

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Heterotermes tenuis*
(ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR.**

MARIA BERNADETE SILVA DE CAMPOS

**São Carlos
Estado de São Paulo-Brasil
2004**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Heterotermes tenuis*
(ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR.

MARIA BERNADETE SILVA DE CAMPOS

Orientador: Prof. Dr. Newton Macedo

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos
Estado de São Paulo-Brasil
2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

C198ab

Campos, Maria Bernadete Silva de.
Aspectos biológicos de *Heterotermes tenuis* (Isoptera
Rhinotermitidae) em cana-de-açúcar / Maria Bernadete Silva
de Campos. -- São Carlos : UFSCar, 2004.
109 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos,
2004.

1. Inseto. 2. Cupim subterrâneo. 3. Cana-de-açúcar. 4.
Forrageamento. 5. Comportamento agonístico. I. Título.

CDD: 595.7 (20^a)

MARIA BERNADETE SILVA DE CAMPOS

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Heterotermes tenuis*
(ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR.**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 26 de março de 2004

BANCA EXAMINADORA

Pesquisador Dr. José Eduardo Marcondes de Almeida
Centro Experimental do Instituto Biológico de Campinas - SP.

Pesquisador Dr. Valmir Antonio Costa
Centro Experimental do Instituto Biológico de Campinas - SP.

Professor Dr. Josué Marques Pacheco
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde / UFSCar / São Carlos -SP.

Professor Dr. Carlos Roberto Sousa e Silva
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde / UFSCar / São Carlos -SP.

Professor Dr. Newton Macedo
Orientador
Centro de Ciências Agrárias / UFSCar / Araras-SP.

Prof. Dr. NEWTON MACEDO
Orientador

Aos meus pais,

Abílio e Sílvia

E aos meus irmãos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Newton Macedo, Professor do Departamento de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, pela segura orientação, incentivo e amizade, durante a elaboração deste trabalho.

À Usina São João, Araras (SP), por ter cedido uma área da Fazenda São José no município de Rio Claro (SP), para a realização dos experimentos de campo.

Aos Professores do curso de Pós-graduação de Ecologia e Recursos Naturais da UFSCar, pelos ensinamentos e colaboração.

A todos que contribuíram na realização desse trabalho.

RESUMO

Os principais objetivos foram: estudar em laboratório alguns aspectos da biologia de *Heterotermes tenuis*, através da formação de colônias a partir de casais coletados no campo, o comportamento de forrageamento por meio de armadilha de coleta Termitrap[®] e o comportamento agonístico intra-específico, entre indivíduos procedentes de diferentes locais em área de cana-de-açúcar, e a partir deste comportamento delimitar áreas de forrageamento. A formação de colônias foi estudada de setembro/2002 a dezembro/2003, com a instalação de 400 iscas em área de 10.000 m² de cana-de-açúcar, para a coleta de casais. Os casais foram separados e acondicionados em frascos plásticos contendo solo umedecido e alimento e mantidos em sala com temperatura de 28°C ± 2°C, 70% UR e fotofase de 12 horas. O estudo da biologia foi feito através de observações, com aberturas sistemáticas das colônias para a contagem dos casais vivos, presença e número de ovos e castas (operários e soldados). Verificou-se que o período de pré-oviposição foi de 29 dias após a formação dos casais; o número de ovos na primeira postura foi de 5 ovos por colônia; o ovo mede aproximadamente 0,68 mm de comprimento por 0,36 mm de largura; os primeiros operários apareceram aos 53 dias após a formação dos casais; o número de operários foi de 4 por colônia; os primeiros soldados apareceram aos 127 dias e o número de soldados foi de 1 por colônia. O forrageamento foi estudado de abril/1999 a dezembro/2002, com a instalação de 27 iscas em três locais com nove pontos amostrais/local. Em avaliações mensais, as iscas eram retiradas e substituídas por novas, e aquelas iscas com presença de cupins eram conduzidas ao laboratório para a contagem dos

indivíduos e estudo do comportamento agonístico. As populações de cupins foram correlacionadas com precipitações pluviométricas e temperatura ambiente mensais da região no período estudado e analisado. Verificou-se que houve diferenças significativas na atividade de forrageamento e que estas diferenças além de estarem correlacionadas à precipitação e variação de temperatura, mostram-se influenciadas pelo ciclo de desenvolvimento e crescimento da colônia. O pico de atividade de forrageamento dá-se nos meses de outono e as práticas de renovação do canavial (aração, gradagem e sulcação) reduzem drasticamente a atividade de forrageamento no ano subsequente às operações. O comportamento agonístico foi estudado por meio dos testes de confrontação entre locais e pontos diferentes. Para cada confronto foram colocados 20 operários + 2 soldados em um frasco plástico transparente (7,0 cm de altura x 4,5 cm de diâmetro) com fundo revestido por papel de filtro e sobre este papel, um quadrado de papelão ondulado (4 cm²) umedecido. As avaliações foram realizadas com 48 horas após as confrontações através da contagem dos indivíduos mortos. Verificou-se que há comportamento agonístico intra-específico em *H. tenuis* e que através destes estudos pode-se distinguir suas colônias e delimitar territórios de forrageamento dessa espécie em áreas de cana-de-açúcar.

ABSTRACT

The main objectives were: to study at laboratory some biological aspects the biology of *Heterotermes tenuis*, by stablishing colonies with couples collected in the field, foraging behavior and the intraspecific agonistic behavior among individuals from different places in area sugarcane, collected by baits. The stablishment of colonies was studied from September/2002 to December/2003, with the installation of 400 baits in of 10.000 m² sugarcane area, to collect the couples. The collected couples were removed and aconditioned in plastic flasks containing humidified soil and food and maintained in room at 28°C ± 2°C, 70% RU and 12 hours of photophase. Biological studies was systematically the colonies for counting alive couples, presence and number of eggs, breeds (workers and soldiers). The couples showed a period of 29 days before oviposition and a number of five eggs/ colony in the first oviposition, in average. The egg measures were 0.68 mm length and 0.36 mm width. The first workers appeared 53 days after the formation of the couples, and the number was four workes/colony. The first soldiers appeared 127 days after the formation of the couples, with an average of 1 soldier/colony. Foraging behavior was studied from 1999, April to 2003, December with the installation of 27 baits in three different places with nine points each. Monthly the baits were removed and a new one were placed. Baits with termites present were carried to laboratory for individuals counting. It was observed that there were significant variances in the foraging activity according to rain precipitation and environmental temperature variations and it was affected, as well, by development cycle and growth of the colony. The maximum foraging activity occures in the autumn and the agricultural pratices as plowing and furrowing for new planting promote a drastic foraging activity redutions in the subsequent years. Intraspecific agonistic

behavior of *H. tenuis* was studied by confrontation tests between places and different points. In each confrontation 20 workers plus two soldiers were placed in a transparent plastic flask (7,0 cm of height x 4,5 cm of diameter) with bottom covered by filter paper and a square of humidified fiberboard (4 cm²) . The evaluations were done 48 hours after the confrontation by counting dead individuals. It was verified that there is intra-specific agonistic behavior in *H. tenuis* and by means that behavior different colonies can be distinguished and its foraging areas can be delimited in sugarcane areas.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1 Área de cana-de-açúcar da Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002..... 47
- Figura 3.2 Casal de alados de *Heterotermes tenuis* (esquerda-♀, direita-♂), após a queda das asas e coletados por meio de isca Termitrap[®], em área de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002 (Aum.12x).....48
- Figura 3.3 Isca de papelão ondulado Termitrap[®], utilizada na coleta de casais de *Heterotermes tenuis*, em áreas de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 200248
- Figura 3.4 Iscas de papelão ondulado Termitrap[®], retiradas do campo para verificar a presença ou ausência de casais de *Heterotermes tenuis*, em áreas de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002.49
- Figura 3.5 Frascos de desenvolvimento de colônias de *Heterotermes tenuis*, Rio Claro (SP), 200249
- Figura 3.6 Ovo e larvas de operários de *H. tenuis*, obtidos em laboratório, a partir de casal alado coletados em área de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002.(Aum.12x)50
- Figura 3.7 Ovo de *H. tenuis*, obtido em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002. (Aum.12x)51

Figura 3.8 Operários de <i>H. tenuis</i> , obtidos em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Araras (SP), 2002. (Aum.12x).....	52
Figura 3.9 Pré-soldado e soldado de <i>H. tenuis</i> , obtidos em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Araras (SP), 2002. (Aum.12x)	52
Figura 3.10 Câmara nupcial de <i>H. tenuis</i> , obtido em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002. (Aum.12x)	54
Figura 4.1 Área de cana-de-açúcar da Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.	71
Figura 4.2 Isca de papelão ondulado Termitrap [®] , utilizada na coleta do cupim subterrâneo <i>Heterotermes tenuis</i> , em áreas de cana-de-açúcar	72
Figura 4.3 Esquema da localização dos focos de <i>Heterotermes tenuis</i> no campo, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002	73
Figura 4.4 Esquema da localização dos pontos no campo para implantação das iscas, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.....	74
Figura 4.5 Iscas Termitrap [®] enterradas no solo próximas à linha de cana, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002	75
Figura 4.6 Dados mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperaturas x 10 (°C), ocorridas no ano de 1999. Rio Claro-SP.....	78

Figura 4.7	Dados mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperaturas x10 (°C), ocorridas no ano de 2000. Rio Claro-SP.....	78
Figura 4.8	Dados mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperaturas x 10 (°C), ocorridas no ano de 2001. Rio Claro-SP.....	79
Figura 4.9	Dados mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperaturas x10 (°C), ocorridas no ano de 2002. Rio Claro-SP.....	79
Figura 4.10	Médias mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperatura x 10 (°C) ocorridas nos anos de 1999/2002, Rio Claro-SP.....	80
Figura 4.11	Flutuação populacional do cupim <i>Heterotermes tenuis</i> no local 1, com armadilha Termitrap [®] , em área de cana-de-açúcar, Rio Claro (SP).....	82
Figura 4.12	Flutuação populacional do cupim <i>Heterotermes tenuis</i> no local 2, com armadilha Termitrap [®] , em área de cana-de-açúcar, Rio Claro (SP).....	83
Figura 4.13	Flutuação populacional do cupim <i>Heterotermes tenuis</i> no local 3, com armadilha Termitrap [®] , em área de cana-de-açúcar, Rio Claro (SP).....	83
Figura 4.14	Flutuação populacional do cupim <i>Heterotermes tenuis</i> em três locais com armadilha Termitrap [®] , em áreas de cana-de-açúcar, Rio Claro (SP).....	84

-

Figura 5.1	Esquema da localização dos focos de coletas de <i>Heterotermes tenuis</i> no campo, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.	97
Figura 5.2	Esquema da localização dos pontos no campo para implantação das iscas, Fazenda S. José, município de R. Claro (SP), Usina S. João, Araras (SP), 2002... ..	98
Figura 5.3	Isca de papelão ondulado Termitrap [®] , utilizada na coleta de <i>Heterotermes tenuis</i> , em áreas de cana-de-açúcar. Araras (SP), 2002.	99
Figura 5.4	Esquema da localização dos locais e pontos com cupins no campo com as delimitações das colônias, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.5 Médias de formas biológicas <i>H. tenuis</i> em desenvolvimento, observados em laboratório com avaliações aos 29 dias, 53 dias, 295 dias e 387 dias pós- coleta dos casais. Araras (SP), 2002.	54
Tabela 3.6 Sequência de etapas do desenvolvimento de <i>H. tenuis</i> no laboratório, após o estabelecimento de casais de alados coletados em áreas de cana-de-açúcar por meio de iscas Termitrap [®] . Araras (SP), 2002.	55
Tabela 4.1 Médias de precipitação pluviométrica (posto Brastemp) e população mensal de <i>Heterotermes tenuis</i> , coletados no período de abril / 1999 a dezembro/ 2002. Rio Claro (SP).....	76
Tabela 4.2 Médias de temperatura ambiente (posto Brastemp) e população mensal de <i>Heterotermes tenuis</i> , coletados no período de abril / 1999 a dezembro/ 2002. Rio Claro (SP).....	77
Tabela 4.3 Médias de precipitação pluviométrica, temperatura ambiente (posto Brastemp) e população mensal de <i>Heterotermes tenuis</i> , coletados no período de abril / 1999 a dezembro/ 2002. Rio Claro (SP).	77
Tabela 4.4 Populações de <i>Heterotermes tenuis</i> , coletadas com armadilhas Termitrap [®] em áreas e cana-de-açúcar, no período de abril/1999 a dezembro/2002. Rio Claro (SP).	82
Tabela 5.1 Mortalidade de <i>H. tenuis</i> na confrontação entre 3 pontos do local 1 e local 2. Rio Claro (SP), 2002.....	100
Tabela 5.2 Mortalidade de <i>H. tenuis</i> na confrontação entre 3 pontos do local 1 e local 3. Rio Claro (SP), 2002.....	100

-

Tabela 5.3 Mortalidade de *H. tenuis* na confrontação entre 3 pontos do local 2 e local 3. Rio Claro (SP), 2002..... 101

Tabela 5.4 Sobrevivência de *H. tenuis* na confrontação entre os pontos do local 1. Rio Claro (SP), 2002. 103

Tabela 5.5 Sobrevivência de *H. tenuis* na confrontação entre os pontos do local 2. Rio Claro (SP), 2002. 104

Tabela 5.6 Sobrevivência de *H. tenuis* na confrontação entre os pontos do local 3. Rio Claro-(SP)2002..... 105

APÊNDICES

Tabela 3.1 Número de casais de <i>H. tenuis</i> em desenvolvimento, com presença de formas biológicas, avaliadas aos 29 dias e 53 dias pós-coleta dos casais. Araras (SP), 2002.....	61
Tabela 3.2 Número de casais de <i>H. tenuis</i> em desenvolvimento, com presença de formas biológicas, com avaliações aos 127 dias e 210 dias pós-coleta dos casais. Araras (SP), 2002.	62
Tabela 3.3 Número de casais de <i>H. tenuis</i> em desenvolvimento, com presença de formas biológicas, com avaliações aos 295 dias e 387 dias pós-coleta dos casais. Araras (SP), 2002.	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. <i>Heterotermes tenuis</i> : posição taxonômica, distribuição e ocorrência	05
2.2. Organização social de cupins subterrâneos	06
2.2.1 Castas	07
2.2.1.1 Operários	07
2.2.1.2 Soldados.....	07
2.2.1.3 Reprodutores	08
2.2.2 Revoada de cupins subterrâneos.....	10
2.2.3 Vida social de cupins subterrâneos.....	11
2.2.4 Ninhos ou colônias de cupins subterrâneos.....	12
.....	
2.2.5 Manutenção em laboratório de cupins subterrâneos.....	12
2.2.6 Comportamento alimentar de cupins subterrâneos.....	13
2.3 Danos e prejuízos causados por cupins subterrâneos em cana-de-açúcar	15
2.4 Bioecologia de cupins subterrâneos	17
2.4.1 Utilização de iscas e armadilhas para cupins subterrâneos	17
2.4.2 Comportamento de forrageamento de cupins subterrâneos.....	20
2.4.3 Comportamento agonístico intra-específico entre cupins subterrâneos	22
2.4.4 Território de forrageamento e densidade de cupins subterrâneos	23
.....	

-

2.5 Referências Bibliográficas	26
--------------------------------------	----

3. CAPÍTULO I

Formação de colônias de <i>Heterotermes tenuis</i> (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) a partir de casais coletados por armadilhas, em área de cana-de-açúcar	40
3.1 Resumo	41
.....
Abstract.....	42
.....
3.2 Introdução.....	43
3.3 Material e Métodos.....	45
3.1.1 Localização das colônias e coleta de formas aladas de <i>H. tenuis</i>	45
3.2 Resultados e Discussão.....	50
3.3 Conclusões.....	57
3.4 Referências Bibliográficas.....	57

4. CAPÍTULO II

Flutuação de <i>Heterotermes tenuis</i> (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) por meio de iscas Termitrap[®], em área de cana-de-açúcar	64
4.1 Resumo	65
Abstract.....	66
4.2 Introdução.....	67
4.2 Material e Métodos.....	69
4.3 Resultados e Discussão.....	76

4.4 Conclusões.....	85
.....	
4.5 Referências Bibliográficas	85

5. CAPÍTULO III

Comportamento agonístico intra-específico de <i>Heterotermes tenuis</i> (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE)	89
5.1 Resumo	90
Abstract.....	91
5.2 Introdução.....	92
5.3 Material e Métodos.....	94
5.3.1 Área de coleta de <i>H. tenuis</i> em cana-de-açúcar.....	94
5.3.2 Confrontação intra-específica de <i>H. tenuis</i> entre locais diferentes dentro de uma mesma área geográfica	95
5.3.3 Confrontação intra-específica de <i>H. tenuis</i> de pontos diferentes, mas dentro de um mesmo local	96
5.4 Resultados e Discussão.....	101
5.4.1 Confrontação intra-específica de <i>H. tenuis</i> entre locais diferentes dentro de uma mesma área geográfica	101
5.4.2 Confrontação intra-específica de <i>H. tenuis</i> de pontos diferentes, mas dentro de um mesmo local.....	104
5.5 Conclusões.....	109

-

5.6 Referências Bibliográficas.....109

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do Brasil e ocupa uma área plantada de 5,2 milhões de hectares, com produção recorde mundial de 360 milhões de toneladas de colmos na safra de 2002/2003. Os principais produtos gerados são o açúcar (safra de 2003/ 23 mil toneladas) e o álcool (safra de 2003/ 12 bilhões de litros), posicionando o Brasil no 1º lugar em produção mundial de açúcar, seguido da Índia (19 milhões de t), União Européia (18 milhões de t) e China (9,0 milhões de t). As duas maiores regiões produtoras são a Sudeste, com aproximadamente 3,0 milhões de hectares (62%), sendo o Estado de São Paulo responsável por 2,6 milhões de hectares e produtividade média de 79 t/ha, e a Nordeste, com pouco mais de 1,0 milhão de hectares (22%) e produtividade média de 56 t/ha (Agrianual, 2003).

Parte representativa dos canaviais está instalada em solos de baixa fertilidade, com textura arenosa, onde são mais sentidos os problemas ocasionados pelas pragas subterrâneas. Neste grupo de insetos estão os cupins subterrâneos que pertencem à família Rhinotermitidae e tornaram-se importantes pragas desta cultura, sendo a espécie *Heterotermes tenuis* a mais freqüente e de maior distribuição (Arrigoni et al., 1989). Sua ocorrência foi constatada pela primeira vez no Brasil por Pizano & Fontes (1986) e encontram-se

disseminados nos Estados do Pará, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo (Berti Filho, 1993).

Segundo Macedo et al. (1995), os prejuízos causados por esta espécie são decorrentes da destruição dos toletes recém plantados como semente logo após o plantio, dos danos causados às gemas, da redução dos tecidos de reserva dos toletes e do ataque às raízes primárias emitidas na região do nó, ocasionando falhas na brotação. Tanto a cana-planta como a cana-soca é afetada, sendo que nesta última os prejuízos são ainda maiores pela perda de peso e acentuada redução de perfilhos, ocasionando falhas no “stand” da lavoura.

Estes prejuízos causam perda média na produção estimada em 10 toneladas de cana por hectare, a cada colheita. (Novaretti, 1985).

Em função do hábito deste cupim, toda a colônia ou parte dela vive no solo, mantendo conexão com o ninho subterrâneo e a fonte alimentar através de um complexo sistema de galerias difusas e ramificadas, que torna mais difícil de serem coletados, estudados e controlados.

Tradicionalmente, o seu controle era realizado com o uso de inseticidas químicos de alto poder residual em área total, como os organoclorados que apresentavam eficiência desde o início do desenvolvimento da planta até a colheita. Devido ao impacto que causavam ao ambiente, estes produtos foram proibidos em todo o território nacional, através da Portaria nº 329 de 02 de setembro de 1985, do Ministério da Agricultura. (Novaretti, 1988). Atualmente, as alternativas de controle químico, apesar de atingirem o mesmo nível de eficiência destes produtos, não apresentam ao ambiente os inconvenientes dos organoclorados.

Métodos alternativos como: controle cultural e o controle biológico com a utilização de fungos entomopatogênicos e plantas resistentes ao ataque de cupins são medidas que vem sendo estudadas há algum tempo. Há trabalhos demonstrando a patogenicidade de

alguns isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) (Almeida, 1994; Almeida & Alves, 1995; Alves et al., 1995; Almeida & Alves, 1996; Almeida et al., 1998; Almeida, 1998; Moino Jr, 1998; Rosales, 2001).

As pesquisas também têm evoluído na utilização de armadilhas/iscas celulósicas, como madeira, papel higiênico e papelão ondulado, para estudos de forrageamento e bioecologia dos cupins subterrâneos (La Fage et al., 1973; La Fage et al., 1983; Jones et al., 1987; Su & Scheffrahn, 1986; Su & Scheffrahn, 1993; Nutting & Jones, 1990).

No Brasil, Almeida & Alves (1995) desenvolveram a isca artificial de papelão ondulado registrada como Termitrap[®], atrativa a *Heterotermes tenuis*, chegando a coletar em média 4.000 indivíduos/unidade e um máximo de 15.000 cupins. Esta isca tem sido utilizada para o monitoramento de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar (substituindo os levantamentos convencionais de arranquio de soqueiras ou plantio de mudas de cana como iscas); em estudos comportamentais de biologia, distribuição e dimensionamento de colônias no campo e futuramente no controle de cupins através de associações com inseticida ou regulador de crescimento em subdosagens. Com este método de iscas, gasta-se o mínimo de inseticidas e patógenos para eliminar uma grande quantidade de cupins atraídos pelas iscas.

Apesar do grande interesse econômico especialmente no Brasil, existem poucos estudos básicos a respeito desta espécie. Com base neste fato, o objetivo deste trabalho foi estudar aspectos da bioecologia do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis*, por meio de armadilha de coleta Termitrap[®] em área de cana-de-açúcar, na região de Rio Claro, SP.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os cupins são insetos sociais que formam colônias de indivíduos interdependentes entre si, onde há sobreposição de gerações e cuidados com a prole. Sua estrutura social é composta por indivíduos que se desenvolvem por paurometabolia (crescimento gradual do corpo e dos órgãos por meio de mudas, com exteriorização gradativa de tecas alares, e com maturação sexual e desenvolvimento alar completo) (Fontes & Araújo, 1999), e compreende machos e fêmeas que se distribuem em categorias ou em castas (Grassé, 1982).

Atualmente, existem no mundo cerca de 2.750 espécies de cupins descritas, e distribuídas em sete famílias: Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae (Myles, 1999). Na região neotropical os cupins estão representados por 99 gêneros em 5 famílias: Kalotermitidae, Termopsidae, Rhinotermitidae, Termitidae, Serritermitidae (representada por apenas uma espécie e sua ocorrência é apenas no Brasil) e com 522 espécies, sendo que no Brasil relatou-se a existência de 300 espécies já descritas e muitas espécies novas para descrever (Araújo, 1977; Fontes, 1983; Constantino, 1999).

2.1 *Heterotermes tenuis* (Hagen,1858): posição taxonômica , distribuição geográfica e ocorrência.

São cupins subterrâneos que pertencem à família Rhinotermitidae e a subfamília Heterotermitinae. Quanto à distribuição, os cupins subterrâneos do gênero *Heterotermes* são considerados como uma das principais pragas da cultura canavieira, ocorrendo em todos os países onde se cultiva a cana-de-açúcar, tendo importância econômica na Ásia (*H. philippinensis* Light, 1921), Austrália (*H. paradoxus* Box, 1953), região do Caribe e América do Sul (*Heterotermes* sp. Araújo, 1970). A ocorrência da espécie *H. tenuis* em cana-de-açúcar foi constatada no Panamá por Snyder e Zetek¹ (1924) citados por Harris (1984), causando danos acima de 35% e prevalecendo também na Jamaica e Ilhas de Leeward. Guagliumi (1962) relata a ocorrência do mesmo gênero, mas espécies diferentes na República Dominicana (*H. cardini* Luke, 1954) e na Venezuela (*H. crinitus* Emerson, 1925) causando danos em cana-de-açúcar.

No Brasil, a ocorrência de *H. tenuis* foi constatada pela primeira vez por Pizano & Fontes (1986), através de levantamentos de espécies-pragas desta cultura, juntamente com outra espécie do mesmo gênero, *H. longiceps* (Snyder, 1924) morfológicamente semelhante e encontrada no mesmo canavial, estando essas espécies disseminadas pelos Estados do Pará, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo (Berti Filho, 1993).

¹ SNYDER, T. E. ; ZETECK, J. Damage by termites in the Canal Zone and Panamá and how to prevent it . V.S. Dept. Agr. Bull. n. 1232, 1924.

2.2 Organização social de cupins subterrâneos.

Os cupins são insetos sociais que apresentam uma organização complexa e uma divisão da colônia em diferentes grupos ou castas: um casal (rei e rainha), que são reprodutores, os operários e soldados (estéreis), com morfologia e funções diferentes (Grassé, 1982).

