

EVALUACIÓN DE REPELENCIA DE *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA, RHINOTERMITIDAE) A DERIVADOS DE MELIÁCEAS

Castiglioni¹, E.; Vendramim², J. D.

Recibido: 04/12/02 Aceptado: 12/05/03

RESUMEN

La termita subterránea *Heterotermes tenuis* es una plaga de importancia de la caña de azúcar en Brasil. Debido a la dificultad de encontrar las colonias subterráneas de este insecto, para su control se emplean trampas atrayentes con agentes tóxicos. La ausencia de repelencia, en los tóxicos utilizados en las trampas, es fundamental para el éxito de esta estrategia. Pruebas de repelencia en laboratorio, con chance de elección, en dos recipientes diferentes, fueron realizados con extractos acuosos de hojas y semillas de nim (*Azadirachta indica*) y frutos de *Trichilia pallida*, aceite de nim y el producto comercial Nimkol-L[®] (de extracto acuoso de hojas de nim). Ningún producto provocó el sellado o el abandono de galerías, construídas por los insecto en placas con agua-agar. Los derivados evaluados no fueron repelentes para *H. tenuis*, con excepción del extracto acuoso de hojas de nim, en arenas de preferencia.

PALABRAS CLAVE: extractos vegetales, termitas, Meliaceae, repelencia.

SUMMARY

EVALUATION OF REPELENCE OF *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA, RHINOTERMITIDAE) TO MELIACEAE BY-PRODUCTS

The subterranean termite *Heterotermes tenuis* is an important pest of sugarcane in Brazil. For the control of this species, which has subterranean colonies, the use of attractive baits with toxicants is being employed. For the success of such strategy, the toxicants need to be non repellent for the insect. Repellency of aqueous extracts of neem (*Azadirachta indica*) and *Trichilia pallida*, neem seed oil and Nimkol-L[®] was studied in choice tests, using two different recipients, in laboratory. The by-products of Meliaceae did not promote the termites to close or isolate the tunnels they built in plates with agar. Neither they were repellent except from aqueous extract of neem leaves, which was repelled in one type of the evaluated recipients.

KEY WORDS: plant extracts, termites, Meliaceae, repellence.

¹UDELAR, Facultad de Agronomía, E.E.M.A.C. Depto. de Protección Vegetal Ruta 3 Gral. Artigas km. 363, 60000, Paysandú, Uruguay.

²Universidade de São Paulo, ESALQ, Av. Pádua Dias, 11, Cx. Postal 9, Piracicaba, SP, Brasil.

INTRODUCCIÓN

La termita subterránea *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera, Rhinotermitidae) es una de las plagas más importantes de la caña de azúcar en Brasil. Según Novaretti (1985), los ataques en la época de siembra, en el período de maduración y después del corte, pueden provocar pérdidas en la producción de hasta 10 ton. ha⁻¹ ano⁻¹.

El control de termitas subterráneas es de baja eficiencia y altos costos, por la dificultad de localizar sus colonias difusas en el suelo. El empleo de agentes tóxicos en trampas atrayentes, para el control de termitas, es una alternativa promisoría que se investiga en varios países (Su & Scheffrahn 1993, Su 1994, Macedo *et al.*, 1997, Almeida *et al.*, 1998).

De preferencia, los productos empleados en las trampas para el control de termitas de nidos subterráneos deberían, adicionalmente al efecto tóxico, ser de acción lenta, no repelentes y transmisibles entre los individuos de la colonia. Así, los insecticidas de acción lenta (*slow-acting*) pueden provocar la destrucción de una colonia entera de termitas, con el tratamiento de sólo una parte de la comunidad, al distribuirse el agente tóxico para toda la colonia por las interacciones sociales con las obreras expuestas cuando salen a cosechar alimento (Su *et al.*, 1987). Esta estrategia para el control de termitas se basa en el principio del contacto de los agentes químicos o microbianos con los insectos atraídos y la transmisión de los mismos, buscando alcanzar a toda la colonia (Almeida *et al.*, 1998). De esta forma, es necesario que los productos utilizados en las trampas no sean repelentes para las obreras de *H. tenuis*.

