

Evaluación de extractos de meliáceas para el control de *Heterotermes tenuis*

Enrique Castiglioni¹
José Djair Vendramim²

RESUMEN. Se estudió en el laboratorio la bioactividad de extractos de meliáceas para *Heterotermes tenuis*. Se evaluó el efecto de extractos acuosos de diversas estructuras de *Melia azedarach*, *Trichilia pallida* y *Azadirachata indica* (nim) (1 y 5% p/v), así como el aceite de nim (1 y 2% v/v) y la formulación comercial Nimkol[®] de hojas de nim (0,5 y 1% i.a.), en la supervivencia de las termitas. Asimismo, se evaluó la transmisión del Nimkol[®] entre diferentes proporciones de individuos tratados y no tratados. El Nimkol[®] causó mortalidad significativa de *H. tenuis* a partir del tercer día de alimentación (1% i.a.). No se determinó actividad tóxica significativa para los demás extractos evaluados. No hubo evidencias de transmisión de ingredientes activos desde los insectos tratados con Nimkol[®] hacia otros individuos.

Palabras clave: *Azadirachata indica*, *Melia azedarach*, nim, Nimkol[®], termitas, *Trichilia pallida*.

ABSTRACT. Evaluation of meliaceae extracts in the control of *Heterotermes tenuis*. The biological activity of extracts of Meliaceae in relation with *Heterotermes tenuis* was studied in the laboratory. The effect of aqueous extracts from various structures of *Melia azedarach*, *Trichilia pallida* and *Azadirachata indica* (neem) (1 and 5% w/v), neem oil (1 and 2% v/v) and the commercial formula Nimkol[®], obtained from neem leaves (0.5 and 1% a.i.), were measured for the survivability of termites. The transmission of Nimkol[®] between different proportions of treated and untreated individuals was also evaluated. Nimkol[®] caused a significant mortality of *H. tenuis* after the third day of feeding (1% a.i.). No significant toxic activity was determined for the other extracts. There was no evidence of transmission of active ingredients from insects treated with Nimkol[®] to other individuals.

Key words: *Azadirachata indica*, plant extracts, *Melia azedarach*, neem, Nimkol[®], termites, *Trichilia pallida*.

Introducción

La termita subterránea *Heterotermes tenuis* Hagen (Isoptera: Rhinotermitidae) es una de las plagas más importantes de la caña de azúcar en el Brasil. De acuerdo con Novaretti (1985), los ataques producidos en la época de plantío, en el período de maduración y después del corte, pueden motivar pérdidas en la producción de hasta 10 t·ha⁻¹·año⁻¹. El control de las termitas subterráneas es costoso y poco eficiente, debido a la dificultad para localizar las colonias difusas que estos insectos habitan.

Tras la Resolución N° 329 del Ministerio de Agricultura, que prohibió el uso y la distribución de productos organoclorados destinados a la actividad agropecuaria en el Brasil, se eliminó una de las alternati-

vas más eficientes de control de termitas subterráneas, debido al largo efecto residual de esos productos. En la búsqueda de nuevas alternativas, se procuran productos más específicos y menos nocivos para el ambiente.

Los productos con actividad insecticida derivados de vegetales son considerados como apropiados para su uso en el manejo integrado de plagas, debido a su menor agresión al ambiente y, como en el caso del nim, por la selectividad para una serie de organismos benéficos (Schmutterer 1997). Sin embargo, esas características favorables son parcialmente debidas a la rápida descomposición de esos productos en condiciones de campo.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. C.P. 60000, Ruta 3, km 363, Paysandú, Uruguay. bbcast@fagro.edu.uy

² Departamento de Entomología, Fitopatología e Zoología Agrícola. ESALQ/USP, C.P. 9, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. jdvendra@esalq.usp.br

Los extractos vegetales, en general, no presentan efecto tóxico instantáneo (*knockdown*), lo cual los hace poco atractivos para los agricultores acostumbrados al uso de insecticidas sintéticos (Schmutterer 1997). Sin embargo, esa misma característica es favorable para el empleo de tales productos en trampas atractivas para el control de termitas, ya que el objetivo consiste en provocar una baja mortalidad en el local de alimentación y actuar sobre la mayor parte de los individuos dentro de la colonia.