Segundo Canello et al. (1998), há uma nomenclatura um pouco diferente da empregada em Entomologia para esclarecer alguns termos usados para as castas. Assim, todos os imaturos (formas jovens) deveriam ser chamados de “ninfas”, sendo os cupins de metamorfose incompleta; porém entre os termitólogos, os termos “larvas” e “ninfas” já foram consagrados pelo uso nas seguintes formas: “larva”- termo usado para designar os imaturos, sem teca alar, sem características de soldados e não pigmentados; “ninfã” ou “ninfã de alado”- usado para designar os imaturos, com tecas alares, sem características de soldados e não pigmentados; “soldados brancos” ou “pré soldados” são imaturos pouco pigmentados, pouco esclerotizados, mas já com características de soldados. Recentemente foi feita uma síntese da terminologia especial usada entre os termitólogos, esclarecendo algumas confusões comuns levando em conta os novos dados sobre biologia de cupins. Todos os cupins, exceto os reprodutores, são tecnicamente imaturos.

2.2.1 Castas

2.2.1.1 Operários

Os operários são de morfologia bem uniforme dentro do grupo; são cegos e têm cor branco-amarelada, constituindo a casta mais numerosa. São responsáveis por todo trabalho da colônia como: construção; reparo de ninho; coleta de alimento; alimentação dos indivíduos e de outras castas, além do cuidado com os ovos, com os jovens e com o par real (Canello et al., 1998).

Outra importante função dos operários é o saneamento da colônia, com a eliminação de companheiros adoecidos e mortos, podendo devorá-los ou enterrá-los nas paredes ou câmaras do ninho (Fontes & Araujo, 1999).

Segundo Costa-Leonardo (2002), existem vários instares de operários de *H. tenuis* envolvidos no comportamento de forrageamento e esses apresentam variação de tamanho, de largura de cabeça e até do número de artículos antenais.

Os operários dão origem aos pré-soldados (“ninfa” de soldado-sem pigmentação e pouco esclerotizado), e estes após sofrem uma muda, dão origem a soldados pigmentados e esclerotizados (Costa-Leonardo, não publicado; Campos, inf. pessoal).

2.2.1.2 Soldados

Os soldados morfologicamente são bem diferentes dos operários, são os responsáveis pela defesa da colônia e apresentam adaptações para esta função, como mandíbulas (defesa mecânica) de várias formas (simétricas ou assimétricas) e ainda podem

existir glândulas especiais que produzem substâncias usadas como defesa química (Canello et al., 1998).

No caso específico de *H. tenuis* os soldados apresentam a cabeça de cor amarelada clara, alongada, retangular em vista dorsal, com os lados paralelos e um poro central (glândula frontal ou fontanela) pequeno, e providas de longas e finas mandíbulas; a mandíbula esquerda com margem interna serrilhada próxima a base e a mandíbula direita com um único dente próximo à base. A casta dos soldados apresenta indivíduos dimórficos, o que dificulta a taxonomia do gênero, devido à semelhança entre um e outro tamanho de soldado, nas diferentes espécies. Os soldados não realizam outras tarefas na colônia a não ser de defesa e são alimentados pelos operários por trofalaxia.

2.2.1.3 Reprodutores

Esta casta é formada por indivíduos alados e imagos, sexualmente definidos (machos e fêmeas), com o aparelho reprodutor desenvolvido, chamados de siriris e aleluias, que saem do ninho (através de revoadas) com a função de encontrar um local onde possam se reproduzir, formando o ninho.

Há vários termos empregados para os reprodutores, que são: 1) reprodutores primários – que são os alados ou imagos, bem pigmentados e esclerotizados, com olhos compostos perfeitamente desenvolvidos, incapazes de sofrer novas mudas, e que depois de voarem do ninho original, se instalam com um alado do sexo oposto e vão fundar uma colônia (um rei e uma rainha). Pode haver casos de poliginia (várias rainhas primárias com um só rei ou uma rainha com vários reis) na colônia; 2) reprodutores secundários – não são originários de revoadas, se desenvolvem dentro da própria colônia, começam suas vidas de reprodutivos

na companhia de casais de ninho original, enquanto estes permanecem vivos; quando um dos indivíduos (rei ou rainha) morre ou não é mais fértil é substituído, passando os reprodutores secundários a chamar reprodutores de substituição. Há ainda os reprodutores adultóides, que são alados maduros, que permanecem na colônia (não voam), perdem as asas e tornam-se funcionais, machos ou fêmeas; 3) reprodutores neotênicos – qualquer cupim reprodutor que não derive de um alado, há características da fase jovem e tem amadurecimento sexual precoce; dentro deste grupo tem os que são originários de operários não verdadeiros (Termopsidae, Kalotermitidae, e alguns Rhinotermitidae) e de operários verdadeiros (Hodotermitidae, alguns Rhinotermitidae e Termitidae) (Canello et al., 1998).

Dentro do grupo dos operários não verdadeiros há os chamados: - reprodutores braquípteros ou neotênicos braquípteros, que retém os brotos alares e sofrem amadurecimento do aparelho reprodutor, existindo centenas numa só colônia, e os neotênicos ápteros – são reprodutores sem broto alar. Já no grupo dos operários verdadeiros há os chamados ninfóides – que são reprodutores neotênicos derivados de ninfas e com brotos alares presentes, podendo sofrer fisogastría, e os ergatóides – reprodutores neotênicos que derivam de um operário sem broto alar, podendo sofrer fisogastría. Existem alguns termos que indicam a morfologia do reprodutor que são os de: 1ª ordem – reprodutor primário ou adultóide derivado de alado; 2ª ordem – reprodutor neotênico com brotos alares (braquíptero ou ninfóide) e o de 3ª ordem – reprodutor neotênico sem brotos alares (áptero ou ergatóide) (Canello et al., 1998).

Segundo Costa-Leonardo (2002) nos ninhos de *H. tenuis* podem ser encontrados dois tipos de reprodutores: reprodutores alados e primários, não existindo registro de ocorrência de reprodutores neotênicos para a espécie.

Campos & Macedo (2002), realizando coletas de *H. tenuis*, em áreas de cana-de-açúcar, encontraram uma da rainha neotênica de *Heterotermes tenuis*, associada a milhares

de indivíduos, operários, soldados e ninfas em colmos de cana residuais em decomposição, remanescentes da última safra.

Os reprodutores alados de *H. tenuis* são claros e apresentam uma cor alaranjada, com olhos compostos, marrom-escuros, bastante pigmentados. Têm cabeças alongadas, subretangulares, e uma fontanela pequena e circular. Não apresentam ocelos, mas próximos às antenas e na frente da fontanela, existem quatro manchas, não muito delineadas. Apresentam uma variação de 16 à 17 segmentos antenais, protoráx mais estreito que a cabeça e fórmula de esporões tibiais igual a 3: 2: 2. Asas claras e transparentes. As fêmeas apresentam o 7º esternito alargado, que é a placa genital, e os machos apresentam estilos no 9º esternito. Ambos possuem cercos no 10º esternito e abdômen com inúmeros pêlos (Costa-Leonardo, 2002).

2.2.2 Revoada de cupins subterrâneos

A dispersão para o acasalamento e estabelecimento de novas colônias ocorre entre os meses de agosto a início de novembro, através de revoadas que consiste na saída de formas aladas, e dependem das condições meteorológicas favoráveis para o vôo como: temperatura, precipitação, umidade do ar, luminosidade, tipo de solo, número de alados produzidos e taxa de predação (Nutting, 1970).

Os alados abandonam as colônias geralmente após as chuvas que umedecem o solo, através de aberturas feitas pelos operários e após algum tempo de vôo eles pousam no chão, ou entram nas iscas e perdem suas asas que se rompem na sutura basal. A esta necessidade de entrar em contato com o substrato é dado o nome de tigmotropismo

(thigma=contato; topos=volta). Os feromônios de atração envolvidos no processo de formação do pares são muito potentes, dando início a um processo onde o macho segue a fêmea.

Costa-Leonardo (2002) verificou que a revoada de *H. tenuis* na região de Rio Claro ocorre na primavera, e seu pico é em outubro, e ainda, que os alados voam geralmente entre as 17 e 18 horas, pareiam, perdem as asas e procuram um lugar adequado no solo para iniciarem o ninho.

2.2.3 Vida social de cupins subterrâneos

Após a formação do par real, há a escavação de uma câmara nupcial e a amputação mútua das antenas pelo casal. Na câmara nupcial eles permanecem juntos e 1ª cópula se dará no interior da galeria ou das iscas, dando início às primeiras posturas de ovos. As cópulas são periódicas e o abdome da rainha sofre uma hipertrofia, processo conhecido por fisogastría, decorrente da pressão exercida pelas bainhas ovarianas, que vão se enchendo de ovos (Grassé, 1949; Oliveira et al., 1986).

Nos cupins inferiores, a fisogastría não é muito acentuada e as rainhas podem movimentar-se pelas galerias do ninho (Nogueira, 1995). A postura das rainhas fisogástricas faz-se através de contrações musculares rítmicas, que percorrem todo o abdome: são movimentos peristálticos.

Os ovos postos são recolhidos pelos operários, que se incumbem de transportá-los para locais apropriados e geralmente próximos da célula real. Essa concentração de ovos e a presença de formas jovens podem ser sinais da proximidade do casal real. Este

comportamento foi observado em colônias de *Heterotermes tenuis* mantidos em laboratório (Campos & Macedo, 1998a)

A quantidade de ovos vai depender da espécie, da idade da rainha, da época do ano e da quantidade de alimento.

2.2.4. Ninhos ou colônias de cupins subterrâneos

Supõe-se que os cupins desta espécie vivam em ninhos totalmente subterrâneos, com um sistema de galerias e túneis que saem de vários pontos da periferia dos ninhos conectados a uma fonte alimentar, protegidos da luz, utilizados como meio de comunicação e busca de alimentos. Este sistema de galerias ou túneis, geralmente é feito de saliva e fezes, e tem a função de proteger os cupins da baixa umidade do ar e da predação, a presença destas galerias ou túneis é um dos principais indícios de infestação (Su & Scheffrahn, 1990).

2.2.5 Manutenção em laboratório de cupins subterrâneos.

Em laboratório é possível formar colônias de cupins subterrâneos, para serem observados e manuseados para estudos de biologia e controle (Adamson, 1941). As colônias podem ser iniciadas a partir de adultos alados (casal), o que demanda maior tempo para a formação da mesma.

Para a manutenção dos cupins deve-se levar em consideração o tipo de recipiente a ser utilizado, o substrato, o alimento e fatores climáticos como aeração da sala, luminosidade, temperatura e principalmente a umidade (Becker, 1969).

A alta umidade nos ninhos e galerias é um fator essencial para a sobrevivência dos cupins e alguns mecanismos são necessários para o controle desta umidade, como o uso de material absorvente para a construção do ninho e a proteção contra o excesso de água (Lee & Wood, 1971).

Campos & Macedo (1998a) conseguiram formar colônias em laboratório a partir de casais alados coletados por meio de iscas Termitrap[®], em áreas de cana-de-açúcar mantendo em frascos plásticos transparentes com tampa, em câmaras de B.O.D. com 70% de UR, $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 12 horas.

Costa-Leonardo (2002) estudou a biologia de *H. tenuis* a partir de colônias iniciadas com alados de troncos infestados, existentes no campus da Universidade Estadual Paulista (UNESP) em Rio Claro, SP. Estas colônias foram mantidas em placas de Petri plásticas (6 cm de diâmetro), preenchidas com serragem de *Pinus* sp. umedecidas e mantidas no escuro à temperatura ambiente. Através do monitoramento dessas colônias pode-se obter as primeiras informações sobre a biologia desse cupim. A autora cita que a umidade é um dos pontos essenciais para a manutenção de cupins no laboratório e deve ser cuidadosamente observada e regulada.

2.2.6 Comportamento alimentar de cupins subterrâneos.

A alimentação dos cupins está baseada em celulose e seus produtos encontrados em plantas vivas, recém-mortas ou em decomposição e em húmus, além de utilizarem terra com material orgânico, fezes de herbívoros e produtos manufaturados como papel, tecido de algodão, couro, lã, etc. Tal diversidade alimentar possibilitou que os cupins ocupassem todos os ambientes terrestres, naturais ou modificados pelo homem (Fontes, 1979).

O mecanismo de alimentação dos cupins é bem diferente de outros insetos sociais, isto é, a troca de alimentos elaborados entre os indivíduos da colônia ou com seus simbioses, é um conceito conhecido como trofalaxia. O termo trofalaxia evoluiu do termo oectrophobiosis, pois além da troca de alimentos e simbioses, incluem-se os estímulos táteis e químicos que ocorrem nesta ocasião (Nogueira, 1995).

O alimento coletado pelos operários para seu uso, como para as castas dependentes é a energia básica da colônia. A digestão da celulose fornece aos cupins as proteínas, sais minerais e energia, necessários ao seu metabolismo (Berti Filho, 1993).

A troca de alimentos elaborados entre os cupins dá-se pela boca (através do estomodéu) e ânus (através do proctodéu). O alimento regurgitado pela cavidade bucal é denominado estomodéico podendo ser de dois tipos: um líquido claro o que indica ser usado para alimentação do casal real e o outro tipo que contém fragmentos de celulose ingerida somente até a parte anterior do tubo digestivo. O alimento que sai pelo ânus denominado proctodéico, também de dois tipos: além das fezes normais que são comidas, existe o verdadeiro alimento proctodeal, obtido pela influência de companheiros, que tateando com a sua antena a região perianal de outros membros, provoca excitações que vão fazer com que este indivíduo elimine um fluído retal contendo bactérias, protozoários e fragmentos de celulose (Nogueira, 1995)

Os operários também consomem indivíduos doentes e feridos, podendo ainda armazenar grande número de cupins mortos provavelmente para a alimentação. Além disso, há um comportamento típico, conhecido como “grooming” (=limpeza), através do qual os indivíduos lambem-se uns aos outros, como forma de comunicação e limpeza. O “grooming” sempre ocorre antes da solicitação de alimento por um cupim (Pearce, 1997).

O alimento é um dos fatores responsáveis na flutuação de soldados e operários. Sob condições de falta de alimento, a composição das castas pode ser alterada para a colônia se ajustar às condições de estresse. Outros fatores ambientais como predação, competição inter e intra-específica podem alterar o número de soldados e operários (Almeida, 1994).

Os cupins subterrâneos exploram largamente o ambiente espacial, de forma que a busca incessante por novas fontes alimentares é uma das características marcantes destes cupins, que, parecem nunca estar satisfeitos com o alimento disponível, ainda que este seja abundante (Fontes & Araújo, 1999).

2.3 Danos e prejuízos causados por cupins subterrâneos em cana-de-açúcar.

Determinadas espécies de cupins subterrâneos causam prejuízos relativamente grandes em algumas culturas. Segundo Gallo et al. (1988) os cupins subterrâneos são os causam maiores danos à agricultura. Algumas espécies danificam as sementes, plantas novas e toletes de cana, sendo que no plantio o ataque é mais intenso, onde às vezes se faz necessário o replantio. No Brasil, devido à vasta distribuição das espécies e intensidade de danos, os cupins são considerados importantes pragas das culturas de cana-de-açúcar (Novaretti, 1985; Novaretti et al., 1988; Pizano et al., 1989).

De acordo com Harris (1984) os cupins estão presentes no solo e em grande quantidade, sendo que sua principal fonte de alimento é a matéria orgânica em decomposição. Porém, com desequilíbrios ecológicos, os cupins passaram a atacar plantas vivas, como é o caso de cana-de-açúcar, ocasionando danos em cana planta e cana soca.

Os danos causados por *H. tenuis* ocorrem principalmente nos toletes usados como semente logo após o plantio, com a destruição das gemas, redução dos tecidos de reserva dos toletes e ataques das raízes primárias emitidas na região do nó, ocasionando falhas na brotação (Macedo et al., 1995).

Novaretti (1985), realizando ensaios de controle de cupins em cana de açúcar, constatou que os ataques e danos podem ser divididos em três tipos relativamente distintos: 1) logo após o plantio, quando perfuram os toletes usados como “semente” seguido de posterior ataque às raízes, diminuindo o vigor da planta e apresentando falhas na germinação; 2) no período de maturação da cana, quando os cupins penetram nos colmos provocando secamento e morte dos mesmos; 3) após o corte, quando as touceiras estão expostas nas superfícies cortadas, com conseqüente raleamento nas soqueiras, sendo os dois primeiros tipos considerados como os mais significativos. Ainda neste ensaio, o autor concluiu que as perdas ocasionadas na produção de cana-de-açúcar provocadas pelo ataque de cupins foram avaliadas em 3,5 a 19,7 t/ha/ano, sendo adotada como média uma perda de 10t/ha/ano.

Através de levantamentos realizados em áreas experimentais de cana Pizano & Fontes (1986) constataram que *H. tenuis* e *H. longiceps* são capazes de danificar a parte subterrânea e atingir a parte aérea da planta; a espécie *H. tenuis* representou 80% do total das amostras.

Para se conhecer com exatidão as áreas de ocorrência de cupins para posterior recomendação de controle, Pizano et al. (1986) elaboraram um método para mapeamento das unidades produtoras de cana-de-açúcar, sugerindo-se o levantamento das áreas de reforma e

expansão, por ocasião do plantio da cana. Desta maneira, após alguns anos pode-se delimitar as áreas infestadas utilizando os seguintes parâmetros: porcentagem de pontos com presença de cupins; porcentagem de rizomas danificados por cupins; porcentagem de infestação de cupins nos toletes usados como muda [fórmula: % I I. = [(No. de entrenós atacados / No. total de entrenós) x 100]; populações de cupins através da seguinte escala de notas (0) ausência de cupins; (1) 1 a 10 cupins; (2) mais de 10 cupins ou 1 colônia; (3) várias colônias; (4) super população. (N. Macedo, inf. pessoal).

Arrigoni et al. (1989), estudando a ocorrência de cupins através de levantamentos populacionais em áreas de cana-de-açúcar, durante quatro anos, pela Coopersucar, em 12 e 10 usinas cooperadas da região de Jaú e Sertãozinho (SP), constataram que dentre as 12 espécies de cupins encontradas, a espécie *H. tenuis* foi a mais freqüente e constante em relação às outras espécies (*H. longiceps*, *Procornitermes triacifer*; *Neocapritermes parvus*; *Neocapritermes opacus*; *Cornitermes cumulans*; *Cornitermes. bequaert*; *Syntermes dirus*; *Syntermes molestus*; *Nasutitermes* sp.; *Embiratermes* sp. e *Rhynchotermes* sp.).

Segundo Forti et al. (1995), os danos provocados pelos cupins subterrâneos ocorrem em focos isolados e pouco se conhece sobre a distribuição espacial das colônias no campo, principalmente para as espécies do gênero *Heterotermes*, *Cornitermes*, *Syntermes* e *Neocapritermes*.

2.4 Bioecologia de cupins subterrâneos

2.4.1 Utilização de iscas e armadilhas para cupins subterrâneos

Em função do hábito de construírem ninhos subterrâneos com suas galerias difusas e geralmente sob o solo os cupins são mais difíceis de serem coletados e estudados. Sands (1972) descreveu duas técnicas para amostrá-los: a amostragem de solo e o uso de armadilhas atrativas com material celulósico.

A utilização de iscas e armadilhas atrativas é uma tecnologia que vem sendo desenvolvida há muitos anos para estudos de monitoramento, comportamento e controle de cupins subterrâneos. Este método consiste em colocar armadilhas celulósicas no solo, de modo que o cupim durante a procura de alimentos (forrageamento), possa encontrá-las.

Testes de campo desenvolvidos nas décadas de 60 a 70 já utilizavam iscas para o controle de cupins. Nesta época o ingrediente ativo usado era o Mirex. Com a proibição dos organoclorados em 1980, nos Estados Unidos, a busca de substitutos no controle de cupins subterrâneos fez surgir novamente o interesse por métodos utilizando-se iscas e armadilhas. (Costa-Leonardo & Thorne, 1995).

Para estes estudos têm-se utilizado vários tipos de materiais de origem celulósica que têm demonstrado eficiência na atratividade dos cupins como: blocos de madeira (Amburgey & Smythe, 1977; French et al., 1981; Thompson, 1985; Su & Scheffrahn, 1986; Grace et al., 1989; Forscheler & Townsend, 1996), papel toalha, papel de filtro, rolo de papel higiênico (La Fage et al., 1973; French & Robinson, 1981; Su et al., 1984; Jones et al., 1987; Jones, 1990; Haverty, 2001) e papelão ondulado (Esenther, 1980; La Fage et al., 1983; Grace, 1990; Su et al., 1993; Almeida & Alves, 1995; Haagsma & Rust, 1995; Oi et al., 1996; Kirton et al., 1998). O objetivo é agregar os cupins para um ponto através da alimentação e posteriormente incorporar ingredientes ativos de ação lenta ou substâncias que interfiram na fisiologia dos cupins (como reguladores de crescimento) ou agentes de controle biológico (microrganismos).

No Brasil, os estudos relacionados a bioecologia dos cupins subterrâneos em áreas de cana-de-açúcar tiveram início na década de 90 no Laboratório de Patologia de Insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP em Piracicaba, juntamente com o Laboratório de cupins da Entomologia do CCA/UFSCar, vem desenvolvendo algumas pesquisas em conjunto como o desenvolvimento e seleção de iscas/armadilhas artificiais com produtos atrativos a cupins subterrâneos (Almeida, 1994; Almeida & Alves, 1995; Campos, 1997; Campos et al., 1998) para monitoramento e controle, substituindo com maior eficiência, praticidade e menores custos, os levantamentos convencionais como arranquio de soqueiras ou plantios de mudas de cana como iscas.

Além do desenvolvimento da isca Termitrap[®], outros trabalhos já foram desenvolvidos com sua utilização, como: o tamanho da área de forrageamento do cupim subterrâneo, utilizando-se a isca Termitrap[®] marcada com radioisótopo ³²P (Almeida et al., 1999); dimensionamento da área de forrageamento pela técnica de captura e recaptura de cupins subterrâneos por meio de iscas Termitrap[®] (Macedo, 2000); forrageamento de cupins subterrâneos durante as estações do ano (Campos & Macedo, 2000); formação de colônias e longevidade de operários de *H. tenuis* (Campos & Macedo, 1998a); marcação do cupim subterrâneo *H. tenuis* com papelão colorido (Campos & Macedo, 1998b); desenvolvimento de uma dieta artificial associada à isca Termitrap[®] para manutenção de colônias de *H. tenuis* (Rossi et al., 1999); efeito de aditivos na atratividade de iscas Termitrap[®] a *H. tenuis* (Campos et al., 1999).

Outros trabalhos com a utilização de microrganismos e extratos vegetais em iscas artificiais já foram realizados e ainda continuam em andamento, associados ou não a inseticidas químicos. Aqui são citados alguns trabalhos com a utilização de fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*) para o controle de *H. tenuis* (Almeida & Alves, 1995; Alves et al., 1995; Almeida & Alves, 1996; Lopes et al.,

1996; Almeida, 1998; Moino Jr, 1998); com nematóides (*Steinernema carpocapsae*) visando o controle de *H. tenuis* (Passos Jr & Alves, 1995); com derivados de extratos de meliáceas isolados e/ou associados a inseticidas e fungos entomopatogênicos sobre *H. tenuis* (Rosales, 2001) e inseticidas químicos em baixas dosagens impregnados ou não em iscas (Macedo et al., 1995; Macedo et al., 1997a; Macedo et al., 1997b). Dessa forma são importantes os estudos básicos visando à introdução de estratégias de controle eficientes e ecologicamente viáveis.

2.4.2 Comportamento de forrageamento de cupins subterrâneos

Os cupins subterrâneos podem utilizar-se de várias fontes de alimento e percorrer grandes distâncias à procura deste e a esse comportamento dá-se o nome de forrageamento. Quando encontram alimento voltam ao ninho e levam os demais indivíduos da colônia para a fonte de alimento (Traniello & Busher, 1985). Esse processo envolve a atividade de centenas de indivíduos e é coordenado por substâncias químicas. Ao procurar comida, eles seguem substâncias químicas, gradientes de umidade adequada no solo e temperatura moderada. Seus operários forrageiros não são pigmentados e constroem túneis para protegê-los contra a luz e dessecação. Os túneis são construídos sobre trilhas de feromônio e sobre a fonte de alimento.

Este comportamento, segundo Buillon (1970), Jones et al. (1987) e Costa-Leonardo (1997), é influenciado por fatores endógenos (associados com a colônia e envolvem o ciclo de produção de alados, a construção do ninho, o tamanho e idade da colônia e a proporção de castas) e por fatores exógenos (associados a fatores ambientais como presença

de fonte alimentar, predadores, temperatura, umidade e tipo de solo) (Camargo-Dietrich, 2000).

