

Avaliação em Laboratório dos Ingredientes Ativos Sulfluramida e Hidrametilnona para o Controle do Cupim Subterrâneo *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae)

Fabiana E. Casarin^{1,2}, Ana M. Costa-Leonardo^{1,3} & Odair C. Bueno^{1,4}

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Departamento de Biologia e Centro de Estudos de Insetos Sociais (CEIS), Rio Claro, SP, CEP 13506-900, Brazil. ²E-mail: fabiana.casarin@gmail.com, ³E-mail: amcl@rc.unesp.br, ⁴E-mail: odaircb@rc.unesp.br

Abstract. Laboratory assessment of the active ingredients Sulfluramid and Hydramethylnon for control of the termite *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae). The subterranean termite *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) was introduced into Brazil about 80 years ago and has become a major urban pest in the southeastern region, where it infests buildings and trees. The purpose of this study was to evaluate the oral toxicity of the two active ingredients sulfluramida and hydramethylnon against laboratory groups of *C. gestroi*. In the first experiment, we tested different concentrations of both active ingredients in Petri dishes, searching for the best slow-acting and non-repellent concentrations for this termite. Concentrations selected from the initial experiment were used in a second laboratory experiment using a large number of individuals. From the results of this second experiment we selected the following concentrations: 0.01 ppm of sulfluramida and 200 ppm of hydramethylnon. Our study showed that sulfluramida and hydramethylnon have a delayed toxicity against the subterranean termite *C. gestroi*, and need to be tested in field situations.

Key words: subterranean termites, Isoptera, population control, bait.

Resumo. O cupim subterrâneo *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896), foi introduzido no Brasil há cerca de 80 anos atrás, tornando-se a maior praga urbana da região sudeste, na qual infestam edificações e árvores. A proposta deste estudo foi avaliar a toxicidade oral de dois ingredientes ativos, sulfluramida e hidrametilnona, para grupos forrageiros de *C. gestroi* em condições de laboratório. No primeiro experimento, testamos diferentes concentrações de ambos os ingredientes ativos em placas de Petri, com o objetivo de selecionar as melhores concentrações de baixa toxicidade que não fossem repelentes ou inibissem a alimentação dos cupins. As concentrações selecionadas do primeiro experimento foram usadas em uma segunda etapa de testes, nos quais foi utilizado um maior número de cupins. Os experimentos laboratoriais permitiram a seleção das seguintes concentrações: 0,01 ppm de sulfluramida e 200 ppm de hidrametilnona. Os resultados mostraram que a sulfluramida e a hidrametilnona, nas concentrações indicadas acima, possuem toxicidade de ação lenta efetiva para o cupim subterrâneo *C. gestroi* e apresentam condições de serem utilizadas em testes de campo.

Palavras-chaves: cupins subterrâneos, Isoptera, controle de população, isca.

INTRODUÇÃO

O impacto ambiental provocado pelo processo de urbanização, ao mesmo tempo em que causa a erradicação de muitas espécies de cupins favorece a instalação e o crescimento de algumas outras conhecidas como sinantrópicas, as quais, muitas vezes, acabam se tornando pragas importantes em áreas

urbanas (EDWARDS & MILL 1986, MILANO 1998).

O cupim subterrâneo *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) é a principal praga responsável por grandes danos econômicos nas áreas urbanas da região sudeste do Brasil, principalmente nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro (COSTA-LEONARDO, 2002). O custo envolvido no controle de cupins subterrâneos nas edificações da cidade de São Paulo

avaliadas pelo IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológico) em 2005 foi de R\$ 7,9 milhões, considerando as etapas de inspeção e/ou tratamento químico (ROMAGNANO & NAHUZ, 2006).

No passado, o controle de cupins subterrâneos foi realizado com a aplicação de organoclorados, e, mais recentemente, com o uso de inseticidas piretróide, neonicotinóide e fenilpirazol para tratamento do solo (barreira química) e de estruturas de madeira (COSTA LEONARDO *et al.* 2008). Entretanto, devido ao potencial negativo desses inseticidas aplicados no solo, existe um grande interesse no desenvolvimento de iscas tóxicas visando o controle de cupins subterrâneos (SU & SCHEFFRANH 1990). ESENTHER & GRAY (1968) descreveram com sucesso o uso do dodecacloro (mirex) como iscas no controle de cupins subterrâneos. Desde então, novos compostos com menor toxicidade têm sido testados como ingredientes ativos de iscas, entre eles, neurotóxicos, inibidores metabólicos e reguladores de crescimento dos insetos (SU & SCHEFFRAHN 2000, COSTA-LEONARDO 2002).

