

# Desarrollo de la formulación de una feromona para el control de *Metamasius hemipterus*<sup>1</sup>

## *Development of a pheromone formula for the control of Metamasius hemipterus*

PAMELA RAMÍREZ DE LUCAS<sup>1</sup>, DIDIER ROCHAT, PIERRE ZAGATTI

---

### RESUMEN

Los cinco componentes de la feromona de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae) se probaron en el campo con el fin de determinar una formulación atractiva para el insecto. Se observó que todos los compuestos identificados de la feromona no son necesarios para la atracción de los insectos y que la relación de los sexos en las capturas depende de la composición de la mezcla sintética utilizada. La asociación de caña de azúcar (C) con el compuesto mayoritario de la feromona, el 4-metil-5-nonanol (M), es atractiva para los adultos, pero la adición del 2-metil-4-heptanol (Mh1) o del 2-metil-4-octanol (Mh2) es necesaria para obtener una máxima atracción. Los compuestos Mh1 y Mh2 se pueden sustituir entre sí sin modificar la relación de los sexos ni los niveles de captura. Las combinaciones C+M+Mh1 o C+M+Mh2 pueden, por lo tanto, ser utilizadas en el trapeo de *M. hemipterus*. La comparación de la atracción de la mezcla C+M+Mh2 con la de los machos vivos permitió probar que la mezcla sintética reproduce la atracción desatada por los machos vivos en cuanto a la relación de sexos obtenida, mejorando, incluso, los niveles de captura debido probablemente a las dosis utilizadas.

### SUMMARY

The synthetic pheromone components of *Metamasius hemipterus* were tested in the field. All pheromone compounds were not necessary for the insect attraction. Sex-ratio of catches was affected by quantitative composition of the pheromone formulation. Sugarcane (C)+4-metil-5-nonanol (M) was attractive to insects, however the addition of 2-metil-4-heptanol (Mh1) or 2-metil-4-octanol (Mh2) was required to reach high catch levels. Compounds Mh1 and Mh2 could substitute each other without any effect on trap catches nor sex-ratio. The most interesting formulations to associate with sugarcane (C) in order to control *M. hemipterus* are C+M+Mh1 or C+M+Mh2. The later was more attractive than living male baits, however the sex-ratio of catches was equivalent between both treatments.

---

Palabras claves: *Metamasius hemipterus*, feromonas, trampas, caña de azúcar, insectos dañinos, control de plagas.

1 Traducido y adaptado de: Ramírez-Lucas, P.; Rochat, D.; Zagatti, P. 1996. Field trapping of *Metamasius hemipterus* with synthetic aggregation pheromone. *Entomología Experimentalis et Applicata* [Holanda] [en prensa].

2 INRA, Unidad de Fitofarmacia y Mediadores Químicos, Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles Cedex, Francia.

## INTRODUCCION

**M***etamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae), conocido como el picudo de la caña, tiene una amplia zona de distribución en América, desde el sur de los Estados Unidos (Florida) y las Antillas hasta Uruguay y el norte de Argentina. Este insecto, plaga principalmente de la caña de azúcar (Restrepo et al. 1982), ha sido reportado en banano, piña y varias especies de palmas, como cocotero, palma de aceite y palmas ornamentales (Vaurie 1966; Giblin-Davis et al. 1994). Recientemente, en Colombia, este picudo se considera como vector del nematodo *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb) Goodey (Tylenchida: aphelenchoididae), agente causal de la enfermedad anillo rojo en palma de aceite (Calvache et al. 1994; Mora et al. 1994).

Dada la reconocida importancia de las feromonas en los programas de manejo integrado de plagas (Burkholder y Ma 1985; Lingren et al. 1982). la disponibilidad de una formulación sintética de la feromona de *M. hemipterus* sería de gran ayuda en las campañas de control de este insecto. El principal objetivo de este estudio es el de definir una formulación activa que pueda ser utilizada en la vigilancia de las poblaciones o en el trapeo masivo de los adultos. Este objetivo se llevará a cabo en dos etapas. Inicialmente se probarán los cinco compuestos sintéticos emitidos por el macho con el fin de determinar los compuestos necesarios para la atracción y la agregación de *M. hemipterus*. Más adelante se hará la comparación de la atracción con machos vivos y con la formulación sintética.

## REVISION DE LITERATURA

**L**a feromona de *M. hemipterus*, emitida por el macho, está constituida por cinco compuestos: el 4-metil-5-nonanol (M) que es el compuesto mayoritario de la feromona. el 2-metil-4-heptanol (Mh1), el 2-metil-4-octanol (Mh2), el 5-nonanol (Mh3) y la 3-hidroxi-4-metil-5-nonanona (Mh4) (Ramírez-Lucas et al. 1996a). Las pruebas de olfactometría realizadas en el laboratorio permitieron determinar que la emisión del macho es una feromona de agregación porque atrae a ambos sexos. Igualmente, la feromona posee una función sexual secundaria en la medida en que atrae en forma significativa hembras vírgenes. Los machos,

independientemente de su situación reproductiva (vírgenes o apareados), son atraídos por la feromona aunque en menor grado que las hembras. Estudios electroantenográficos sobre la detección de la feromona, permitieron determinar que los machos y hembras de *M. hemipterus* detectan los alcoholes de la feromona, así como aquellos emitidos por otros Rhynchophorinae a los cuales están emparentados y en particular el Rhynchophori, la feromona del *Rhynchophorus palmarum* L. (Ramírez-Lucas et al. 1996a).