Fatores climáticos importantes como umidade e temperatura podem influenciar na atividade de forrageamento e distribuição das espécies de cupins (Willians, 1934; Wood, 1977; Collins, 1991). Ahamad et al. (1982) estudando os cupins da espécie *H. indicola*, verificaram que a umidade relativa exerce grande influência sobre os cupins, demonstrando que nos meses onde a temperatura é mais alta, com média de precipitação maior, a atividade tornou-se elevada.

Segundo Camargo-Dietrich (2000), vários pesquisadores observaram variações sazonais na atividade de forrageamento em algumas espécies de cupins (La Fage et al., 1976; Jones et al., 1987; Nutting & Jones, 1990; Haagsma & Rust, 1995).

Jones et al. (1987) descreveram que a atividade de forrageamento de *H. aureus* em zonas temperadas geralmente é influenciada pela temperatura e umidade, sendo cíclica e tendendo a aumentar durante as estações quentes e chuvosas, diminuindo e cessando durante as estações secas e frias. Esse comportamento também foi observado por Almeida (1998), que estudou a flutuação populacional de *H. tenuis* em cana-de-açúcar por meio de armadilhas de papelão ondulado (Termitrap[®]), e verificou um aumento populacional nos meses de setembro e outubro /92 atribuindo este aumento à alta precipitação pluviométrica ocorrida nestes meses.

Campos et al. (1998), estudando a atividade de iscas a *H. tenuis* durante as estações do ano, em cana-de-açúcar na região de Rio Claro, verificaram que a atividade de forrageamento ocorreu durante o ano todo, com maior intensidade no outono, período em que a precipitação é baixa, mas o solo mantém-se úmido, devido às altas precipitações ocorridas no final do verão, favorecendo com isso, o aumento da população de cupins nesta estação.

Costa-Leonardo (2002), observou em populações de *H. tenuis* que existem pelo menos três diferentes ínstares de operários forrageiros, que possuem diferentes diâmetros de largura de cabeça e diferentes seguimentos antenais. Ninfas já foram coletadas forrageando nos meses de março, abril, maio e julho e neotênicos nunca foram coletados. Existe uma variação sazonal da atividade de forrageamento de *H. tenuis* e esta não está diretamente relacionada à precipitação pluviométrica e temperatura. Observações do forrageamento de diferentes colônias, feitas pela autora indicam que condições internas da colônia, como: tamanho da população, sanidade da colônia, proporção das castas, entre outras, parecem influenciar nessas atividades, havendo um mínimo de temperatura e umidade necessário para o deslocamento desses indivíduos no solo.

2.4.3 Comportamento agonístico entre de cupins subterrâneos da mesma espécie

Nos insetos sociais, o comportamento agonístico intraespecífico é definido como resposta às agressões que ocorrem quando indivíduos de diferentes colônias ou de uma mesma espécie se encontram (Grace, 1996).

Segundo Delfia et al. (2003), os estudos de comportamento agonístico nos cupins subterrâneos auxiliam na biologia, forrageamento e comunicação entre cupins.

A intensidade da agressão durante as interações sociais irá depender da espécie envolvida, da colônia, das castas, e outros fatores ambientais, como a estações do ano (Clément, 1986; Thorne & Haverty, 1991; Shelton & Grace, 1996; Cornelius & Osbrink, 2003). Os mecanismos envolvidos nas respostas agressivas não estão totalmente esclarecidos (Thorne, 1982; Grace, 1996; Camargo-Dietrich, 2000).

Segundo Cornelius & Osbrink (2003), entre os cupins subterrâneos esse comportamento é extremamente variável, indo de ausência a uma alta agressividade.

Estudos realizados por Grace (1996) e Bulmer & Traniello (2002) mostraram a falta de comportamento agonístico intraespecífico entre diferentes colônias de *Reticulitermes flavipes*, coletados em locais diferentes na mesma área geográfica. Por outro lado, Jones (1993) observou uma alta agressividade entre indivíduos de diferentes colônias de *Heterotermes aureus* em testes de laboratório e um grande número de cupins mortos, foram encontrados nos rolos de papelão ondulado, situados nos limites entre duas das colônias.

2.4.4 Território de forrageamento e densidade populacional de cupins subterrâneos

Em função dos hábitos subterrâneos e das diferentes fontes de alimentação, é difícil determinar a área de forrageamento e densidade populacional destes cupins. Muitas técnicas têm sido utilizadas e muitas delas destrutivas; alguns métodos alternativos foram desenvolvidos e entre eles a captura e recaptura de cupins onde os forrageiros são coletados, marcados e devolvidos aos pontos de coleta.

O território de forrageamento é definido como a área que contém cupins marcados e as populações estimadas pelas proporções de recaptura, durante as várias capturas e recapturas (Su et al., 1993).

Para estimar a população e território de forrageamento de cupins subterrâneos, vários pesquisadores têm utilizado a técnica de marcação e recaptura para populações de cupins (Su & Scheffrahn, 1988) utilizando diferentes produtos (como: corantes e radioisótopos) e iscas atrativas.

Grace et al. (1989), usando essa técnica, marcaram com o corante Sudan Red 7B, em papelão corrugado, uma grande quantidade de *Reticulitermes flavipes* em dois locais de captura e soltaram esses cupins nos mesmos locais. Com a recaptura, estimaram a área de 266 e 1091 m² para cada colônia, sendo que as galerias se estendiam até uma distância de 79 m e as populações de duas colônias estudadas possuíam cerca de 2,1 e 3,2 milhões de cupins.

Van der Linde et al. (1989) utilizaram radioisótopos ¹³¹ I e ¹²⁵ I para avaliar o território de forrageamento em *Heterotermes mosambicus* e observaram que as áreas variavam entre 0,5 e 3,1 ha, e que estas áreas não eram o território exclusivo de uma colônia.

Jones (1990) utilizando a técnica de marcação e recaptura com o corante Sudan Red 713, estudou a população de *H. aureus* no Arizona e verificou que variavam de 44.868 a 301.189 indivíduos.

Haagsma & Rust (1995), utilizaram isca de papelão corrugado e os corantes Nile Blue A (0,05%) e Neutral Red (0,25%) para determinar o tamanho de uma colônia de *R. hesperatus*, em área urbana e floresta na Califórnia e verificaram que na área urbana a população foi de 85.752 a 830.531 indivíduos e na área natural de 78.930 a 103.758 indivíduos.

Almeida et al. (1999), determinou a área de forrageamento de cupim *H. tenuis* em cana-de-açúcar, através de armadilhas de papelão ondulado Termitrap[®] marcadas com radioisótopos ³² P, e encontraram diversas colônias forrageando numa mesma área, a qual pode variar de 3 a 1.200 m².

Macedo (2000) determinou área de forrageamento, densidade populacional, distribuição espacial e número mínimo de iscas para a população de três colônias de *H. tenuis* utilizando a técnica de marcação com o corante Azul de Metileno (0,25%) e recaptura, concluiu que a área de forrageamento estudada por três meses é de 66,67 m² e que a área potencial de forrageamento é estimada em 334,8 m², a densidade populacional variou de 0,08

a 0,55 cupins/ha nos diferentes anos e locais, e o número mínimo de iscas utilizadas para monitoramento e controle é de 20 por hectare.

Justi Junior et al. (2000), citados por Costa-Leonardo (2002), estimaram em 802.193 indivíduos a população de uma colônia de *H. tenuis* em área urbana de S. Paulo e o peso médio individual de 4,2 mg.

Populações de *Coptotermes haviland* em área urbana foram estimadas em quatro colônias, utilizando o corante Azul do Nilo (0,1% p/ colônia 1) e (0,05% para as colônias 2 e 4) e Vermelho Neutro (0,1% p/ colônia 3), as quais apresentaram uma população de 729.19 indivíduos (colônia 1); 575.721 indivíduos (colônia 2); 737.545 indivíduos (colônia 3) e 1.186,018 indivíduos (colônia 4) (Costa-Leonardo, 2002).

O tamanho das populações e territórios de forrageamento de quatro colônias de *H. tenuis* em área urbana do campus da UNESP de Rio Claro foi determinado por meio da técnica de marcação e recaptura com os corantes Azul de Nilo e Vermelho Neutro, viáveis e adequados para esta técnica. Os resultados de população e território foram: colônia 1 (134.583 indivíduos, área de 175,5 m², distância linear de 36 m e biomassa de forrageamento de 0,20 Kg); colônia 2 (389.313 indivíduos, área de 93,6 m², distância linear de 14 m e biomassa de 0,77 Kg; colônia 3 (641.600 indivíduos, área de 70m², distância linear de 28 m e biomassa de 1,17 Kg e colônia 4 (265.589 indivíduos, área de 131 m², distância linear de 19 m e biomassa de 0,51 kg) (Costa-Leonardo, 2002).

As diferenças entre as populações de *H. tenuis* podem estar relacionadas à idade das mesmas e as áreas de forrageamento com a disponibilidade de alimento e presença de predadores.

2.5 Referências Bibliográficas

ADAMSON, A. M. Laboratory technique for the study of living termites. **Ecology**, v. 22, n. 4, p. 411-414, 1941.

ADAMS, E. S.; LEVINGS, S. C. Territory size and population limits in Mangrove termite. **Journal Animal Ecology**, v. 56, p. 1069-1081, 1978.

AHAMAD, D.; AFZAL, M.; SALIHAH, Z. The effects of different relative humidities on survival and moisture loss of workers and soldiers of *Heterotermes indicola* (Wasman) (Isoptera: Rhinotermitidae) under starvation conditions. **Pakistan Journal Zoology**, v. 14, n. 1, p. 65-70, 1982.

ALMEIDA, J. E. M. **Avaliação de fungos entomopatogênicos visando o controle de cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (H.,1858) (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 1994. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1994.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Seleção de armadilhas para *Heterotermes tenuis* em condições de laboratório e campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 619-624, 1995.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Mortalidade de *Heterotermes tenuis* (Hagen) atraídos por armadilhas com *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill e imidacloprid. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 3, p. 507-512, 1996.

ALMEIDA, J. E. M. **Controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) com isca associada a inseticidas e/ou *Beauveria bassiana* (Balls) Vuill. em cana-de-açúcar.** 1998. 131f. Tese (Doutorado em Ciências)-Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1998.

ALMEIDA, J. E. M. et al. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas Termitrap[®] impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Balls) Vuill. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 4, p. 639-644, 1998.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; WALDER, J. M. Tamanho da área de forrageamento do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* em cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, p. 1-18, 1999.

ALVES, S.B. et al. Uso de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* no controle de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1932) em pastagens. **Ecosistema**, v. 20, p. 50-57, 1995.

AMBURGEY, T. L.; SMYTHE, R. V. Factors influencing termite feeding on brown-rotted wood. **Sociobiology**, v. 3, n. 1, p. 3-12, 1977.

ARAÚJO, R. L. **Catálogo dos Isoptera do novo mundo**. Rio de Janeiro: Academia de Ciências, 92 p., 1977.

ARRIGONI, E. B. et al. Distribuição de espécies de cupins, em cana-de-açúcar, em unidades cooperadas das regiões de Jaú e Sertãozinho- SP. **Boletim Técnico COPERSUCAR**, Piracicaba, v. 48, p. 38-45, 1989.

BECKER, G. Rearing of termites and testing methods used in the laboratory. In: KRISHNA, K. ; WEESNER, F. **Biology of termites**. New York:, Academic Press, 1969, v. 1. cap. 11, p. 351-385.

BERTI FILHO, E. **Manual de pragas em florestas**. Cupins ou Térmitas. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 56 p.

BOUILLON, A. Termites of the Ethiopian region. In: KRISHNA, K.; WESSNER, F. M. **Biology of termites**. New York: Academic Press., 1970. v. 2, cap. 11, p. 153-280.

BULMER, M. S.; TRANIELLO, J. F. A. Lack of aggression and spatial association of colony members in *Reticulitermes flavipes*. **Journal Insect Behavior**, v. 15, p. 121-126, 2002.

CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. de. **Padrões de forrageamento de *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) em ambientes naturais e antrópicos**. 2002. 102 f. (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2000

CAMPOS, M. B. S.; ALVES, S. B.; MACEDO, N. Seleção de iscas celulósicas para o cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) em cultura de cana de açúcar. **Scientia Agricola**. Piracicaba., v. 55, n. 3, p. 1-8, 1998.

CAMPOS, M. B. S. **Atratividade de iscas ao cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (H., 1858) (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) em condições de campo**. 1997. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1997.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N. Formação de colônias e longevidade de operários de *Heterotermes tenuis* (H. 1858). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos**. Rio de Janeiro: SEB, 1998a. p. 653.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N. Marcação do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* com papelão colorido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998. Rio de Janeiro. **Resumos**. Rio de Janeiro: SEB, 1998b. p. 654.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N.; LAVORENTI, N. Efeito de aditivos na atratividade da isca Termitrap^R a *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 7., Piracicaba. **Resumos**. 1999. p. 72.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N.; ALVES, S. B. Foraging activity of *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) in sugarcane area according to year seasons. In: XXI INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., Foz do Iguassu. (PR) Abstract Book, 2000, p. 232.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N. Descoberta rainha em colônia de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera: Rhinotermitidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19, Manaus, 2002. **Resumos**, p.18.

CANCELLO, E. M. et al. Cupins: pragas em áreas urbanas. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**, São Paulo, n.10, p.8-20, 1998.

CHRISTOFOLETTI, L.H. et al. **Atlas climático de Rio Claro**. Rio Claro, SP., 2001. 80 p.

CHRISTOFOLETTI, L.H.; PROCHNOW, C. A. C. **Atlas climático de Rio Claro**. Rio Claro, SP., 2002. 80 p.

CLÉMENT, J. L. Open and closed societies in *Reticulitermes* termites (Isoptera: Rhinotermitidae): geographic and seasonal variations. **Sociobiology**, v. 11, n. 3, p. 311-323, 1996.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos Zoologia**, v. 40, n. 25, p. 387-448, 1999.

CORNELIUS, M. L.; OSBRINK, W. L. A. Agonistic interactions between colonies of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in New Orleans, Louisiana. **Environmental Entomology**, v. 32, n. 5, p. 1002-1009, 2003.

COSTA-LEONARDO, A. M.; THORNE, B.L. Iscas e outras metodologias alternativas para o controle de cupins. In: ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISADORES DE CUPINS, 3. 1995. Piracicaba. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 89-94.

COSTA-LEONARDO, A. M. O forrageamento dos cupins subterrâneos. **Científica**. São Paulo, v. 25, n. 1, p. 207-220, 1997.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga**: morfologia, biologia e controle. Rio Claro: (s.n) , 2002. 128p.

COLLINS, M. S. Physical factors affecting termite distribution. **Sociobiology**, v. 19, n. 1, p. 283-286, 1991.

DELAPLANE, K. S. Tests for intraspecific agonism in Louisiana population of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal Entomological Science**, v. 26, n. 3, 1991.

DELFINA, C. M.; COPREN, K. A.; HAVERTY, M. I. Agonistic behavior between individual worker termite from three cuticular hydrocarbon phenotypes of *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) from northern California. **Annals of the Entomology Society of America**, v. 96, n. 4, p. 585-593, 2003.

ESENTER, G. R., **Estimating the size of subterranean termite colonies by a release-recapture technique**. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1980.

FNP. **Agrianual 2003**, São Paulo: Argos, 2003. 544 p.

FONTES, L. R. Os cupins. **Ciência e Cultura**, v. 31, n. 9, p. 986-992, 1979.

FONTES, L. R. Acréscimos e correções ao catálogo dos Isópteros do novo mundo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo., v. 17, n. 2, p. 137-145, 1983.

FONTES, L. R.; ARAUJO, R. L. Os cupins. In: MARICONI, F. A. M. (Coord.) **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: Fealq, 1999. p. 35-90.

FORTI, L. C., ANDRADE, M. L. Populações de cupins. In: ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISADORES DE CUPINS, 3, 1995. Piracicaba. Piracicaba: Fealq., 1995 p. 29-51.

FRENCH, J. R.; ROBINSON, P. J. Baits for aggregating large numbers of subterranean termites. **Journal of the Australian Entomology Society**, v. 20, p. 75-76, 1981.

FRENCH, J. R.; ROBINSON, P. J.; BARTLETT, N. R. A rapid and selective field assessment of termite wood feeding preferences of the subterranean termite *Heterotermes ferox* (Frogg.) using toilet roll small wood-block baits. **Sociobiology**, v. 6, n. 2, p. 135-151, 1981.

FORSCHER, B. T.; TOWNSEND, M. L. Mark-release-recapture estimates of *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) colony foraging populations from Georgia, U.S.A **Environmental Entomology**, v. 25, n. 5, p. 952-962, 1996.

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 650 p.

GRACE, J. K.; ABDALAY, A.; FARR, K. R. Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) foraging territories and populations in Toronto. **The Canadian Entomologist**, v. 121, p. 551-556, 1989.

GRACE, J. K. Mark-recapture studies with *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 16, n. 3, p. 297-303, 1990.

GRACE, J. K. Absence of overt agonistic behavior in a northern population of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 1996.

GRASSÉ, P. P. **Traité de zoologie: anatomie, systématique, biologie**. Paris: Masson, 1949, 1117 p. Tome IX.

GRASSÉ, P. P. **Termitologia**. Paris: Masson, 1982. 676 p. v. 1.

GUAGLIUMI, P. Las plagas de la cana de azúcar en Venezuela., **Monogr. Fondo Nac. Invest. Agropec.** v. 1, p. 405-409, 1962.

HAAGSMA, K. A; RUST, M. K. Colony size estimates, foraging trends, and physiological characteristic of the western subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 24, n. 6, p. 1520 - 1528, 1995.

HARRIS, W. V. Termite as pests of sugar cane. In: WILLIAMS, J. R. et al **Pest of sugar cane**. Amsterdam: Elsevier, 1984. p. 225-235.

HAVERTY, M. I. The role of toilet paper in studies of desert subterranean termites (Isoptera) in Arizona, USA: a substrate for nondestructive observations of foraging activity. **Sociobiology**, v. 37, n. 2, p. 245-260, 2001.

JONES, S. C.; TROSSET, M. W.; NUTTING, W. L. Biotic and abiotic influences on foraging of *Heterotermes aureus* (Snyder) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 16, n. 3, p. 791-795, 1987.

JONES, S. C. Delineation of *Heterotermes aureus* (Isoptera: Rhinotermitidae) foraging territories in a Sonoran desert glassland . **Environmental Entomology**, v. 19, n. 4, p. 1047-1054, 1990a.

JONES, S. C. Field observations of intercolony aggression and territory changes in *Heterotermes aureus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal Insect Behavior**, v. 6, n. 2, p. 225-235, 1993.

JUSTI JR, J. et al Foraging population and territory of the subterranean termite *Coptotermes haviland* (Isoptera: Rhinotermitidae) by the triple marked recapture method in urban area. In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY**, 21., 2002. Foz do Iguassu. Abstract, Foz do Iguassu: Book, 2000, p.885.

KIRTON, L. G.; BROWN, V. K.; AZMI, M. A new method of trapping subterranean termites of genus *Coptotermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) for field and laboratory experimental studies. **Sociobiology**, v.32, n.3, p.451-458, 1988.

La FAGE, J. P.; NUTTING, W. L.; HAVERTY, M. I. Desert subterranean termite: a method for studying foraging behavior. **Environmental Entomology**, v.2, p.954-956, 1973.

La FAGE, J. P.; HAVERTY, M. I.; NUTTING, W. L. Environmental factors correlated with the foraging behavior of a desert subterranean termite *Gnathamitermes perplexus* (Banks). **Sociobiology**, v. 2, p. 155-169, 1976.

La FAGE, J. P.; SU, N. Y. JONES, J.; ESENTER, G. R., A rapid method for collecting large numbers of subterranean termites from wood. **Sociobiology**, n. 7, p. 305-309. 1983.

LEE, K. E.; WOOD, T. G. **Termites and soils**. Austrália: Academic Press,. 1971. 251 p.

LOPES, R. B. et al. Infecção e conidiogênese de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em *Heterotermes tenuis* In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 6, 1996, Foz do Iguassú, 1996. p. 32.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M.; CAMPOS, M. B. S. A grande praga dos canaviais. 1. Cupins em cana-de-açúcar: como e quando controlar. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, n. 78, p. 32-36, 1995.

MACEDO, N. et al. Controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) em dois cortes de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997,. Salvador, **Resumo**, 1977a. p. 190.

MACEDO, N.; CAMPOS, M. B. S.; BOTELHO, P. S. M. Iscas no controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997,. Salvador, **Resumo**, 1977b. p. 190.

MACEDO, D. **Controle associado de *Heterotermes tenuis* (Hagen,1858) (Isoptera: Rhinotermitidae) com iscas atrativas, em cana-de-açúcar.** 2000. 74 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) - Escola Superior "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

MYLES, T. G. Review of secondary reproduction in termites (Insecta: Isoptera) with comments on its role in termite ecology and social evolution. **Sociobiology**, v. 33, n. 1, p. 1-91, 1999.

NOGUEIRA, S. B. **Os cupins.** Viçosa: UFV, 1995. 27 p.

NOVARETTI, W. R. T. Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticidas de solo. **Boletim Técnico Coopersucar**, Piracicaba, n. 38, p. 39-44, 1985.

NOVARETTI, W. R., et al. Experimentos de controle de cupins em cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Coopersucar**, Piracicaba- n. 42, p. 12-24, 1988.

NUTTING, W. L. Flight and colony foundation. In KRISHNA, K. & WEESNER, M. (Ed.). **Biology of termites.** New York: Academic Press, 1970. 233-382.

NUTTING, W. L.; JONES, S. C. Methods for studying the ecology of subterranean termites, **Sociobiology**, v. 17, n. 1, p. 167-189, 1990.

OI, F. M. , et al. Laboratory evaluation of food placement and food types of the feeding preference of *Reticulitermes virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 89, n. 4, p. 915-921, 1996.

OLIVEIRA, A. M. F., et al. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras.** São Paulo: IPT, 1986. p. 99-278.

PASSOS JR, N. C.; ALVES, S. B. Controle de *Heterotermes tenuis*, cupim subterrâneo da cana-de-açúcar, com *Steinernema carpocapsae*. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 3., 1995. **Resumos**, 1995. p. 380.

PEARCE, M. J. **Termites: Biology and Pest Management**. CAB International, New York, 1997. 172 p.

PITTON, S. E. et al. **Atlas climático de Rio Claro**. Rio Claro, 1999. 80 p.

PITTON, S. E. ; PROCHNOW, C. A. C. **Atlas climático de Rio Claro**. Rio Claro, 2000. 80 p.

PIZANO, M. A.; FONTES, L. R. O. Ocorrência de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *Heterotermes longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera: Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. **Brasil Açucareiro**, Piracicaba, v. 104, n. 3/4, p. 29, 1986.

PIZANO, M. A.; MACEDO, N.; ALMEIDA, L.C.; BOTELHO, P. S. M. Procedimentos “PLANALSUCAR” para levantamentos de cupins, em cana-de-açúcar. **Informação Técnica**. Araras, v. 23, p. 4-9, 1986.

PIZANO, M. A.; CARPANEZZI, A ; ARAUJO, J. R.; CASTILHO, H. J. Avaliação de diferentes inseticidas no controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar sob condições de plantio convencional e cultivo mínimo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte, 1989. **Resumo**, p.350.

POLIZZI, J. M.; FORSCHELER, B. L. Intra-and interspecific agonism in *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and *R. virginicus* (Banks) and effects of arena and group size in laboratory assays. **Insectes Sociaux.**, v. 45, p. 43-49, 1998.

ROSSI, L.S.; MACEDO, N.; CAMPOS, M. B. S. Desenvolvimento de uma dieta artificial associada à isca de papelão ondulado para manutenção de colônias de *Heterotermes tenuis* H., 1858 (Isoptera: Rhinotermitidae) em condições de laboratório. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 7., 1999. Piracicaba, **Resumos**, 1999. p. 70

ROSALES, E. A. C. **Efeito de derivados de meliáceas e isolados de fungos entomopatogênicos sobre o cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 2001. 133 f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SANDS, W. A. Problems in attempting to sample tropical subterranean termite populations. **Ekol. Pol.**, v. 20, n.3, p. 23-31, 1972.

SHELTON, T. G.; GRACE, J. K. Review of agonistic behaviors in the Isoptera. **Sociobiology**, v. 28, n. 1, p. 155-176, 1996.

SU, N. Y. et al. Foraging behavior of formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 13, n. 6, p. 1466-1470, 1984.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. A method to access, trap, and monitor field population of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in the urban environment. **Sociobiology**, v. 12, n. 2, p. 299 - 304, 1986.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Foraging population and territory of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in an urban environment. **Sociobiology**, v. 14, n. 2, p. 353-359, 1988.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Economically important termites in the United States and their control. **Sociobiology**, v. 17, n. 1, p. 77-94, 1990.