Los productos de origen vegetales con actividad insecticida son reconocidamente apropiados para el manejo integrado de plagas, debido a que son menos agresivos al ambiente y, como el nim, por su selectividad para una serie de organismos benéficos (Schmutterer, 1997). Sin embargo, esas características favorables son parcialmente debidas a la rápida decomposición de esos productos en condiciones de campo. De la misma forma, otras características pueden ser consideradas como ventajosas, dependiendo del producto: la disponibilidad de materia prima para su obtención, la menor presión a la generación de resistencia (por poseer más de una sustancia activa), el bajo costo de preparación.

En contraposición, los extractos vegetales, en general, no presentan efecto tóxico instantáneo (poder de volteo, *knockdown*), característica que frecuentemente es considerada negativa por los agricultores, acostumbrados al uso de insecticidas sintéticos (Schmutterer, 1997). Sin embargo, la ausencia de *knockdown* es favorable para su uso en trampas atrayentes para el control de termitas, ya que el

objetivo es una baja mortalidad en el lugar de alimentación y acción tóxica sobre la mayor parte de los individuos dentro de la colonia.

Según Logan *et al.* (1990), en estudios de laboratorio se encontraron numerosos materiales de origen vegetal tóxicos para termitas. El efecto tóxico de Nimkol-L[®] (extracto acuoso comercial de hojas de nim, al 10%) sobre *H. tenuis* fue verificado en laboratorio (Castiglioni, 2001).

En este trabajo fue evaluada la repelencia de *H. tenuis* por derivados de meliáceas, en ensayos de laboratorio, utilizando diferentes recipientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Plantas Insecticidas del Departamento de Entomología, Fitopatología y Zoología Agrícola de la ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Fue estudiada la respuesta de *H. tenuis* en relación a la repelencia de extractos acuosos de *Trichilla pallida* Swartz, y *Azadirachta indica* A. Juss (nim), así como el aceite de nim (extraído de semillas, proveniente de Trinidad Tobago) y una formulación comercial a base de extracto acuoso de hojas de nim, Nimkol-L[®] (extracto acuoso de hojas de nim, a 10% p/v).

Los insectos empleados en los bioensayos fueron colectados en un campo de producción de caña de azúcar, distante aproximadamente 20 km de Piracicaba, SP, que estaba siendo monitorizado con trampas Termitrap[®], desarrolladas por Almeida & Alves (1995).

El material vegetal, constituido por hojas, ramas y semillas de las especies citadas, fue obtenido en el Parque de la ESALQ. Para la preparación de los extractos acuosos, las hojas, frutos y semillas fueron secados en estufa con circulación de aire (a 45°C, por 48-72 horas) y triturados en molino de cuchillas hasta la obtención de un polvo fino. Los polvos fueron almacenados en frascos herméticamente cerrados e identificados, hasta la preparación de los extractos.

Los experimentos, con opción de libre elección, fueron realizados en dos tipos de recipientes: 1) Arenas constituidas por cajas plásticas (6 cm de diámetro) conectadas por tubos plásticos (AR) (Figura 1, A) y 2) Placas plásticas de Petri (15 cm de diámetro) con agar 2% (PAG) (adaptado de Su *et al.*, 1982) (Figura 1, B). En el agar contenido en las placas (preparado en microondas) fueron retirados, con perforador, cinco cilindros (uno central, de 2,5 cm de diámetro, y cuatro laterales, equidistantes, de 1 cm de diámetro) confeccionando una arena para el estudio del padrón de confección de galerías. El agar fue vertido en las placas de modo de garantizar una superficie lisa que no dejase espacio de aire entre la misma y la tapa