La eficacia de los productos utilizados en las trampas puede aumentar si el intercambio de fluidos corporales, que se produce normalmente en las tareas de alimentación y limpieza mutua entre individuos, determina el pasaje de la sustancia tóxica entre ellos. El contacto frecuente entre termitas de una misma comunidad posibilita el pasaje de los agentes estresantes de un individuo a otro. Tal efecto ya fue comprobado para hongos entomopatógenos (Kramm *et al.* 1982, Gusmão *et al.* 1999), debido probablemente a los hábitos de limpieza mutua del cuerpo y de intercambio de alimentos. Las esporas de los hongos pueden pasar de individuos contaminados a sanos, aumentando la eficacia de la contaminación de los integrantes de la colonia. El intercambio de fluidos corporales puede determinar también el pasaje de sustancias tóxicas entre individuos, como demostraron Logan y Abood (1990) para hidrametilnon en *Reticulitermes santonensis* y *Microtermes lapidus*.

En este trabajo, se evaluaron extractos de meliáceas en relación con su toxicidad para *H. tenuis*, y la transmisión entre individuos de esta especie de la formulación Nimkol-L[®], de hojas de nim.

Materiales y métodos

Los experimentos de evaluación de la toxicidad de extractos y derivados de meliáceas fueron realizados en el Laboratorio de Plantas Insecticidas del Departamento de Entomología, Fitopatología e Zoología Agrícola, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil.

Los insectos utilizados en los experimentos (obreras y soldados) fueron obtenidos de un campo de producción de caña de azúcar, a aproximadamente 20 km SO de Piracicaba, con trampas de cartón del tipo Termitrap[®], desarrolladas por Almeida y Alves (1995).

El material vegetal, constituido por hojas, ramas y frutos de *Trichilia pallida* Swartz, *Melia azedarach* L. y *Azadirachta indica* A. Juss (nim), fue colectado del Parque de la ESALQ. Para la preparación de los ma-

teriales vegetales en polvo, las hojas, ramas y frutos fueron secados por separado en un horno con circulación de aire (a 45°C, por 48-72 horas) y triturados con molino de cuchillas hasta la obtención de un polvo fino. Los polvos fueron almacenados en frascos herméticamente cerrados y debidamente identificados, hasta la preparación de los extractos. Se evaluaron también un aceite de extracto de semillas de nim, proveniente de Trinidad y Tobago, y una formulación comercial de extracto acuoso de hojas de nim (Nimkol-F[®] en los dos primeros experimentos y Nimkol-L[®] en los restantes).

Los extractos, en las concentraciones de 1 y 5% (p/v), fueron preparados adicionando 10 y 50 g de polvo seco, respectivamente, a un litro de agua destilada, y agitando manualmente hasta la homogeneización completa. Las suspensiones así preparadas fueron mantenidas en reposo durante 24 horas y después filtradas para eliminar las partículas sólidas. Las concentraciones de aceite de nim y de Nimkol[®] fueron preparadas en la base v/v. El aceite de nim fue obtenido de semillas con azadiractina como principal compuesto activo, en concentración desconocida. El Nimkol[®], formulado por la empresa Quinabra (Brasil) con una concentración de 10% (p/v) de hojas de nim, contiene una serie de limonoides de acción insecticida, en concentración desconocida. De manera paralela, también fueron obtenidos extractos preparados en agua caliente (infusiones) de las hojas de nim y los frutos de las tres especies. Para ello, las proporciones de polvo y agua anteriormente descritas se calentaron hasta la ebullición, momento a partir del cual se retiraron de la fuente de calor y se dejaron enfriar.