A sulfluramida pertence ao grupo químico das sulfonas fluoraliáticas (VANDER MEER *et al.* 1985) e é um inibidor da respiração celular dos insetos, atuando na síntese do ATP (BLOOMQUIST 2007). Um outro importante inibidor metabólico é a hidrametilnona, a qual pertence ao grupo químico das amidino-hidrazona (PERRY 1997). Grace *et al.* (2000) realizaram estudos laboratoriais com sulfluramida impregnada em papéis filtros e obtiveram resultados efetivos contra *Coptotermes formosanus* Shiraki em concentrações menores que 100 ppm.

Estudos laboratoriais com hidrametilnona demonstraram que quando usado em altas concentrações, entre 2.000 a 4.000 ppm, a mortalidade dos cupins é de 100 % em menos de 10 dias (SU *et al.* 1987). Além do controle de cupins, o ingrediente ativo hidrametilnona tem sido testado no controle de baratas (MILIO *et al.* 1986) e formigas cortadeiras (NAGAMOTO & FORTI 1999). Em vista do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade por ingestão dos ingredientes ativos sulfluramida e hidrametilnona, para grupos forrageiros de *C. gestroi* em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados cupins forrageiros de *C. gestroi*, provenientes de duas colônias existentes na cidade de Rio Claro, SP, Brasil. Os cupins foram coletados por meio de armadilhas confeccionadas com papelão corrugado. Como ingredientes ativos foram testados a sulfluramida ($C_{10}H_6F_{17}NSO_2$) e a hidrametilnona ($C_{25}H_{24}F_6N_4$), armazenados em uma solução padrão de 10.000 ppm (1%). Essas soluções foram utilizadas para a impregnação do papelão corrugado ($25cm^2$), que foram oferecidos aos cupins como alimento. Para avaliação do consumo, os papéis corrugados foram secos em uma estufa à $60^\circ C$ por 24 horas (metodologia modificada de ZHU *et al.* 2001) para cálculo do seu peso inicial e novamente após o término do experimento para o cálculo do peso final.

Experimento 1 - Escolha prévia das concentrações com efeito termicida

Em uma das extremidades de uma placa de Petri descartável (15 cm) foi colocada uma matriz de 16 gramas de areia esterilizada e umedecida com água destilada para servir de ninho para 100 operários de *C. gestroi*. Após 48 horas de adaptação dos insetos, foi colocado o papel corrugado, na extremidade oposta do ninho. Para ambas as substâncias utilizadas foram testadas inicialmente nas concentrações de 100, 1.000 e 10.000 ppm. A partir dos resultados obtidos para essas concentrações foram testados valores maiores ou menores. Assim, para o ingrediente ativo sulfluramida foram testadas as concentrações: 0 (controle); 0,0001; 0,001; 0,01; 0,1; 1; 10; 50; 100; 1.000 e 10.000 ppm e para a hidrametilnona foram testadas as seguintes concentrações: 0 (controle); 100, 250, 500, 1.000 e 10.000 ppm. Para cada concentração testada foram realizadas quatro repetições. O consumo do papelão foi avaliado conforme previamente descrito, e a sobrevivência por meio da contagem e retirada diária dos indivíduos mortos durante 25 dias. Os dados foram avaliados por meio do teste não-paramétrico Log-rank, utilizando-se o software Graph-Pad (Aplicativo *Prism* 4). Os dados de consumo foram analisados pelo teste Kruskal-Wallis e o teste a posteriori Dunn's (Aplicativo *Prisma* 4).