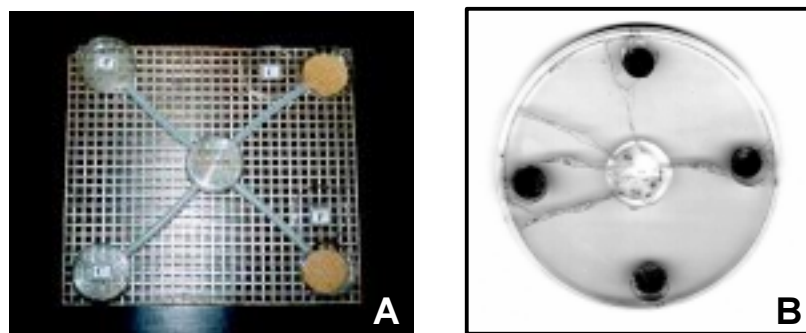


Figura 1. Recipientes utilizados para las pruebas de repelencia con *Heterotermes tenuis*: A) Arenas de preferencia (AR), B) Placas de Petri con ágar 2% (PAG).

superior de la placa, para evitar la salida de las termitas de dentro del agar.

En las placas con agar fueron evaluados los extractos acuosos de hojas y semillas de nim (5% p/v) y de frutos de *T. pallida* (5% p/v), el aceite de nim (2% v/v) y el Nimkol-L® (1% i.a. v/v). En las arenas, se evaluaron el Nimkol-L® (1% i.a. v/v) y los extractos acuosos de hojas y semillas de nim (5% p/v).

Los extractos, en concentraciones de 1 ó 5% (p/v), fueron preparados adicionando 10 ó 50 g de polvo seco, respectivamente, en un litro de agua destilada, agitando en forma manual hasta homogeneizar. Las suspensiones fueron mantenidas en reposo durante 24 horas, siendo después filtradas con tejido fino (*voile*) para eliminar las partículas sólidas. Las concentraciones de aceite de nim y de Nimkol-L® fueron preparadas con agua destilada (v/v).

En todos los casos, los insectos fueron liberados en el centro de los recipientes, que contenían cuatro discos de cartón, en disposición equidistante, siendo dos discos tratados con el producto y dos con agua destilada (testigo). En las pruebas en placas con agar, fueron utilizadas seis repeticiones y 60 insectos por recipiente y tres evaluaciones diarias durante siete días, para el Nimkol-L®, y cuatro repeticiones y tres evaluaciones diarias durante seis días, para los demás productos. En las arenas de repelencia se utilizaron cuatro repeticiones, 100 insectos por recipiente y cinco momentos de evaluación, para la prueba con Nimkol-L®, y nueve repeticiones, 50 insectos por recipiente y siete momentos de evaluación, para la prueba con los extractos acuosos de hojas y semillas de nim. Las variaciones en número y momentos de evaluaciones se debieron a las características de los recipientes, observado el comportamiento en ensayos preliminares. Las variaciones en el número de insectos fueron motivadas por la variación

en el número de insectos capturados en las trampas. Por ser un insecto social, fue necesario utilizar en todos los tratamientos de una repetición, insectos provenientes de una única trampa, para garantizar que provinieran de una misma colonia.

En las placas con agar, al momento de la evaluación final, se obtuvo la imagen de cada placa con un *scanner*. Las imágenes obtenidas fueron divididas en cuatro cuadrantes, en los cuales se observó si las galerías habían sido selladas o no y se midió la longitud total de galerías en los cuadrantes correspondientes a los productos y a los discos testigo. La longitud total de las galerías fue medida al final de cada prueba, (sexto o séptimo días de observación, según el ensayo). Se midió la longitud (cm) de las galerías construídas en el agar de los cuadrantes de la placa correspondientes a los discos testigo y a los tratados con el producto.

Los productos fueron caracterizados aplicándose el siguiente Índice de Preferencia (I.P.):

$$I.P. = \frac{IP - IT}{IP + IT}$$

donde:

IP= insectos presentes (o galerías en los cuadrantes) en los discos con producto.