Experimento 1

La aplicación de los extractos y del agua destilada (testigo) fue realizada por inmersión de discos de cartón de aproximadamente 5 cm de diámetro. Una vez secados al aire, un conjunto de dos discos, constituyendo una parcela, fue dispuesto en una caja plástica de 6 cm de diámetro, con orificios para el intercambio gaseoso en la tapa superior. En cada parcela fueron acondicionadas 24 obreras y uno o dos soldados de *H. tenuis*, con tres repeticiones para cada tratamiento (productos y testigo). Después de la aplicación, las cajas fueron colocadas en bandejas metálicas, cubiertas con plástico negro y mantenidas en sala climatizada (entre 22±1°C y 26±2°C, HR 65±15% a 70±10%, dependiendo del ensayo, y escotofase continua, lograda con el plástico negro). Para garantizar condiciones

adecuadas de humedad en el interior de las cajas, se añadieron diariamente de tres a cinco gotas de agua destilada en un trozo de algodón. Todos los días se evaluó la supervivencia de los insectos, se eliminaron los insectos muertos y se anotaron las observaciones sobre el comportamiento (alimentación, movimiento) de los sobrevivientes.

En función de la disponibilidad de insectos colectados del campo, se llevaron a cabo cuatro pruebas diferidas en el tiempo, evaluando los diferentes productos. En la primera prueba se utilizaron dos testigos: con alimento (insectos alimentados con discos de cartón inmersos en agua destilada) y sin alimento (solamente agua en un trozo de algodón). El objetivo fue descartar la ausencia de alimento como factor de mortalidad, eliminando la posibilidad de que algún producto causara la mortalidad por repelencia y no por toxicidad. Esta prueba se mantuvo durante 30 días, pero la evaluación se realizó a los 15 días, ya que tras ese momento, la mortalidad en el testigo resultó elevada. En las demás pruebas, el período de evaluación fue de seis o siete días, lo cual se justifica por el estado del tratamiento testigo, variable en función del vigor, en el laboratorio, de los insectos provenientes de las distintas recolectas.

El diseño experimental fue de parcelas al azar. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Experimento 2

Para evaluar la existencia de transferencia de Nimkol-L[®] entre las termitas, proporciones variables (0:100, 10:90, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0) de insectos alimentados durante dos días con el producto (tratados) y sin el producto (sin tratar), fueron colocadas posteriormente en cajas de plástico con discos de cartón no tratados, con tres repeticiones para cada proporción. Durante los dos días iniciales de alimentación, los insectos tratados fueron alimentados con discos de cartón previamente inmersos en Nimkol-L[®] (0,5% i.a.), antes de mezclarlos en un mismo recipiente con los insectos sin tratar, alimentados durante esos dos días con discos de cartón inmersos en agua destilada. Se establecieron dos grupos en la proporción 100:0: uno de ellos recibió el mismo tratamiento que las demás proporciones (dos días de alimentación en los discos inmersos en el producto y luego pasados a discos inmersos en agua destilada), en tanto que el otro fue alimentado en discos de cartón tratado con el producto durante

todo el período de evaluación. Las cajas fueron mantenidas en una sala climatizada ($26 \pm 3^\circ\text{C}$; HR $65 \pm 15\%$) y cubiertas con plástico negro para provocar una escotofase continua. La humedad en el interior de las cajas fue mantenida como se describió en el ítem anterior.

La mortalidad fue registrada durante siete días, incluyendo los dos días de alimentación inicial en los discos tratados (cinco días después de mezclar los insectos tratados con los no tratados). Transcurrido ese período, se comparó la mortalidad real observada con la teórica esperada, en función de la proporción de insectos alimentados con el producto, en el caso de que hubiera pasaje del ingrediente activo de unos individuos a otros, como consecuencia del normal intercambio de alimento entre estos insectos.

Los valores observados de mortalidad fueron comparados con los esperados por prueba de χ^2 , para un grado de libertad ($P \leq 0,05$).

Resultados y discusión

Efecto tóxico de derivados de meliáceas sobre *H. tenuis*

Entre los derivados de meliáceas probados, se constató la acción tóxica del producto comercial Nimkol[®] sobre *H. tenuis* (en las dos formulaciones empleadas), en concentraciones de 0,5 a 1% de ingrediente activo. La supervivencia de las termitas alimentadas con discos de cartón impregnados con los demás derivados, en concentraciones de 1, 2 y 5%, no se diferenció del testigo al final del período de evaluación de cada experimento (Cuadro 1).