Experimento 2 – Seleção das melhores concentrações

Neste teste foram utilizados dois recipientes plásticos de 250 ml conectados por meio de um cano plástico, onde foram colocados 2 g de operários (aproximadamente 600 indivíduos) mais 10% de soldados. Um dos recipientes serviu para abrigar a população forrageira e o outro recipiente para receber o papelão corrugado impregnado. Ambos os recipientes continham uma matriz de areia esterilizada e umedecida. Os papéis corrugados impregnados e secos em capela foram enrolados e, posteriormente, oferecidos aos cupins. As concentrações utilizadas neste experimento foram escolhidas a partir dos resultados obtidos no primeiro experimento. Para o ingrediente ativo sulfluramida foram testadas as concentrações: 0; 0,001; 0,01; 0,1 e 1 ppm e para a hidrametilnona: 50, 60, 80, 85, 90, 100, 150 e 200 ppm. Para cada concentração dos ingredientes ativos testados e respectivos controles foram realizados 16 repetições. Após 2, 3, 4 e 5 semanas, quatro unidades experimentais de cada concentração foram avaliadas, juntamente com quatro controles. Nesta avaliação, os indivíduos sobreviventes e o papel consumido foram pesados. Os resultados de sobrevivência e consumo dos cupins foram analisados pelo teste de variância ANOVA (Programa GLM, $\alpha = 0,05$) e o teste a posteriori Tukey HSD, $\alpha = 0,05$ (SAS Institute 1996). Em todos os experimentos, o número de indivíduos mortos corresponde a somatória dos operários e soldados. Nos experimentos 1 e 2, a porcentagem de eficiência dos inseticidas foi avaliada pela fórmula de Abbott (NAKANO *et al.* 1981): $\%E = (T - I/T) \times 100$. Onde: E = Eficiência, T = número de insetos vivos na testemunha, I = número de insetos vivos no tratamento com inseticida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do Experimento 1 com soluções de sulfluramida indicaram que todas as concentrações testadas apresentaram toxicidade significativa em relação ao controle, admitindo a associação entre o ingrediente ativo testado e o aumento da mortalidade

(tab.1). No experimento 1 a sobrevivência mediana (calculada para 50% da população) não foi definida para o controle, por ter sido maior que 25 dias. Enquanto para os tratamentos com sulfluramida, os melhores valores obtidos foram para as concentrações de 0,01 a 0,00001 ppm, os quais apresentaram sobrevivência mediana entre 8 e 12 dias com 90 a 100% de mortalidade ao final do experimento (tab.1). A eficiência do ingrediente ativo sulfluramida foi avaliada pela fórmula de Abbott, resultando em 86% de eficiência com relação à mortalidade para a menor concentração (0,0001 ppm) e 100% de eficiência para todas as demais concentrações testadas (tab.1). O consumo do papelão corrugado com sulfluramida nas concentrações 0,0001; 0,001; 0,01; 0,1; 10 e 50 ppm não diferiram estatisticamente do controle. Para as concentrações 1, 100, 1.000 e 10.000 ppm o consumo foi ínfimo (tab.1), sugerindo que o baixo consumo pode ser atribuído à interrupção da alimentação (“feeding deterrent”), o que excluiria essas concentrações como ideais para uma isca.

Segundo os resultados obtidos no experimento 1, as concentrações de 0,001; 0,01 e 0,1 ppm de sulfluramida foram indicadas para uma segunda etapa de experimentos (Experimento 2), no qual foi utilizado um número maior de cupins durante um maior tempo. Assim, ao término dos 35 dias do Experimento 2, a sobrevivência e o consumo dos cupins não diferiram estatisticamente do controle nas concentrações de 0,001 e 0,01 ppm de sulfluramida. A concentração de 0,1 ppm obteve 100% de mortalidade no final do experimento, sendo estatisticamente diferente do controle. Com relação ao consumo, apenas a concentração de 0,1 ppm diferiu estatisticamente do controle (tab.2). A eficiência do ingrediente ativo sulfluramida foi avaliada pela fórmula de Abbott, obtendo 100% de eficiência na concentração de 0,1 ppm, embora essa mortalidade tenha ocorrido entre 21 e 28 dias. Para as concentrações de 0,01 e 0,001 ppm a eficiência foi de 73% e 5% após 35 dias (tab.2).

