

Comparación de trampas para capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* utilizando la feromona de agregación producida por el macho

Carlos Ml. Chinchilla¹, C.A. Oehlschlager²

Resumen

Se describen varios diseños de trampas utilizados para atraer y capturar adultos de *R. palmarum*. Dos elementos parecen esenciales para lograr una buena captura: la feromona de agregación (6-metil-2(E)-hepten-4-ol) y una fuente de alimento. La presencia de la feromona permite la captura de 6 a 30 veces más insectos en comparación a trampas que no llevan este atrayente. Existen al menos tres diseños de trampas hechos a partir de troncos de palma aceitera o cocotero, los cuales son efectivos como atrayentes por unos 7-8 días. La necesidad de construir estas trampas cada semana aumenta los costos del control. Recipientes de plástico (5-19 l) con caña de azúcar tratada con insecticida y cebados con la feromona constituyen una trampa muy eficiente, mientras que trozos de cocotero (palmito) en baldes de 19 l son eficientes solo durante 3-4 días. Troncos de palma aceitera (40 cm) a los cuales se les extrae la parte central con una motosierra, empleados con caña de azúcar y la feromona pueden ser efectivos por más de dos meses. El trapeo en gran escala usando la feromona de agregación puede ser utilizado con éxito para reducir la población de *R. palmarum* y la incidencia de la enfermedad del anillo rojo en palma aceitera y posiblemente en cocotero.

Introducción

El picudo de la palma *Rhynchophorus palmarum* causa daño directo en cocotero y palma aceitera debido a la actividad de las larvas en el tronco y en la región del cogollo principalmente. Además, es el único vector conocido de la enfermedad del anillo rojo causada por el nematodo *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1922; Hagley, 1963; Griffith, 1987). El combate de esta enfermedad se realiza mediante la eliminación de las fuentes de inóculo (palmas enfermas), reducción de los sitios de cría del insecto y de la población adulta del vector (Griffith, 1987; Chinchilla, 1992).

Varios diseños de trampas han sido propuestos para atraer y capturar adultos de *R. palmarum*, la mayoría de ellas son fabricadas con pedazos de tallos de palma aceitera o cocotero que se impregnan con insecticida (Mariau, 1968; Griffith, 1969; Morin, 1986; Griffith, 1987; Morales y Chinchilla, 1990; Chinchilla et al. 1990; Moura, 1991), sin embargo, la fabricación de algunas de estas trampas es laboriosa y el costo por unidad alto. La pérdida de trampas por robo puede ser alta cuando el recipiente usado puede tener otros usos para los trabajadores y visitantes casuales de la plantación.

Recientemente se informó (Oehlschlager et al., 1992a, 1992b) sobre la efectividad de una trampa que utiliza caña de azúcar y la feromona de agregación producida por el macho (Rochat et al.,

¹ ASD de Costa Rica, cmchinchilla@gmail.com. ² Simon Fraser University, Dept. Chemistry, Burnaby, British Columbia V5A 1S6, Canada

1991). El compuesto (6-metil-2(E)-hepten-4-ol) se libera a una tasa de 20 mg en 24 horas a 30°C. La trampa se construye a partir de un balde plástico blanco de 19 l de capacidad con aberturas laterales para aireación y permitir la entrada de los insectos, al que se le agregan varios trozos de caña de azúcar partidos longitudinalmente y tratados con insecticida. A partir de este diseño se han elaborado otros con el fin de reducir los costos por trampa sin sacrificar el número de capturas.

El objetivo de este trabajo es describir el diseño de varias trampas e informar sobre su efectividad relativa para capturar adultos de *R. palmarum* cuando se emplean en combinación con la feromona de agregación producida por el macho.

Materiales y métodos

Los experimentos de campo se realizaron en una plantación comercial de palma aceitera situada en el valle del Coto-Colorado en la costa Pacífica sur de Costa Rica. En todos los ensayos se utilizó la trampa de balde con caña de azúcar y feromona como testigo. Esta trampa es descrita por Oehlschlager et al. 1992 y se ilustra en la figura 1F. Todos los experimentos se montaron como un diseño de bloques al azar con 10 repeticiones por tratamiento. Siguiendo el esquema de siembra en la plantación (9 m triangular entre palmas) cada tratamiento en una repetición estuvo separado del siguiente por tres palmas en una misma hilera. La separación entre repeticiones fue de 10 plantas (aproximadamente 90 m). En el caso de baldes u otros recipientes de plástico, las trampas se colocaron colgando de la bases peciolares de los troncos de las palmas a aproximadamente la altura del pecho. En el caso de las trampas fabricadas con trozos de troncos, éstas se colocaron directamente sobre el suelo.