En algunas de las pruebas se observó que el aceite de nim y los extractos de frutos de *T. pallida* y de nim afectaron la morfología o el comportamiento de las termitas. En dichos tratamientos, se observó una menor actividad por parte de los insectos, los cuales tenían, además, el abdomen más corto y aplanado (posibles síntomas de estrés). Esos síntomas fueron semejantes a los observados en los insectos tratados con Nimkol-L[®] antes de morir y a los descritos por Bao y Yendol (1971) para termitas inoculadas con *Beauveria bassiana*. Sin embargo, con aceite de nim y los extractos de frutos de *T. pallida* y nim, a pesar de esos síntomas, la supervivencia no fue afectada durante el período de evaluación.

Las deformaciones de los abdómenes y los cambios de comportamiento, como la menor movilidad, pueden haberse debido a la falta de alimentación, pero estos síntomas no fueron observados en el testigo sin alimento.

Cuadro 1. Supervivencia (media \pm s¹) de *Heterotermes tenuis* alimentados con extractos acuosos, infusiones y derivados de meliáceas.

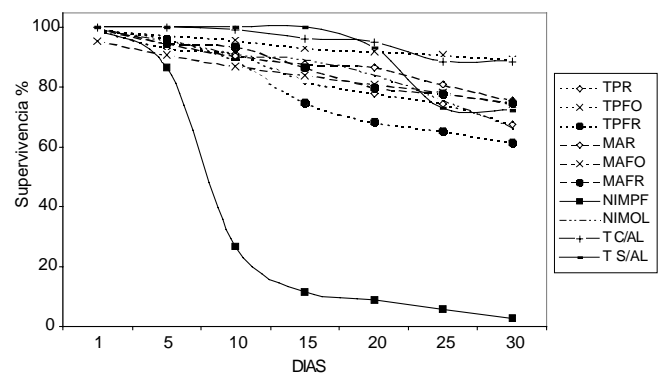
Producto	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
	15 dpi ²	6 dpi	6 dpi	7 dpi
Testigo s/alimento	100,0 \pm 0,00 a	-	-	-
Testigo c/alimento	96,2 \pm 1,72 a	85,9 \pm 1,81 a	98,1 \pm 1,11 a	91,2 \pm 3,95 a
<i>T. pallida</i> – hoja 5%	93,3 \pm 1,76 a	78,1 \pm 4,87 a	-	-
<i>T. pallida</i> – rama 5%	82,1 \pm 5,34 a	89,6 \pm 3,77 a	-	-
<i>T. pallida</i> – fruto 5%	74,8 \pm 13,84 a	-	-	89,4 \pm 3,28 a
<i>T. pallida</i> – fruto inf. ³ 5%	-	-	-	89,4 \pm 2,88 a
<i>M. azedarach</i> – hoja 5%	84,0 \pm 2,81 a	87,4 \pm 3,62 a	-	-
<i>M. azedarach</i> – rama 5%	87,9 \pm 2,30 a	91,1 \pm 2,22 a	-	-
<i>M. azedarach</i> – fruto 5%	86,6 \pm 6,55 a	86,8 \pm 3,42 a	-	88,5 \pm 3,60 a
<i>M. azedarach</i> – fruto inf. 5%	-	-	-	91,3 \pm 0,97 a
Aceite de nim 1%	89,1 \pm 2,68 a	-	-	-
Aceite de nim 2%	-	-	-	-
Nim – hoja 1%	-	-	92,3 \pm 3,51 a	-
Nim – hoja 5%	-	-	89,4 \pm 4,26 a	-
Nim – hoja inf. 5%	-	-	-	88,2 \pm 1,59 a
Nim – fruto 1%	-	-	94,3 \pm 2,47 a	-
Nim – fruto 5%	-	89,7 \pm 3,92 a	95,2 \pm 1,84 a	-
Nim – fruto 5%	-	-	-	90,5 \pm 1,95 a
Nimkol-F [®] 1%	-	2,2 \pm 2,01 b	-	-
Nimkol-L [®] 1%	-	-	6,7 \pm 4,54 b	0,0 \pm 0,00 b
Nimkol-F [®] 0,5%	11,4 \pm 4,10 b	-	-	-
C.V. %	17,19	9,68	8,15	6,96
s	26,81	15,14	14,86	12,75