Os resultados do experimento 2 com sulfluramida demonstraram que a concentração de 0,1 ppm possui ação rápida e a mortalidade total ocorreu próxima aos 21 dias. Contudo, o tempo considerado ideal neste

Tabela 1. Porcentagem de mortalidade acumulada, sobrevivência mediana, teste de eficiência (Abbott) e porcentagem de consumo (média \pm erro padrão) para o ingrediente ativo sulfluramida nas diferentes concentrações e controle.

Concentração ppm	Porcentagem de mortalidade acumulada por dia									S ₅₀ ²	Abbott ³ (%)	%Consumo ⁴
	1	3	6	9	12	15	18	21	25			
Controle ¹	0	0	1	3	6	8	14	18	31	>25a	-	5,6 \pm 0,98a
0,0001	0	3	18	36	58	69	75	85	90	12d	86%	5,5 \pm 1,96a
0,001	0	12	43	62	70	77	84	89	100	8d	100%	6,1 \pm 2,43a
0,01	1	8	27	48	61	73	82	87	100	10d	100%	8,0 \pm 2,16a
0,1	2	33	62	79	93	100				5d	100%	2,4 \pm 0,63a
1	6	78	100							1d	100%	0,0 \pm 0,00b
10	0	1	1	2	9	41	66	100		16d	100%	2,5 \pm 0,18a
50	0	0	1	27	100					10d	100%	0,3 \pm 0,20b
100	0	0	4	49	100					10d	100%	0,1 \pm 0,03b
1	0	9	100							4d	100%	0,0 \pm 0,00b
10	40	100								1d	100%	0,0 \pm 0,00b

Controle¹ = Acetato de Etila; S₅₀² = sobrevivência 50%, Teste "Log-rank test" (p<0,05), Abbott³ = % de eficiência do ingrediente ativo. Consumo⁴: Teste Kruskal Wallis e Dunn's múltiplas comparações (p<0,05). Letras diferentes após o valor de S₅₀² e do Consumo⁴ indicam diferenças significativas de acordo com os testes utilizados (b=0,01<p<0,05; c=p<0,001; d=p<0,0001 em relação ao controle).

Tabela 2. Porcentagem média¹ (\pm EP) de sobrevivência e consumo de *C. gestroi* após 14, 21, 28 e 35 dias expostos ao tratamento com o ingrediente ativo sulfluramida nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	Porcentagem ¹ de sobrevivência ² e consumo ³								Abbott ⁴ (%)
	14		21		28		35		
	S ²	C ³	S ²	C ³	S ²	C ³	S ²	C ³	
0	64,1 \pm 2,1a	48,1 \pm 6,0a	86,4 \pm 8,7a	54,0 \pm 14,4a	54,3 \pm 7,2a	31,7 \pm 8,0a	40,8 \pm 6,2a	67,0 \pm 1,4a	--
0,001	41,0 \pm 13,7a	46,6 \pm 2,0a	20,0 \pm 20,0b	35,9 \pm 4,0a	65,9 \pm 22,0a	57,9 \pm 12,3a	38,9 \pm 10,5a	77,3 \pm 2,0a	5
0,01	57,7 \pm 3,1a	36,6 \pm 9,5a	16,0 \pm 16,0b	38,9 \pm 7,1a	33,6 \pm 17,1a	48,8 \pm 15,7a	11,2 \pm 9,5a	56,2 \pm 10,8a	73
0,1	0,0 \pm 0,0b	13,8 \pm 2,0b	0,0 \pm 0,0b	16,7 \pm 6,4a	0,0 \pm 0,0b	27,2 \pm 3,1a	0,0 \pm 0,0b	27,1 \pm 6,9b	100

Porcentagem média¹ = 4 repetições por período (16 repetições no total); Sobrevivência² = S e Consumo³ = C. Letras diferentes comparadas com o Controle indicam diferenças significativas (P<0,05; Anova, programa GLM; Tukey HSD; SAS 1989-1996). Abbott⁴ = Porcentagem de eficiência do ingrediente ativo.

trabalho seria próximo de 35 dias, para que os operários forrageiros não percebam a presença do inseticida até que eles encontrem os outros indivíduos no ninho. A concentração de 0,01 ppm demonstrou ser uma forte candidata para os testes em campo (89% em 35 dias), enquanto que a concentração de 0,001 ppm não atingiu a mortalidade esperada de 100%

(61% em 35 dias). Assim, a concentração de 0,01 ppm do ingrediente ativo sulfluramida parece a mais indicada para futuros testes em campo para o cupim subterrâneo *C. gestroi*.