SU, N. Y.; HAVERTY, M. I. Agonistic behavior among colonies of the Formosan subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae), from Florida and Hawaii: lack of correlation with cuticular hydrocarbon composition. **Journal Insect Behavior**, v. 4, p. 115-128, 1991

SU, N. Y.; BAN, P. M.; SCHEFFRAHN, R. H. Foraging populations and territories of the eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in Southeastern Florida. **Environmental Entomology**, v. 22, n. 5, p. 1113-1117, 1993.

THOMPSON, C. R. Bait stake detection of the formosan termite in South Florida. **Florida Entomologist**, v. 68, n. 4, p. 641-645, 1985.

THORNE, B. L. Termite-termite interactions workers as an agonistic caste. **Psyche**, v.89, n.1-2, p. 133-150, 1982.

THORNE, B. L.; HAVERTY, M. I. A review of intracolony, intraspecifics, and interspecific agonism in termites. **Sociobiology**. v. 19, n. 1, p. 115-145, 1991.

TRANIELLO, J. F. A.; BUSER, C. Chemical regulation of polyetism during foraging in the Neotropical termite. **Journal Chemistry Ecology**, v.2, n.3, p. 491-492,1985.

VAN DER LINDE, T. C. K et al. The use of ¹³¹I, ¹²⁵I and aggressive behavior to determine the foraging area of *Hodotermes mossambicus* (Hagen) (Isoptera: Hodotermitidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 79, p. 537-544, 1989.

WILLIAMS, O. L. Some factors limiting the distribution of termites In: KOFOID, C. A. **Termites and termite control**. Berkeley: University of California Press, 1934, p. 42-49.

WOOD, T. G.; JOHNSON, R. A; OHIAGU, C. E. Population of termites (Isoptera) in natural and agricultural ecosystems in Southern Guinea Savanna near Mokwa, Nigéria. **Geology Ecology Tropical**, v.1 , n. 2, p. 139-148. 1977.

3. CAPÍTULO I

Formação de colônias de *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) a partir de casais coletados por armadilhas, em área de cana-de-açúcar.

Formação de colônias de *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) a partir de casais coletados por armadilhas, em área de cana-de-açúcar.

3.1 Resumo

Estudou-se a formação de colônias de alados *Heterotermes tenuis* (Hagen) provenientes de área de cana-de-açúcar durante o período de setembro de 2002 a janeiro de 2004, usando a isca Termitrap[®] como meio de coleta. As iscas foram enterradas verticalmente no solo próximas à linha de cana com a extremidade superior tangenciando a superfície do solo. Nas avaliações realizadas 30/60/90 dias após a instalação, as iscas foram retiradas e conduzidas ao laboratório, separando-se e acondicionando-se os prováveis casais. O acondicionamento foi feito em frascos plásticos (7,0 cm de altura x 4,5 cm de diâmetro), contendo solo umedecido e alimento (papelão ondulado e pellets de cana). Estes frascos foram acondicionados em sala com temperatura de $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 70% UR e fotofase de 12 horas. O estudo da biologia foi feito através de observações, com aberturas sistemáticas das colônias para a contagem dos casais vivos, presença e número de ovos e castas (operários e soldados). As avaliações dessas colônias mostraram que o período de pré-oviposição é de 29 dias após a formação dos casais. O número de ovos na primeira postura foi de 5 ovos por colônia com dimensões médias de 0,68 mm de comprimento por 0,36 mm de largura. Os primeiros operários apareceram aos 53 dias após a formação dos casais. O número de operários foi de 4 por colônia. Os primeiros soldados apareceram aos 127 dias após a formação dos casais. O número de soldados foi de 1 por colônia.

Palavras-chave: Insecta, cupins, armadilha, biologia, cana-de-açúcar

Formation of *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) colonies collected by baits, in sugarcane area.

Abstract

The formation of colonies with winged *Heterotermes tenuis* collected by Termitrap[®] baits in sugarcane area was studied during the period of September of 2002 to January of 2004. The baits were buried vertically in the soil, close to the sugarcane row with the upper tip touching the soil surface. The evaluations were done 30/60/90 days after the installation carrying, the baits to laboratory where probable couples were removed. The conditioning was done in plastic flasks (7.0 cm of height x 4.5 cm of diameter), containing humidified soil and food (fiberboard and cane pellets). These flasks were conditioned in room with temperature of $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 70% RH and photophase of 12 hours. Biological study was done by opening systematically the colonies for counting alive couples, presence and number of eggs, breeds (larvae, nymphs, workers and soldiers). The couples showed a period of 29 days before oviposition, and a number of five eggs/colony in the first oviposition, in average. The egg measures were 0.68 mm length and 0.36 mm width. The first workers appeared 53 days after the formation of the couples, with an average of 4 workers/colony. The first soldiers appeared 127 days after the formation of the couples with an average of one soldier/colony.

keywords: Insecta, termites, bait, biology, sugarcane

3.2 Introdução

Os cupins são insetos sociais que apresentam uma organização complexa e uma divisão da colônia em diferentes grupos ou castas: um casal (rei e rainha) que são reprodutores (férteis), os operários e soldados (estéreis), com morfologia e funções diferentes (Grassé, 1982). Em laboratório é possível formar colônias de cupins subterrâneos para estudos de biologia e controle (Adamson, 1941), levando em consideração o tipo de recipiente a ser utilizado, o substrato, o alimento e fatores climáticos como aeração da sala, luminosidade, temperatura e principalmente a umidade (Becker, 1969).

Dentro deste grupo estão os cupins subterrâneos *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858), considerados como uma das principais pragas da cultura canavieira, ocorrendo em todos os países onde se cultiva a cana-de-açúcar, tendo importância econômica na Ásia, Austrália, região do Caribe e América do Sul. A ocorrência da espécie *H. tenuis* em cana-de-açúcar foi constatada no Panamá por Snyder e Zetek¹ (1924) citados por Harris (1984), causando danos acima de 35% e prevalecendo também na Jamaica e Ilhas de Leeward. Guagliumi (1962) relata a ocorrência do mesmo gênero, mas espécies diferentes na República Dominicana e na Venezuela, causando danos em cana-de-açúcar.

¹ SNYDER, T. E. ; ZETECK, J. Damage by termites in the Canal Zone and Panama and how to prevent it . V.S. **Dept. Agr. Bull.** n. 1232, 1924.

No Brasil, sua ocorrência foi constatada pela primeira vez por Pizano & Fontes (1986), através de levantamentos de espécies-pragas desta cultura, juntamente com outra espécie do mesmo gênero, *H. longiceps* morfológicamente semelhante e encontrada no mesmo canal, estando essas espécies disseminadas pelos Estados do Pará, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo (Berti Filho, 1993).

Em função do hábito deste cupim, toda a colônia ou parte dela vive no solo, mantendo conexão com ninhos subterrâneos e a fonte alimentar através de um complexo sistema de galerias difusas e ramificadas, que os tornam mais difíceis de serem coletados, estudados e controlados.

Tradicionalmente, o seu controle era realizado com o uso de inseticidas químicos de alto poder residual em área total, como os organoclorados que apresentavam eficiência desde o início do desenvolvimento da planta até a colheita. Devido ao impacto que causavam ao ambiente, foram proibidos em todo o território nacional, através da Portaria nº 329 de 02 de setembro de 1985, do Ministério da Agricultura (Novaretti, 1988). Atualmente, as alternativas de controle químico, apesar de atingirem o mesmo nível de eficiência destes produtos, não apresentam ao ambiente os inconvenientes dos organoclorados.

Métodos alternativos como controle cultural (rotação de cultura, calagem, adubação) e o controle biológico com a utilização de fungos entomopatogênicos e plantas resistentes ao ataque de cupins são medidas que vêm sendo estudadas há algum tempo, e há trabalhos demonstrando a patogenicidade de alguns isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) (Almeida, 1994; Almeida & Alves, 1995; Alves et al, 1995; Almeida & Alves, 1996; Almeida et al, 1998; Almeida, 1998; Moino Jr, 1998; Rosales, 2001).

As pesquisas também têm evoluído na utilização de armadilhas/iscas celulósicas, como madeira, papel higiênico e papelão ondulado, para estudos de

fORAGEAMENTO E BIOECOLOGIA DOS CUPINS SUBTERRÂNEOS (La Fage et al., 1973; La Fage et al., 1983; Jones et al. 1987; Su & Scheffrahn, 1986; Su & Scheffrahn, 1993; Nutting & Jones, 1990).

No Brasil Almeida & Alves (1995) desenvolveram a isca artificial de papelão ondulado registrada como Termitrap^R, atrativa a *Heterotermes tenuis*, chegando a coletar em média 4.000 indivíduos/unidade e um máximo de 15.000 cupins. Esta isca tem sido utilizada para o monitoramento de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar (substituindo os levantamentos convencionais de arranquio de soqueiras ou plantio de mudas de cana como iscas); em estudos comportamentais de biologia, distribuição e dimensionamento de colônias no campo e futuramente no controle de cupins através de associações com inseticida ou regulador de crescimento em subdosagens. Com este método de iscas, gasta-se o mínimo de inseticidas e patógenos para eliminar uma grande quantidade de cupins atraídos pelas iscas. Esta estratégia de controle baseia-se no comportamento e biologia dos cupins.

Apesar do grande interesse econômico especialmente no Brasil, existem poucos estudos básicos a respeito desta espécie. Com base neste fato, o objetivo deste trabalho foi estudar em laboratório, a formação de colônias de *H. tenuis* a partir de casais coletados em armadilha Termitrap[®] em área de cana-de-açúcar, na região de Rio Claro (SP).

3.3 Material e Métodos

3.3.1 Localização das colônias e coleta de formas aladas de *Heterotermes tenuis*.

O experimento foi realizado na Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), pertencente à Usina São João, Araras (SP), em área de cana-de-açúcar (Figura 3.1) e as

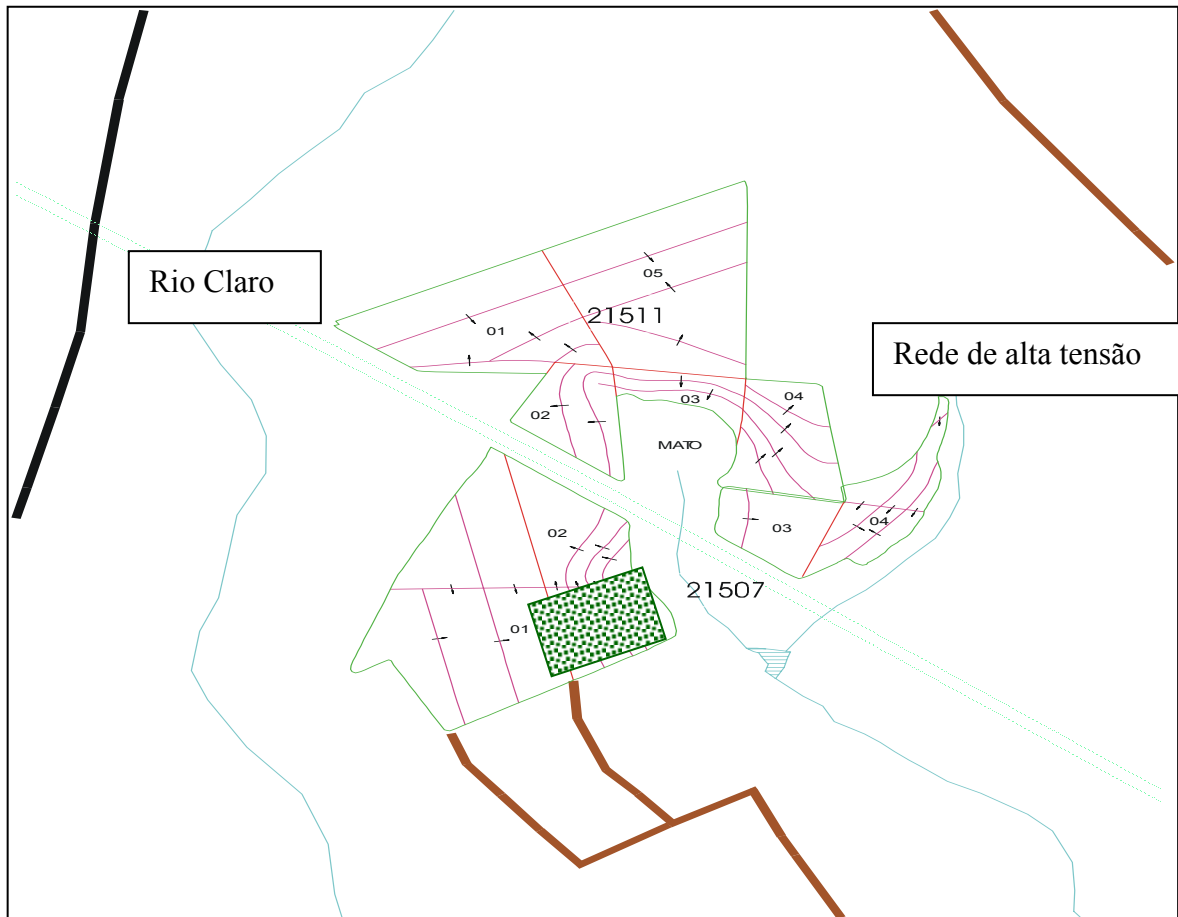
colônias foram formadas e mantidas no laboratório de Patologia de Insetos do CCA/ UFSCar, no período de setembro de 2002 (instalação das iscas) a janeiro de 2004 (última avaliação).

Na época da revoada de *H. tenuis*, que geralmente ocorre entre a primavera e início do verão, e em área já constatada anteriormente a presença de colônias de cupins, foram colocadas 400 iscas Termitrap[®] com espaçamento entre pontos e linhas de 5 m x 5 m abrangendo uma área de 10.000 m², para a localização das colônias e coleta de formas aladas (machos e fêmeas) (Figura 3.2). Estas iscas eram preparadas em laboratório utilizando-se tiras de papelão ondulado (72cm x 15 cm) enroladas em forma de “charuto”, com 15 cm de comprimento e levemente umedecidas por água, enterradas verticalmente próximas à linha de cana com a extremidade superior tangenciando a superfície do solo (Figura 3.3). As avaliações foram feitas aos 30/60/90 dias após a instalação, com a retirada das iscas (Figura 3.4).

Os estudos foram iniciados com indivíduos alados de *Heterotermes tenuis*, coletados em 02/12/2002. No laboratório, as 400 iscas foram desenroladas e abertas em bandeja plástica (47,0 x 29,5 x 10,5 cm) e, através de leves toques e com auxílio de um pincel fino nº 1, umedecido com água destilada, os casais foram retirados e selecionados ao acaso, totalizando 113 casais. O acondicionamento foi feito em frascos plásticos com tampa (7,0 cm de altura x 4,5 cm de diâmetro), contendo solo umedecido e alimento (papelão ondulado e pellets de bagaço desidratado de cana-de-açúcar) (Figura 3.5). Estes frascos foram acondicionados em sala com temperatura ambiente de 28°C ± 2°C, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas. Foram feitas seis avaliações (aos 29 dias; aos 53 dias; aos 127 dias; aos 210 dias; aos 295 dias e aos 387 dias) com aberturas sistemáticas das colônias. Após seis meses, as colônias foram transferidas para frascos maiores de 500 ml.

Para o estudo da biologia foram realizadas observações, com aberturas sistemáticas das colônias para a contagem dos casais vivos, número de ovos e castas (larvas,

ninfas, operários e soldados) e tempo médio de vida na fase jovem e adulta dos indivíduos (Figura 3.6). Os ovos foram medidos sob microscópio estereoscópico, através de ocular graduada Leitz Wetzlar (Aumento 12x / 386).



ZONA 21057			
Talhão	Área-ha	Varied.	Corte
01	49,42	SP81-3250	2°
02	26,08	SP81-3250	2°
03	10,81	SP81-3250	2°
04	12,09	SP81-3250	2°

Figura 3.1 Área de cana-de-açúcar da Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.



Figura 3.2 Casal de alados de *Heterotermes tenuis* (esquerda-♀, direita-♂), após a queda das asas e coletados por meio de isca Termitrap[®], em área de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002. (Aum.12x)



Figura 3.3 Isca de papelão ondulado Termitrap[®], utilizada na coleta de casais de *Heterotermes tenuis*, em áreas de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002.



Figura 3.4 Iscas de papelão ondulado TermiTrap[®], retiradas do campo para verificar a presença ou ausência de casais de *Heterotermes tenuis*, em áreas de cana-de-açúcar. Araras (SP), 2002.

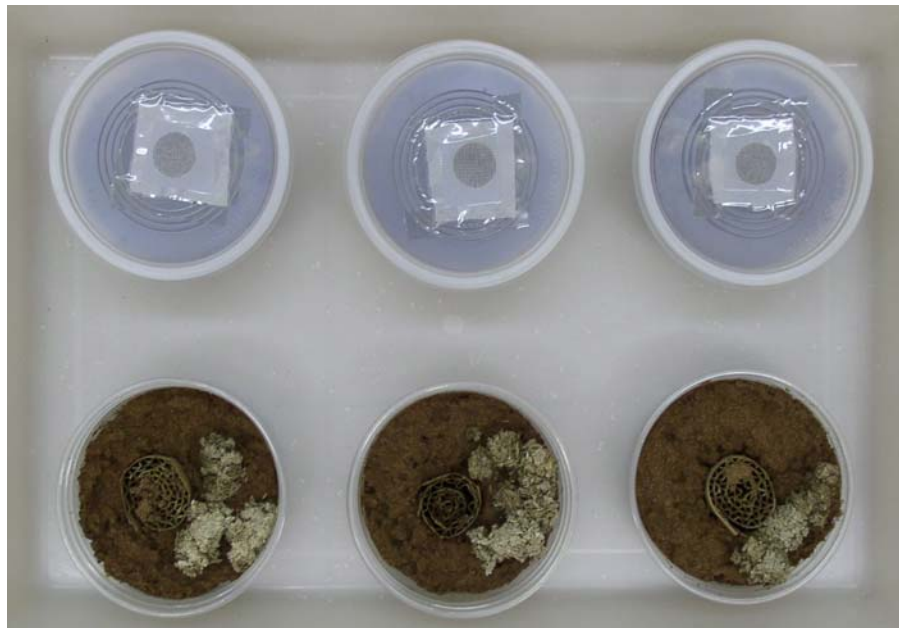


Figura 3.5 Frascos de desenvolvimento de colônias de *H. tenuis*, Araras (SP), 2002.

3.4 Resultados e discussão.

Os dados que referem-se à formação de colônias a partir de 113 casais de alados coletados em 02/12/02 encontram-se no apêndice, Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3

A 1ª avaliação das colônias (Tabela 3.1), aos 29 dias após a coleta mostrou que em 28 colônias havia presença de ovos e algumas larvas de operários (Figura 3.6). O número médio de ovos encontrados foi de 5,0 e o número médio de larvas foi de 3,3, totalizando em média 5,7 formas biológicas por colônia. Aos 53 dias após a coleta, na 2ª avaliação de colônias (Tabela 3.1), das 28 colônias só foram avaliadas 22 colônias (seis colônias foram avaliadas por um período de tempo maior). O número médio de ovos encontrado foi de 5,2 e o número médio de operários foi de 2,2, totalizando em média 6,6 formas biológicas por colônia. O número médio de formas biológicas, encontra-se na Tabela 3.4.



Figura 3.6 Ovos e larvas de operários de *H. tenuis*, obtidos em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Araras (SP), 2002. (Aum.12x)

Os ovos de *H. tenuis* foram medidos e suas dimensões foram de aproximadamente 0,68 mm de comprimento por 0,36 mm de largura (Figura 3.7). Estes dados de medidas de ovos se assemelham aos encontrados em área urbana por Costa-Leonardo (2002), que foram 0,67 mm de comprimento por 0,33 cm de largura.



Figura 3.7 Ovo de *H. tenuis*, obtido em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002. (Aum.12x)

Na 3^a avaliação das colônias (Tabela 3.2), aos 127 dias, observou-se a morte de quatro casais restando 18 colônias. Nestas, havia presença de ovos, operários (Figura 3.8), pré-soldado e soldados (Figura 3.9). O número médio de formas biológicas encontradas foi: 4,4 ovos; 3,9 operários; 1 pré-soldado e 1 soldado, totalizando em média 7,5 indivíduos por colônia. Aos 210 dias, foi realizada a 4^a avaliação nas colônias (Tabela 3.2), e o número médio de formas biológicas encontradas foi de: 2,2 ovos; 4,7 operários e 1 soldado, totalizando em média 6,4 indivíduos por colônia. O número médio de formas biológicas, encontra-se na Tabela 3.4.



Figura 3.8 Operários de *H. tenuis*, obtidos em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Araras (SP), 2002. (Aum.12x)



Figura 3.9 Pré-soldado e soldado de *H. tenuis*, obtidos em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Araras (SP), 2002. (Aum.12x)

Aos 295 dias após a coleta de casais, foi realizada a 5ª avaliação (Tabela 3.3), de 18 colônias (inclusive as seis colônias que ficaram por um tempo mais longo para serem avaliadas) restaram 17 colônias. Destas 17 colônias que permaneceram vivas, o número médio de formas biológicas foi de: 3,1 ovos; 5,2 operários; 1 pré-soldado e 1 soldado, totalizando em média 7,2 indivíduos por colônia. Na 6ª avaliação (Tabela 3.3) aos 387 dias após a coleta, de 17 colônias, sobreviveram apenas 11 colônias e o número médio de formas biológicas encontradas foi de: 3,6 ovos; 4,5 operários e 1 soldado, totalizando em média 7,3 indivíduos, por colônia. O número médio de formas biológicas, encontra-se na Tabela 3.4. Durante o período no qual foram feitas as avaliações (387 dias), não foi notada a presença de fisogastría nas rainhas, mas foi constatado que elas podem movimentar-se livremente pelas ondulações do papelão que constitui a isca, confirmando a observação feita por Nogueira (1995) que nos cupins inferiores, a fisogastría não é muito acentuada e as rainhas podem movimentar-se pelas galerias dos ninhos.

Tabela 3. 4 Médias de formas biológicas *H. tenuis* em desenvolvimento, observados em laboratório com avaliações aos 29, 53, 295 e 387 dias pós- coleta dos casais. Araras (SP), 2002.

Avaliações	Nº de Ovos	Nº de Operários	Pré-soldados	Soldados
1ª (29 dias)	5,07	3,33	-	-
2ª (53 dias)	5,23	2,25	-	-
3ª (127 dias)	4,38	3,88	1,00	1,00
4ª (210 dias)	2,18	4,66	-	1,00
5ª (295 dias)	3,10	5,25	1,00	1,00
6ª (387 dias)	3,66	4,54	-	1,00
Totais	23,62	23,91	2,00	4,00
Médias	3,93	3,98	0,33	0,66

O monitoramento das colônias de *Heterotermes tenuis* no laboratório mostrou que após a colocação do casal na isca de papelão eles penetram rapidamente para o interior da isca e ali permanecem, demorando de 4 a 5 dias para construir a câmara nupcial (Figura 3.10), e que durante o desenvolvimento da colônia os poucos ovos colocados são recolhidos e transportados pelos pequenos operários para locais geralmente próximos da célula real, confirmando observação feita por Campos & Macedo (1998).



Figura 3.10 Câmara nupcial de *H. tenuis*, obtida em laboratório, a partir de casal alado coletado em área de cana-de-açúcar. Rio Claro (SP), 2002. (Aum.12x)

A sequência das etapas do desenvolvimento de *H. tenuis* no laboratório, após o estabelecimento de casais de alados, encontram-se na Tabela 3.5, e mostra que o período de pré-oviposição, foi de 29 dias após a formação dos casais, assemelhando-se aos resultados obtidos por Campos & Macedo (1995 - não publicado), que foi de 30 dias. Como a 1ª avaliação só foi feita aos 29 dias, pode ser que este período de pré-oviposição seja menor,

como os encontrados por Campos & Macedo (1996/1998 - não publicado), que foi de 18 e 13 dias e por Costa-Leonardo (2002) que foi de 12 dias.

O número médio de ovos encontrados na primeira postura foi de cinco ovos por casal, sendo que rainha não coloca todos os ovos no mesmo dia. As primeiras larvas apareceram aos 29 dias após a formação do casal; os primeiros operários apareceram aos 53 dias e pré-soldados e soldados aos 127 dias.

Tabela 3. 5 Sequência de etapas do desenvolvimento de *H. tenuis* no laboratório, após o estabelecimento de casais de alados coletados em áreas de cana-de-açúcar por meio de iscas Termitrap[®]. Araras (SP), 2002.

ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO	DIAS APÓS A FORMAÇÃO DOS CASAIS
Aparecimento dos primeiros ovos *	29 dias
Aparecimento das primeiras larvas *	29 dias
Aparecimento dos primeiros operários	53 dias
Aparecimento dos primeiros soldados	127 dias

- a primeira revisão foi feita aos 29 dias, mas a semelhança entre o aparecimento dos primeiros ovos e larvas neste mesmo dia é explicada pelo fato dos casais terem sido coletados no campo e algumas fêmeas já estariam prestes a ovipositar.

Estes dados podem variar em função do período de avaliação das colônias. Mas, em 1995 em trabalho não publicado Campos & Macedo, obtiveram valores parecidos aos obtidos aqui, que foram: aparecimento dos primeiros ovos aos 30 dias; primeiros operários aos 47 dias e primeiros soldados aos 106 dias. Costa-Leonardo (2002), trabalhando com a espécie *H. tenuis*, proveniente de área urbana, obteve os primeiros ovos aos 12 dias; as primeiras larvas aos 40 dias; os primeiros operários aos 120 dias e o primeiro soldado aos 150 dias, diferindo dos resultados encontrados neste trabalho.

Comparando-se estes resultados com os obtidos por Costa-Leonardo (2002), verificou-se que estes foram menores do que os encontrados para *Nasutitermes corniger*, que após um mês, as colônias tinham ovos, cujo número variou de 11 a 39, com uma média de 23 ovos por colônia. A primeira larva apareceu entre 30 e 60 dias após a formação do casal. O primeiro operário pigmentado aos 80 dias, o primeiro pré-soldado aos 75 dias e o primeiro soldado aos 80 dias após a formação dos casais. Depois de três meses, o número de soldado variou de 2 a 5 nas diferentes colônias e o abdômen da rainha estava levemente dilatado. Quando se compara *Coptotermes havilandi* e *Heterotermes tenuis* com *Nasutitermes corniger*, é possível observar que este último coloca mais ovos e sua primeira larva, como operários e soldados aparecem mais cedo nas colônias e que as taxas de desenvolvimento de colônias incipientes são influenciadas pela temperatura, alimento, tamanho do ninho artificial, saúde dos reprodutores, além de outros fatores climáticos como aeração da sala, luminosidade e principalmente a umidade (Becker, 1969).

Os resultados encontrados neste trabalho mostram que é possível formar colônias em laboratório com formas aladas (casais) obtidas de revoadas, mas que é muito difícil mantê-las. Esta observação está de acordo com a de Adamson (1941), que as colônias podem ser iniciadas a partir de adultos alados (casais), o que demanda maior tempo para a sua formação. Uma das dificuldades encontradas é a grande mortalidade na fase de estabelecimento das colônias, que mostra que as condições oferecidas ao desenvolvimento não são adequadas à espécie, inclusive que a alimentação pode ser deficiente para estes cupins, confirmando a observação feita por Almeida (1994), que na falta de alimento a composição das castas pode ser alterada, como a diminuição do número de soldados e operários.

Fontes et al. (1999) observou que uma das características marcantes dos cupins subterrâneos é que parecem nunca estar satisfeitos com o alimento disponível, ainda que este

seja abundante. Dessa forma, o lento desenvolvimento de colônias de *H. tenuis* neste trabalho pode estar relacionado a algum dos fatores citados por Becker (1969).

3.5 Conclusões

É possível a formação de colônias de *H. tenuis* em condições de laboratório a partir de coleta de casais por meio de armadilha Termitrap[®].

3.6 Referências Bibliográficas

ADAMSON, A. M. Laboratory technique for the study of living termites. **Ecology**, v. 22, n. 4, p. 411-414, 1941.

ALMEIDA, J. E. M. **Avaliação de fungos entomopatogênicos visando o controle de cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (H.,1858) (Isoptera: Rhinotermitidae). 105 f.** Dissertação (Mestrado em Ciências)- Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1994.

ALMEIDA, J. E. M. **Controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) com isca associada a inseticidas e/ou *Beauveria bassiana* em cana-de-açúcar.** 131f. Tese (Doutorado em Ciências)-Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1998.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Mortalidade de *Heterotermes tenuis* (Hagen) atraídos por armadilhas com *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e imidacloprid. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 3, p. 507-512, 1996.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Seleção de armadilhas para *Heterotermes tenuis* em condições de laboratório e campo. **Anais da Sociedade Entomológica Brasil**, v. 24, n. 3, p. 619-624, 1995.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; MOINO JR., A.; LOPES, R. B. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas Termitrap[®] impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Balls) Vuill. **Anais da Sociedade Entomológica Brasil**, v. 24, n. 4, p. 639-644, 1998.

ALVES, S.B.; ALMEIDA, J.E.M.; MOINO JR., A.; STIMAC, J.L.; PEREIRA, R.M. Uso de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* no controle de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1932) em pastagens. **Ecosistema**, v. 20, p. 50-57, 1995.

BECKER, G. Rearing of termites and testing methods used in the laboratory. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F. **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969, v. 1. cap. 11, p. 351-385.

BERTI FILHO, E., 1993 **Manual de Pragas em Florestas. Cupins ou Térmitas**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, v. 3, 56 pp.

CAMPOS, M. B. S.; MACEDO, N. Formação de colônias e longevidade de operários de *Heterotermes tenuis* (H. 1858). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17, Rio de Janeiro, 1998. **Resumos**. Rio de Janeiro: SEB, 1998a. p. 653.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins- Praga**: morfologia, biologia e controle. Rio Claro: (s.n) , 2002. 128 p

FONTES, L. R.; ARAUJO, R. L. Os cupins. In: MARICONI, F. A. M. (Coord.) **Insetos e Outros Invasores de Residências**. Piracicaba: Fealq, 1999. p. 35-90.

GRASSÉ, P. P. **Termitologia**. Paris. Masson, 1982. v. 1, 676 p.

GUAGLIUMI, P. Las plagas de la cana de azúcar en Venezuela., **Monogr. Fondo Nac. Invest. Agropec.** v. 1, p. 405-409, 1962

HARRIS, W. V. Termite as pests of sugar cane. In: WILLIAMS, J. R.; METCALFE, J. R. ; MUNGOMERY, R. W.; MATHES, R. **Pest of sugar cane**, Amsterdan: Elsevier, 1984. p. 225-235, 1984.

JONES, S. C.; TROSSET, M. W.; NUTTING. W. L. Biotic and abiotic influences on foraging of *Heterotermes aureus* (Snyder) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 16, n. 3, p. 791-795, 1987.

La FAGE, J. P.; NUTTING, W. L.; HAVERTY, M. I. Desert subterranean termite: a method for studing foraging behavior. **Environmental Entomology**, v. 2, p. 954-956, 1973.

La FAGE, J. P.; SU. N. Y. JONES, J.; ESENTHER, G. R. A rapid method for collecting large numbers of subterranean termites from wood . **Sociobiology**, n. 7, p. 305-309. 1983.

MOINO JR. A. **Fatores que afetam a eficiência de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 134 p. Tese (Doutorado em Ciências), Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1998.

NOGUEIRA, S. B. **Os cupins**. Viçosa: UFV, 1995, 27 p.

NOVARETTI, W. R.; CARDERÁN, J.; TOTINO, L. C.; et al. Experimentos de controle de cupins em cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Coopersucar**, Piracicaba-SP n. 42, p. 12-24, 1988.

NUTTING, W. L. & JONES, S. C. Methods for studying the ecology of subterranean termites, **Sociobiology**, v. 17, n. 1, p. 167-189, 1990.

PIZANO, M. A.; FONTES, L. R. O. Ocorrência de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *Heterotermes longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera: Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. **Brasil Açucareiro**, Piracicaba-SP., v. 104, n. 3/4, p. 29, 1986.

ROSALES, E. A. C. **Efeito de derivados de meliáceas e isolados de fungos entomopatogênicos sobre o cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 133 f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001. ESALQ/ USP.

SU, N. Y.; BAN, P. M.; SCHEFFRAHN, R. H. Foraging populations and territories of the eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in Southeastern Florida. **Environmental Entomology**, v. 22, n. 5, p.1113-1117, 1993.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. A method to access, trap, and monitor field population of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in the urban environment. **Sociobiology**, v. 12, n. 2, p. 299 - 304, 1986.

3.7 Apêndices

Tabela 3.1 Casais de *H. tenuis* em desenvolvimento, com presença de formas biológicas, avaliadas aos 29 e 53 dias pós-coleta dos casais. Araras (SP), 2002.

FORMAS BIOLÓGICAS POR CASAL											
1ª Avaliação (30/12/02) (29 dias pós-coleta)						2ª Avaliação (24/01/03) (53 dias pós-coleta)					
Casal	Nº de Ovos	Nº de Operários	Pré-soldados	Soldados	TOTAL	Casal	Nº de Ovos	Nº de Operários	Pré-soldados	Soldados	TOTAL
1	04	-	-	-	04	1	06	-	-	-	06
2	06	-	-	-	06	2	s/mexer	-	-	-	-
3	04	-	-	-	04	3	04	-	-	-	04
4	05	-	-	-	05	4	09	-	-	-	-
5	08	-	-	-	08	5	05	-	-	-	-
6	04	01	-	-	05	6	03	01	-	-	04
7	05	-	-	-	05	7	04	-	-	-	04
8	08	-	-	-	08	8	06	-	-	-	06
9	05	-	-	-	05	9	01	-	-	-	01
10	05	03	-	-	08	10	05	03	-	-	08
11	05	-	-	-	05	11	03	02	-	-	05
12	05	06	-	-	11	12	s/mexer	-	-	-	-
13	08	04	-	-	12	13	s/mexer	-	-	-	-
14	07	-	-	-	07	14	-	01	-	-	01
15	05	-	-	-	05	15	-	-	-	-	-
16	05	-	-	-	05	16	s/mexer	-	-	-	-
17	05	-	-	-	05	17	-	-	-	-	-
18	02	-	-	-	02	18	01	01	-	-	02
19	05	-	-	-	05	19	04	01	-	-	05
20	08	-	-	-	08	20	s/mexer	-	-	-	-
21	03	-	-	-	03	21	05	-	-	-	05
22	03	-	-	-	03	22	03	-	-	-	03
23	06	04	-	-	10	23	-	-	-	-	-
24	05	-	-	-	05	24	03	02	-	-	05
25	07	-	-	-	07	25	s/mexer	-	-	-	-
26	02	-	-	-	02	26	02	-	-	-	02
27	04	-	-	-	04	27	-	-	-	-	-
28	03	02	-	-	05	28	02	03	-	-	05
Média	5,07	3,33	-	-	5,78	Média	5,23	2,25	-	-	6,68

s/mexer- avaliações foram feitas após um período maior

Tabela 3. 2 Casais de *H. tenuis* em desenvolvimento, com presença de formas biológicas, com avaliações aos 127 dias e 210 dias pós-coleta dos casais. Araras (SP), 2002.

FORMAS BIOLÓGICAS POR CASAL.											
3ª Avaliação (08/04/03) (127 dias pós-coleta)						4ª Avaliação (15/07/03) (210 dias pós-coleta)					
Casal	Nº de Ovos	Nº de Operários	Pré-soldados	Soldados	TOTAL	Casal	Nº de Ovos	Nº de Operários	Pré-soldados	Soldados	TOTAL
1	03	05	-	-	08	1	02	04	-	-	06
2	s/mexer	-	-	-	-	2	s/mexer	-	-	-	-
3	06	04	-	-	10	3	02	03	-	-	05
4	02	08	-	01	11	4	04	05	-	01	10
5	-	05	-	-	05	5	-	05	-	-	05
6	05	03	-	01	09	6	03	08	-	01	12
7	-	04	-	-	04	7	-	04	-	-	04
8	03	06	-	-	09	8	02	06	-	-	08
9	*	*	*	*	*	9	*	*	*	*	*
10	-	05	-	01	06	10	01	04	-	01	06
11	05	02	-	01	08	11	-	05	-	01	06
12	s/mexer	-	-	-	-	12	s/mexer	-	-	-	-
13	s/mexer	-	-	-	-	13	s/mexer	-	-	-	-
14	*	*	*	*	*	14	*	*	*	*	*
15	05	02	-	-	07	15	02	05	-	-	07
16	s/mexer	-	-	-	-	16	s/mexer	-	-	-	-
17	04	01	-	-	05	17	-	03	-	-	03
18	07	02	-	-	09	18	03	05	-	-	08
19	-	06	-	01	07	19	-	04	-	01	05
20	s/mexer	-	-	-	-	20	s/mexer	-	-	-	-
21	03	04	01	-	08	21	-	05	-	01	06
22	05	03	-	-	08	22	02	06	-	-	08
23	*	*	*	*	*	23	*	*	*	*	*
24	04	04	-	01	09	24	02	05	-	01	08
25	s/mexer	-	-	-	-	25	s/mexer	-	-	-	-
26	05	02	-	-	07	26	-	04	-	-	04
27	-	04	-	01	05	27	01	03	-	01	05
28	*	*	*	*	*	28	*	*	*	*	*
Média	4,38	3,88	1,00	1,00	7,50	Média	2,18	4,66	-	1,00	6,44

s/mexer- avaliações foram feitas após um período maior

* morte do casal

Tabela 3.3 Casais de *H. tenuis* em desenvolvimento, com presença de formas biológicas, com avaliações aos 295 dias e 387 dias pós-coleta dos casais. Araras (SP), 2002.

FORMAS BIOLÓGICAS POR CASAL.											
5ª Avaliação (08/10/03) (295 dias pós-coleta)						6ª Avaliação (10/01/04) (387 dias pós-coleta)					
Casal	Nº de Ovos	Nº de Operários	Pré-soldados	Soldados	TOTAL	Casal	Nº de Ovos	Nº de Operários	Pré-soldados	Soldados	TOTAL
1	01	03	-	-	04	1	-	-	-	-	-
2	03	08	-	01	12	2	Só casal	-	-	-	-
3	03	-	-	-	03	3	-	05	-	01	06
4	*	*	*	*	*	4	*	*	*	*	*
5	-	07	-	01	08	5	-	04	-	-	04
6	05	07	-	01	13	6	03	05	-	01	09
7	-	04	-	-	04	7	-	-	-	-	-
8	-	07	-	01	08	8	03	05	-	01	09
9	*	*	*	*	*	9	*	*	*	*	*
10	02	04	-	01	07	10	05	04	-	01	10
11	02	04	-	01	07	11	-	-	-	-	-
12	08	05	-	01	14	12	04	04	-	01	09
13	Só casal	-	-	-	-	13	Só casal	-	-	-	-
14	*	*	*	*	*	14	*	*	*	*	*
15	*	*	*	*	*	15	*	*	*	*	*
16	Só casal	-	-	-	-	16	Só casal	-	-	-	-
17	-	03	-	-	03	17	-	03	-	-	03
18	01	06	01	-	08	18	-	05	-	01	06
19	-	04	01	-	05	19	-	04	-	01	05
20	-	07	-	01	08	20	-	-	-	-	-
21	*	*	*	*	*	21	*	*	*	*	*
22	*	*	*	*	*	22	*	*	*	*	*
23	*	*	*	*	*	23	*	*	*	*	*
24	03	06	-	01	10	24	04	09	-	01	14
25	03	05	-	01	09	25	-	-	-	-	-
26	*	*	*	*	*	26	*	*	*	*	*
27	-	04	-	01	05	27	03	02	-	01	06
28	*	*	*	*	*	28	*	*	*	*	*
Média	3,10	5,25	1,00	1,00	7,25	Média	3,66	4,54	-	1,00	7,36

s/mexer- avaliações foram feitas após um período maior

* morte do casal

4. CAPÍTULO II

Flutuação de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) por meio de iscas Termitrap[®], em área de cana-de-açúcar.

Flutuação de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) por meio de iscas Termitrap[®], em área de cana-de-açúcar.

4.1 Resumo

Estudou-se a flutuação de *Heterotermes tenuis* (Hagen) em área de cana-de-açúcar durante o período de abril/1999 a dezembro/2003 usando a isca Termitrap[®] como meio de coleta. As iscas foram enterradas verticalmente no solo a uma profundidade de 20 cm próximas à linha de cana, com a extremidade superior tangenciando a superfície do solo, em três locais com nove pontos amostrais/local. Nas avaliações realizadas mensalmente, as iscas eram retiradas e substituídas por novas, e aquelas iscas com presença de cupins eram conduzidas ao laboratório para a contagem dos indivíduos. As populações de cupins foram correlacionadas com precipitações pluviométricas e temperatura ambiente mensais da região no período estudado e analisado graficamente. Pelos resultados obtidos verificou-se que houve diferenças significativas na atividade de forrageamento e que estas diferenças, além de estarem correlacionadas à precipitação e variação de temperatura, se mostram influenciadas pelo ciclo de desenvolvimento e crescimento da colônia. O pico de atividade de forrageamento dá-se nos meses de outono e as práticas de renovação do canavial (aração, gradagem e sulcação) reduzem drasticamente a atividade de forrageamento no ano subsequente às operações.

Palavras-chave: Insecta, cupins, armadilha, flutuação, cana-de-açúcar.

Fluctuation of the *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) by means of baits Termitrap[®], in sugarcane area.

Abstract

Fluctuation of *H. tenuis* in sugarcane area during the period of 1999, April to 2003, December, using Termitrap[®] bait to collect was studied. The baits were buried vertically into the soil, 20 cm depth, close to the sugarcane row with the upper tip touching the soil surface, at three places. In each place there were nine collecting points. In monthly evaluations, the baits were removed and a new one was replaced. Baits with termites present were carried to the laboratory for individual counting. The populations of termites were correlated with monthly rain precipitation and environmental temperature in the studied period, and analyzed by graphic. It was observed that there were significant variances in the foraging activity according to rain precipitation and environmental temperature variations and it was affected, as well, by development cycle and growth of the colony. The maximum foraging activity occurs in the autumn and the agricultural practices as plowing and furrowing for new planting promote a drastic foraging activity reduction in the subsequent year.

Keywords: Insecta, termites, bait, fluctuation, sugarcane

4.2 Introdução

Para o desenvolvimento de uma estratégia de controle de cupins subterrâneos é importante estudar além da biologia, a atividade de forrageamento nas diferentes estações do ano. Esse processo envolve grande quantidade de cupins na busca e coleta de alimento, principalmente plantas vivas, como é o caso da cana-de-açúcar.

Nesta cultura, a espécie *Heterotermes tenuis* é considerada uma importante praga pela frequência e distribuição (Arrigoni et al., 1989). Sua ocorrência foi constatada no Brasil por Pizano & Fontes (1986) e encontram-se disseminados nos Estados do Pará, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo (Berti Filho, 1993).

Segundo Macedo et al. (1995), os prejuízos causados por esta espécie são decorrentes da destruição dos toletes recém plantados como semente logo após o plantio, dos danos causados às gemas, redução dos tecidos de reserva dos toletes e ataque às raízes primárias emitidas na região do nó, ocasionando falhas na brotação. Tanto a cana-planta como a cana-soca são afetadas, sendo que nesta última os prejuízos são ainda maiores pela perda de peso e acentuada redução de perfilhos, ocasionando falhas no stand da lavoura.

Estes prejuízos podem levar a perdas médias na produção estimada em 10 toneladas de cana por hectare, a cada colheita (Novaretti, 1985).

Em função do hábito de construírem ninhos subterrâneos com suas galerias difusas geralmente, são mais difíceis de serem coletados e estudados. Eles possuem um comportamento de forrageamento que os leva a deixarem o ninho e a se orientarem em busca de alimento. Quando encontram alimento eles voltam ao ninho e levam os demais indivíduos para a fonte de alimento (Traniello & Busher, 1985). Este comportamento, segundo Buillon (1970), Jones et al. (1987) e Costa-Leonardo (1997), é influenciado por fatores endógenos (associados com a colônia e envolvem o ciclo de produção de alados, a construção do ninho, o tamanho e idade da colônia e a proporção de castas) e por fatores exógenos (associados a fatores ambientais como presença de fonte alimentar, predadores, temperatura, umidade e tipo de solo) (Camargo-Dietrich, 2000).

Fatores climáticos importantes como umidade e temperatura podem influenciar a atividade de forrageamento e distribuição das espécies de cupins (Willians, 1934; Collins, 1971; Wood, 1977). Ahamad et al. (1982), estudando os cupins da espécie *Heterotermes indicola*, verificaram que a umidade relativa exerce grande influência sobre os cupins, demonstrando que nos meses onde a temperatura é mais elevada, com média de precipitação maior, a atividade tornou-se elevada.

Vários pesquisadores observaram variações sazonais na atividade de forrageamento em algumas espécies de cupins (La Fage et al., 1976; Jones et al., 1987; Nutting & Jones, 1990; Haagsma & Rust, 1995; Camargo-Dietrich, 2000).

Jones et al. (1987) descreveram que a atividade de forrageamento de *Heterotermes aureus* em zonas temperadas geralmente é influenciada pela temperatura e umidade, sendo cíclica e tendendo a aumentar durante as estações quentes e chuvosas, diminuindo e cessando durante as estações secas e frias. Esse comportamento também foi observado por Almeida (1998), que estudou a flutuação populacional de *H. tenuis* em cana-de-açúcar por meio de armadilhas de papelão ondulado (Termitrap[®]), e verificou um aumento

populacional nos meses de Set /Out /92 e atribuiu este aumento à alta precipitação pluviométrica ocorrida nestes meses.

Campos (1997), estudando a atratividade de iscas a *H. tenuis* durante as estações do ano, em cana-de-açúcar na região de Rio Claro, verificaram que a atividade de forrageamento ocorreu durante o ano todo, com maior intensidade no outono, período em que a precipitação é baixa, mas o solo mantém-se úmido, devido às altas precipitações ocorridas no final do verão, favorecendo com isso, o aumento da população de cupins nesta estação.

Atualmente a armadilha considerada eficaz, que tem sido utilizada em estudos de bioecologia, é a isca artificial de papelão ondulado registrada como Termitrap[®] desenvolvida por Almeida & Alves (1995).

O objetivo deste trabalho foi estudar a flutuação do cupim *Heterotermes tenuis*, por meio de armadilha de coleta Termitrap[®] em área de cana-de-açúcar, na região de Rio Claro (SP), correlacionando com fatores climáticos (precipitação e temperatura ambiente), durante um período que incluiu as operações de reforma da lavoura.

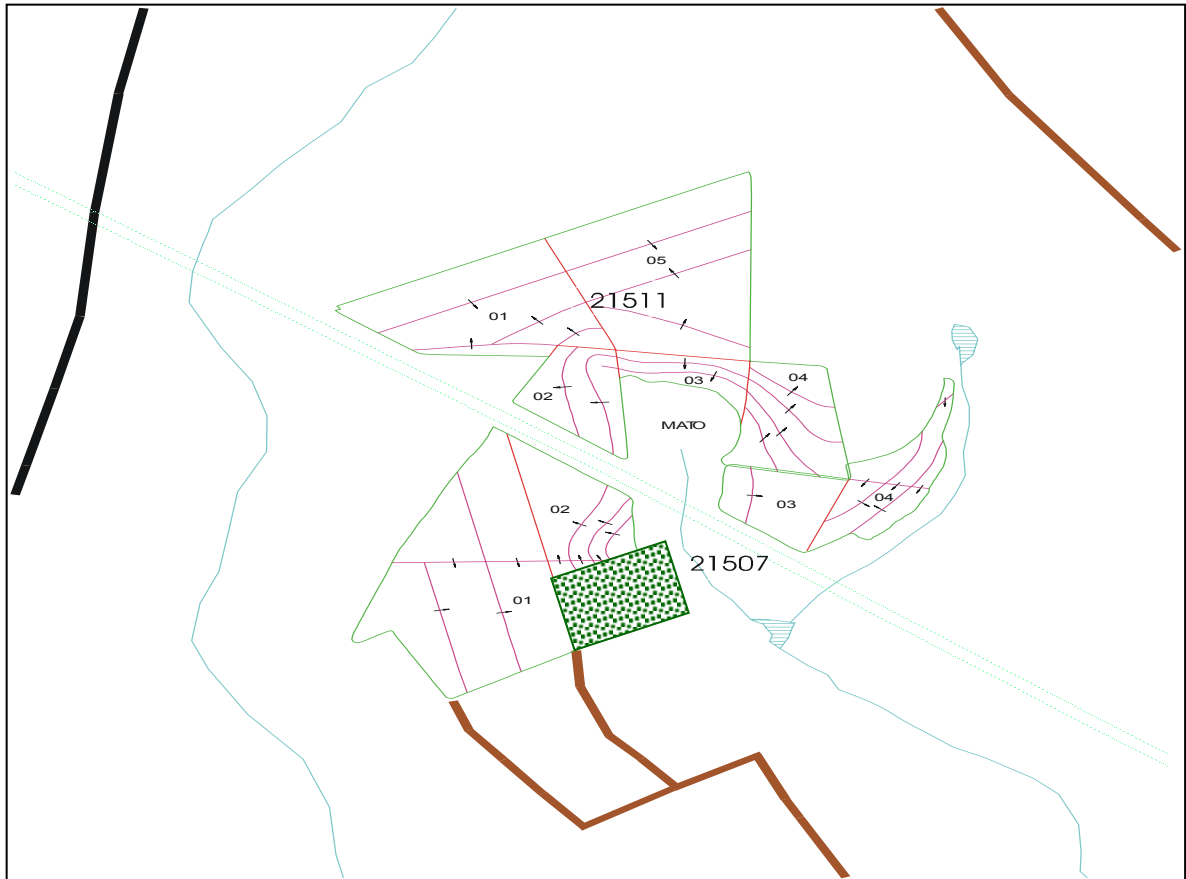
4.3 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo, em áreas de cana-de-açúcar, da Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), pertencente à Usina São João, Araras (SP), e no laboratório de Patologia de Insetos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, Araras (SP) por 45 meses, no período de abril de 1999 a dezembro de 2002. Quando se iniciaram as coletas o canavial era de 5^o corte; em 2001 houve uma reforma do canavial, envolvendo destruição mecânica da soqueira, sulcação e plantio, sem uso de cupinicida (Figura 4.1).