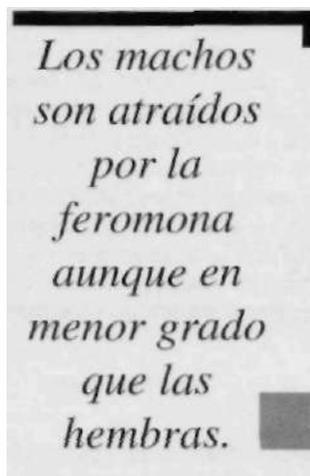
Tal como se ha observado en el campo en otros picudos de las palmas, la asociación de machos vivos de *M. hemipterus* con tejidos en fermentación de la planta huésped es más atractiva para los insectos que los tejidos fermentados del huésped vegetal (Giblin-Davis et al. 1994).

## MATERIALES Y METODOS

**D**urante los experimentos se utilizaron todos los componentes de la feromona del *M. hemipterus*: el 4-metil-5-nonanol (M), el 2-metil-4-heptanol (Mh1), el 2-metil-4-octanol (Mh2), el 5-nonanol (Mh3) y la 3-hidroxi-4-metil-5-nonanona (Mh4). Los compuestos M y Mh1 se sintetizaron en la Unidad de Fitofarmacia y Mediadores Químicos del INRA, con un grado de pureza superior al 95%. El compuesto Mh4 se obtuvo en mezcla con una segunda acetona, la 5-hidroxi-4-propil-3-heptanona, en una proporción 30:70. Los compuestos Mh2 y Mh3, disponibles en el comercio (ICN Biomedicals, USA y Fluka, Francia, respectivamente), poseían un grado de pureza superior a 99%, según la cromatografía en fase gaseosa.

Los difusores de la feromona se hicieron a partir de pequeñas bolsas de polietileno de alta densidad y de diferente calibre (80 y 100  $\mu$ m). Los diferentes compuestos de la feromona siempre se inyectaron dentro de la bolsa de 80  $\mu$ m. Unas vez inyectado el compuesto, el orificio de la aguja se selló al calor. Este dispositivo se colocó a su vez dentro de una o más bolsas de calibre 100  $\mu$ m, selladas igualmente al calor.

Durante el Ensayo 1. los difusores de M consistieron en tres bolsas de 55 x 35 mm puestas unas entre otras. La bolsa de 80  $\mu$ m de calibre se llenó con 80  $\mu$ l de M puro. Esta bolsa se colocó dentro de dos bolsas de 100



um. La tasa de difusión de M resultante fue de  $10 \pm 3$  mg/24 horas.

Durante el Ensayo 2, el compuesto M se puso en bolsas de 27 x 30 mm, mientras que los compuestos Mh1, Mh2, Mh3 y Mh4 se pusieron individualmente en bolsas de 27 x 15 mm. Los difusores de M estuvieron formados por una bolsa de 80 um colocada dentro de una segunda de 100um. La bolsa de 80um contenía 150 mg de M puro. La tasa de difusión de M (en el laboratorio a 27°C) fue de 5 mg/24 horas. Los compuestos minoritarios de la feromona (Mh1, Mh2, Mh3 y Mh4) se diluyeron al 1% en aceite de vaselina para obtener una difusión de 0,4 mg/24 horas. Los difusores de estos compuestos tenían tres bolsas. La bolsa de 80 um que contenía 0,5 ml del compuesto feromonal al 1% en aceite de vaselina, se colocó dentro de dos bolsas de 100 um. Para efectos del ensayo, el tamaño y el contenido de los difusores se calculó para emitir la feromona durante 5 a 6 días. La tasa de difusión de los compuestos siempre se evaluó por variaciones de peso de los difusores.

Para las pruebas realizadas en Guadalupe, Antillas Menores francesas, las trampas consistieron en materas plásticas de tres litros de capacidad, de 19 cm de diámetro x 15 cm de altura, colocadas boca abajo sobre un plato plástico. En el fondo de la matera se abrieron cuatro orificios de 3x2 cm para facilitar la exposición de la feromona y la entrada de los insectos. En el tratamiento 1 se colocó un difusor de M colgado dentro de la matera y 300 g de caña de azúcar remojada previamente en una solución del insecticida Bullit™ (0,5% V/V). En el tratamiento 2, la caña de azúcar se reemplazó por una esponja impregnada con la solución de insecticida.