IT= insectos presentes (o galerías en los cuadrantes) en los discos testigo.

Los productos comprendidos en la variación de $\pm 10\%$ del I.P. para cada prueba fueron considerados como neutros.

Así, de acuerdo con el I.P., los productos fueron considerados:

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| repelentes: cuando | $-1 < \text{I.P.} < -0,1$ |
| neutros: cuando | $-0,1 < \text{I.P.} < +0,1$ |
| atrayentes: cuando | $+0,1 < \text{I.P.} < +1$ |

Los recipientes fueron mantenidos en condiciones controladas ($27 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 15\%$ H.R. y simulación de escotofase continua, cubriendo los recipientes con plástico negro) y fue observado y anotado si las termitas entraron o no en las áreas tratadas y si sellaron o dejaron abiertos los túneles construídos para el pasaje del orificio central hacia los laterales (PAG).

El delineamiento experimental fue de parcelas al azar. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por análisis no-paramétrico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las termitas subterráneas frecuentemente reaccionan a la presencia de productos que pueden ser nocivos sellando las galerías que construyen, para evitar el contacto con los mismos (Su *et al.*, 1982). Tal comportamiento no fue observado en las pruebas realizadas en las placas con agar, ya que las galerías construídas en el agar permanecieron abiertas en todos los casos.

Se observó que las termitas fueron construyendo las galerías progresivamente hasta el encuentro de los discos de cartón ofrecidos como alimento. Después, circularon libremente por las mismas y, con el transcurso de los días, fueron construyendo galerías próximas a la pared de las placas, acompañando el borde de las mismas. No hubo galerías cerradas para evitar el contacto con los productos. En los días finales de observación las termitas mostraron preferencia por circular en las galerías construídas junto al borde de las placas, lo que permitió la alimentación en los discos de cartón y la permanencia en la proximidad de las paredes de la placa, lo que confirma el tigmotropismo característico de estos insectos.

Con la medida de la longitud de las galerías, al sexto o séptimo días de observación, se constató que apenas los derivados del nim provocaron indicios de rechazo, cuando se compararon los cuadrantes correspondientes a los testigos y aquellos correspondientes a los discos tratados (Cuadro 1).

Cuando se comparó la longitud de las galerías en los cuadrantes con discos testigo y con discos tratados, así como cuando se aplicó el Índice de Preferencia (I.P.) ningún producto fue considerado repelente para *H. tenuis*. Los compuestos a base de hojas de nim fueron clasifica-

dos como neutros, aun cuando presentaron valores de I.P. ($-0,09$ y $-0,10$, respectivamente) próximos al límite para caracterizarlos como repelentes. Sin embargo, cuando se aplicó análisis no paramétrico al porcentaje de galerías correspondientes a ambos tipos de cuadrantes, el Nimkol-L® (1% i.a.), el extracto de hojas de nim (5% p/v) y el aceite de nim (2% v/v) mostraron indicios de no preferencia por parte de las termitas.

Se puede sugerir que las placas con agar no constituyen el mejor método para evaluar de forma cuantitativa la repelencia o preferencia de las termitas ante los productos, desde que no se puede afirmar que estos insectos tengan la capacidad de seleccionar individualmente e ir hacia los productos en respuesta a señales de atracción o repelencia a través del sustrato. De hecho, no fue observado que los insectos salieran, inicialmente, en dirección a los discos de cartón. Aproximadamente la mitad de las galerías iniciales fue construída en el agar en dirección a los discos, pero la otra mitad fue iniciada sin un direccionamiento preciso para los mismos. La respuesta cualitativa de rechazo, como constatada por Su *et al.* (1982), mediante el sellado de galerías es más confiable. Ello no fue verificado para los productos evaluados en el presente trabajo.