O ingrediente ativo hidrametilnona provocou diminuição na sobrevivência dos operários de *C. gestroi* em todas as concentrações testadas durante

o Experimento 1, quando comparado ao controle (tab.3). O controle obteve uma mortalidade de 21% e uma sobrevivência mediana maior que 25 dias. Para todas as concentrações de hidrametilnona testadas, a mortalidade foi de 100% (tab.3). A sobrevivência mediana (S_{50}) do teste Log-rank foi avaliada, sendo de apenas 4 dias para as maiores concentrações (1.000 e 10.000 ppm) e de 12, 10 e 09 dias para as concentrações de 100, 250 e 500 ppm, respectivamente (tab.3). A eficiência do ingrediente ativo hidrametilnona foi avaliada pela fórmula de Abbott, resultando em 100% de eficiência com relação à mortalidade para todas as concentrações testadas (tab.3). Os resultados de consumo do papelão corrugado estão apresentados na Tabela 3, na qual pode ser observado que o consumo nas concentrações de 100, 250 e 500 ppm não diferiram estatisticamente do controle. Contudo, nas concentrações de 1.000 e 10.000 ppm o consumo diferiu estatisticamente do controle (tab.3). Isto indica que nas concentrações de 1.000 e 10.000 ppm pode ter ocorrido a interrupção da alimentação (“feeding deterrent”). Após 35 dias do Experimento 2, a sobrevivência dos cupins diferiu estatisticamente do controle apenas na concentração de 200 ppm, nas demais concentrações (50, 60, 80, 85, 90, 100 e 150 ppm) os valores de sobrevivência foram próximos ou maiores que o controle (tab.4). A porcentagem de papelão corrugado consumido

pelos cupins diferiu estatisticamente do controle apenas nas concentrações de 150 e 200 ppm, provavelmente devido ao aumento da mortalidade. Nas demais concentrações o consumo não diferiu do controle (tab.4). A eficiência do ingrediente ativo hidrametilnona foi avaliada pela fórmula de Abbott, resultando em 88% de eficiência apenas na concentração de 200 ppm, sendo que as demais concentrações obtiveram pouca eficiência (tab.4). Assim, concentrações entre 150 e 200 ppm do ingrediente ativo hidrametilnona parecem promissoras para futuros estudos de campo para o cupim subterrâneo *C. gestroi*.

Su & Scheffrahn (1988) verificaram que altas concentrações de sulfluramida, acima de 10 ppm, impregnadas em celulose causaram rápida mortalidade em até 12 dias nos cupins *Coptotermes formosanus* durante experimentos de alimentação forçada. Com relação ao tempo letal, posteriormente, Su *et al.* (1994) relataram que esse fator foi dependente da concentração. Assim, 90% dos operários de *C. formosanus* foram mortos 16 horas após a ingestão de 24 $\mu\text{g/g}$ de sulfluramida, enquanto a mesma mortalidade foi obtida na concentração de 9 $\mu\text{g/g}$, após 11,5 dias de tratamento.

Grace *et al.* (2.000) também realizaram experimentos laboratoriais com o cupim subterrâneo *C. formosanus* para testar a eficiência da sulfluramida. Eles utilizaram papel filtro impregnado

Tabela 3. Porcentagem de mortalidade acumulada, sobrevivência mediana, teste de eficiência (Abbott) e porcentagem de consumo (média \pm erro padrão) para o ingrediente ativo hidrametilnona nas diferentes concentrações e controle.

