an insecticidal unsaturated amide from *Piper nigrum*, and related compounds.** Tetrahedron, 50(38), p. 11113-11122.
- SU, N-Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Foraging population and territory of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in a urban environment. **Sociobiology**, 1988. 14(2), p.353-359.
- TERZI, E. et al. **Evaluation of possible decay and termite resistance of particleboard containing waste tire rubber.** Internacional Biodeterioration & Biodegradation, Birmingham, Sept. 2009. 63(6), p. 806-809.
- THACKER, J.R.M. **An Introduction to arthropod pest control.** Cambridge, Cambridge University. 2002, 360p.
- TORRES SANTOS, E. C.; RODRIGUES, J. M.; MOREIRA, D. L.; KAPLAN, M. A. C. Activities of 2-6 dihydroxy- 4- methoxychalcone by entrapment in poly D, L lactide nanoparticles. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Washington, 1999. 43(7), p. 1776-1778.
- VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta-docartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus.** EMBRAPA, (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, n. 15). 1991. 23pp.
- VAN DEN MEIRACKER, K. G. Pest identification: drywood termites. **Pest Control**, Feb. 2008.p.80-82,
- VÉRAS, S.M; YUYAMA, K. 2000. **Controle da vassoura-de-Bruxa do cupuaçuzeiro por meio de extrato de *Piper Aduncum* L.** In: Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais. Resumos. Fortaleza, Brasil. 32pp.
- VERMA, M.; SHARMA, S.; PRADAD, R. Biological alternatives for termite control: a review. **Internacional Biodeterioration & Biodegradation**, Birmingham, Dec. 2009. 63 (8), p. 959-972.
- VIEIRA, L.S. **Manual de medicina popular: a fitoterapia da Amazônia. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.** Belém. 1991. 248p.
- VIEGAS, C. J. **Terpenos com atividade inseticida activity: an alternative to chemical control of insects.** Quím. Nova. São Paulo: Araraquara. 2003. v. 26, p.390-400.
- VILLALOBOS, M. J. P. **Plaguicidas naturales de origen vegetal: Estado actual de la investigacion.** Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca Y Alimentacion. Monografias INIA, 2006.35p.
- WAARD, L. H. O. de. **Estrutura genética de populações naturais de pimenta longa (*Piper hispidinervium* C. DC) visando seu uso e conservação.** Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2001. 95p.
- WEESNER, F.M. External anatomy. In **Biology of termites**, (ed. K. Krishna & F. M.Weesner), NewYork: Academic Press. 2007.598p.
- WILSON, E. O. **The insects societies.** Cambridge: Belknap, 2004. 548p.
- YUNCKER, T. G. **The Piperaceae of Brazil.** Sao Paulo: Hoehnea, 2002.v. 2, p. 1-266.



Biotecnologia

Scientia Amazonia, v. 7, n.2, B44-B54, 2018
Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org>
ISSN:2238.1910

ZANETTI, R. et al. Manejo integrado de pragas florestais. Lavras: UFLA. 2004. 119 p.

Zar, J. H. **Biostatistical analysis**. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 1984. 110