El método empleado en los experimentos en arenas de preferencia también puede tener limitaciones debido a los hábitos sociales de las termitas y su comportamiento grupal, no manifestando una verdadera capacidad de opción individual. Sin embargo, debido a su capacidad de comunicarse por medio de señales (químicas o táctiles), parece válido estudiar el comportamiento del grupo. Si hubiera rechazo por determinados productos, probablemente estos insectos podrían utilizar señales para pasar esas informaciones entre individuos. Fue posible observar la circulación de los insectos dentro de los tubos de comunicación entre las placas y en las diferentes placas, lo que indica que ellos podrían haber evitado las placas con los discos tratados, aunque no fuera una selección individual y sí grupal. Considerándose apenas la totalidad de insectos presentes en los discos de cartón, y no considerando los que se encontraban circulando en los recipientes, se calculó la proporción de los presentes en los discos con producto y en los discos testigo (Cuadro 2).

En el caso de Nimkol-L® hubo preferencia de las termitas para alimentarse de los discos tratados con el producto (87,3%) en comparación con los discos testigo (12,7%). Con excepción de la primera evaluación (una hora y media después de liberados los insectos) en las restantes evaluaciones la preferencia por este derivado del nim fue significativa. Esta preferencia de las termitas por un producto

Cuadro 1. Longitud de galerías (cm, media \pm DP_m), porcentaje en los cuadrantes de las placas correspondientes a discos testigos o tratados con los productos e Índice de Preferencia (I.P.) al final del período de observación (6° ó 7° día), en laboratorio, (27 \pm 2° C; 65 \pm 15% H.R. y simulación de escotofase continua).

| | Nimkol-L [®] (1% i.a.) ¹ | Aceite de nim (2% v/v) ² | Extractos acuosos (5% p/v) ² | | |
|---|---|---|---|-------------------|--------------------------|
| | | | Hojas nim | Semillas nim | Frutos <i>T. pallida</i> |
| Galerías (cm) en cuadrantes de Producto | 21,3 \pm 2,32 a ³ | 41,7 \pm 8,68 a | 26,1 \pm 1,86 a | 25,9 \pm 5,24 a | 33,7 \pm 2,45 a |
| Galerías (cm) en cuadrantes de Testigo | 23,9 \pm 2,58 a | 45,4 \pm 7,37 a | 31,6 \pm 3,33 a | 27,0 \pm 2,96 a | 28,3 \pm 5,27 a |
| % galerías en cuadrantes de Producto | 45,5 \pm 1,01 B | 47,5 \pm 1,37 B | 45,6 \pm 1,89 B | 47,7 \pm 3,68 A | 55,4 \pm 6,85 A |
| % galerías en cuadrantes de Testigo | 54,5 \pm 1,01 A | 52,5 \pm 1,37 A | 54,4 \pm 1,89 A | 52,3 \pm 3,68 A | 44,6 \pm 6,85 A |
| C.V. (%) Producto | 0,22 | 2,88 | 4,14 | 7,71 | 12,36 |
| C.V. (%) Testigo | 1,85 | 2,61 | 3,46 | 7,03 | 15,36 |
| I. P. | -0,09 | -0,05 | -0,09 | -0,05 | +0,11 |

¹ Seis repeticiones, evaluación final en el séptimo día.

² Cuatro repeticiones, evaluación final en el sexto día.

³ Valores seguidos por igual letra en la columna, minúscula para longitud y mayúscula para porcentaje, no difieren estadísticamente ($P \leq 0,05$) por prueba no paramétrica.