Concentração ppm	Porcentagem de mortalidade acumulada por dia									S_{50} ²	Abbott ³ (%)	Consumo ⁴ (%)
	1	3	6	9	12	15	18	21	25			
Controle ¹	0	1	2	5	8	12	16	18	21	>25a	-	13,0 \pm 0,66a
100ppm	0	0	1	18	58	69	85	96	100	12d	100%	7,4 \pm 1,73a
250ppm	0	1	23	47	97	100				10d	100%	6,1 \pm 1,22a
500ppm	0	0	6	28	100					9d	100%	7,6 \pm 1,99a
1.000ppm	1	3	61	76	100					4d	100%	0,2 \pm 0,06b
10.000ppm	0	0	69	100						4d	100%	0,2 \pm 0,10b

Controle¹ = Acetato de Etila; S_{50} ² = sobrevivência 50%, Teste “Log-rank test” ($p < 0,05$), Abbott³ = % de eficiência do ingrediente ativo. Consumo⁴: Teste Kruskal Wallis e Dunn’s múltiplas comparações ($p < 0,05$). Letras diferentes após o valor de S_{50} ² e do Consumo⁴ indicam diferenças significativas de acordo com os testes utilizados (b=0,01 $<p < 0,05$; c= $p < 0,001$; d= $p < 0,0001$ em relação ao controle).

Tabela 4. Porcentagem média¹ (\pm EP) de sobrevivência e consumo de *C. gestroi* após 14, 21, 28 e 35 dias expostos ao tratamento com o ingrediente ativo hidrametilnona nas diferentes concentrações e controle.

Concentração (ppm)	Porcentagem ¹ de sobrevivência ² e consumo ³								Abbott ⁴ (%)
	14		21		28		35		
	S ²	C ³	S ²	C ³	S ²	C ³	S ²	C ³	
0	79,9 \pm 5,2a	62,3 \pm 4,1a	53,6 \pm 8,6a	68,3 \pm 8,8a	69,8 \pm 3,7a	85,0 \pm 3,8a	40,8 \pm 4,1a	89,8 \pm 3,4a	--
50	65,3 \pm 5,5a	42,5 \pm 11,0a	54,8 \pm 3,3a	71,8 \pm 13,1a	47,3 \pm 6,1a	96,5 \pm 2,1a	35,5 \pm 3,0a	100,0 \pm 0,0a	12
60	84,8 \pm 3,6a	71,5 \pm 6,9a	68,5 \pm 2,5a	78,8 \pm 6,6a	50,0 \pm 2,7a	94,5 \pm 4,3a	44,8 \pm 17,3a	97,3 \pm 2,8a	-10
80	63,5 \pm 3,2a	48,5 \pm 8,8a	43,0 \pm 14,4a	62,5 \pm 21,8a	52,3 \pm 14,2a	86,8 \pm 5,3a	43,8 \pm 4,3a	97,8 \pm 2,3a	-7
85	55,5 \pm 7,0a	59,0 \pm 4,7a	60,5 \pm 7,3a	68,8 \pm 10,3a	67,8 \pm 10,9a	74,5 \pm 6,4a	35,3 \pm 12,2a	84,8 \pm 8,8a	15
90	68,5 \pm 5,7a	60,0 \pm 5,0a	61,5 \pm 5,5a	68,5 \pm 6,7a	69,3 \pm 9,4a	83,8 \pm 4,7a	45,8 \pm 5,5a	92,3 \pm 4,6a	-12
100	71,6 \pm 6,8a	55,5 \pm 1,9a	70,2 \pm 5,4a	81,3 \pm 3,5a	54,1 \pm 5,4a	92,1 \pm 3,6a	49,1 \pm 6,3a	94,4 \pm 3,7a	-20
150	90,0 \pm 5,2a	47,0 \pm 2,5a	60,3 \pm 5,9a	50,8 \pm 7,3a	52,3 \pm 9,0a	48,5 \pm 3,9c	37,3 \pm 1,3a	67,8 \pm 7,4b	10
200	37,3 \pm 13,6c	42,5 \pm 10,6a	19,8 \pm 2,4a	33,3 \pm 3,1a	3,0 \pm 1,8c	43,5 \pm 1,3c	4,5 \pm 4,5b	42,8 \pm 7,3c	88

Porcentagem média¹ = 4 repetições por período (16 repetições no total); Sobrevivência² = S e Consumo³ = C. Letras diferentes comparadas com o Controle indicam diferenças significativas (P<0,05; Anova, programa GLM; Tukey HSD; SAS 1989-1996). Abbott⁴ = Porcentagem de eficiência do ingrediente ativo.

com 10, 100 e 1.000 ppm de sulfluramida, resultando em uma completa mortalidade dos operários após 13, 5 e 3 dias, respectivamente. Os autores relataram ainda, que quando os cupins foram expostos a papéis filtro tratados com 20 ppm de sulfluramida, por apenas 24 horas, nenhuma mortalidade foi observada, indicando que a alimentação repetitiva foi necessária em baixas concentrações para obter uma concentração letal.

