

ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS DICLOROMETANO E METANÓLICO DE *Azadirachta indica* (A. JUSS), *Melia azedarach* (L.) e *Carapa guianenses* (AUBL.) (Meliaceae) SOBRE CUPIM SUBTERRÂNEO *Coptotermes gestroi* (WASMANN) (Isoptera, Rhinotermitidae)

INSECTICIDAL ACTIVITY OF DICHLOROMETHANE AND METHANOLIC EXTRACTS OF *Azadirachta indica* (A. JUSS), *Melia azedarach* (L.) AND *Carapa guianenses* (AUBL.) (Meliaceae) ON THE SUBTERRANEAN TERMITE *Coptotermes gestroi* (WASMANN) (Isoptera, Rhinotermitidae)

Marcia de Fatima INACIO¹; Mario Geraldo de CARVALHO²

1. Tecnologista, PhD, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. marcia@jbrj.gov.br; 2. Professor, Doutor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. mgeraldo@ufrj.br.

RESUMO: Cupins de hábito subterrâneo e os agroquímicos usados para controlá-los causam significativos prejuízos no meio ambiente urbano. Em virtude disso elaborou-se o presente trabalho, cujo o objetivo foi avaliar o efeito de extratos diclorometano e metanólico de três espécies da família Meliaceae, *Azadirachta indica* (A. JUSS), *Melia azedarach* (L.) e *Carapa guianenses* (AUBL.) sobre *Coptotermes gestroi* (WASMANN). Para tanto foram realizados dois experimentos em condições laboratoriais. O primeiro avaliou a sobrevivência dos insetos frente a condições ótimas (presença de umidade e alimento) e adversas (ausência de umidade ou alimento, ou de ambos os elementos). A umidade demonstrou ser o fator limitante, reduzindo de forma significativa a sobrevivência dos insetos ($P \leq 0,05$), seguida da ausência de alimento. O segundo experimento avaliou o efeito de extratos orgânicos das três plantas sobre *C. gestroi*. O experimento contou com seis tratamentos, e três grupos testemunhas (diclorometano, metanol e água). Os extratos que mais afetaram os insetos foram os de *A. indica*. AIDic que reduziu em 17 dias o tempo de sobrevivência, apresentando mortalidade superior a 70% a partir do sétimo dia, AIMet apresentou resultados semelhantes. Os extratos de *M. azedarach* (MADic) também reduziram significativamente a sobrevivência dos insetos ($P \leq 0,05$). Observou-se um claro efeito residual do solvente extrator, principalmente do metanol.

PALAVRAS-CHAVE: Cupim subterrâneo. Nim indiano. Cinamomo. Andiroba. Inseticida botânico.

INTRODUÇÃO

Cupins de hábito subterrâneo causam prejuízos significativos no meio urbano, tanto em árvores quanto em madeiras utilizadas em construções. O desmatamento imposto pelo crescimento das cidades e a introdução de espécies exóticas de cupins podem ser apontados como fatores que intensificaram o problema. Dentre os vários gêneros que fazem parte desse grupo, um dos mais agressivos no meio urbano é *Coptotermes* (WASMANN, 1896). Estima-se que nos Estados Unidos da América do Norte esses insetos causem prejuízos de mais de três bilhões de dólares por ano só com a destruição das estruturas de madeira das casas (LEWIS, 1997). Segundo Delate (1995) nas Ilhas Havaianas esse prejuízo chega a 60 milhões de dólares tendo como única causa *Coptotermes formosanus* (SHIRAKI, 1909). No Brasil ainda não existem números oficiais, mas estima-se que o prejuízo anual seja da ordem de 100 milhões de dólares, concentrando-se principalmente nas cidades litorâneas. As árvores plantadas nas zonas urbanas também são seriamente afetadas por outro