que les causa mortalidad (Castiglioni, 2001) es, *a priori*, inesperada. Sin embargo, las respuestas de estos insectos a los compuestos químicos es dependiente del tipo de producto y no siempre es inmediata. Grace *et al.* (1992) indicaron que obreras de *Coptotermes formosanus* construyeron galerías en arena tratada con el insecticida de suelo silafluofen hasta concentraciones de 500 ppm, pero no consiguieron construirlas cuando la concentración fue 1000 ppm o más alta. Aun cuando las concentraciones de 1, 10, 100 y 500 ppm no impidieron la penetración de las termitas en la arena tratada, la actividad fue disminuyendo progresivamente, indicando una reacción de repelencia posterior. Esa reacción de repelencia fue observada aun en la concentración de 10 ppm, que no provocó mortalidad

significativa. Por otro lado, Grace & Yates (1992) indicaron que el Margosan-O (insecticida a base de extracto etanólico de semillas de nim, conteniendo 3.000 \pm 10% ppm de azadiractina) no fue activo como repelente de contacto para *C. formosanus*. Las obreras de esa especie ingresaron rápidamente en recipientes con arena tratada hasta una concentración de 500 ppm del producto, sin que hubiera mortalidad significativa en un período de siete días. Sin embargo, la exposición crónica al producto aparentemente provocó un aumento gradual del rechazo del producto y de la mortalidad. Esto podría indicar que debe transcurrir un determinado tiempo, después del contacto con los productos químicos, para que las termitas manifiesten una respuesta de rechazo.

Cuadro 2. Proporción en los discos tratados y no tratados (testigo), del total de insectos presentes en los discos, en las arenas de preferencia, en diferentes momentos de evaluación ($27\pm 2^\circ\text{C}$; $65\pm 15\%$ H.R. y simulación de escotofase continua).

| PORCENTAJE | | | | | | |
|--------------|------------------------|-------------|--|--|--|----|
| EVALUACIÓN | Nimkol-L ^{®1} | Test. | | | | |
| 1 hora 30' | 73,7 | 26,7 | | | | NS |
| 5 horas 45' | 84,0 | 16,0 | | | | * |
| 21 horas | 94,2 | 5,8 | | | | * |
| 24 horas | 93,5 | 6,5 | | | | * |
| 29 horas | 91,2 | 8,8 | | | | * |
| MEDIA | 87,3 | 12,7 | | | | |

| EVALUACIÓN | NIFO 5% ² | Test. | | NIS 5% ² | Test. | |
|--------------|----------------------|-------------|----|---------------------|-------------|----|
| 1 hora 30' | 22,5 | 77,5 | * | 71,6 | 28,4 | NS |
| 5 horas | 21,2 | 78,8 | ** | 67,8 | 32,2 | NS |
| 20 horas | 24,8 | 75,2 | * | 73,8 | 26,2 | NS |
| 24 horas | 49,1 | 50,9 | NS | 72,4 | 27,6 | * |
| 48 horas | 41,2 | 58,8 | NS | 77,2 | 22,8 | * |
| 72 horas | 46,6 | 53,4 | NS | 67,3 | 32,7 | NS |
| 96 horas | 37,5 | 62,5 | NS | 73,1 | 26,9 | * |
| MEDIA | 34,7 | 65,3 | | 71,9 | 28,1 | |

NIFO = Extracto de hojas de nim; NIS = Extracto de semillas de nim Test. = Testigo.

NS = no significativo; * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$, por prueba no paramétrica de comparación de medias.

NOTA: Nimkol-L[®] por un lado, y extractos acuosos de nim, por otro, fueron evaluados en ensayos diferentes:

¹ Cuatro repeticiones, 100 insectos por repetición.

² Nueve repeticiones, 50 insectos por repetición.

Las termitas presentaron una respuesta diferente frente a los extractos acuosos preparados en el laboratorio. Hubo preferencia por el extracto de semillas de nim (5% p/v) y rechazo por el extracto de hojas de nim (5% p/v). Para el extracto de hojas, esa repelencia fue significativa en las evaluaciones realizadas durante las primeras 20 horas. A partir de ese momento, se mantuvo una tendencia de rechazo, aunque no significativa. Contrariamente, en el caso del extracto de semillas de nim, la preferencia de los insectos se manifestó desde el primer momento, y solamente fue significativa después de las primeras 20 horas de evaluación. Para el promedio de los momentos de evaluación, la proporción de insectos presentes en los discos con ex-

tracto de nim a 5% y en el testigo fue 34,7 y 65,3% para hojas y 71,9 y 28,1% para semillas, respectivamente.