¹ media \pm s = media \pm desvío estándar de la media ² d.p.i. = días post-instalación ³ inf. = infusión

Resultados seguidos de la misma letra, en las columnas, no difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ($P < 0,05$)

Los valores de supervivencia final fueron analizados 15 días después de la instalación, cuando se constató que la mortalidad se mantenía baja en los testigos (Fig. 1). En los ensayos restantes, las evaluaciones fueron realizadas 6 o 7 días después de la instalación del experimento. Ese período fue suficiente para la manifestación de la acción tóxica del Nimkol[®] en las concentraciones probadas, y la mortalidad en el testigo no superó el 15%.

En el primer ensayo se observó, entre 15 y 20 días después de la instalación, un aumento de la mortalidad de *H. tenuis* en los testigos, principalmente en el testigo sin alimentación. El Nimkol-F[®] (0,5% i.a.) provocó una mortalidad significativamente mayor que el resto de los tratamientos, siendo que el efecto comenzó a evidenciarse a partir del 5° día de evaluación. A partir del 15° día, también se observó una tendencia (sin significación estadística) a la toxicidad del extracto de frutos de *T. pallida* en la supervivencia de las termitas.



T S/AL=testigo sin alimento
T C/AL=testigo con alimento
TPR=*Trichilia pallida* ramas 5%
TPFO=*T. pallida* hojas 5%
TPFR=*T. pallida* frutos 5%

MAR=*Melia azedarach* ramas 5%
MAFO=*M. azedarach* hojas 5%
MAFR=*M. azedarach* frutos 5%
NIMPF=Nimkol-F[®] 0,5% i.a.
NIMOL = Aceite de nim 1%

Figura 1. Supervivencia de *Heterotermes tenuis* alimentado con discos de cartón con extractos acuosos y derivados de meliáceas.

En las pruebas subsiguientes, se confirmó el efecto tóxico del Nimkol® sobre *H. tenuis*, pero no se constató efecto tóxico del aceite de nim o de los extractos acuosos, preparados en frío o en caliente (Fig. 2 y 3).

El efecto de las infusiones de hojas y frutos de nim fue semejante al observado con los extractos preparados a temperatura ambiente (Fig. 3).

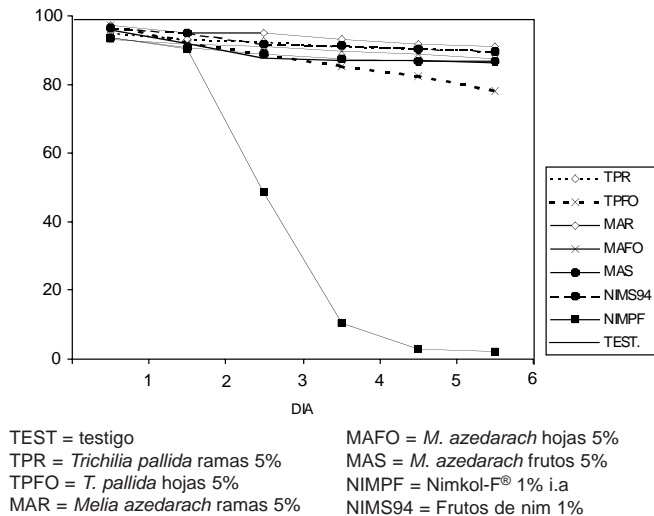


Figura 2. Supervivencia de *Heterotermes tenuis* alimentado con discos de cartón con extractos acuosos y derivados de meliáceas.