Para las pruebas realizadas en Colombia, las trampas consistieron en galones plástico de desecho con ventanas de por lo menos 8x12 cm sobre los costados. Dentro de cada trampa se colocaron cerca de 300 g de caña de azúcar envenenada. Antes de cada utilización, la caña de azúcar se dejó previamente en remojo durante 48 horas en una solución de insecticida (15 cm<sup>3</sup> de Carbofuradan/lit de agua). El Carbofuradan se seleccionó como insecticida porque no induce una acción repelente sobre los insectos (Oehlschlager et al. 1993).

### Ensayo 1: Evaluación del compuesto mayoritario (M) como único atrayente

Este experimento se llevó a cabo durante seis días en una bananera de Petit-Bourg, Guadalupe, en marzo de 1994. Se evaluaron tres tratamientos, con tres repeticiones cada uno: caña de azúcar sola (testigo), M + caña de azúcar y M solo. Diariamente, las trampas colocadas en el suelo, cada 15 m. se cambiaron de posición (al azar) al momento de realizar las lecturas.

### Ensayo 2: Evaluación de las combinaciones "M + compuestos minoritarios" como atrayentes

Antes del ensayo se realizó una evaluación preliminar de la capacidad de retención de los insectos por el tipo de trampas utilizadas. Esta evaluación no se consideró necesaria para el tipo de trampa utilizado en Guadalupe, ya que esta trampa se reconoce por su eficiencia en la retención de los insectos capturados (Oehlschlager et al. 1993), pero esto no era el caso en Colombia. Esta prueba permitió determinar si las lecturas obtenidas reflejaban el número de insectos que entraban a las trampas. Se tomaron dos trampas, en las cuales se colocaron los 300 g de caña de azúcar envenenada. Dentro de cada trampa se introdujeron 30 adultos de ambos sexos, aislados desde la víspera sobre toallas de papel humedecidas para evitar su deshidratación. Las trampas se observaron cada diez minutos para contabilizar el número de insectos que salían. Al cabo de una hora de ensayo se evaluó el estado de los insectos dentro y fuera de las trampas. Para la evaluación se declararon "vivos" los insectos capaces de desplazarse normalmente, mientras que los insectos "en agonía" eran aquellos encontrados volteados con las alas ligeramente desplegadas y que presentaban temblores en las extremidades.

El Ensayo 2 se llevó a cabo en la plantación de palma de aceite de la empresa Manuelita S.A., en San Carlos de Guaroa (Meta), en febrero y marzo de 1995. Las pruebas se realizaron en cuatro fases. En la fase 1 se evaluaron mezclas binarias, incluyendo M y un compuesto minoritario, en las fases 2 y 3 se agregó un segundo compuesto minoritario a las dos mezclas binarias más atractivas de la primera fase, y en la fase 4 se compararon las combinaciones más atractivas de las

*El  
Carbofuradan  
se seleccionó  
como  
insecticida  
porque no  
induce una  
acción  
repelente sobre  
los insectos.*

tres primeras fases con la mezcla feromonal total que contenía los cinco compuestos. El tratamiento testigo para todas las fases contenía sólo la caña de azúcar envenenada. De cada tratamiento se hicieron cuatro repeticiones repartidas en lotes diferentes. En cada fase, los tratamientos se colocaron al azar dentro de cada bloque experimental. Las lecturas se realizaron diariamente durante cinco días. Las trampas se colocaron en la palera en la línea 3 cada siete palmas. Se escogió la palera para ubicar las trampas, ya que según observaciones sobre el comportamiento del insecto, esta zona constituye el principal refugio de los adultos.

### Ensayo 3: Comparación de las atracciones ejercidas por machos vivos y la combinación sintética atractiva

Este ensayo se llevó a cabo en la plantación de palma de aceite La Cabaña, en San Carlos de Guaroa (Meta). Se evaluaron tres tratamientos: caña de azúcar + 8 machos vivos, caña de azúcar + M + Mh2 y caña de azúcar sola como testigo. El protocolo experimental fue el mismo utilizado en el Ensayo 2. Los ocho machos vivos utilizados por trampa se colocaron dentro de un tubo de PVC de 15 cm de largo, cerrado en los extremos por malla plástica. El tubo que contenía caña de azúcar fresca se colocó contra el galón plástico por el lado externo, con el fin de evitar que los machos vivos se intoxicaran con los vapores de caña de azúcar envenenada colocada dentro de la trampa. Los machos utilizados como cebo en las trampas se recolectaron manualmente.

### Análisis estadístico de los datos

Para los análisis estadísticos, el número de insectos capturados por día y por trampa se consideró como una repetición. Los datos de cada fase se transformaron a la función  $\log(x + 1)$  y luego se sometieron a un análisis de varianza de dos factores, donde F1 representa el factor tratamiento y F2 el día de trampeo. Las diferencias entre los promedios se evaluaron ( $P < 0,05$ ) por la Prueba de Newman-Keuls (Stat-ltcf 1991).