De forma semejante, hubo efecto diferente del extracto acuoso de hojas de nim preparado en el laboratorio y la formulación comercial Nimkol-L[®], también obtenida de hojas de nim. El extracto preparado en el laboratorio, que no afectó la sobrevivencia de *H. tenuis* (Castiglioni, 2001), fue rechazado por este insecto. Podría sugerirse que en la forma más simple de preparación este extracto resulta repelente. El Nimkol-L[®], de forma contraria, no fue rechazado por las termitas a pesar de presentar acción insecticida para esta especie (Castiglioni, 2001). El extracto de semillas de nim fue preferido por las termitas, y no manifestó toxicidad para esta especie (Castiglioni, 2001).

El método y los recipientes empleados parecen apropiados para los estudios de preferencia con *H. tenuis* y para cuantificar la aceptación o el rechazo de los productos en evaluación, incorporándolos en discos de cartón. Comparándolos, los recipientes con agar resultan apropiados para estudiar el comportamiento de los insectos en laboratorio y para determinar cualitativamente la aceptación o el rechazo por los productos. Cuando interesa cuantificar el grado de preferencia o repelencia, parece más adecuado el uso de arenas de preferencia, sin agar, y una secuencia de evaluaciones en el tiempo.

CONCLUSIONES

Los derivados vegetales, en general, no son rechazados por *H. tenuis*, con excepción del extracto acuoso de hojas de nim que, en concentración de 5%, es repelido en arenas de preferencia.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B. 1995. Seleção de armadilhas para a captura de *Heterotermes tenuis* (Hagen). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 24: 619-624.
- ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B.; MOINO Jr., A.; LOPES, R.B. 1998. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas termitrap impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 27: 639-644.
- CASTIGLIONI, E. 2001. Efeito de derivados de meliáceas e isolados de fungos entomopatogênicos sobre o cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera, Rhinotermitidae). Piracicaba, 133p. Tesis de Doctorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GRACE, J.K.; YATES, J.R. 1992. Behavioural effects of a neem insecticide on *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). Tropical Pest Management. 38: 176-180.
- GRACE, J.K.; YAMAMOTO, R.T.; EBESU, R.H. 1992. Laboratory evaluation of the novel soil insecticide silafluofen against *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isopt., Rhinotermitidae). Journal of Applied Entomology. 113: 466-471.
- LOGAN, J.W.M.; COWIE, R.H.; WOOD, T.G. 1990. Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review. Bulletin of Entomological Research. 80: 309-330.
- MACEDO, N.; CAMPOS, M.B.S.; BOTELHO, P.S.M. 1997. Iscas no controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. Resumos. Salvador: SEB p.190.
- NOVARETTI, W.R.T. 1985. Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticidas de solo. Boletim Técnico Copersucar. 33: 39-44.
- SCHMUTTERER, H. 1997. Side-effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites and insects. Journal of Applied Entomology. 121: 121-128.
- SU, N.Y. 1994. Field evaluation of a hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 87: 389-397.
- SU, N.Y.; SCHEFFRAHN, R.H. 1993. Laboratory evaluation of two chitin synthesis inhibitors, hexaflumuron and diflubenzuron, as bait toxicants against Formosan Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 86: 1453-1457.
- SU, N.Y.; TAMASHIRO, M.; YATES, J.R.; HAVERTY, M.I. 1982. Effect of behavior on the evaluation of insecticides for prevention of or remedial control of the Formosan Subterranean Termite. Journal of Economic Entomology. 75: 188-193.
- SU, N.Y.; TAMASHIRO, M.; HAVERTY, M.I. 1987. Characterization of slow-acting insecticides for the remedial control of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 80: 1-4.