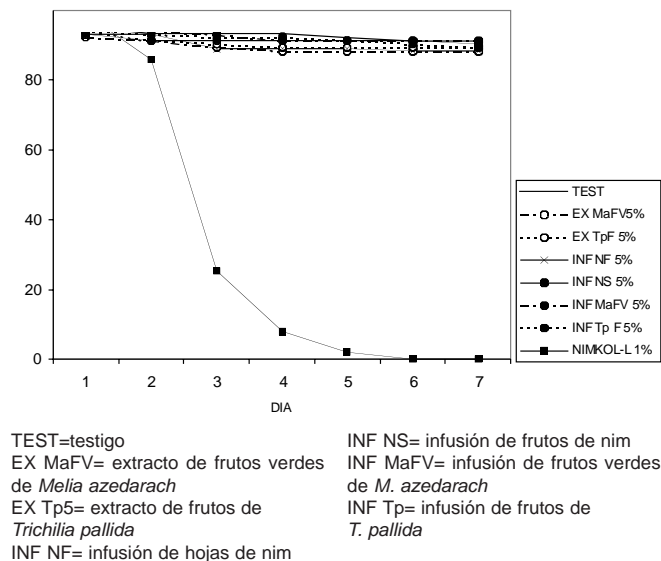


Figura 3. Supervivencia de *Heterotermes tenuis* alimentado con discos de cartón con extractos acuosos e infusiones de meliáceas y Nimkol-L®.

Ningún extracto o infusión provocó mortalidad significativa de *H. tenuis*. El Nimkol®, por su parte, confirmó valores de mortalidad próximos al 100% al final de aproximadamente una semana de alimentación de las termitas, para la concentración de 1% de i.a.

La falta de constatación de la acción tóxica de los extractos evaluados sobre *H. tenuis* fue, de cierta forma, inesperada, ya que los mismos son activos contra varias especies de insectos (Rodríguez y Vendramim 1997, Souza y Vendramim 2000, Brunherotto y Vendramim 2001). Es interesante observar, además, la discrepancia entre los resultados obtenidos con los extractos de hojas de nim y con el Nimkol®, el cual también es un extracto acuoso de hojas de nim, pero en formulación comercial.

El efecto tóxico de los extractos vegetales depende de la especie de artrópodo sobre la cual actúan. Ese efecto, además, varía para un mismo insecto, entre las diferentes partes de una especie vegetal o diferentes especies vegetales. Así, por ejemplo, el extracto de ramas de *T. pallida* es más eficiente que el extracto de hojas de esa especie, para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Torrecillas y Vendramim 2001) y *Bemisia tabaci* (Souza y Vendramim 2000), ocurriendo lo contrario con *Tuta absoluta* (Thomazini et al. 2000).

Dependiendo de su origen, el efecto diferenciado de los extractos de hojas de nim es común en los productos biológicos, ya que la concentración de sustancias activas varía en función de las condiciones ambientales y probablemente también por razones genéticas (Schmutterer 1990). Podría sugerirse que en los insecticidas botánicos— que al igual que los denominados biológicos también son naturales— la falta de padronización de las sustancias activas y la formulación afecten drásticamente el efecto tóxico de esos productos. La identificación de las sustancias activas, mínimas condiciones de padronización en la preparación y la repetición de ensayos con los insectos de interés son indispensables para la utilización práctica de extractos vegetales en el manejo de plagas.

Los resultados de Delate y Grace (1995) y Grace y Yates (1992) sugieren que la actividad tóxica de extractos de nim para *C. formosanus* no se debe a la azadiractina, que es la sustancia activa más reconocida y estudiada de esta especie, sino a otros componentes.

Los solventes utilizados en la preparación de los extractos constituyen otro factor de importancia en la explicación de la actividad tóxica de los mismos, como explican Adams et al. (1988) en su discusión sobre el efecto termicida de extractos de diversas especies de *Juniperus*.

Transmisión de Nimkol-L[®] entre obreras de *H. tenuis*

En el experimento realizado con Nimkol-L[®] no fueron constatados indicios de la transmisión de las sustancias responsables de la toxicidad entre los individuos de *H. tenuis* (Fig. 4).