La feromona se colocó en un sobre especial de plástico que liberaba 20 mg de la sustancia en 24 h a 30°C. La duración de uno de estos sobres en condiciones de campo es entre dos y medio y tres meses.

Análisis de los datos

Las asunciones de normalidad y homogeneidad de varianzas se probaron para todos los datos mediante graficando el logaritmo de la varianza vs. el de la media y la prueba de Bartlett respectivamente. Algunos datos fueron transformados mediante la raíz cuadrada de " $X+0.5$ " para eliminar heterocedasticidad (Zar, 1984) y analizados usando el procedimiento PROC GLM (SAS Inst. 1985). La separación de medias se hizo mediante la prueba de "t" de Bonferroni.

Trampas de tallo de palma aceitera

Secciones sólidas de tronco. Este diseño se obtiene cortando con una motosierra secciones de tallo transversales de aproximadamente 20-25 cm de espesor, las cuales se parten posteriormente en cruz con una hacha pesada tratando de únicamente rajar el tejido, pero manteniendo las cuatro secciones unidas por la fibra (Fig. 1B). Dos unidades de este tipo forman una trampa, que puede ser parcialmente cubierta con hojas de palma para protegerla del sol. Una variación a esta trampa consiste en cortar secciones de tallo un poco más largas (40 cm), las cuales se parten con motosierra o con hacha longitudinalmente en cuatro secciones. Siete de estas secciones

constituyen una trampa: cuatro se colocan con la superficie cortada hacia arriba y tres directamente encima de manera que los cortes estén en contacto (Fig. 1A). Todos los cortes se asperjan con insecticida. Otros diseños se ilustran en la Fig. 1.

Recipientes de tronco. Esta trampa se fabrica a partir de un trozo de tronco de aproximadamente 30-40 cm de longitud, al cual, con ayuda de una motosierra, se le extrae un prisma rectangular a todo lo largo. La base y tapa de este recipiente lo constituyen secciones transversales del mismo tallo, de unos 10 cm de grosor (Fig. 1E). Para facilitar la entrada de los insectos a la trampa se pueden hacer pequeños cortes en forma de "V" en los extremos del recipiente o bien mantener "la tapa" levantada con secciones de peciolo de hojas o pequeñas piedras. Cuando esta trampa se utiliza en combinación con caña de azúcar, se agregan varios trozos partidos longitudinalmente. La cantidad de caña por agregar depende del diámetro del tronco, pero en cualquier caso debe cubrir el fondo. Generalmente unos 15 pedazos son suficientes para lograr esto. En esta trampa y otras que llevan caña de azúcar, los pedazos deben quedar en forma horizontal en el fondo del recipiente y ser tratados con un insecticida. En este tipo de trampa y las que se describen a continuación, los insectos normalmente no deberían de poder abandonar la trampa luego que entran en contacto con el insecticida, por lo que se prefiere el uso del carbofuran (Furadán F) (1.5 cc/l). Para facilitar el tratamiento de cantidades grandes de caña, se pueden remojar los trozos en una solución insecticida.

Trampas con recipientes plásticos

Baldes de 19 litros. La trampa se construye a partir de un balde blanco plástico de 19 litros de capacidad, que lleva agujeros en el fondo para drenaje y otras aberturas en la parte superior para ventilación y permitir la entrada de los insectos. El sobre con la feromona se coloca directamente colgando de la tapa (Fig. 1F). En el fondo del balde se colocan horizontalmente varios (12-15) trozos de caña de azúcar cortados longitudinalmente e impregnados con insecticida. Cada semana se agregan unos 3-4 pedazos frescos de caña, y la totalidad de la misma se cambia cada dos semanas.

La caña de azúcar se trató de sustituir por una esponja impregnada de melaza, trozos de tallo o palmito de palma aceitera o cocotero, o bien peciolos de hojas de estas palmeras. Se hicieron también modificaciones a la trampa para intentar prescindir de la fuente de alimento. Para esto se fijó un embudo de metal en la boca del balde, para impedir el escape de los insectos una vez que hubiesen entrado a la trampa, o bien se cubrió el fondo de la misma con una sustancia pegajosa, o se agregó agua con detergente (5 cm) al fondo del balde.