cupim do mesmo gênero, o *Coptotermes gestroi* (WASMANN, 1896). Trata-se de uma espécie de origem asiática, introduzida acidentalmente no país através de peças de madeira infectadas de navios, que se transformou em verdadeira praga urbana, principalmente na Região Sudeste do país (ARAUJO, 1958). Atualmente, a tentativa de controlá-lo é feita basicamente com produtos organo-fosforados e piretróides (FONTES, 1995). Essa prática além de demandar um alto custo financeiro, apresenta riscos de toxidez para o ambiente e para os organismos que o habitam. Esses fatos têm direcionado muitos pesquisadores para a procura de novos produtos que sejam menos nocivos ao meio ambiente, produtos que eliminem ou reduzam a utilização de agrotóxicos (BLÄSKE; HERTEL, 2001; ASIATICO et al., 1992; SABILLON; BUSTAMANTE, 1995). Dentro dessa proposta já foram pesquisados alguns feromônios, que são análogos de hormônio juvenil e extrativos vegetais, com resultados bastante promissores (KLOCKE, 1987; LEWIS, 1997; SBEGHEN et al., 2002).

Espécies de várias famílias têm sido investigadas com essa finalidade. Uma das que tem se destacado pela sua atividade inseticida é *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae), o popular nim indiano. Essa planta é tradicionalmente utilizada no seu país de origem para diversos fins, como inseticida, carrapaticida e outros. Em anos mais recentes começou a ser mais conhecida fora da Índia e também a ser estudada, quando em muitos casos teve a sua atividade inseticida comprovada (CHEN et al., 1996; PRATES et al., 2003; VACARI et al., 2004). Essa atividade é atribuída, principalmente, ao triterpeno azadiractina presente em *A. indica* (LESKOVAR; BOALES, 1996; MARCOMINI et al., 2009).

Alguns relatos também são encontrados sobre a sua atividade termiticida. Sharma et al., (1990) comparam a atividade de óleo de nim com outros óleos vegetais, impregnando pedaços de madeira de *Mangifera indica* (L.) Anacardiaceae e *Pinus longifolia* (SALISB), Pinaceae. Soares et al., (2008) avaliaram a ação de extratos aquosos e óleos de nim e citronela sobre *Nasutitermes corniger* (MOTSCHULSKY, 1855). Tanto os extratos quanto os óleos das duas plantas induziram a mortalidade dos insetos. Houve, entretanto, uma diferença de 24 horas entre o início da mortalidade pelos produtos do nim em relação aos da citronela. Outras espécies da família Meliaceae também são descritas como detentoras de diversas atividades biológicas, indicando o potencial das plantas dessa família e a necessidade de maiores estudos (NARDO et al., 1997, NATHAN; SEHOON, 2006; BEZERRA, 2009).

Neste trabalho objetivou-se avaliar a atividade inseticida de extratos metanólicos e diclorometano de três plantas da família Meliaceae, *Azadirachta indica* (A. JUSS), *Melia azedarach* (L.) e *Carapa guianenses* (AUBL.) sobre *Coptotermes gestroi* (WASMANN, 1896).

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos extratos: Foram coletados 4kg de folhas de cada uma das três espécies de Meliaceae, em três diferentes locais do Rio de Janeiro, *A. indica* em Seropédica-RJ, *M. azedarach* no bairro de Campo Grande-RJ, e *C. guianenses* no bairro do Jardim Botânico-RJ. As plantas foram secas em estufa com circulação de ar forçada, a 40 °C por 48 horas e posteriormente trituradas em moinho de facas. Todos os extratos foram preparados por maceração utilizando solventes Vetec, no Laboratório de Fitoquímica-Departamento de Química da Universidade Federal

Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), primeiro com diclorometano, seguido de metanol (CUNHA et al., 2006). Os extratos orgânicos obtidos foram, então, concentrados em evaporador rotativo e armazenados a temperatura ambiente até o momento de uso.

Obtenção dos insetos: Parte de um tronco de árvore altamente infestado por *C. gestroi* foi cuidadosamente recolhido no Arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e conduzido ao laboratório, servindo de fonte de insetos para os dois experimentos realizados. A manutenção dos insetos no meio em que foram encontrados possibilitou condições ótimas para o desenvolvimento do trabalho. A cada experimento, os insetos necessários eram cuidadosamente retirados do tronco com o auxílio de um pincel de cerdas finas umedecido.