La relación de los sexos se consideró en este trabajo como la relación del número de hembras sobre el número total de insectos capturados, siempre y cuando la lectura fuera diferente de 0 en los Ensayo 2 y 3. Durante el Ensayo 2, dado que las cuatro fases se llevaron a cabo en el mismo sitio durante un período de tiempo relativo corto y bajo las mismas condiciones, los

datos de las diferentes fases se reunieron para someterlos a un análisis de varianza de una vía no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis). Igualmente se realizó una comparación múltiple de los promedios de la relación de los sexos ( $P < 0,05$ ) (Lehman 1975). En cada tratamiento se evaluó el equilibrio de la relación de los sexos de los insectos capturados diariamente por la Prueba de Wilcoxon ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Ensayo 1

En las trampas que contienen únicamente el compuesto mayoritario M como cebo no se atraparon insectos. Las trampas que contienen caña de azúcar + M atraen significativamente más insectos que la caña de azúcar sola (Figura 1).

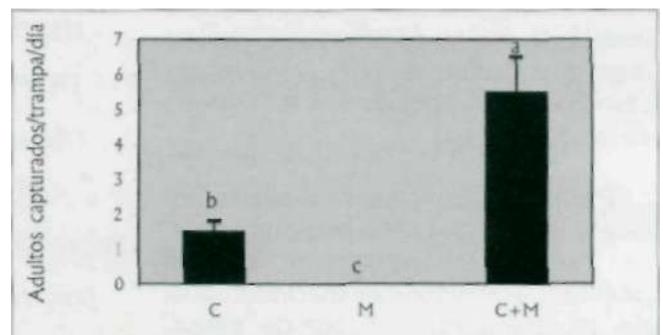


Figura 1. Promedio de capturas obtenidas con caña de azúcar (C), 4-metil-5-nonanol [M] y con la mezcla de C + M. Las barras de error representan la desviación estándar. Los tratamientos difieren estadísticamente entre sí. (Test de Newman-Keuls).

### Ensayo 2

En la prueba preliminar para evaluar la capacidad de retención de los insectos por el tipo de trampas utilizadas, se encontró que una alta proporción de los adultos colocados en las trampas (96,7% para la trampa 1 y 96,4% para la trampa 2) murieron en la hora siguiente a su introducción dentro de la trampa envenenada (Tabla 1). Los demás insectos murieron dentro de las 24 horas siguientes. Este tipo de trampa, relativamente económica, retiene muy bien los insectos que entran. Las lecturas obtenidas reflejan el número de insectos que entran a la trampa.

En cada fase del Ensayo 2 se observó un efecto altamente significativo del tipo de atrayente utilizado.

Tabla 1. Eficiencia de las trampas [galones de plásticos de desecho] en la retención de los adultos de *M. hemipterus*.

Tiempo transcurrido después de la introducción (minutos)	0	10	20	30	40	50	60	Total insectos salidos
	Trampa 1	1	0	0	2	0	0	
Trampa 2	0	1	0	0	1	0	0	2
<i>Una hora después:</i>								
Estado de los insectos	Insectos salidos de la trampa			Insectos dentro de la trampa			total	
	vivos	en agonía	muerdos	vivos	en agonía	muerdos		
Trampa 1	1	0	2	0	4	23	30	
Trampa 2	1	1	0	0	8	20	30	

Un efecto significativo del día de trampeo, no ligado a la edad de la trampa, se observó en las fases 1 y 2. Este efecto, sin embargo, no tuvo repercusiones en el análisis del efecto del cebo, en la medida en que ninguna interacción significativa se observó entre el cebo y el día de trampeo.

En la fase 1, los adultos fueron más atraídos por las combinaciones C + M + Mh1 y C + M + Mh2 (donde C es la caña de azúcar). Las mezclas C+M, C+M + Mh3 y C+M + Mh4 fueron tan atractivas como C (Fig. 2). La mezcla C+M no atrajo significativamente los insectos como en el Ensayo 1, ya que dicha mezcla se encontraba en competencia con otras combinaciones en este

ensayo, lo que no ocurrió en Guadalupe.

Durante la fase 2, la combinación de referencia fue C + M + Mh1. La adición de un compuesto minoritario a dicha mezcla no mejoró las capturas obtenidas (Fig. 2b). Sólo las mezclas C + M + Mh1 y C + M+Mh3 fueron significativamente más atractivas que la caña de azúcar sola. Dado que la atracción de C + M + Mh1 no aumentaba significativamente con la adición de un tercer compuesto minoritario, se tomó C + M+Mh2 como tratamiento de referencia para la fase 3. Este tratamiento se había revelado igualmente atractivo

al C+M + Mh1 durante la primera fase del ensayo.