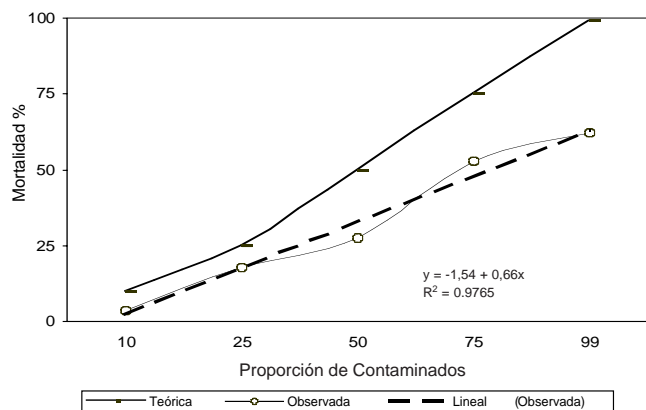


Figura 4. Mortalidad teórica esperada y real observada, al 7º día, según la proporción de insectos alimentados en discos tratados con Nimkol-L[®] 0,5% i.a. durante dos días y, posteriormente, alimentados solo con cartón y agua destilada.

En la hipótesis de ocurrencia de transmisión de los compuestos activos del Nimkol-L[®], se debía esperar una mayor proporción de individuos muertos que aquella inicialmente contaminada por la alimentación con el producto. Los valores de mortalidad en todos los casos fueron inferiores a los teóricamente esperados de acuerdo con la proporción de contaminación.

La comprobación de la acción tóxica del Nimkol-L[®], en la concentración utilizada, se visualiza con el tratamiento de 100% de individuos alimentados en todo el período de evaluación con discos impregnados con el producto, en el cual se alcanzó una mortalidad casi total (98%) en el 7º día de evaluación (Cuadro 2). Sin embargo, cuando el 100% de los insectos fueron alimentados con discos con el producto (durante los dos primeros días del ensayo) y pasados después a discos sin tratar, la mortalidad corregida observada en el 7º día fue de apenas el 62,2%. Los resultados indican que los dos días iniciales de alimentación con Nimkol-L[®] no fueron suficientes para que la totalidad de los individuos del tratamiento alcanzase la dosis letal o bien, que los insectos fueron capaces de librarse del agente tóxico antes de morir.

Con excepción del tratamiento con 25% de individuos inicialmente contaminados con Nimkol-L[®] (25/75) y el tratamiento con la totalidad de insectos

siempre alimentados con ese producto (100/0¹), en los restantes tratamientos ocurrió mortalidad significativamente inferior a la mortalidad teórica esperada (prueba de χ^2), lo que sugiere que no hubo transferencia del tóxico entre individuos.

Se puede establecer que la acción del Nimkol-L[®] fue ineficaz, porque los valores de mortalidad observados (MOC) fueron menores que las proporciones iniciales de contaminación (MTE) en casi todos los tratamientos con apenas dos días de alimentación inicial con el producto. Sin embargo, el método y el tiempo de contacto inicial empleados con el producto parecen apropiados para representar lo que ocurre en condiciones naturales en el campo, donde los insectos se alimentan en las trampas y después vuelven a la colonia, donde deberían transmitir el agente tóxico para contaminar otros individuos. Los resultados sugieren que esto no ocurre en el caso de los ingredientes activos tóxicos del Nimkol-L[®] y *H. tenuis*.

Cuadro 2. Mortalidad observada (MOC) (corregida por Abbott 1925) y mortalidad teórica esperada (MTE), en el 7º día, para las diferentes proporciones de termitas alimentadas con discos tratados (P) con Nimkol-L[®] 0,5% i.a. a los dos días iniciales y no tratados (NP) con el producto.

Tratamiento	P/NP	MOC	MTE	χ^2 ¹
2	10/90	3,5	10	5,28 **
3	25/75	17,8	25	2,74 *
4	50/50	27,6	50	20,13 **
5	75/25	53,0	75	25,01 **
6	100/0	62,2	100	1334,52 **
7 ²	100/0	97,8	100	1,38 ns

¹ Prueba χ^2 entre MOC y MTE, para 1 grado de libertad, valores de tabla de $\chi^2(0,05; 1) = 3,48$; $\chi^2(0,10; 1) = 2,71$.