Experimento 1: Foram depositados 20 cupins da casta dos operários por placa de Petri de 10 cm de diâmetro, com 10 repetições, sendo os tratamentos: com umidade e com alimento (CUCA), com umidade sem alimento (CUSA), sem umidade com alimento (SUCA) e sem umidade e sem alimento (SUSA). Observou-se diariamente o comportamento dos insetos. Os mortos foram retirados do sistema assim que observados. Como fonte de umidade utilizou-se um recipiente com areia lavada e água destilada, que foi repostada diariamente de forma a manter-se sempre o mesmo nível. Como fonte de alimento utilizou-se um disco de papel de filtro com 1,2 cm de diâmetro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições. Os dados obtidos foram transformados em porcentagem e ajustados através do cálculo do arco seno da raiz quadrada do valor original ($\arcsen \sqrt{x/100}$) submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Experimento 2: Nesse experimento avaliou-se o efeito dos extratos diclorometano e metanólico das três espécies sobre *C. gestroi*. Foi utilizado o mesmo modelo do experimento anterior, onde 20 cupins operários foram depositados em uma placa Petri com 10 cm de diâmetro, tendo como fonte de umidade um recipiente com areia lavada e água destilada. Em um disco de papel de filtro com 1,2 cm de diâmetro, adicionou-se 0,15 mL (1g/10 mL) dos respectivos tratamentos: extrato diclorometano de *A. indica* (AIDic), extrato diclorometano de *C. guianensis* (CGDic), extrato diclorometano de *M. azedarach* (MADic), extrato metanólico *A. indica* (AIMet), extrato metanólico

de *C. guianensis* (CGMet), extrato metanólico de *M. azedarach* (MAMet), e três tratamentos testemunhas, sendo o primeiro com água (TAgua), o segundo com diclorometano (TDic) e o terceiro com metanol (TMet). Após a adição dos extratos aguardou-se um período de 24 horas para evaporação dos solventes (BLÄSKE; HERTEL, 2001). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com nove tratamentos e dez repetições. Os dados obtidos foram, mais uma vez, transformados em porcentagem e ajustados através do cálculo do arco seno da raiz quadrada do valor original. O experimento foi conduzido por 30 dias e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as comparações entre as médias feitas através do teste T de Tukey ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro experimento foi interrompido no 30º dia, quando as diferenças entre tratamentos

foram evidenciadas e o grupo tratado com umidade e alimento (CACU) apresentou um nível de mortalidade de 68%. O grupo mantido sem alimento e sem umidade (SASU) atingiu 100% de mortalidade no quinto dia após o início do experimento, o grupo tratado com alimento e sem umidade (CASU) sobreviveu seis dias, um a dia a mais. Os insetos que receberam umidade e não receberam alimento (SACU) sobreviveram por 16 dias, levando-nos a concluir que a umidade é o fator determinante no tempo de sobrevivência da espécie (Tabela 1). Esses dados estão de acordo com estudos conduzidos por Albuquerque et al. (2008) que avaliou a sobrevivência dos insetos em diferentes substratos e concluiu ser o pó de serra o mais prejudicial a sobrevivência dos mesmos devido a baixa umidade do material, e também com os de Parra et al. (1974), que observaram durante 24 horas as variações de umidade e temperatura em um ninho de *Coptotermes cumulans*, constatando que as temperaturas variaram entre 18 e 22° C e a umidade relativa esteve próxima a 100%.

Tabela 1. Mortalidade de *Coptotermes gestroi* submetido a diferentes condições de alimentação e umidade. Mortalidade diária acumulada (%)

Tratamentos	Dias após o tratamento									
	1		2		3		4		5	
SASU	11±9,2	a	25±2,0	A	67±16	A	93±7,8	a	99±7,9	A
CASU	11±6,9	a	41±19,3	A	54±17	A	71±14	a	96±1,1	A
SACU	6±5,2	ab	10±7,0	B	12±7,9	B	29±19	b	44±4,2	B
CACU	2±6,3	b	13±15,7	B	18±6	B	28±33	b	37±38,6	B

*Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 5$).

A alta sensibilidade a dessecação devido a pouca quitinização da cutícula dos térmitas, assim como a sua baixa retenção de água contribuiu definitivamente para abreviar a vida do grupo sem água. Os ninhos tem em média 90% de umidade, o que reforça ser a baixa umidade a causa fundamental da morte dos insetos (COLLINS, 1970).