Recipientes de desecho de agroquímicos. Se han utilizado recipientes de 5 y 8 litros, con agujeros de drenaje en el fondo y aberturas laterales similares a la de los baldes para permitir la entrada de los insectos. Los trozos de caña para estos recipientes deben obviamente ser más cortos para facilitar el manejo (Fig. 1G).

Otros diseños. Estos no han sido probados extensivamente pero permiten la captura de un buen número de insectos. Los diseños de las figuras 1C y 1D han sido usados comercialmente. El balde plástico se trató de sustituir por una bolsa plástica del tipo empleado en los viveros de palma aceitera (polietileno negro de 6 milésimas). La bolsa plástica se adaptó a una armazón

interna de alambre maleable (30 cm de altura x 20 cm de diámetro) y se le fabricó una "tapa" de cedazo (0.6 cm) también cubierta por plástico. La colocación de la trampa fue igual que los baldes plásticos y se usó también caña como fuente de alimento. Otro diseño probado fueron huecos en el suelo (40 cm de profundidad y 30 cm de diámetro), con grava en el fondo (2-3 cm) y con una cantidad de caña similar a la usada en los baldes de 19 l. La feromona se colocó en una varilla (peciolo) a aproximadamente 40 cm sobre la superficie del suelo. El orificio fue cubierto con hojas secas de palma.

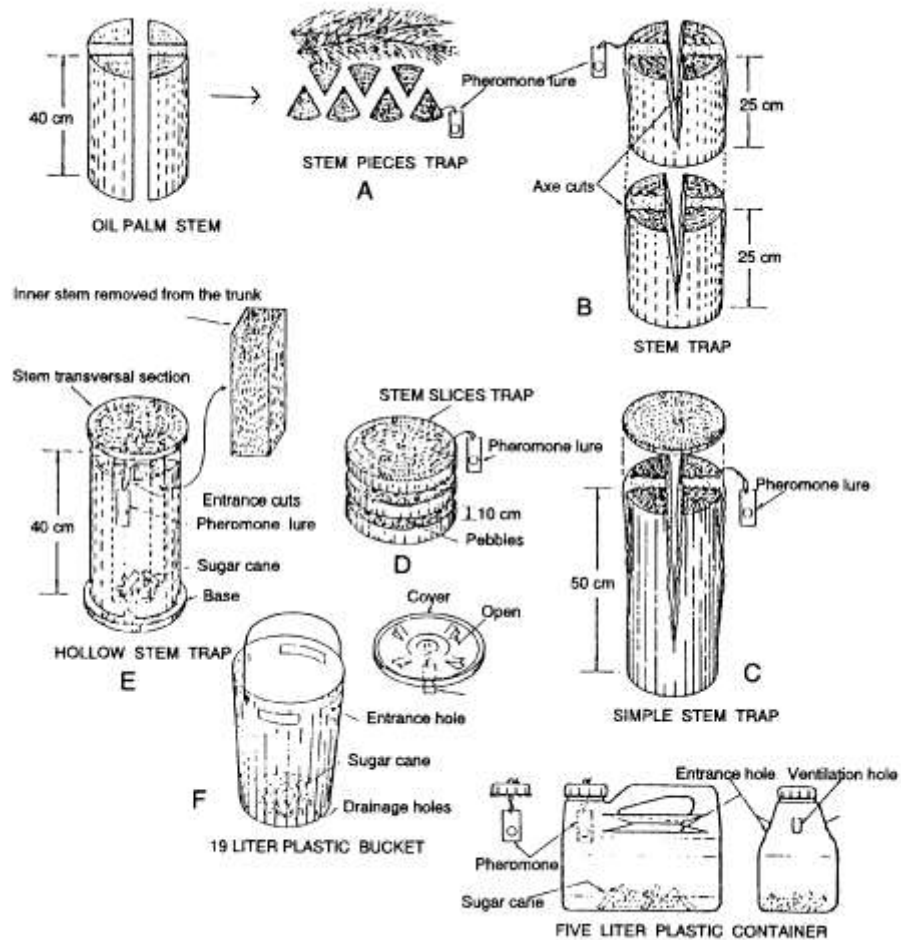


Fig. 1. Diferentes diseños de trampas para atraer y capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* utilizando troncos de palmas o caña de azúcar como fuente de alimento.