En la fase 3, la adición de un tercer compuesto minoritario a C+M+Mh2 tampoco mejoró la atracción de la combinación de referencia (Fig. 2c). Las capturas obtenidas con las diferentes combinaciones feromonales probadas en esta fase (C + Mh2 incluida) fueron estadísticamente equivalentes o superiores a las obtenidas con la caña de azúcar sola (C).

Las cuatro formulaciones feromonales más atractivas de las tres primeras fases fueron comparadas en la fase 4 con la combinación sintética total que reproduce la

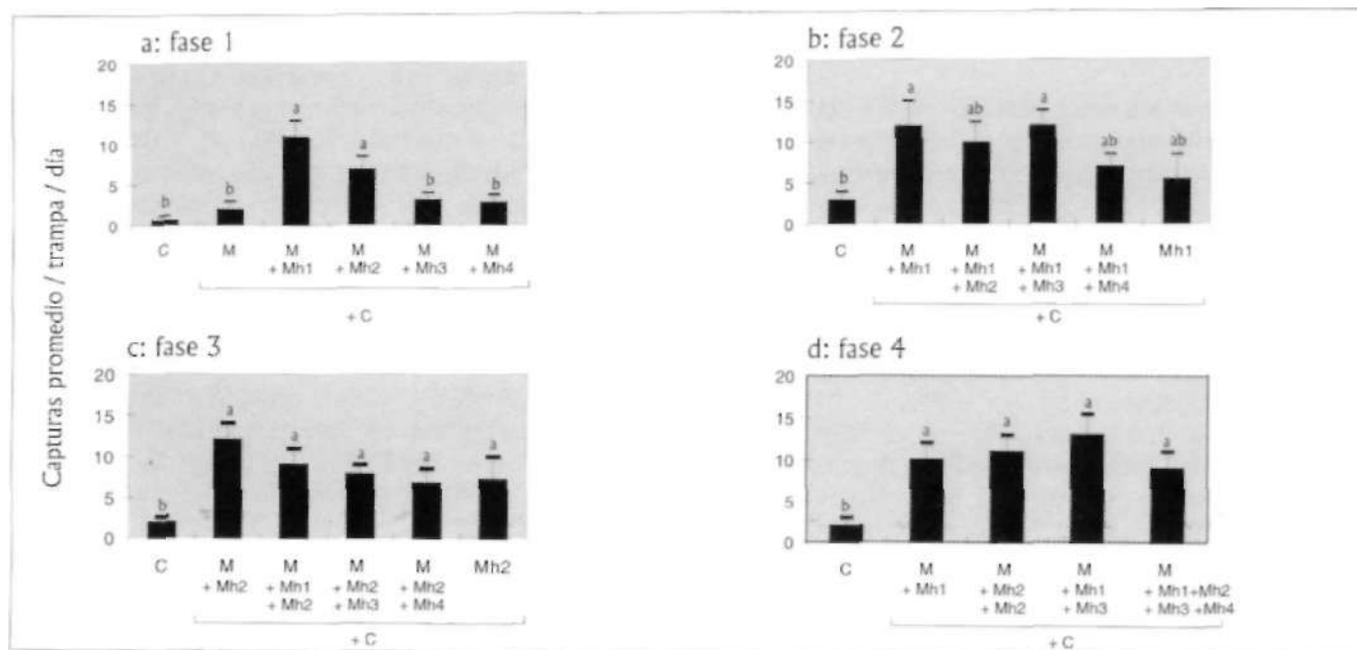


Figura 2. Promedio de adultos atraídos por mezclas que contienen caña de azúcar (C), M y los compuestos minoritarios de la feromona. Los tratamientos seguidos por la misma letra no difieren significativamente [Test Newman-Keulus].