Para o monitoramento da atividade de forrageamento de *H. tenuis* foram utilizadas iscas de papelão ondulado Termitrap[®] (Figura 4.2). No laboratório, estas iscas foram preparadas utilizando-se tiras de papelão ondulado (72 cm x 15 cm) enroladas e presas por elástico na forma de “charuto”. As iscas eram levemente umedecidas antes de serem distribuídas no campo, área de 26,08 ha, plantada com a variedade SP 80 - 6043, 5º corte, com comprovada ocorrência de cupins subterrâneos *Heterotermes tenuis*. Foram distribuídas 27 iscas de papelão ondulado (Termitrap[®]), em três locais, com nove pontos amostrais/local (Figura 4.3). Cada local foi constituído de três linhas com espaçamento entre elas de 1,30 m e espaçamento entre os pontos de 1,50 m (Figura 4.4). As iscas eram enterradas verticalmente à uma profundidade de 15 cm próximas à linha de cana, com a extremidade superior tangenciando a superfície do solo (Figura 4.5).

As avaliações foram realizadas mensalmente com a retirada das iscas e substituição por novas. As iscas com presença de cupins eram conduzidas ao laboratório para a contagem dos indivíduos.

Os dados foram analisados, correlacionando o número de cupins coletados com precipitação pluvial e temperatura ambiente, cujos dados foram obtidos no posto meteorológico Brastemp do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Unesp de Rio Claro-SP. Os parâmetros utilizados foram às médias mensais pluviométricas em milímetro de chuva no período de abril de 1999 a dezembro de 2002.



ZONA 21057			
Talhão	Área-ha	Varied.	Corte
01	49,42	SP81-3250	2°
02	26,08	SP81-3250	2°
03	10,81	SP81-3250	2°
04	12,09	SP81-3250	2°

Figura 4.1 Área de cana-de-açúcar da Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.



Figura 4.2 Isca de papelão ondulado Termitrap[®], utilizada na coleta do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis*, em áreas de cana-de-açúcar.

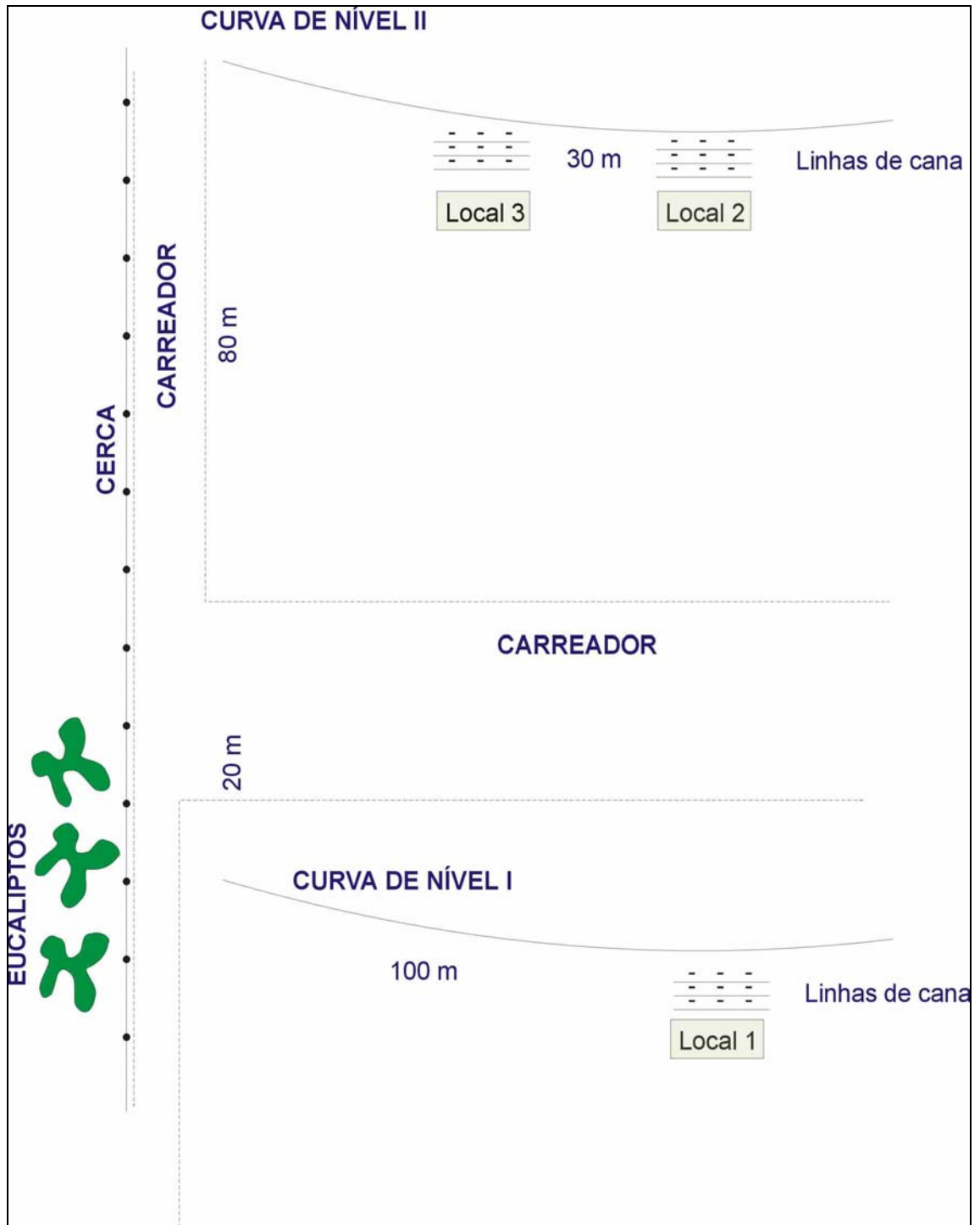
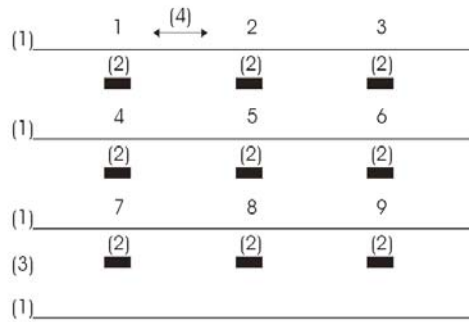
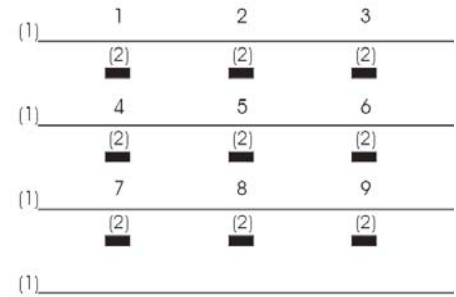


Figura 4.3 Esquema da localização dos focos de *Heterotermes tenuis* no campo, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.

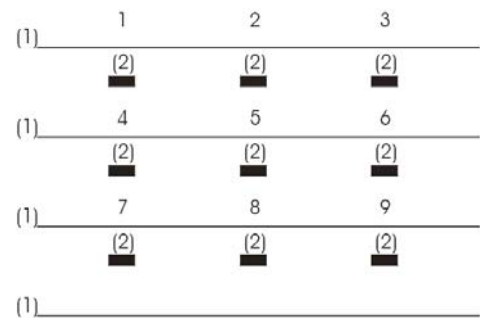
Local 1



Local 2



Local 3

**LEGENDA**

- 1 - Linha de Cana
- 2 - Pontos com iscas
- 3 - Espaçamento entre as linhas - 1,30 m
- 4 - Espaçamento entre os pontos - 1,50 m

Figura 4.4 Esquema da localização dos pontos no campo para implantação das iscas, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.

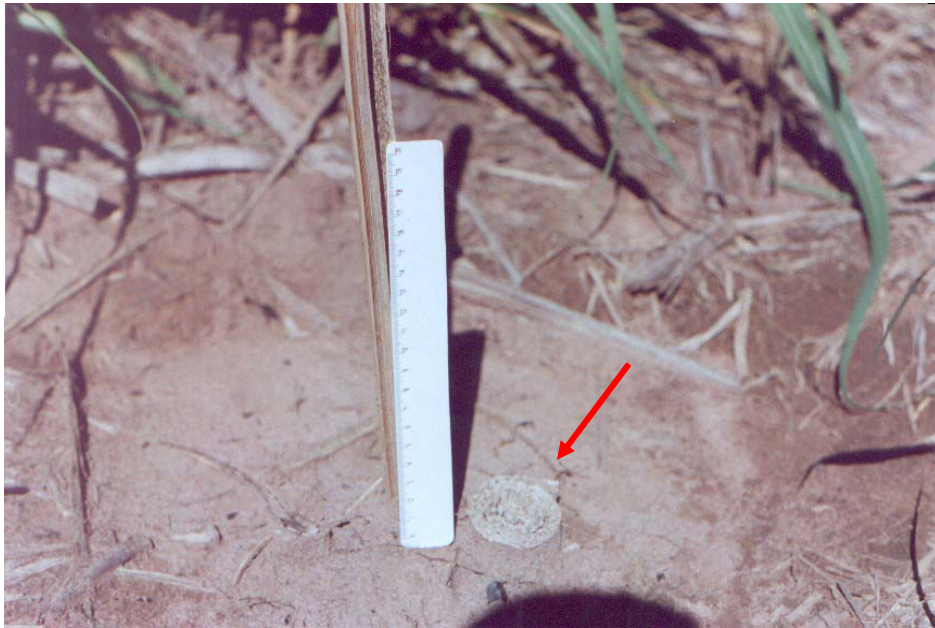


Figura 4.5 Iscas TermiTrap[®] enterradas no solo próximas à linha de cana, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.

4.4 Resultados e discussão

A flutuação de *Heterotermes tenuis* foi medida por meio dos dados médios mensais de populações coletadas e das médias mensais de precipitações pluviométricas e temperatura ambiente, nos três locais estudados (Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3).

Tabela 4.1 Médias de precipitação pluviométrica (posto Brastemp) e população mensal de *Heterotermes tenuis*, coletados no período de abril / 1999 a dezembro/ 2002. Rio Claro (SP).

MESES	PRECIPITAÇÃO (mm)					POPULAÇÃO MÉDIA (número de cupins)				
	1999	2000	2001	2002	MÉDIA	1999	2000	2001	2002	MÉDIA
JAN.	528.7	348.5	121.5	309.5	327.0	-	2572	1486	2788	2282
FEV.	398.6	254.2	260.2	307.0	305.0	-	1860	937	2749	1849
MAR.	146.9	237.5	110.3	143.0	159.4	-	3401	1881	4082	3121
ABR.	52.5	2.0	30.1	0.0	42.3	5843	9203	1215	4851	5278
MAI.	38.0	0.0	51.0	75.0	54.6	11420	10805	7484	8493	9550
JUN.	87.0	0.0	11.5	0.0	49.2	12420	6822	12202	7769	9803
JUL.	0.0	78.0	3.0	8.5	29.8	9606	-	8967	5929	8167
AGO.	0.0	55.0	49.0	117.8	73.9	-	-	-	-	-
SET.	68.0	127.2	65.0	65.0	81.3	8192	4017	-	4257	5488
OUT.	52.0	60.0	183.5	45.0	85.1	6809	5274	3541	4615	5059
NOV.	43.0	272.0	72.8	313.5	175.3	6870	5672	1017	4933	4.623
DEZ.	135.6	213.0	280.0	261.0	222.4	8129	431	3699	4420	4169
TOTAL	1.550.3	1.647.4	1.237.9	1.645.3		69289	50057	42429	54886	

Fonte: ATLAS CLIMÁTICO DE RIO CLARO-SP. (1999/2002)
Posto de coleta: BRASTEMP-RIO CLARO-SP.

Tabela 4.2 Médias de temperatura ambiente (posto Brastemp) e população mensal de *Heterotermes tenuis*, coletados no período de abril / 1999 a dezembro/ 2002. Rio Claro (SP).

MESES	TEMPERATURA (°C)					POPULAÇÃO MÉDIA (número de cupins)				
	1999	2000	2001	2002	MÉDIA	1999	2000	2001	2002	MÉDIA
JAN.	22.2	25.5	25.0	23.4	23.9	-	2572	1486	2788	2282
FEV.	23.5	25.2	25.6	22.2	24.1	-	1860	937	2749	1849
MAR.	24.5	25.2	25.2	25.2	25.0	-	3401	1881	4082	3121
ABR.	21.3	24.5	23.3	24.3	23.3	5843	9203	1215	4851	5278
MAI.	18.3	19.7	19.7	20.0	19.4	11420	10805	7484	8493	9550
JUN.	17.3	20.5	19.0	19.7	19.1	12420	6822	12202	7769	9803
JUL.	19.4	18.9	18.3	17.4	18.5	9606	-	8967	5929	8167
AGO.	19.6	20.3	20.0	21.4	20.3	-	-	-	-	-
SET.	21.9	21.2	21.3	20.3	21.1	8192	4017	-	4257	5488
OUT.	22.4	24.3	22.6	26.2	23.8	6809	5274	3541	4615	5059
NOV.	23.2	22.0	24.4	23.9	23.3	6870	5672	1017	4933	4.623
DEZ.	25.3	22.9	23.4	24.8	24.1	8129	431	3699	4420	4169
TOTAL	258.9	270.2	267.8	268.8		69289	50057	42429	54886	

Fonte: ATLAS CLIMÁTICO DE RIO CLARO-SP. (1999/2002)

Posto de coleta: BRASTEMP-RIO CLARO-SP.

Tabela 4.3 Médias de precipitação pluviométrica, temperatura ambiente (posto Brastemp) e população mensal de *Heterotermes tenuis*, coletados no período de abril / 1999 a dezembro/ 2002. Rio Claro (SP).

MESES	PRECIPITAÇÃO (1999/2002) (mm)	TEMPERATURA (1999/2002) (°C)	POPULAÇÃO (1999/2002)
	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
Janeiro	327.0	23.9	2282
Fevereiro	305.0	24.1	1849
Março	159.4	25.0	3121
Abril	42.3	23.3	5278
Mai	54.6	19.4	9550
Junho	49.2	19.1	9803
Julho	29.8	18.5	8167
Agosto	73.9	20.3	-
Setembro	81.3	21.1	5488
Outubro	85.1	23.8	5059
Novembro	175.3	23.3	4623
Dezembro	222.4	24.1	4169

Fonte: ATLAS CLIMÁTICO DE RIO CLARO-SP. (1999/2002)

Posto de coleta: BRASTEMP-RIO CLARO-SP.

A análise gráfica, correlacionando os parâmetros população, precipitação pluviométrica e temperatura ambiente, encontra-se nas Figuras 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10.

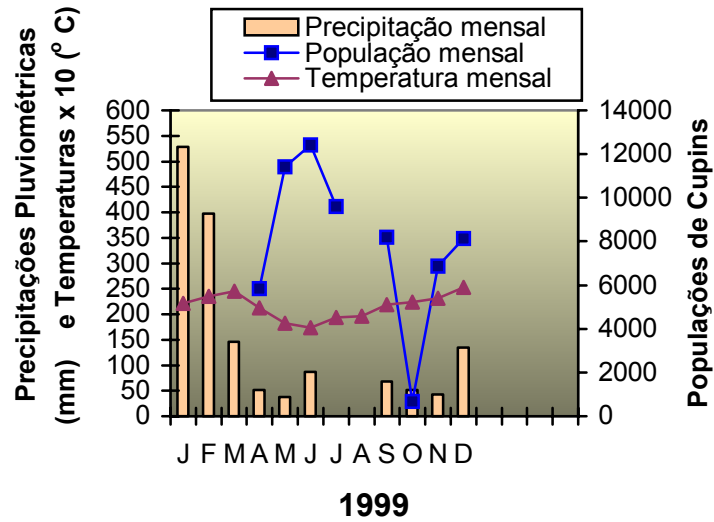


Figura 4.6 Dados mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperaturas x 10 (°C), ocorridas no ano de 1999. Rio Claro-SP.

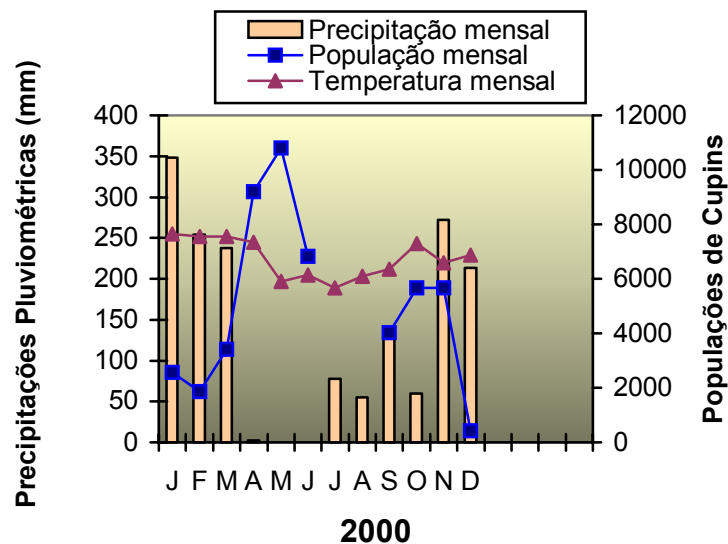


Figura 4.7 Dados mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperaturas x 10 (°C), ocorridas no ano de 2000. Rio Claro-SP.

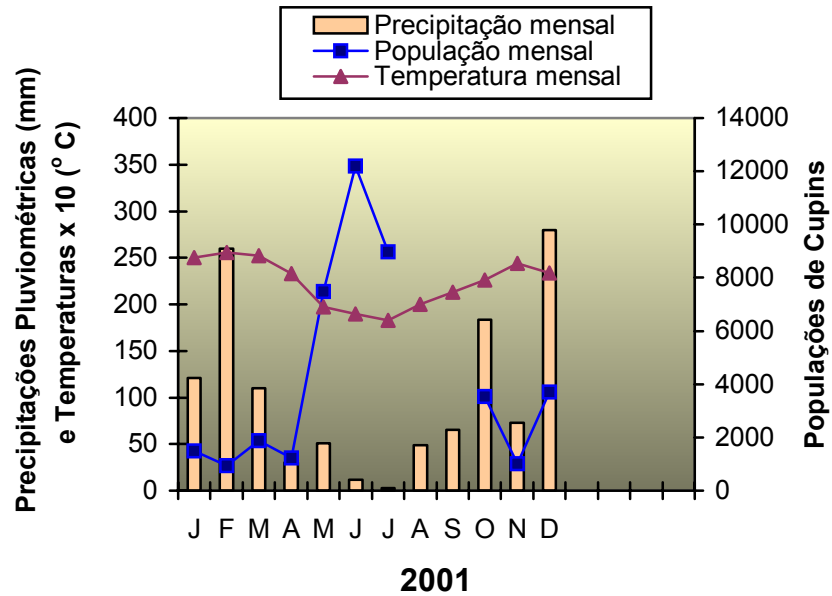


Figura 4.8 Dados mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperaturas x 10 (°C), ocorridas no ano de 2001. Rio Claro-SP.

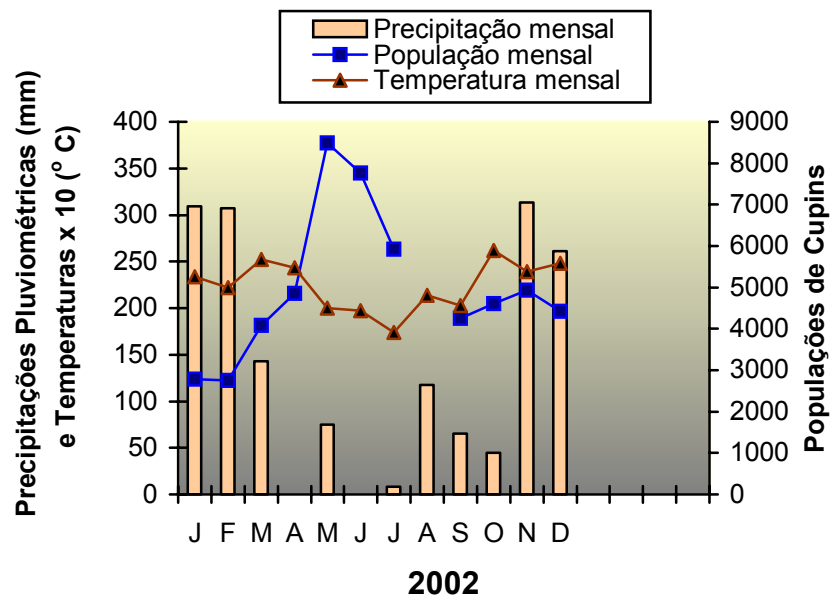


Figura 4.9 Dados mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperaturas x10 (°C), ocorridas no ano de 2002. Rio Claro-SP.

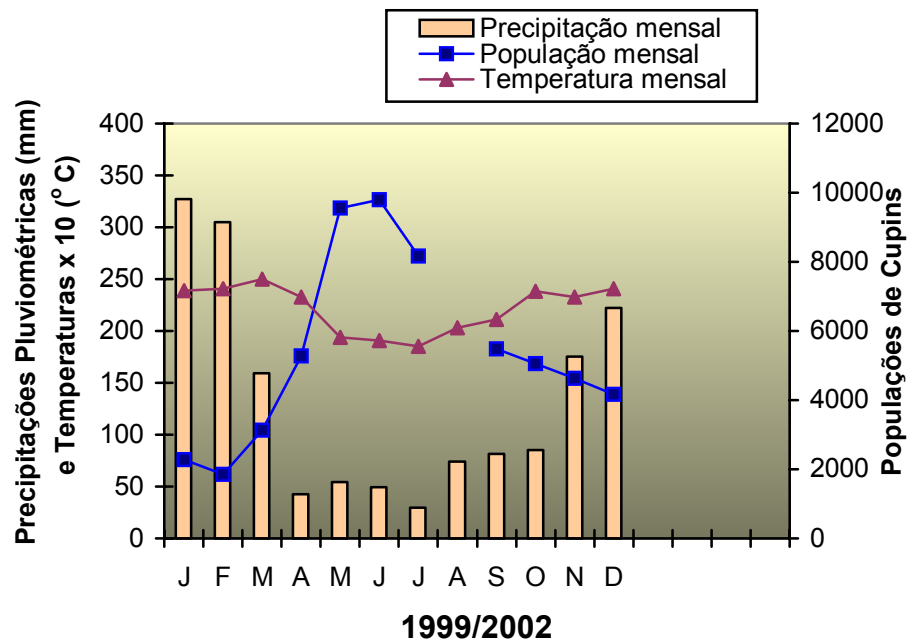


Figura 4.10 Médias mensais de populações de cupins, precipitações pluviométricas (mm) e temperatura x 10 (°C) ocorridas nos anos de 1999/2002, Rio Claro-SP.

As menores populações coletadas ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro (pleno verão) seguidas de aumento de indivíduos coletados e, de forma acentuada a partir de março (início do outono), para atingir pico em maio e junho (final do outono), em contraste com o que ocorre com a precipitação e temperatura, que são declinantes no período. No 2º semestre, a partir de setembro, deu-se o inverso: enquanto há um aumento da precipitação e temperatura, o número de insetos tende a cair, atingindo as menores populações nos meses de janeiro a fevereiro. No mês de agosto não foram feitas as coletas, por dificuldades de acesso ao interior do canavial, época em que ocorre o tombamento do mesmo, prestes a ser colhido. No ano de 2001 houve operação de renovação da lavoura.

A flutuação populacional nas colônias de cupins depende das condições meteorológicas e das mudanças antrópicas (ação humana no agroecossistema em estudo). No

caso específico da área estudada, cana-de-açúcar, a dinâmica da população refletida na captura pela isca Termitrap[®], indicam que no verão o excesso de umidade, condicionado pelo excedente hídrico no solo e fechamento do canavial reduz a captura pela isca. Neste período observa-se que o forrageamento tende a ser bastante superficial, encontrando-se insetos alimentando-se de resíduos vegetais remanescentes de colheitas anteriores.