Um aspecto importante em Isoptera é o fenômeno da trofalaxia, transferência de alimento entre espécimes pela boca (alimento estomodéico) e pelo ânus (proctodéico) (TRANIELLO; LEUTHOLD, 2000). Ela significa que um inseto social, como é o cupim, é parte de um sistema de

alimentação coletiva, que se distribui de indivíduo a indivíduo. Esse hábito certamente prolongou a vida dos insetos que recebiam água e não recebiam alimento, uma vez que os mesmos continuavam hidratados e alimentados por mais tempo, enquanto que o grupo sem água sofria com a desidratação.

A manutenção dos insetos na peça de madeira onde foram encontrados até a realização dos testes foi de extrema relevância dada à sensibilidade desses insetos a qualquer fator externo. Temperatura, umidade, fotoperíodo e alimentação estão entre os fatores que alteraram de forma significativa sua longevidade (ALBUQUERQUE et al., 2008). A observação dos

mesmos sem uma interferência maior de fatores externos serviu para estabelecer parâmetros de sobrevivência que permitiram comparações com os que foram posteriormente testados frente aos extratos. Ressalta-se que esses resultados se referem a uma única população de *C. gestroi*, oriunda de uma mesma colônia, outras populações podem responder de forma diferente em função de fatores nutricionais, do ambiente em que se encontram, genética e condições de saúde da própria colônia

No segundo experimento observou-se que os extratos mais efetivos em reduzir o tempo de sobrevida dos cupins foram os obtidos de *A. indica*, principalmente o produzido por diclorometano (AIDic), sugerindo que seja essa a fração que concentra mais princípios ativos (Figura 1). AIDic reduziu o tempo de sobrevida dos insetos a oito dias, 22 dias a menos que o grupo testemunha, que recebeu apenas água (TAgua), seguido de *A. Indica* metanol (AIMet), que sobreviveu nove dias. A segunda planta mais ativa foi *M. azedarach*, ambos os extratos oriundos dessa planta, MADic e MAMet reduziram a sobrevida dos cupins a 10

dias, 20 dias menos que a testemunha. Ambas as plantas possuem o limonóide azadiractina, metabólito de grande potencial inseticida (BUTTERWORT; MORGAN, 1968). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Rodriguez e Vendramim (1997), Araujo et al. (2009) e Maciel et al. (2006), que também observaram efeitos da azadiractina sobre insetos. Os cupins tratados com os extratos de *G. guianensis* (CGDic), sobreviveram por 12 dias e os tratados por CGMet por 13 dias. A visualização desses dados sem compará-los ao grupo testemunha que foi tratado com os solventes extratores pode nos levar a conclusão de que todos os tratamentos foram eficientes, ou seja, todos os extratos possuem uma eficiente ação termicida. Entretanto uma análise mais detalhada dos resultados revela o efeito residual dos solventes sobre os insetos, principalmente do metanol. Resultados divergentes foram encontrados por Trindade et al. (2000) que não observaram efeito tóxico do metanol sobre lagartas da traça do tomateiro, provavelmente devido a maior suscetibilidade dos térmitas quando comparados às lagartas.