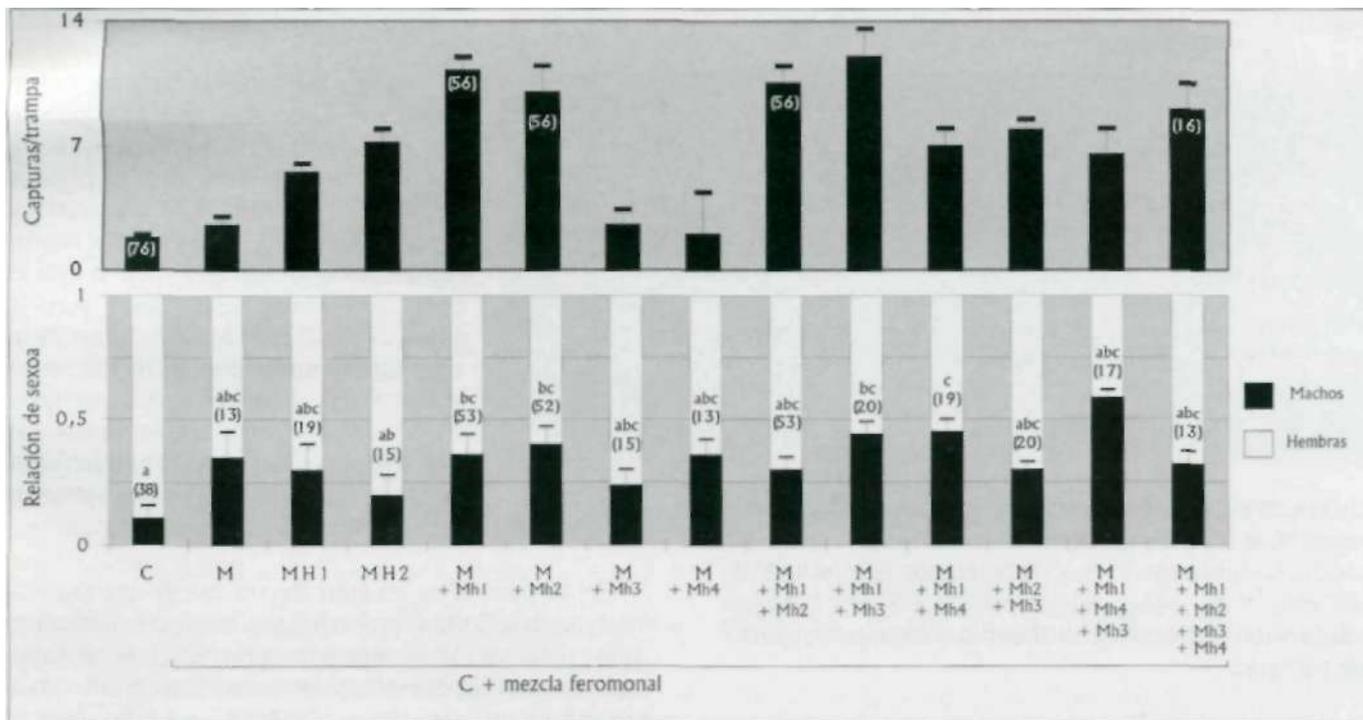


Figura 3. Relación de los sexos y capturas promedio/trampa/día obtenidas con la caña de azúcar y las diferentes formulaciones feromonales del ensayo (los números entre paréntesis indican la cantidad de trampas por tratamiento; en la parte superior de la figura, n=20 salvo en los casos indicados). Los tratamientos seguidos con la misma letra no difieren significativamente (Test de Kruskal-Wallis).

feromona del macho. Todas las combinaciones que contenían los compuestos de la feromona se revelaron estadísticamente equivalentes y diferentes de la caña de azúcar (Fig. 2d).

El análisis de los datos reunidos revela diferencias significativas entre tratamientos a nivel de las relaciones de los sexos de las capturas (Prueba de Kruskal-Wallis,  $K=70,09$ ;  $P<0,001$ ; 13 grados de libertad). Las formulaciones C+M + Mh1, C + M + Mh2, C+M + Mh3, C+M + Mh4 y C+M + Mh2 + Mh4 atraen significativamente más machos que C, mientras que C y C + Mh2 atraen una alta población de hembras (Fig. 3). La desviación de la relación de sexos del valor de equilibrio (0,5) es significativa para C y C + Mh2 ( $P<0,001$ ). La presencia del compuesto Mh4 en la formulación feromonal tiende a equilibrar la relación de sexos en las capturas cuando se agrega a C+M+Mh1 o a C+M + Mh2, disminuyendo el valor de 0,64 a 0,55 con C + M + Mh1 y de forma significativa de 0,61 a 0,4 con C+M + Mh2. Las combinaciones C+M + Mh2 + Mh4 y C+M + Mh1 + Mh4 atraen en forma equivalente machos y hembras ( $P<0,4$ ).

### Ensayo 3. Comparación de la atracción ejercida por los machos vivos con relación a la combinación sintética atractiva

Las trampas que contienen C + M + Mh2 son significativamente más atractivas que las trampas que contienen C+8 machos vivos (Fig. 4). Este efecto se debe probablemente a la dosis utilizada de los compuestos. La misma relación de los sexos en las capturas se obtuvo con C+M + Mh2 o con C+8 machos vivos.

### DISCUSION Y CONCLUSIONES

Según el Ensayo 1, el compuesto M actúa en sinergia como feromona de agregación con la caña de azúcar. Este resultado concuerda con las observaciones hechas sobre machos vivos en Florida, por Giblin-Davis et al. (1994). La sinergia entre la caña de azúcar y M no se confirma en el Ensayo 2; sin embargo, esta diferencia se puede explicar por las condiciones experimentales de los dos ensayos y, en particular, por los fenómenos de competencia entre