Com a redução nas precipitações, no início do outono, à medida que ocorre o enxugamento do solo e a queda da temperatura média ambiente, os insetos tendem a forragear na sub-superfície e, como é um período de grande atividade na colônia, mobilizada para a criação das formas aladas que irão dar revoada no 2º semestre, a captura pelas armadilhas é crescente até atingir o seu pico.

Na seqüência, as condições ambientais tendem a ser desfavoráveis ao inseto, pelo secamento e exposição do solo pela colheita da cana (inverno).

Na primavera (set/out/nov), embora as condições ambientais sejam favoráveis (temperatura e encharcamento crescente do solo), a colônia é mobilizada para o fenômeno da revoada dos casais para assegurar a dispersão da espécie, diminuindo a atividade de forrageamento, o que é atestado pelas menores coletas nas iscas.

No verão (dez/jan/fev), repete-se o ciclo; a colônia passa a desenvolver uma intensa atividade de forrageamento na superfície e, como as iscas estão em sub-superfície, encharcadas pelas chuvas e excesso de umidade no solo, não apresentam boas coletas.

Nas comparações entre os locais e anos (Tabela 4.4, Figura 4.11, 4.12, 4.13 e 4.14) verificou-se através dos dados médios mensais de populações que a atividade de forrageamento nos três locais teve comportamento semelhante nos quatro anos estudados.

O que se destaca nestes dados é que em 2001 houve uma diminuição mais acentuada na população de cupins. Esse comportamento pode ser explicado pela ocorrência da reforma total do canavial, a qual envolve as seguintes práticas culturais: aração, gradagem

pesada, sulcamento e plantio. Com as citadas práticas, ocorre a desestruturação dos canais de forrageamento das colônias no perfil do solo, diminuindo o número de cupins coletados nas iscas, atingindo zero no mês de setembro de 2001. Esses dados indicam que após a reforma do canavial a população de *H. tenuis* diminui sua capacidade de forrageamento próximo à superfície do solo.

Tabela 4.4 Populações de *Heterotermes tenuis*, coletadas com armadilhas Termitrap[®] em áreas e cana-de-açúcar, no período de abril/1999 a dezembro/2002. Rio Claro (SP).

Ano de Coleta	Média Populacional de <i>H. tenuis</i>			Total
	Local 1	Local 2	Local 3	
1999	2809	2715	3137	8661
2000	1773	1642	1587	5002
2001	1478	1577	1186	4241
2002	1500	1726	1762	4988

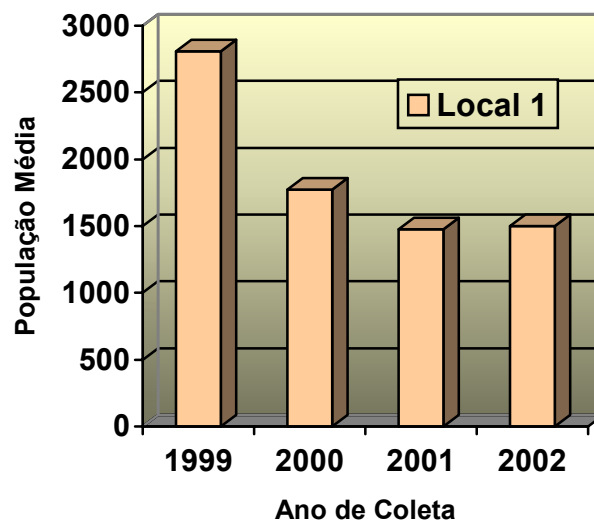


Figura 4.11 Flutuação populacional do cupim *Heterotermes tenuis* no local 1, com armadilha Termitrap[®], em área de cana-de-açúcar, Rio Claro (SP).

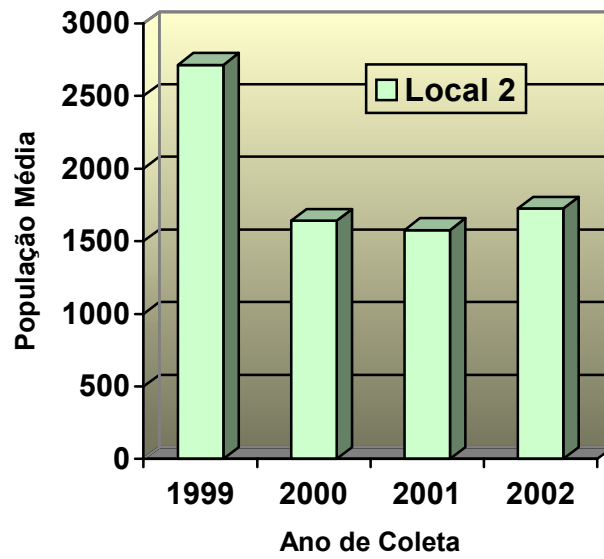


Figura 4.12 Flutuação populacional do cupim *Heterotermes tenuis* no local 2, com armadilha Termitrap[®], em área de cana-de-açúcar, Rio Claro (SP).

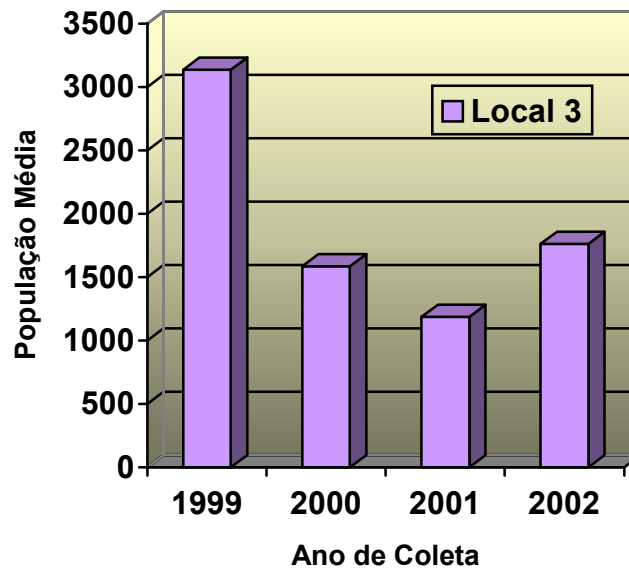


Figura 4.13 Flutuação populacional do cupim *Heterotermes tenuis* no local 3, com armadilha Termitrap[®], em área de cana-de-açúcar, Rio Claro (SP).

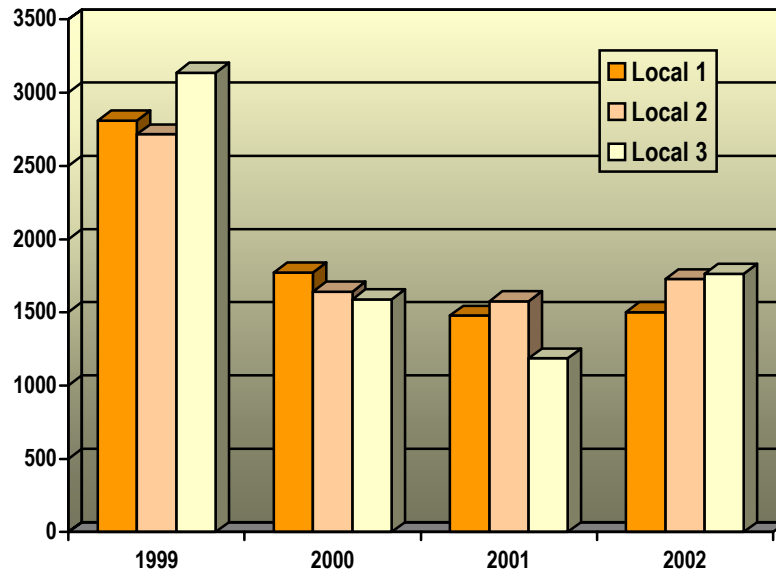


Figura 4.14 Flutuação populacional do cupim *Heterotermes tenuis* em três locais com armadilha Termitrap[®], em áreas de cana-de-açúcar, Rio Claro (SP).

Os dados encontrados neste trabalho estão de acordo com os apresentados por Buillon (1970), Jones et al. (1987), Costa-Leonardo (1997) e Camargo-Dietrich (2000); esses autores afirmaram que os fatores que governam o comportamento de forrageamento em cupins são exógenos e endógenos. Ahamad et al. (1982) também observaram que a umidade relativa exerce grande influência sobre os cupins da espécie *H. indicola*, demonstrando que nos meses onde a temperatura é mais elevada, com média de precipitação maior, a atividade desses insetos tornou-se mais elevada.

4.5 Conclusão

A flutuação populacional do cupim *H. tenuis* na cultura da cana-de-açúcar, determinada por meio de armadilha Termitrap[®], ocorre o ano inteiro, com maior intensidade nos meses de março, abril, maio e junho, coincidindo com o período de formação de indivíduos alados na colônia.

As variações nas coletas são influenciadas por fatores climáticos (precipitação pluviométrica e temperatura) e pelas práticas culturais (aração, gradagem e plantio) por ocasião de reforma do canavial.

4.6 Referências Bibliográficas

AHAMAD, D.; AFZAL, M.; SALIHAH, Z. The effects of different relative humidities on survival and moisture loss of workers and soldiers of *Heterotermes indicola* (Wasman) (Isoptera: Rhinotermitidae) under starvation conditions. **Pakistan Journal Zoology**, v. 14, n. 1, p. 65-70, 1982.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Seleção de armadilhas para *Heterotermes tenuis* em condições de laboratório e campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 619-624, 1995.

ALMEIDA, J. E. M. **Controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) com isca associada a inseticidas e/ou *Beauveria bassiana* em cana-de-açúcar**. 131f. Tese (Doutorado em Ciências)-Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1998.

ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M.; MOINO JR., A.; STIMAC, J. L.; PEREIRA, R. M. Uso de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* no controle de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1932) em pastagens. **Ecossistema**, v. 20, p. 50-57, 1995.

ARRIGONI, E. B.; ALMEIDA, L. C.; KASTEN JR., P.; PRECETTI, A. A. C. M. Distribuição de espécies de cupins, em cana-de-açúcar, em unidades cooperadas das regiões de Jaú e Sertãozinho- SP. **Boletim Técnico COPERSUCAR**, Piracicaba-SP, v. 48, p. 38-45, 1989.

BERTI FILHO, E., 1993 **Manual de Pragas em Florestas. Cupins ou Térmitas**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, v. 3, 56 pp.

BOUILLON, A. Termites of the Ethiopian region. In: KRISHNA, K. & WESSNER, F. M. **Biology of termites**, New York: Academic Press Inc., 1970. v. 2, cap. 11, p. 153-280.

CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. de. **Padrões de forrageamento de *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) em ambientes naturais e antrópicos**. 102 f. (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2000.

CAMPOS, M. B. S. **Atratividade de iscas ao cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (H., 1858) (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) em condições de campo**. 84 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1997.

CHRISTOFOLETTI, L.H.; PROCHNOW, C. A. C.; BRIENZA, A. C.; LUZ, D. A. **Atlas Climático de Rio Claro**. Rio Claro, SP., 2001. 80 p.

CHRISTOFOLETTI, L.H.; PROCHNOW, C. A. C. **Atlas Climático de Rio Claro**. Rio Claro, SP., 2002. 80 p.

COSTA-LEONARDO, A. M. O forrageamento dos cupins subterrâneos. **Científica**. São Paulo, v. 25, n. 1, p. 207-220, 1997.

COLLINS, M. S. Physical factors affecting termite distribution. **Sociobiology**, v. 19, n. 1, p.283-286, 1991.

FNP. **Agrianual 2003**, São Paulo: Argos, 2003. 544 p.

HAAGSMA, K. A; RUST, M. K. Colony size estimates, foraging trends, and physiological characteristic of the western subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 24, n. 6, p. 1520 - 1528, 1995.

JONES, S. C.; TROSSET, M. W. & NUTTING. W. L. Biotic and abiotic influences on foraging of *Heterotermes aureus* (Snyder) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 16, n. 3, p. 791-795,1987.

La FAGE, J. P.; HAVERTY, M. I.; NUTTING, W. L. Environmental factors correlated with the foraging behavior of a desert subterranean termite *Gnathamitermes perplexus* (Banks). **Sociobiology**, v. 2, p. 155-169, 1976.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M.; CAMPOS, M. B. S. A grande praga dos canaviais. 1. Cupins em cana-de-açúcar: como e quando controlar. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, n. 78, p. 32-36, 1995.

NOVARETTI, W. R. T. Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticidas de solo. **Boletim Técnico Coopersucar**, Piracicaba-SP., n. 38, p. 39-44, 1985.

NUTTING, W. L. & JONES, S. C. Methods for studying the ecology of subterranean termites, **Sociobiology**, v. 17, n. 1, p. 167-189, 1990.

PITTON, S. E.; PROCHNOW, C. A. C. **Atlas climático de Rio Claro**. Rio Claro, SP., 2000. 80 p.

PITTON, S. E.; PROCHNOW, C. A. C.; SILVA, A. P.; FONTANARI JR, G. **Atlas climático de Rio Claro**. Rio Claro, SP., 1999. 80 p.

PIZANO, M. A.; FONTES, L. R. O. Ocorrência de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *Heterotermes longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera: Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. **Brasil Açucareiro**, Piracicaba-SP., v. 104, n. 3/4, p. 29, 1986.

TRANIELLO, J. F. A.; BUSHER, C. Chemical regulation of polyetism during foraging in the Neotropical termite. **Journal Chemistry Ecology**, v. 2, n. 3, p. 491-492, 1985.

WILLIAMS, O. L. Some factors limiting the distribution of termites In: **KOFOID, C. A. Termites and termite control**. Berkeley: University of California Press, 1934, p. 42-49.

WOOD, T. G.; JOHNSON, R. A; OHIAGU, C. E. Population of termites (Isoptera) in natural and agricultural ecosystems in Southern Guinea Savanna near Mokwa, Nigéria. **Geology Ecology Tropical**, v. 1, n. 2, p. 139-148. 1977.

5. CAPÍTULO III

Comportamento agonístico intra-específico de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae).

Comportamento agonístico intra-específico de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae).

5.1 Resumo

Estudou-se em laboratório, o comportamento agonístico intra-específico de *Heterotermes tenuis* procedente de área de cana-de-açúcar durante o período de dezembro/2000 a abril/2002 usando-se a isca Termitrap[®] como meio de coleta. As iscas foram enterradas verticalmente no solo, próximas à linha de cana, com a extremidade superior tangenciando a superfície do solo, em três locais com nove pontos amostrais/local. Nas avaliações realizadas mensalmente, as iscas eram retiradas e substituídas por novas, e aquelas iscas com presença de cupins eram conduzidas ao laboratório para a realização dos testes de confrontação intraespecífica entre locais e pontos diferentes. Para cada confronto foram colocados 20 operários + 2 soldados de colônias diferentes em um frasco plástico transparente (7,0 cm de altura x 4,5 cm de diâmetro) com fundo revestido por papel de filtro e sobre este papel, um quadrado de papelão ondulado (4 cm²) umedecido. As avaliações foram realizadas com 48 horas após as confrontações através da contagem dos indivíduos mortos. Pelos resultados obtidos verificou-se que há comportamento agonístico intra-específico em *H. tenuis* e que através destes estudos pode-se distinguir suas colônias e delimitar territórios de forrageamento de *H. tenuis* em áreas de cana-de-açúcar

Palavras-chave: Insecta, cupins, armadilha, comportamento agonístico, cana-de-açúcar.

**INTRASPECIFIC AGONISTIC BEHAVIOR OF THE *Heterotermes tenuis*
(ISOPTERA: RHINOTERMITIIDAE).**

Abstract

Intraspecific agonistic behavior of *H. tenuis* collected from sugarcane area during the period of 2000, December to 2002, Abril, using the bait Termitrap[®] was studied. The baits were buried vertically into the soil, close to the sugarcane row, with the upper tip touching the soil surface, at three places. In each place there were nine collecting points. In monthly evaluations, the baits were removed and a new one were replaced. Baits with termites present were carried to the laboratory for confrontation intra-specific tests between places and different points inside each place. For confrontation intra-specific 20 workers were placed plus 2 soldiers in a transparent plastic flask (7,0 cm of height x 4,5 cm of diameter) with bottom covered by filter paper and a square of humidified fiberboard (4 cm²). The evaluations were done 48 hours after the confrontation through counting the dead individuals. From the result it was verified that there is intra-specific behavior in *H. tenuis* and by means of that behavior different colonies can be distinguishe and its foraging areas can be delimited in sugarcane areas.

Keywords: Insecta, termites, bait, agonistic behavior, sugarcane.

5.2 Introdução

O cupim *Heterotermes tenuis* é considerado uma importante praga subterrânea da cana-de-açúcar, devido aos prejuízos causados nesta cultura. Alguns trabalhos relacionados à bioecologia desta espécie precisam ser esclarecidos, como é o caso do comportamento agonístico intra-específico da espécie.

Este comportamento foi definido por Grace (1996) como resposta às agressões que ocorrem quando indivíduos de diferentes colônias ou de uma mesma espécie se encontram. Variáveis como tamanho da colônia, densidade, disponibilidade de nutrientes e outros fatores ambientais podem influenciar o comportamento agonístico (Clément, 1986; Su & Haverty, 1991; Thorne & Haverty, 1991; Grace, 1996; Shelton & Grace, 1996, 1997).

Os estudos de comportamento intra-específico entre os cupins, realizados em condições de laboratório, consistem na colocação de indivíduos forrageiros de diferentes colônias num mesmo recipiente e as respostas agonísticas resultam das contagens periódicas de indivíduos feridos e mortos.

Entre os cupins subterrâneos esse comportamento é extremamente variável, apresentando desde ausência até uma alta agressividade (Cornelius & Osbrinck, 2003).

Estudos realizados por Grace (1996) e Bulmer & Traniello (2002) mostraram a falta de comportamento agonístico intra-específico entre diferentes colônias de *Reticulitermes flavipes*, coletados em locais diferentes na mesma área geográfica. Camargo-Dietrich (2000) estudou o comportamento de agressividade de *Heterotermes tenuis* em área urbana e agrícola e concluiu que alguns indivíduos não apresentaram tal comportamento quando em confrontos intra-específicos, e que a utilização desta técnica para delimitar território de forrageamento deve ser cautelosa.

Por outro lado, Jones (1990) utilizou o comportamento agonístico com a técnica de captura e recaptura para delimitar os territórios de forrageamento de colônias de *Heterotermes aureus* e relatou que esta espécie mantém uma sociedade fechada, isto é, colônias distintas nunca se misturam. Jones (1993) observou uma alta agressividade entre indivíduos de diferentes colônias de *H. aureus* em testes de laboratório, e um grande número de cupins mortos foram encontrados nos rolos de papelão ondulado, situados nos limites entre as duas colônias.

Polizzi & Forscheler (1998), estudando o comportamento agonístico entre colônias de *Reticulitermes* spp, concluíram que a agressividade pode estar delegada a apenas alguns indivíduos dentro da própria casta de operários e isto justificaria a falta de agonismo entre algumas interações, enfatizando a necessidade de se fazer várias repetições. Algumas espécies de cupins mesmo mantidas em laboratório mostram comportamento agonístico. Através deste comportamento é possível delimitar territórios de forrageamento de colônias diferentes (Thorne, 1982; Adams & Levings, 1987; Delaplane, 1991 e Jones, 1993).

O objetivo do trabalho foi verificar se existe comportamento agonístico intra-específico de *H. tenuis* entre indivíduos procedentes de diferentes locais em áreas de cana-de-açúcar e se a partir deste comportamento é possível delimitar áreas de forrageamento.

5.3 Material e Métodos

5.3.1 Área de coleta de *Heterotermes tenuis* em cana-de-açúcar

Os cupins utilizados nos bioensaios foram coletados no campo, em áreas de cana-de-açúcar (área de 26,08 ha, plantada com a variedade SP 80 - 6043, 2º corte, com comprovada ocorrência de cupins subterrâneos *Heterotermes tenuis*), da Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), pertencente à Usina São João, Araras (SP), por 16 meses, no período de dezembro de 2000 a abril de 2002.

Para a coleta de *H. tenuis* foram utilizadas iscas de papelão ondulado Termitrap[®]. No laboratório, estas iscas foram preparadas utilizando-se tiras de papelão ondulado (72 cm x 15 cm) enroladas e presas por elástico na forma de “charuto” com 15 cm de comprimento. As iscas foram levemente umedecidas antes de serem distribuídas no campo. Foram distribuídas 27 iscas de papelão ondulado (Termitrap[®]), em três locais, com nove pontos amostrais/local (Figura 5.1). Cada local foi constituído de três linhas com espaçamento entre elas de 1,30 m e espaçamento entre os pontos de 1,50 m, cobrindo uma área aproximada de 17,50 m². À distância entre o local 1 para o local 2 era de 100 m e do local 2 para o local 3 de 30 m. (Figura 5.2). As iscas foram enterradas verticalmente a uma profundidade de 15 cm próximas à linha de cana, com a extremidade superior tangenciando a superfície do solo (Figura 5.3).

As coletas foram realizadas mensalmente com a retirada das iscas e substituição por novas. As iscas com presença de cupins eram conduzidas ao laboratório para a sua utilização nos testes de confronto entre os indivíduos.

5.3.2 Confrontação intra-específica de *H. tenuis* entre locais diferentes dentro da mesma área geográfica.

Os testes de confronto entre cupins da mesma espécie, de locais diferentes dentro da mesma área geográfica, foram realizados seguindo a metodologia de Jones (1993), na qual os indivíduos da mesma espécie, mas provenientes de locais diferentes são confrontados em laboratório. Neste teste, foram escolhidos três pontos por local, que apresentavam grande quantidade de cupins por armadilhas. No local 1, pontos: 4, 5 e 7, no local 2, pontos: 2, 4 e 7 e do local 3, pontos: 1, 7 e 9. Estes pontos foram testados entre si através de 27 pareamentos combinados da seguinte forma: local 1 x local 2: 4 x 2; 4 x 4; 4 x 7; 5 x 2; 5 x 4; 5 x 7; 7 x 2; 7 x 4; 7 x 7; local 1 x local 3: 4 x 1; 4 x 7; 4 x 9; 5 x 1; 5 x 7; 5 x 9; 7 x 1; 7 x 7; 7 x 9 e local 2 x local 3: 2 x 1; 2 x 7; 2 x 9; 4 x 1; 4 x 7; 4 x 9; 7 x 1; 7 x 7; 7 x 9. Nestes testes foram utilizados 20 operários e 2 soldados para cada pareamento, os quais foram repetidos por três vezes.

Cada combinação desta foi colocada em um frasco plástico transparente com tampa (7,0 cm de altura por 4,5 cm de diâmetro) e com o fundo revestido por papel de filtro e sobre esse papel, um quadrado de papelão ondulado (4 cm²) umedecido. Além dos frascos de pareamentos, também foi feito um frasco “testemunha” para cada ponto coletado no local, para ser comparado com os pareados. Os frascos foram mantidos em sala com temperatura controlada de 28°C ± 2°C e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram realizadas com 48 horas após os pareamentos, através da contagem dos indivíduos mortos e comparação com os sobreviventes da testemunha.

5.3.3 Confrontação intra-específica entre *H. tenuis* de pontos diferentes, dentro de um mesmo local.

Para a realização dos testes de confrontação intra-específica nessa espécie entre pontos de um mesmo local, os indivíduos provenientes dos diferentes pontos foram pareados, de acordo com as coletas obtidas nos respectivos pontos de coleta.

No **local 1**, de nove pontos sete deles foram colonizados pelos cupins, pontos: 2; 3; 4; 5; 7; 8 e 9, e os indivíduos provenientes destes pontos, levados ao laboratório e pareados entre si, totalizando 21 pareamentos: 2 x 3; 2 x 4; 2 x 5; 2 x 7; 2 x 8; 2 x 9; 3 x 4; 3 x 5; 3 x 7; 3 x 8; 3 x 9; 4 x 5; 4 x 7; 4 x 8; 4 x 9; 5 x 7; 5 x 8; 5 x 9; 7 x 8; 7 x 9; 8 x 9. No **local 2**, de nove pontos, seis deles foram colonizados pelos cupins, pontos: 1; 2; 4; 5; 7 e 9, e os indivíduos provenientes destes pontos, levados ao laboratório e pareados entre si, totalizando 15 pareamentos: 1 x 2; 1 x 4; 1 x 5; 1 x 7; 1 x 9; 2 x 4; 2 x 5; 2 x 7; 2 x 9; 4 x 5; 4 x 7; 4 x 9; 5 x 7; 5 x 9; 7 x 9. No **local 3**, de nove pontos, sete deles foram colonizados pelos cupins, pontos: 1; 2; 3; 5; 6; 7 e 9, e os indivíduos provenientes destes pontos, levados ao laboratório e pareados entre si, totalizando 21 pareamentos: 1 x 2; 1 x 3; 1 x 5; 1 x 6; 1 x 7; 1 x 9; 2 x 3; 2 x 5; 2 x 6; 2 x 7; 2 x 9; 3 x 5; 3 x 6; 3 x 7; 3 x 9; 5 x 6; 5 x 7; 5 x 9; 6 x 7; 6 x 9; 7 x 9.