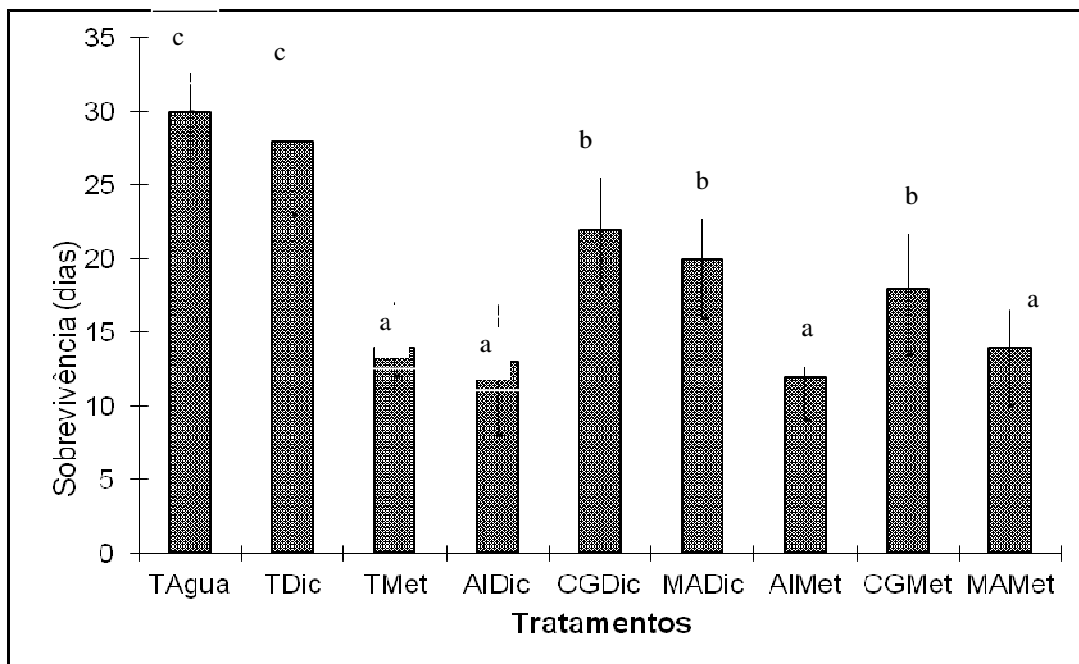


Figura 1. Efeito de extratos diclorometano e metanólico de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Carapa guianensis* sobre a sobrevivência de *Coptotermes gestroi*.

O segundo experimento, assim como o primeiro, foi interrompido no 30º dia. Ao final desse período todos os insetos tratados com extratos ou com solventes orgânicos estavam mortos, o grupo tratado com água ainda apresentava sobreviventes. No 15º dia já se contabilizava 100% de mortalidade nos grupos

tratados com AIDic, AIMet, MAMet e TMet. O tempo médio para a eliminação dos insetos tratados com extratos não foi muito rápido, fato que provavelmente levou Soares et al. (2008) a concluir que óleo de citronela era mais eficiente que o óleo de nim por eliminar mais rapidamente os cupins. Entretanto, em se tratando de insetos

sociais, onde ocorre o fenômeno da trofalaxia, é muito mais interessante que a morte dos espécimes seja lenta, dessa forma um número maior de espécimes dentro do ninho pode ser afetado, aumentando a eficiência do controle. Em todos os extratos metanólicos foi observada uma clara interferência desse solvente na sobrevivência dos térmitas. Interessante ressaltar que no grupo testemunha TMet a eliminação total do insetos ocorreu antes mesmo do extrato metanólico de *C. guianensis* (Tabela 2). Isso ocorreu, provavelmente, devido à composição do extrato que continha

substâncias não ativas e que reduziram a ação residual do solvente. Ressalta-se que os extratos foram preparados 30 dias antes do início do experimento, evaporados e armazenados, e mesmo assim é fato que o efeito residual dos mesmos potencializou a sua ação sobre os cupins. A ficha de informação técnica do metanol relata sua toxidez a *Pseudomonas* (MIGULA, 1894), *Salmonella* (LIGNIERES, 1900) e *Drosophila* (FALLÉN, 1823), levando-nos a concluir que, potencialmente, esse solvente foi tóxico para cupins em teste.

Tabela 2. Mortalidade de *Coptotermes gestroi* tratado com *A. indica*, *M. azedarach*, *C. guianensis* e testemunhas.

Tratamento	Mortalidade (%)									
	3º dia		6º dia		9º dia		12º dia		15º dia	
AIDic	35±9,0	a	68±12,9	a	82±12	a	91±11,4	A	100	a
CGDic	16±8,4	b	39±13,5	b	49±11,4	b	79±16,8	Ab	81±10,5	ab
MADic	38±8,7	a	60± 22,5	a	70±23,1	a	87±18,9	A	92±13,2	a
AIMet	32±6,9	a	62±6,9	a	86±13,5	a	93±2,4	A	100	a
CGMet	15±4,9	b	31±17,4	b	59±21,3	b	83±17,7	Ab	89±12,6	a
MAMet	23±8,4	ab	55±11,7	a	83±11,1	a	90,0±6,3	A	100	a
TÁgua	14±9,3	b	39±19,5	b	48±21,6	b	50± 20,7	B	53±19,8	b
TDic	18±9,0	b	43±13,8	b	49±15,6	b	64±19,5	B	70±18,9	b
TMet	21±6,6	ab	36±10,2	b	64±15	ab	80,0±6,0	A	100	a

*Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P≤ 5).