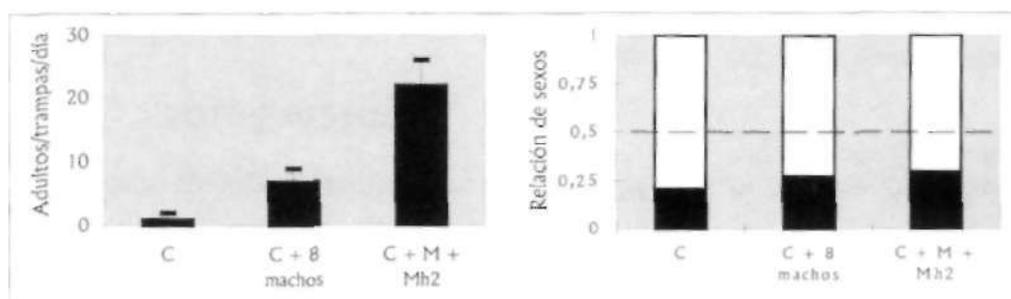


Figura 4. Comparación de las capturas obtenidas con caña de azúcar (C) combinada con 8 machos vivos y con mezcla feromonal de M = Mh2. Los tratamientos seguidos con la misma letra no difieren significativamente

trampas. Dichos fenómenos, observados en el trapeo de *R. palmarum* (Rochat y Pertius, datos sin publicar), tienden a incrementar las diferencias entre tratamientos más o menos atractivos.

En ausencia de caña de azúcar, M no tiene efecto atractivo, resultado éste confirmado por las pruebas de olfactometría realizadas en el laboratorio (Ramírez-Lucas 1995). La adición de los compuesto Mh1 o Mh2 mejora la atracción de la mezcla C+M, lo que no ocurre con Mh3 o Mh4. La asociación de M+Mh2 y la caña de azúcar fue más atractiva que la de C+8 machos vivos. Según la relación de sexos de los adultos capturados, M + Mh2 reproduce de forma satisfactoria los efectos de la feromona natural.

La feromona de *M. hemipterus* está constituida por cinco componentes, de los cuales sólo dos son necesarios para provocar una óptima actividad biológica. Los compuestos Mh1 y Mh2 se pueden sustituir entre sí cuando se agregan a C+M, sin modificar los niveles de captura, por tanto se les puede considerar como compuestos redundantes. Tal fenómeno deriva probablemente de la similitud de la estructura química de ambos compuestos, con cadena de carbono semejante y un grupo de hidroxilo en la misma posición. Los fenómenos de redundancia de los compuestos feromonales, aunque demostrados por primera vez en coleópteros con *M. hemipterus*, fueron descritos inicialmente con la feromona sexual del lepidóptero noctuío *Trichoplusia ni* (Hubner) (Linn et al. 1984).

La adición de Mh4 a las diferentes formulaciones no modifica los niveles de captura pero sí aumenta la proporción de machos capturados cuando se le agrega a la mezcla C+M + Mh2. Este no es el caso de Mh3 que agregado a las diferentes formulaciones feromonales no provoca efectos significativos sobre la relación de sexos ni sobre los niveles de captura. El compuesto

Mh4 puede tener un papel activo en la agregación de los insectos, dado que tiende a equilibrar la relación de sexos. Este resultados deberá ser confirmado posteriormente con un compuesto puro, ya que el Mh4 se encontraba en mezcla con una segunda acetona.

La composición de la mezcla tiene, por lo tanto, un efecto sobre la relación de sexos. El valor de dicha relación es modificado cuando M+Mh1 o M+Mh2 se agrega a la caña de azúcar. La presencia de Mh4 refuerza aparentemente este efecto. Acorde con la literatura, este tipo de fenómeno se observa por primera vez en Coleoptera con *M. hemipterus*.

Es claro que la caña de azúcar es más atractiva para las hembras que para los machos, lo que es lógico si se tiene en cuenta que constituye un sustrato para la oviposición y es una fuente alimenticia para las larvas. Si los datos de trapeo reflejan la composición natural de la población, la feromona de *M. hemipterus* desataría un comportamiento de agregación atrayendo en forma equivalente machos y hembras. En este caso existiría un desequilibrio natural de los sexos en favor de las hembras. En el caso contrario, como lo sugiere una relación de sexos de 0,53, obtenida sobre 883 adultos nacidos en el laboratorio, la feromona tendría un carácter sexual, atrayendo en el campo sobre todo las hembras presentes en igual número que los machos. Los datos de olfactometría apoyan esta hipótesis, ya que sólo las hembras vírgenes son significativamente atraídas por la feromona del macho (Ramírez-Lucas et al. 1996a).

El compuesto Mh2 tiene esencialmente una función sexual, atrayendo una fuerte mayoría de hembras. Sin embargo, es necesario verificar si las hembras atraídas por la caña de azúcar tienen la misma situación reproductiva que aquellas atraídas por la mezcla de los compuestos feromonales y la caña de azúcar.

Los cinco compuestos de la feromona no son necesarios para la atracción de los insectos en el campo. Desde el punto de vista de la lucha integrada, las dos formulaciones binarias más atractivas y por tanto más interesantes para asociar con caña de azúcar son M + Mh1 y M + Mh2. Aunque otras combinaciones

sean estadísticamente similares, una formulación binaria resulta menos costosa que cualquier combinación más compleja.