No presente trabalho foi verificada mortalidade significativa de 89%, no período de 35 dias, para a concentração de 0,01 ppm, valor bem menor do que aqueles encontrados na literatura para o mesmo período. Além disso, os resultados encontrados em laboratório sugerem que o cupim *C. gestroi* é mais resistente a sulfluramida que o cupim *C. formosanus*. Assim, comparando a sobrevivência das duas espécies, nas mesmas concentrações de 10 ppm, pode-se observar que *C. gestroi* sobreviveu o dobro de tempo quando comparado com os dados de Grace *et al.* (2000).

Com relação ao consumo, Su & Scheffrahn (1991) ofereceram para *C. formosanus* blocos tratados com sulfluramida durante 8 semanas e concluíram que para a concentração de 10 ppm ocorreu uma diminuição, e posteriormente, interrupção da alimentação ao longo das semanas. Henderson & Forschler (1996), também descreveram a eficiência da sulfluramida em papelão impregnado com 200 e 1.000 ppm, com total eliminação do cupim subterrâneo *C. formosanus* em testes de campo,

embora tenham notado alguma repelência do ingrediente ativo nessas concentrações. Essa repelência ou diminuição do consumo também foi observada no presente estudo para as concentrações igual ou maior a 10 ppm. Contudo, para a concentração de 0,01 ppm do Experimento 2, o consumo foi muito próximo ao controle, sendo mais uma boa razão para utilizá-la em testes de campo.

Gatti & Henderson (1996) relataram que operários de *C. formosanus* em contato com soluções de sulfluramida exibiram "knock down" ("queda") e incapacidade para corrigir a posição normal. Outras características descritas foram: antenas curvadas, pernas dobradas, abdômes prostrados e tremores nas pernas. No presente trabalho, os cupins que ingeriram altas concentrações dos ingredientes ativos sulfluramida e hidrametilnona, também apresentaram sintomas de intoxicação como dificuldade de locomoção, abdome achatado e indivíduos imóveis.

O consumo de papelão corrugado impregnado com hidrametilnona foi de aproximadamente 100% nas concentrações testadas de até 100 ppm. Para a concentração de 200 ppm que obteve mortalidade de 95%, o consumo foi reduzido para 43% ao final dos 35 dias. No entanto, provavelmente, o motivo da redução do consumo ao final do experimento seja a sobrevivência de apenas 5% dos cupins na concentração de 200 ppm, quando comparada com a concentração de 100 ppm que obteve sobrevivência de 49%.

Su *et al.* (1994) realizaram experimentos de toxicidade com hidrametilnona e sulfuramida em diversas concentrações, com duas espécies de cupins subterrâneos. Nos experimentos a mortalidade de 90% para *C. formosanus* foi de apenas 3,3 a 9,4 dias, independente das concentrações utilizadas de hidrametilnona, entre 300 a 600 ppm. Para a espécie *R. flavipes*, a mortalidade de 90% ocorreu em um período de 4 a 13 dias nas concentrações de 600 a 100 ppm, respectivamente. No presente trabalho a concentração de 200 ppm de hidrametilnona foi considerada satisfatória para testes de campo, pois resultou em uma mortalidade próxima a 100% em 35 dias.

AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOOMQUIST, J.R. 2007. Insecticides chemistries and characteristics. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/bloomq.htm>>. Acesso em 02 março. 2007.
- COSTA-LEONARDO, A.M. 2002. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro. 128p.
- COSTA-LEONARDO, A.M.; F.E. CASARIN & C.R.R. CAMARGO-DIETRICH. 2008. Identificação e práticas de manejo de cupins em áreas urbanas, p. 41-53. In: A.S. Pinto; M.M. Rossi & E. Salmeron (eds.). **Manejo de pragas urbanas**. Piracicaba, 208p.
- EDWARDS, R. & A.E. MILL. 1986. **Termites in Buildings: their biology and control**. East Grinstead: Rentokil, 261p.
- ESENTER, G.R. & D.E. GRAY. 1968. Subterranean termite studies in Southern Ontario. **Canadian Entomologist**, **100**: 827-834.
- GATTI, S.S. & G. HENDERSON. 1996. Differential response of Formosan subterranean termite castes (Isoptera: Rhinotermitidae) to selected termiticides. **Sociobiology** **28**: 23-32.
- GRACE, J. K., R.T. YAMAMOTO & C.H.M. TOME. 2000. Toxicity of sulfuramida to *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology** **35**: 457-466.
- MILANO, S. 1998. Diagnóstico e controle de cupins em áreas urbanas, p. 45-74. In: L.R. Fontes & E. Berti-Filho, (eds.). **Cupins: O desafio do conhecimento**. FEALQ, Piracicaba, 511p.
- MILIO, J.F., P.G. KOEHLER & R.S. PATTERSON. 1986. Laboratory and field evaluations of hydramethylnon bait formulations for control of American and german cockroaches (Orthoptera: Blattellidae). **Journal of Economic Entomology** **79**: 1280-1286.
- NAGAMOTO, N.S. & L.C. FORTI. 1999. Classificação dos inseticidas diflubenzuron, dodecacloro, fipronil, hidrametilnona e imidacloprid, de acordo com a atividade formicida em relação ao tempo, para *Atta sexdens* L. (Hymenoptera: Formicidae). **Naturalia** **24**: 273-275.
- NAKANO, O., S. SILVEIRA NETO & R.A. ZUCCHI. 1981. **Entomologia Econômica**. Piracicaba, Livroceres, 314 p.
- PERRY, A.S. 1997. **Insecticides in agriculture and environmental: retrospects and propects**. Springer-Verlag, Berlin. 261p.
- ROMAGNANO, L.F.T. & NAHUIZ, M.A.R. 2006. Controle de cupins subterrâneos em ambientes construídos. **Téchne** **114**: 1.
- SAS Institute Inc. 1996. **SAS Procedures Guide for Personal Computers** - Version 6.12 Ed by Cary, NC: Sas Institute Inc.
- SU, N.-Y. & R.H. SCHEFFRAHN. 1988. Toxicity and lethal time of n-ethyl perfluorooctane sulfonamide against two subterranean termite species (Isoptera: Rhinotermitidae). **Florida Entomologist** **71**: 73-78.
- SU, N.-Y. & R.H. SCHEFFRAHN. 1990. Comparison of eleven soil termiticides against the Formosan subterranean termite and eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology** **83**: 1918-1924.
- SU, N.-Y. & R.H. SCHEFFRAHN. 1991. Laboratory evaluation of two slow-acting toxicants against Formosan and eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology** **84**: 170-175.
- SU, N.-Y. & R.H. SCHEFFRAHN. 2000. Termites as Pests of buildings, p. 437-453. In: T. Abe, D.E. Bignell & M. Higashi (eds). **Termites: Evolution, sociality, Symbioses, Ecology**. Netherlands: Kluwer, 466 p.
- SU, N.-Y., M. TAMASHIRO & M.I. HAVERTY. 1987. Characterization of slow-acting insecticides for the remedial control of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology** **80**: 1-4.
- SU, N.-Y., M. TOKORO & R.H. SCHEFFRAHN. 1994. Estimating oral toxicity of slow-acting toxicants against subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology** **87**: 398-401.
- VANDER MEER, R.K., C.S. LOFGREN & D.F. WILLIAMS. 1985. Fluoroaliphatic sulfones: a new class of delayed-action

insecticides for control of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Economic Entomology** 78: 1190-1197.

ZHU B.C.R, G. HENDERSON, F. CHEN, H. FEI & R.A. LAINE. 2001. Evaluation of vetiver oil and seven insect-active essential oils against the Formosan subterranean termite. **Journal of Chemical Ecology** 27: 1617-1625.

Recebido: 01/07/2009
Revisado: 29/09/2009
Aceito: 02/10/2009