O extrato AIDic, que a princípio pareceu reduzir em 22 dias o tempo de sobrevivência dos insetos, quando subtraído do efeito residual do

solvente revelou que na realidade esse período foi de nove dias (Figura 2).

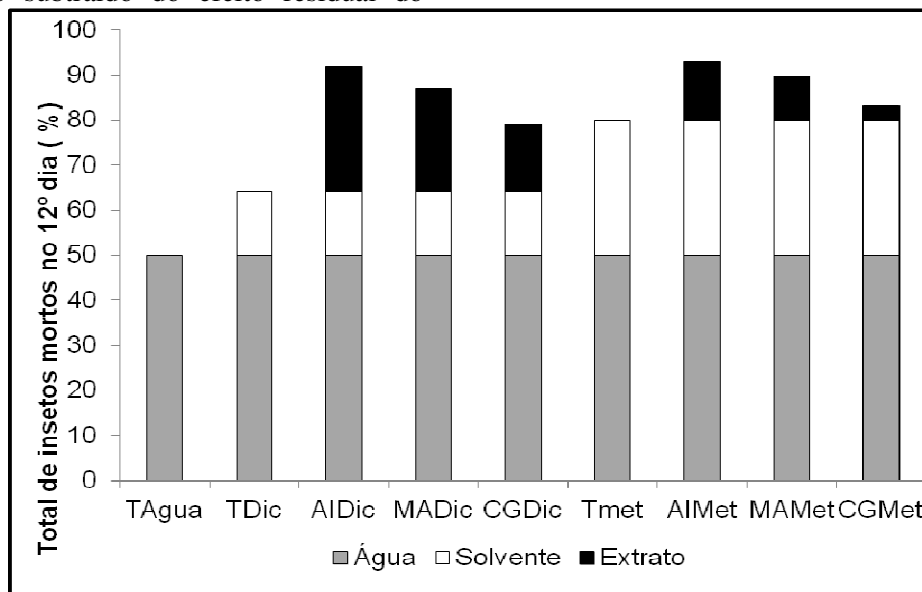


Figura 2. Mortalidade causada pelo efeito de extratos e solventes sobre *Coptotermes gestroi*, onde (■ = mortalidade devido ao efeito do extrato e □ = mortalidade devido ao efeito do solvente, □ = mortalidade da testemunha tratada com água).

Resultado ainda mais expressivo pode ser observado em CGMet, onde mesmo não sendo uma diferença significativa, o grupo tratado por esse extrato sobreviveu mais tempo que o grupo tratado apenas com metanol. O efeito residual do diclorometano também pode ser observado em menor escala, provavelmente pela maior volatilidade desse solvente (Figura 2).

Experimentos de diversos autores (ALBUQUERQUE et al., 2008; CUNHA et al., 2006; KLOCKE, 1987; NARDO, et al., 1997) preocupam-se em estabelecer um grupo testemunha onde os organismos em teste são tratados com água ou com o solvente que solubiliza os extratos no momento do teste e negligenciam o efeito residual do solvente que os produziu (BEZERRA, 2009). Os resultados foram submetidos a ANOVA, e as médias comparadas através do teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Considerando-se que os extratos de *A. indica* e *M. azedarach* foram eficientes em reduzir a sobrevivência de *C. gestroi* é fundamental que mais estudos acerca da atividade inseticida dessas duas

espécies sejam realizados. Outro importante fator a ser explorado é a natureza do solvente utilizado na extração, haja vista o efeito residual observado nos extratos testados. A atividade biológica de extratos aquosos já foi observada em experimentos com outros insetos, tais como a mosca branca e a lagarta do cartucho (SOUZA; VENDRAMIM, 2001, PRATES et al., 2003). Esses resultados nos permitem concluir que os estudos de extratos aquosos devam ser priorizados e que em se utilizando solventes orgânicos, se busquem métodos de neutralização do efeito residual dos mesmos como forma de se isolar o efeito do extrato e não confundi-lo com os solventes extratores.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro, ao Professor Reginaldo Constantino da Universidade de Brasília pela identificação dos insetos.