Nestes testes foram utilizados 20 operários e 2 soldados para cada pareamento e repetidos por três vezes. Cada combinação desta foi colocada em um frasco plástico transparente com tampa (7,0 cm de altura por 4,5 cm de diâmetro) e com o fundo revestido por papel de filtro e sobre esse papel, um quadrado de papelão ondulado (4 cm²) umedecido. Além dos frascos de pareamentos, também foi feito um frasco “testemunha” para cada ponto

coletado, para ser comparado com os pareados. Os frascos foram mantidos em sala com temperatura controlada de $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram realizadas com 48 horas após os pareamentos, através da contagem dos indivíduos mortos e comparação com os sobreviventes da testemunha.

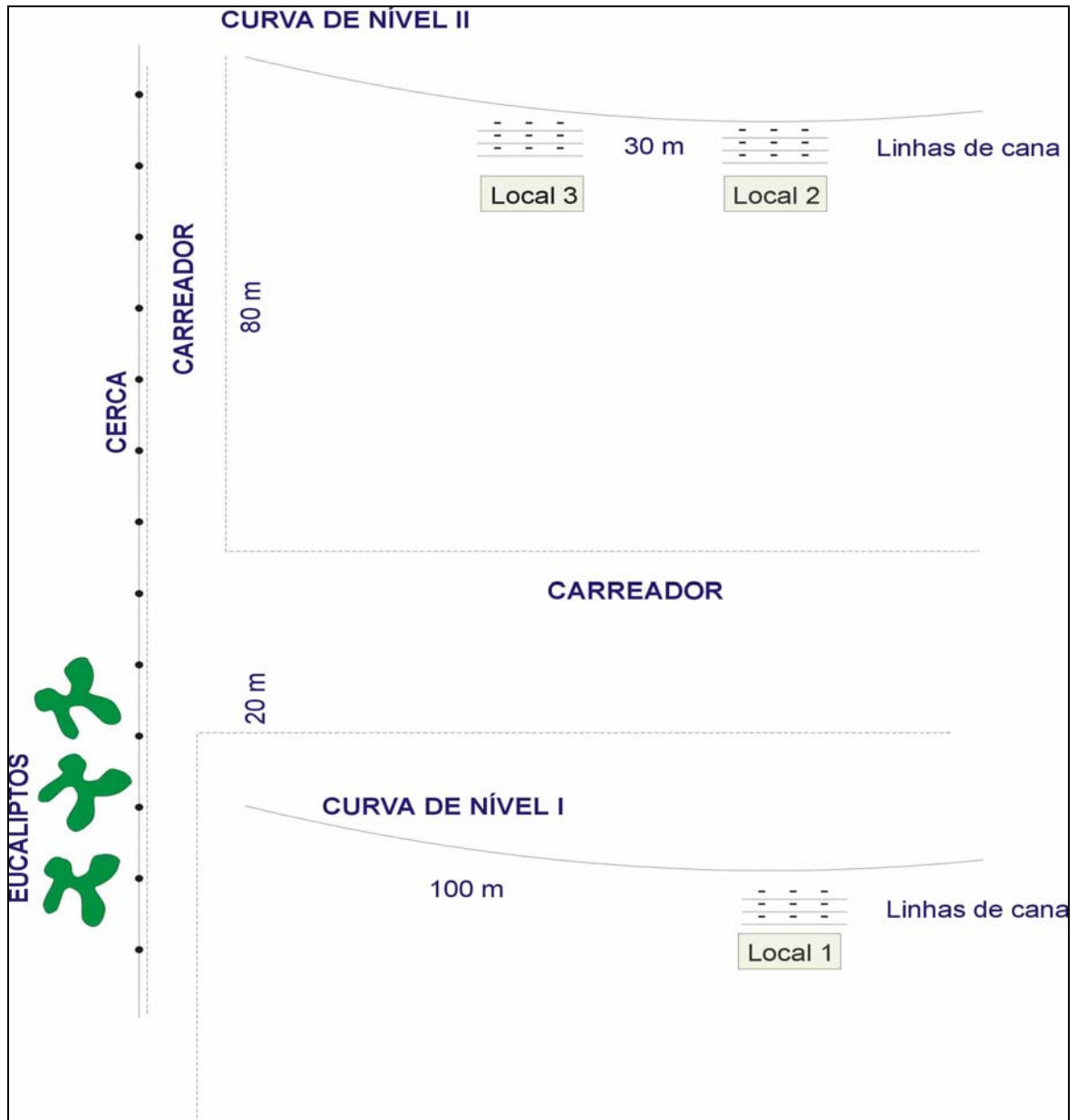
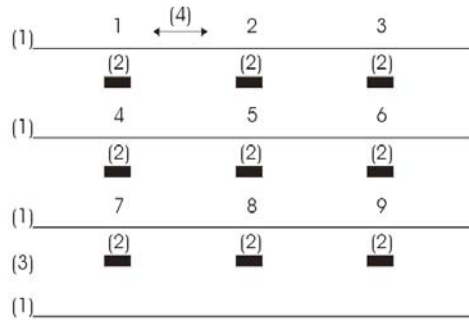
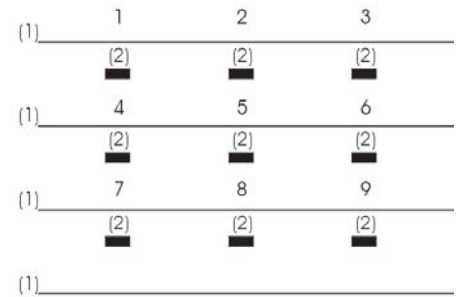


Figura 5.1 Esquema da localização dos focos de coletas de *Heterotermes tenuis* no campo, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.

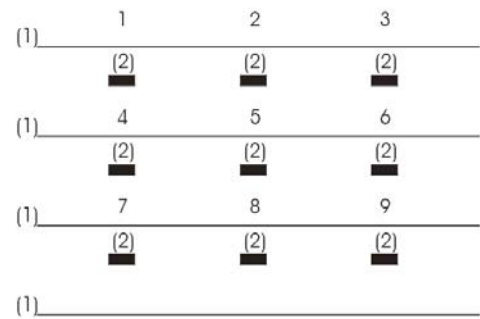
Local 1



Local 2



Local 3

**LEGENDA**

- 1 - Linha de Cana
- 2 - Pontos com iscas
- 3 - Espaçamento entre as linhas - 1,30 m
- 4 - Espaçamento entre os pontos - 1,50 m

Figura 5.2 Esquema da localização dos pontos no campo para implantação das iscas, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.



Figura 5.3 Isca de papelão ondulado Termitrap[®], utilizada na coleta de *Heterotermes tenuis*, em áreas de cana-de-açúcar. Araras (SP), 2002.

5.4 Resultados e Discussão

5.4.1 Confrontação intra-específica de *H. tenuis* entre locais diferentes dentro de uma mesma área geográfica.

Os resultados de confrontação intra-específica entre *H. tenuis* provenientes de 3 pontos de três locais diferentes, dentro da mesma área geográfica encontram-se nas Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3

Tabela 5.1 Porcentagem de mortalidade de *H. tenuis* na confrontação entre 3 pontos do local 1 e local 2. Rio Claro (SP), 2002.

Competição entre os pontos do local 1 x local 2	Compatibilidade e (%)			Mortalidade (%)			Mortalidade Média (%)
	Repetições						
	1	2	3	1	2	3	
4 x 2	≠	≠	≠	93.1	97.7	93.1	94.6
4 x 4	≠	≠	≠	97.7	95.4	93.1	95.4
4 x 7	≠	≠	≠	88.6	95.4	97.7	93.9
5 x 2	≠	≠	≠	95.4	97.7	93.1	95.4
5 x 4	≠	≠	≠	88.6	86.3	90.9	88.6
5 x 7	≠	≠	≠	81.8	86.3	90.9	86.3
7 x 2	≠	≠	≠	90.9	95.4	97.7	94.6
7 x 4	≠	≠	≠	95.4	93.1	90.9	93.1
7 x 7	≠	≠	≠	90.9	100	97.7	96.2
Mortalidade média				91.3	94.1	93.9	93.1

Tabela 5.2 Porcentagem de mortalidade de *H. tenuis* na confrontação entre 3 pontos do local 1 e local 3. Rio Claro (SP), 2002.

Competição entre os pontos do local 1 x local 3	Compatibilidade (%)			Mortalidade (%)			Mortalidade Média (%)
	Repetições						
	1	2	3	1	2	3	
4 x 1	≠	≠	≠	93.1	90.9	95.4	93.1
4 x 7	≠	≠	≠	90.9	88.6	86.3	88.6
4 x 9	≠	≠	≠	88.6	86.3	86.3	87.0
5 x 1	≠	≠	≠	93.1	90.9	86.3	90.1
5 x 7	≠	≠	≠	84.0	90.9	93.1	89.3
5 x 9	≠	≠	≠	95.4	97.7	84.0	92.3
7 x 1	≠	≠	≠	81.8	88.6	90.9	87.1
7 x 7	≠	≠	≠	84.0	79.5	95.4	86.3
7 x 9	≠	≠	≠	81.8	84.0	97.7	87.8
Mortalidade média				88.0	88.6	90.6	89.0

Tabela 5.3 Porcentagem de mortalidade de *H. tenuis* na confrontação entre 3 pontos do local 2 e local 3. Rio Claro (SP), 2002.

Competição entre os pontos do local 2 x local 3	Compatibilidade (%)			Mortalidade (%)			Mortalidade Média (%)
	Repetições						
	1	2	3	1	2	3	
2 x 1	≠	≠	≠	81.8	88.6	93.1	87.8
2 x 7	≠	≠	≠	93.1	90.9	86.3	90.1
2 x 9	≠	≠	≠	86.6	90.9	88.6	88.6
4 x 1	≠	≠	≠	81.6	86.3	90.9	86.2
4 x 7	≠	≠	≠	100	97.7	84.0	93.9
4 x 9	≠	≠	≠	97.7	93.1	97.7	96.1
7 x 1	≠	≠	≠	88.6	95.4	97.7	93.9
7 x 7	≠	≠	≠	95.4	93.1	90.9	93.1
7 x 9	≠	≠	≠	88.6	90.9	97.9	92.4
Mortalidade média				90.3	91.8	91.8	91.3

Nas três tabelas apresentadas, verificou-se que nas 27 interações de indivíduos provenientes de três pontos e três locais diferentes, houve alta mortalidade (93,1%; 89,0% e 91,3%) indicando, que estes indivíduos devem pertencer a colônias bem distintas. Considerando-se que, pela distância entre os locais confrontados: 30 metros entre os locais 2 e 3 e, mais de 100 metros entre os dois e o local 1, os três locais representavam ser colônias diferentes e, como houve 100% de antagonismo nos confrontos com alta mortalidade, pode-se inferir que comportamento agonístico entre indivíduos de diferentes colônias e que *H. tenuis* se utiliza deste comportamento para manter o território da colônia.

5.4.2 Confrontação intra-específica entre *H. tenuis* de pontos diferentes, dentro de um mesmo local.

Os resultados de confrontação intra-específica entre *H. tenuis* provenientes de 27 pontos e três locais diferentes, dentro da mesma área geográfica encontram-se nas Tabelas 5.4, 5.5 e 5.6

No local 1, (Tabela 5.4) de nove pontos amostrados, sete foram colonizados por cupins e as confrontações intra-específicas foram realizadas através de 21 pareamentos entre os sete pontos. De 21 pareamentos, em 11 os indivíduos mostraram compatibilidade entre eles, com porcentagem de sobrevivência média de 93,4%, indicando que estes indivíduos provavelmente pertencem a uma única colônia, e dez apresentaram mortalidade média entre os pareamentos de 84,9%, indicando que não são da mesma colônia. Comparando os resultados obtidos com a localização dos pontos de coleta deste local, nota-se nos seis pontos nos quais os indivíduos não apresentaram agressividade, esses pontos são bem delimitados em relação às demais, indicando a possível presença de duas colônias no local 1 (Figura 5.4)

Tabela 5.4 Porcentagem de sobrevivência de *H. tenuis* na confrontação entre os pontos do local 1. Rio Claro (SP), 2002.

Competição entre pontos	Compatibilidade (%)			Sobrevivência/ Mortalidade (%)			Médias (%)
	Repetições						
	1	2	3	1	2	3	
2 x 3	=	=	=	90.1	100	90.1	93.4
2 x 4	≠	≠	≠	70.4	81.8	77.2	76.4
2 x 5	=	=	=	100	90.9	88.6	93.1
2 x 7	≠	≠	≠	86.3	90.9	86.3	87.8
2 x 8	=	=	=	100	97.7	90.9	96.2
2 x 9	=	=	=	90.9	100	100	96.9
3 x 4	≠	≠	≠	86.0	90.9	70.4	82.4
3 x 5	=	=	=	100	90.9	90.9	93.9
3 x 7	≠	≠	≠	95.4	90.9	90.9	92.4
3 x 8	=	=	=	95.4	90.9	90.9	92.4
3 x 9	=	=	=	86.3	100	90.9	92.4
4 x 5	≠	≠	≠	79.5	86.3	77.2	81.0
4 x 7	=	=	=	90.9	84.0	90.9	88.6
4 x 8	≠	≠	≠	72.7	86.3	90.9	83.3
4 x 9	≠	≠	≠	84.0	90.9	84.0	86.3
5 x 7	≠	≠	≠	90.9	97.7	86.3	91.6
5 x 8	=	=	=	90.9	100	88.6	93.1
5 x 9	=	=	=	97.7	90.9	90.9	93.1
7 x 8	≠	≠	≠	86.3	79.5	90.9	85.5
7 x 9	≠	≠	≠	81.8	88.6	77.2	82.5
8 x 9	=	=	=	100	90.9	93.1	94.6
Sobrevivência média				94.7	94.2	91.4	93.4
Mortalidade média				83.3	88.3	83.1	84.9

No local 2, (Tabela 5.5) de nove pontos amostrados, seis foram colonizados por cupins e as confrontações foram realizadas através de 15 pareamentos entre estes seis pontos. Destes 15 pareamentos, em dez, os indivíduos não se mostraram agressivos entre eles, com porcentagem de sobrevivência média de 90,2 %, indicando pertencerem à mesma colônia e, em cinco pareamentos apresentaram agressividade entre eles, com mortalidade média de 82,8% indicando serem de colônias diferentes forrageando (Figura 5.4).

Tabela 5.5 Porcentagem de sobrevivência de *H. tenuis* na confrontação entre os pontos do local 2. Rio Claro (SP), 2002.

Competição entre pontos	Compatibilidade (%)			Sobrevivência/ Mortalidade (%)			Médias (%)
	Repetições						
	1	2	3	1	2	3	
1x2	=	=	=	86.3	95.4	90.9	90.8
1x4	=	=	=	100	90.9	93.1	94.6
1x5	=	=	=	100	100	95.4	98.4
1x7	=	=	=	90.6	100	88.6	93.0
1x9	≠	≠	≠	70.4	86.3	90.9	82.5
2x4	=	=	=	90.9	88.6	88.6	89.3
2x5	=	=	=	90.9	84.0	86.3	87.0
2x7	=	=	=	90.9	86.3	86.3	87.8
2x9	≠	≠	≠	86.3	77.2	79.5	81.0
4x5	=	=	=	88.6	86.3	84.0	86.3
4x7	=	=	=	90.9	84.0	88.6	87.8
4x9	≠	≠	≠	88.6	79.5	84.0	84
5x7	=	=	=	86.3	90.9	84.0	87.0
5x9	≠	≠	≠	88.6	81.8	81.8	84.0
7x9	≠	≠	≠	84.0	77.2	86.3	82.5
Sobrev.				91.5	90.5	88.5	90.2
Mortal.				83.5	80.4	84.5	82.5

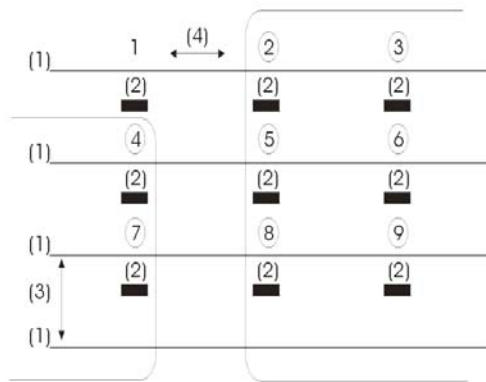
No local 3, (Tabela 5.6) de nove pontos amostrados, sete pontos foram colonizados pelos cupins e as confrontações foram realizadas por meio de 21 pareamentos entre os sete pontos. Dos 21 pontos pareados, em onze os indivíduos não apresentaram agressividade entre eles, com sobrevivência média de 90,5 %, indicando que são da mesma colônia, e em dez confrontos apresentaram agressividade entre eles, com mortalidade média de 89,3 %, mostrando que não são da mesma colônia. Pelos resultados obtidos, conclui-se que neste local possa haver duas colônias diferentes forrageando (Figura 5.4).

Tabela 5.6 Porcentagem de sobrevivência de *H. tenuis* na confrontação entre os pontos do local 3. Rio Claro-SP. 2002

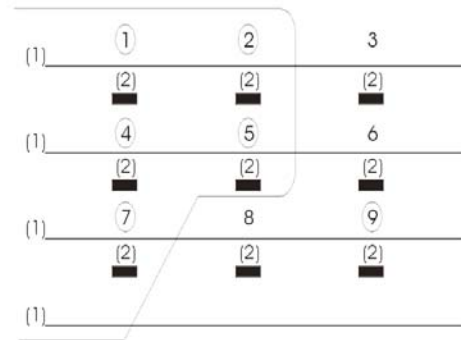
Competição entre pontos	Compatibilidade (%)			Sobrevivência/ Mortalidade (%)			Médias (%)
	Repetições						
	1	2	3	1	2	3	
1 x 2	=	=	=	90.9	88.6	90.9	90.1
1 x 3	=	=	=	93.1	86.3	86.3	88.5
1 x 5	≠	≠	≠	90.9	88.6	84.0	87.8
1 x 6	=	=	=	86.3	90.9	88.6	88.6
1 x 7	=	=	=	90.9	84.0	90.9	88.6
1 x 9	≠	≠	≠	86.3	90.9	93.1	90.1
2 x 3	=	=	=	95.4	88.6	84.0	89.3
2 x 5	≠	≠	≠	90.9	100	84	91.6
2 x 6	=	=	=	93.1	86.3	90.9	90.1
2 x 7	=	=	=	93.1	88.6	86.3	89.3
2 x 9	≠	≠	≠	90.9	84.0	88.6	87.8
3 x 5	≠	≠	≠	90.9	88.6	93.1	90.8
3 x 6	=	=	=	100	90.9	93.1	94.6
3 x 7	=	=	=	93.1	90.9	88.6	90.8
3 x 9	≠	≠	≠	86.3	88.6	84.0	86.3
5 x 6	≠	≠	≠	88.6	84.0	90.9	87.8
5 x 7	≠	≠	≠	90.9	90.9	93.1	91.6
5 x 9	=	=	=	100	95.4	90.9	95.4
6 x 7	=	=	=	93.1	90.9	88.6	90.8
6 x 9	≠	≠	≠	88.6	84.0	95.4	89.3
7 x 9	≠	≠	≠	90.9	95.4	86.3	90.8
Sobrevivência média				93.5	89.2	89.0	90.5
Mortalidade média				89.5	90.5	89.2	89.3

Com base nos resultados acima e, considerando os obtidos no item 5.2.2, pode-se utilizar o comportamento agonístico de *H. tenuis* para estabelecer limites de áreas de forrageamento de diferentes colônias (Figura 5.4).

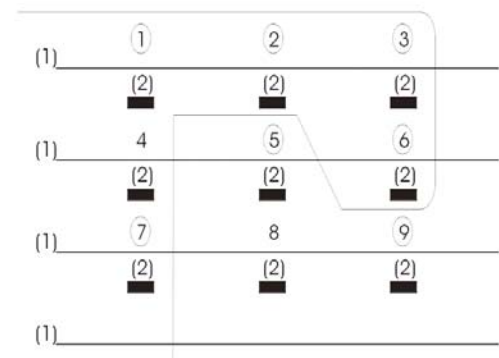
Local 1



Local 2



Local 3

**LEGENDA**

- 1 - Linha de Cana
- 2 - Pontos com iscas
- 3 - Espaçamento entre as linhas - 1,30 m
- 4 - Espaçamento entre os pontos - 1,50 m
- 5 - Linha que delimita a colônia

Figura 5.4 Esquema da localização dos locais e pontos com cupins no campo com as delimitações das colônias, Fazenda São José, município de Rio Claro (SP), Usina São João, Araras (SP), 2002.

Apesar das espécies serem diferentes, os resultados obtidos neste experimento estão de acordo com o de Jones (1990), que utilizou o comportamento de agressividade e a técnica de captura e recaptura para delimitar os territórios de forrageamento de *H. aureus* e relatou que esta espécie mantém uma sociedade fechada, isto é, colônias distintas nunca se misturam.

Alguns fatores podem influenciar o comportamento de agressividade, como relatam Pollizzi & Forschler (1998), que estudando duas espécies de *Reticulitermes* spp verificaram que o comportamento de agressividade pode estar em apenas alguns indivíduos dentro da própria casta de operários e isto justificaria a falta de agressividade em algumas combinações e ainda reforçam o princípio de que nem todos os indivíduos estão aptos a reconhecerem seus inimigos. Os autores destacam a necessidade de realizar várias repetições para se estabelecer graus de parentescos porque muitas vezes, a falta de agressividade pode ser errônea.

5.5 Conclusão

Há comportamento agonístico intra-específico em *H. tenuis* e a partir desse comportamento pode-se delimitar colônias desta espécie que ocorrem em áreas de cana-de-açúcar.

5.6 Referências Bibliográficas

ADAMS, E. S. & LEVINGS, S. C. Territory size and population limits in Mangrove termite. **Journal An. Ecology**, v. 56, p. 1069-1081, 1978.

BULMER, M. S.; TRANIELLO, J. F. A. Lack of aggression and spatial association of colony members in *Reticulitermes flavipes*. **Journal Insect Behavior**, v. 15, p. 121-126, 2002.

CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. de. **Padrões de forrageamento de *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) em ambientes naturais e antrópicos.** 102 f. (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2000

CLÉMENT, J. L. Open and closed societies in *Reticulitermes termites* (Isoptera: Rhinotermitidae): geographic and seasonal variations. **Sociobiology**, v. 11, n. 3, p. 311-323, 1996.

CORNELIUS, M. L.; OSBRINK, W. L. A. Agonistic interactions between colonies of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in New Orleans, Louisiana. **Environmental Entomology**, v. 32, n. 5, p. 1002-1009, 2003.

DELAPLANE, K. S. Tests for intraspecific agonism in Louisiana population of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal. Entomological Science.**, v. 26, n. 3, 1991.

GRACE, J. K. Absence of overt agonistic behavior in a northern population of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 1996.

JONES, S. C. Delineation of *Heterotermes aureus* (Isoptera: Rhinotermitidae) foraging territories in a Sonoran desert glassland . **Environmental Entomology**, v. 19, n. 4, p. 1047-1054, 1990.

JONES, S. C. Field observations of intercolony aggression and territory changes in *Heterotermes aureus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal Insect Behavior**, v. 6, n. 2, p. 225-235, 1993.

POLIZZI, J. M. & FORSCHELER, B. L. Intra-and interspecific agonism in *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and *R. virginicus* (Banks) and effects of arena and group size in laboratory assays. **Insectes Sociaux.**, v. 45, p. 43-49, 1998.

SHELTON, T. G.; GRACE, J. K. Review of agonistic behaviors in the Isoptera. **Sociobiology**, v. 28, n. 1, p. 155-176, 1996.

SHELTON, T. G.; GRACE, J. K. Suggestion of an environmental influence on intercolony agonism of formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 26, n. 3, p. 632-637, 1997.

SU, N. Y.; HAVERTY, M. I. Agonistic behavior among colonies of the Formosan subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae), from Florida and Hawaii: lack of correlation with cuticular hydrocarbon composition. **Journal Insect Behavior**, v. 4, p. 115-128, 1991

THORNE, B. L. Termite-termite interactions workers as an agonistic caste. **Psyche**, v. 89, n. 1-2, p. 133-150, 1982.

THORNE, B. L.; HAVERTY, M. I. A review of intracolony, intraspecifics, and interspecific agonism in termites. **Sociobiology**. v. 19, n. 1, p. 115-145, 1991.