² Testigo 100% siempre alimentado con Nimkol-L[®] 0,5% i.a.

La hipótesis de desintoxicación no puede ser descartada ya que las termitas, a lo largo de su evolución, desarrollaron adaptaciones bioquímicas que las capacitan para desintoxicar los venenos de contacto que producen. Para los rinotermítidos, los estudios acerca de esos mecanismos han comprobado la eficacia de la desintoxicación para los venenos de origen co-específico, pero no para las secreciones de otras especies. No obstante, estos insectos están sobre presión evolutiva para desarrollar otros medios de desintoxicación, como por ejemplo medios que permitan una mayor conservación de nitrógeno, necesario para la síntesis de proteínas, que determinan que algunas especies presenten sorprendentes habilidades de desintoxicación, inéditas en el mundo de los insectos (Costa-Leonardo 1989).

Nimkol-L[®] es tóxico para *H. tenuis*. Los extractos acuosos y las infusiones de nim, *M. azedarach* y *T. pallida*, así como el aceite de nim, no afectan significativamente la supervivencia de la especie.

No hay evidencias de transmisión de los ingredientes activos de Nimkol-L[®] entre individuos.

Literatura citada

- Abbott, WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
- Adams, RP; Mcdaniel, CA; Carter, FL. 1988. Termiticidal activities in the heartwood, bark/sapwood and leaves of *Juniperus* species from the United States. *Biochemical Systematics and Ecology* 16:453-456.
- Almeida, JEM; Alves, SB. 1995. Seleção de armadilhas para captura de *Heterotermes tenuis* (Hagen). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 24:619-624.
- Bao, L; Yendol, WG. 1971. Infection of the Eastern Subterranean Termite *Reticulitermes flavipes* (Kollar) with the fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. *Entomophaga* 16:343-352.
- Brunherotto, R; Vendramim, JD. 2001. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) em tomateiro. *Neotropical Entomology* 30:455-459.
- Costa-Leonardo, AM. 1989. A guerra química dos cupins. *Ciência Hoje* 10:26-34.
- Delate, KM; Grace, JK. 1995. Susceptibility of neem to attack by the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shir. (Isopt., Rhinotermitidae). *Journal of Applied Entomology* 119:93-95.
- Grace, JK; Yates, JR. 1992. Behavioral effects of a neem insecticide on *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Tropical Pest Management* 38:176-180.
- Gusmão, LG; Castiglioni, E; Alves, SB. 1999. Diseminación de *Beauveria bassiana* entre *Heterotermes tenuis*. *Manejo Integrado de Plagas* 52:89-92.
- Kramm, KR; West, DF; Rockenbach, PG. 1982. Termite pathogens: transfer of the entomopathogen *Metarhizium anisopliae* between *Reticulitermes* sp. termites. *Journal of Invertebrate Pathology* 40:1-6.
- Logan, JWM; Abood, F. 1990. Laboratory trials on the toxicity of hydramethylnon (Amdro; AC 217,300) to *Reticulitermes flavipes* Feytaud (Isoptera:Rhinotermitidae) and *Microtermes lepidus* Sjöstedt (Isoptera:Termitidae). *Bulletin of Entomological Research* 80:19-26.
- Novaretti, WRT. 1985. Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticidas de solo. *Boletim Técnico Copersucar* 33:39-44.
- Rodríguez, C; Vendramim, JD. 1997. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Revista de Agricultura* 72:305-318.
- Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology* 35:271-297.
- 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.
- Souza, AP; Vendramim, JD. 2000. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. *Bragantia* 59:173-179.
- Thomazini, APBW; Vendramim, JD; Lopes, MTR. 2000. Extratos aquosos de *Trichilia pallida* e a traça-do-tomateiro. *Scientia Agricola* 57:13-17.
- Torrecillas, SM; Vendramim, JD. 2001. Extrato aquoso de ramos de *Trichilia pallida* e o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*. *Scientia Agricola* 58:27-31.