ABSTRACT: Subterranean termites and pesticides used to control them cause significant losses in the urban environment. Because of this the present work was elaborated; whose the objective was to evaluate the dichloromethane and methanol extracts effects of three species of the Meliaceae family, *Azadirachta indica* (A. JUSS), *Melia azedarach* (L.) and *Carapa guianenses* (AUBL.) on *Coptotermes gestroi* (WASMANN). For this purpose two experiments were carried out under laboratory conditions. The first one evaluated the survival of the insects front the excellent conditions (presence of humidity and food) and adverse (absence of humidity or food, or the both elements). The humidity demonstrated to be the limitant factor, by significant reduction of insects survival ($P < 0,05$), followed by the food lack. The second experiment evaluated the effect of organic extracts of three plants on *C. gestroi*. The experiment had six treatments, most controls: dichloromethane, methanol and water, with 10 repetitions each. The extracts that had more affected on the insects survival time was *A. indica*. AIDic (*A. indica* dichloro extract) reduced in 17 days the survival time, with 70% superior mortality from the seventh day, AIMet (*A. indica* methanolic extract) presented similar result. The dichloromethane extract of *M. azedarach* (MADic) also reduced significantly the insects survival ($P < 0,05$). A residual effect of the solvent extractor, mainly of methanol was observed clearly.

KEYWORDS: Underground termite. Indian neem. China Berry. Roba-mahogany Botanical insecticide.

REFERÊNCIAS:

- ALBUQUERQUE, A. C.; CUNHA, F. M.; OLIVEIRA, M. A. P.; VEIGA, A. F. S. L.; LUNA-ALVES LIMA, E. A. Análise de substratos para testes de sobrevivência com *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) (Isoptera:Termitidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 4, p. 529-532, 2008.
- ASIÁTICO, J. M.; ZOEBISCH, T. G. Control de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate com insecticidas de origen biologico y químico. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 25, p. 1-7, 1992.
- ARAÚJO, L. R. Contribuição à Biogeografia dos Térmitas de São Paulo, Brasil (Insecta, Isoptera). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 25, p. 185-217, 1958.
- ARAÚJO, S. A. C.; TEIXEIRA, M. F. S.; DANTAS, T. F. S.; MELO, V. F. S.; LIMA, F. E. S.; RICARTE, A. R. F.; COSTA, E. C.; MIRANDA, A. M. Usos potenciais de *Melia azedarach* L. (Meliaceae): um levantamento. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 141-148, 2009.