Las mezclas propuestas atraen más hembras que machos. Con el fin de disminuir las poblaciones del insecto, capturar las hembras es una estrategia conveniente, y las combinaciones propuestas servirían para este propósito. Sin embargo, la variación de la relación de sexos en función de la composición de la mezcla feromonal debe tenerse en cuenta según las estrategias deseadas: el trapeo masivo o la vigilancia de las poblaciones.

Se logró, por lo tanto, determinar una formulación feromonal atractiva para los adultos de *M. hemipterus*. Su utilización en el control de las poblaciones debe ser optimizada (trampa, dosis y difusores) con el fin de

integrar esta herramienta en el manejo integrado de *M. hemipterus*.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo gracias a la colaboración establecida entre Cenipalma y el INRA. Agradecemos a los Doctores Pedro León Gómez y Hugo Calvache de Cenipalma, Ricardo Buenaventura, Eduardo Castillo y Manoloín Avila de la plantación Manuelita S.A. así como a los directivos de la plantación La Cabaña por el apoyo brindado para la realización de las pruebas. Los autores agradecen igualmente a la Doctora Claude Pavis (INRA de Guadalupe) por su inestimable colaboración, al igual que a Rafaéle Bernes y Jairo "Mala" Gutiérrez. Nuestro agradecimiento se hace extensivo a Colciencias por el financiamiento acordado para los gastos de viaje.

#### BIBLIOGRAFIA

- BURKHOLDER, W.E.; MA, M. 1985 Pheromones for monitoring and control of stored-product insects. Annual Review of Entomology (Estados Unidos) v.30, p.257-272.
- CALVACHE, H.; MEJIA, A.; HERNANDEZ, M.L.; MUÑOZ, J.M. 1994. Acción de *Metamasius hemipterus* L (Coleoptera: Curculionidae) en la transmisión del anillo rojo en la palma de aceite. Palmas (Colombia) v.15 no.4, p.17-22.
- GIBLIN-DAVIS, R.; PEÑA, R.E. 1994. Lethal pitfall trap for evaluation of semiochemical-mediated attraction of *Metamasius hemipterus sericeus* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist (Estados Unidos) v.77, p.247-255.
- LEHMANN, E.L. 1975. Comparison of more than two treatments. *En*: Non-parametrics: Statistical methods based on ranks. Holden-Day, Inc. New York, Mc Graw-Hill International Book Company. P.202-259.
- LINGREN, P.D.; RAULSTON, J.R.; SPARKS, A.N.; WOLF, W.W. 1982. Insect monitoring technology for evaluation of suppression via pheromone systems. *En*: A.F. Kydonieus; M. Beroza (Eds.). Insect Suppression with Controlled Release Pheromone Systems. Vol. II. CRC Press. Inc., Boca Raton, Florida. p.171-193.
- LINN, CE.: BJOSTAD, L.B.; DU, J.W.; ROELOFS, W.L. 1984. Redundancy in a Chemical signal: Behavioral responses of male *Trichoplusia ni* to a 6-component sex-pheromone blend. Journal of Chemical Ecology (Estados Unidos) v.10, p.1635-1658.
- MORA, L.S.; CALVACHE, H.; AVILA, M. 1994. Diseminación de *Rhadinaphelencus cocophilus* (Cobb) Goodey, agente causal del anillo rojo-hoja corta de la palma de aceite en San Carlos de Guaroa (Meta). Palmas (Colombia) v. 15 no.1, p.15-27.
- OEHLSCHLAGER, A.C.; CHINCHILLA, C.M.; GONZALEZ, L.M.; JIRON, L.F.; MEXZON, R.; MORGAN, B. 1993. Development of a pheromone-based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 86, p. 1382-1392.
- RAMIREZ-LUCAS, P.; MALOSSE, C; DUCROT, P.H.; LETTERE, M.; ZAGATTI, P. 1996a. Chemical identification, electrophysiological and behavioral activities of the pheromone of *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae). Bioorganic and Medicinal Chemistry (en prensa).
- \_\_\_\_\_; ROCHAT, D.; ZAGATTI, P. 1996b. Field trapping of *Metamasius hemipterus* with synthetic aggregation pheromone. Entomologia Experimentalis et Applicata (Holanda) (en prensa).
- RESTREPO, L.G.; RIVIERA, F.; RAIGOSA J.D. 1982. Ciclo de vida, hábitos y morfometría de *Metamasius hemipterus* Olivier y *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Acta Agronómica (Colombia) v.32, p.33-44.
- STAT-ITCF. 1991. Statistical Software. Institut Technique des Cereales et des Fourrages. 91720 Boigneville. Francia.
- VAURIE, P. 1966. A revisión of the neotropical genus *Metamasius* (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). Species group I and II American Museum of Natural History. Bulletin (Estados Unidos) v.131, p.211-338.