- BEZERRA, G. C. D. **Efeito de extratos brutos e frações de meliaceas (Rutales:Meliaceae) na sobrevivência e no comportamento de *Bemisia Tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera:Aleyrodidae) em tomateiro.** 2009. 136 f. Dissertação (Doutorado em Entomologia), Programa de Pós-Graduação em Entomologia, ESALQ/USP, Piracicaba, 2009.
- BLÄSKE, V.; HERTEL, H. Repellent and toxic effects of plant extracts on subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 94, n. 5, p. 1200-1208, 2001.
- BUTTERWORT, J. H.; MORGAN, E. D. Isolation of a substance that suppresses feeding in locust. **Journal of the Chemical Society Chemical Communications**, London, p. 23-24, 1968.
- CHEN, C. C.; CHANG, S. J.; CHENG L. L.; HOU. R.F. Effects of chinaberry fruit extract on feeding, growth and fecundity of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lep., Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 120, p. 341-345, 1996.
- COLLINS, M. S. Water relations in termites. In: KRISHNA, K. F. M.; WEESNER (Ed.). **Biology of termites.** New York: Academic Press, 1971, p. 433-458.
- CUNHA, U. S.; VENDRAMIM, W. C. R.; VIEIRA, P. C. Frações de *Trichilia pallens* com atividade inseticida sobre *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1579-1585, 2006.
- DELATE, K. M.; GRACE, J. K. Susceptibility of neem to attack by the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shir. (Isopt., Rhinotermitidae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 119, p. 93-95, 1995.
- FONTES, L. R. Cupins em áreas urbanas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (Ed.) **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins.** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 57-75.
- KLOCKE, J. A. Natural plant compounds useful in insect control. In: WALLER G.R. (Ed.). **Allelochemicals, role in agriculture and forestry.** Washington: American Chemical Society, 1987. p. 396-415.
- LESKOVAR, D. I.; BOALES, A. K. Azadirachtin. Potential use for controlling lepidopterous insects and increasing marketability of cabbage. **HortScience**, Alexandria, v. 31, p. 405-409, 1996.
- LEWIS, V. R. Alternative control strategies for termites. **Journal of Agricultural Entomology**, South Carolina, v. 14, p. 291-307, 1997.
- MACIEL, M. V.; MORAIS, S. M.; BEVILAQUA, C. M. L.; CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F.; COSTA, C. T. C.; CASTRO, C. M. S. Ovicidal and larvicidal activity of *Melia azedarach* extracts on *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 140, p. 98-104, 2006.
- MARCOMINI, A. M.; ALVES, L. F. A.; BONINI, A. K.; MERTZ, N. R.; SANTOS, J. C. Atividade inseticida de extratos vegetais e do óleo de nim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 3, p. 409-416, 2009.
- NARDO, E. A. B.; COSTA, A. S.; LOURENÇÃO, A. L. *Melia azedarach* extract as an antifeedant to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Florida Entomology**, Florida, v. 80, p. 92-94, 1997.
- NATHAN, S. S.; SEHOON, K. Effects of *Melia azedarach* L. extract on the teak defoliator *Hyblaea puera* Cramer (Lepidoptera:Hyblaeidae). **Crop Protection**, Amsterdam, v. 25, n. 3, p. 287-291, 2006.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; VILLA NOVA, N. A. Determinação de temperatura e umidade relativa no interior de colônias de insetos sociais para estudos bioecológicos. In: **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, v. 3, p. 20-33, 1974.
- PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 437-439, 2003.

- RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 72, p. 305-318, 1997.
- SABILLON, A. ; M. BUSTAMANTE, M. Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ceiba**, Tegucigalpa, v. 36, p. 179-187, 1995.
- SBEGHEN, A. C.; DALFOVO, V.; SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M. Repellence and toxicity of basil, citronella, ho-sho and rosemary oils for the control of the termite *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae). **Sociobiology**, California, v. 40, n. 3, p. 585-593, 2002.
- SHARMA, S.; VASUDEVAN, P.; MADAN, M. Insecticidal value of castor *Ricinus communis* against termites. **International Biodeterioration**, Cheshire, v. 27, n.3, p. 249-254, 1991.
- SOARES, C. G.; LEMOS, R. N. S.; CARDOSO, S. R. S.; MEDEIROS, F. R. ; ARAÚJO, J. R. G. Efeitos de óleos e extratos aquosos de *Azadirachta indica* A. Juss. e *Cymbopogon winterianus* Jowitt sobre *Nasutitermes corniger* Motschuls. **Revista de Ciências Agrárias**, Belem, v. 50, p. 107-116, 2008.
- SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 403-406, 2001.
- TRANIELLO, J. F. A.; LEUTHOLD, R.H. Behavior and ecology of foraging in termites. In: ABE, T.; BIGNELL, D.E. (Ed.). **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 141-168.
- TRINDADE, R. C. P.; MARQUES, I. M. R.; XAVIER, H. S.; OLIVEIRA, J.V. Extrato metanólico da amêndoa da semente de nim e a mortalidade de ovos e lagartas da traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 407-413, 2000.
- VACARI, A. M. ; ALBERGIA, N. M. M. S.; OTUKA, A. K.; DÓRIA, H. O. S.; LOUREIRO, E.; DE BORTOLI, S. A. Seletividade de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Podisus nigrispinus* (Callas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, (supl.), p. 741-749, 2004.