Resultados y discusión

El trampeo intensivo de *Rhynchophorus palmarum* utilizando la feromona de agregación producida por el macho puede reducir sensiblemente la población del insecto y esto se puede asociar a una baja en la incidencia de la enfermedad del anillo rojo en palma aceitera (Oehlschlager, et al., 1992b, 1992c). La feromona está disponible comercialmente bajo el

nombre de RHYNKO-LURE de ASD de Costa Rica (Apartado 30, 1000 San José, Costa Rica) Siendo que el valor de los cebos será un costo fijo en el programa de trampeo, los ahorros podrán originarse de una trampa más barata de fabricar o que requiera menos mantenimiento en el campo. Algunas trampas descritas en la literatura pueden ser efectivas, pero su costo de construcción es elevado y en algunas plantaciones el robo de las mismas puede limitar seriamente su uso. El recipiente ideal, por lo tanto, no debería de tener ningún uso potencial para nadie, excepto como trampa para *R. palmarum*. En plantaciones jóvenes, cuando la disponibilidad de material vivo (troncos) es limitado, la opción por escoger es la trampa hecha a partir de algún recipiente de plástico o similar.

Trampas de tronco de palma aceitera

Secciones sólidas de tronco. Las capturas en estas trampas típicamente aumentan después del segundo día de colocadas, alcanzan un máximo en el 3-4 día y luego disminuyen hasta hacer necesaria su sustitución en unos siete días. Sin embargo, cuando luego de una semana se limpian las superficies podridas y se expone tejido menos deteriorado cortando con un machete, es posible que continúen activas por unos pocos días más. Cuando se emplea la feromona de agregación junto con estas trampas las capturas se incrementan, y la trampa permanece activa por un período más prolongado, pero también aquí la atracción disminuye bruscamente después de unos 10 días. En la Fig. 2 se compara el diseño de la Fig. 1B con y sin la feromona de agregación y la trampa fabricada a partir de un balde de 19 litros.

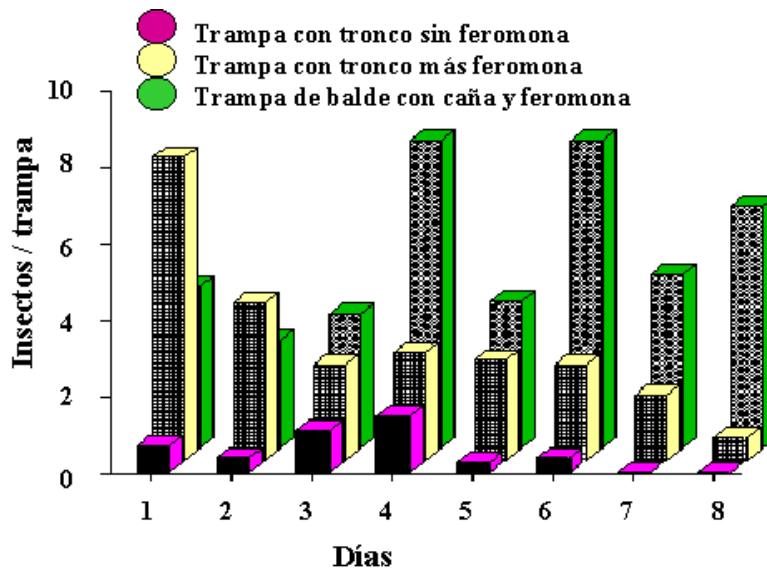


Fig. 2 Capturas de picudos *Rhynchophorus palmarum*, en trampas hechas de trozos de tronco de palma aceitera y baldes con caña de azúcar y feromonas.

El producto usado como insecticida no debe de tener un olor muy fuerte que pueda resultar repelente. Algunos insecticidas efectivos son el Dipterex (triclorfón), el Lannate (metomil), el Sevin (carbaril) y el Furadán F (carbofurán). Este último fue usado en todas nuestras pruebas.

Recipiente hechos de tallos. Aún sin el uso de la feromona estas trampas son muy eficientes, pero su comportamiento en cuanto a duración es similar al de otros diseños hechos a partir de tallos de la palma aceitera, y pierden atracción después de unos siete días. La feromona extiende su vida útil, pero las capturas son bajas después de la primera semana. Cuando se agrega caña de azúcar a estas trampa (Fig. 1E), se convierten en un atractivo muy poderoso para los adultos del picudo. El acumulado de capturas puede ser incluso superior al de los baldes con caña y feromona. En un experimento (Fig. 3), el acumulado de capturas en 10 trampas en 84 días fue superior en 25% al acumulado en los baldes durante el mismo período (1,840 insectos en los troncos versus 1,381 en los baldes).

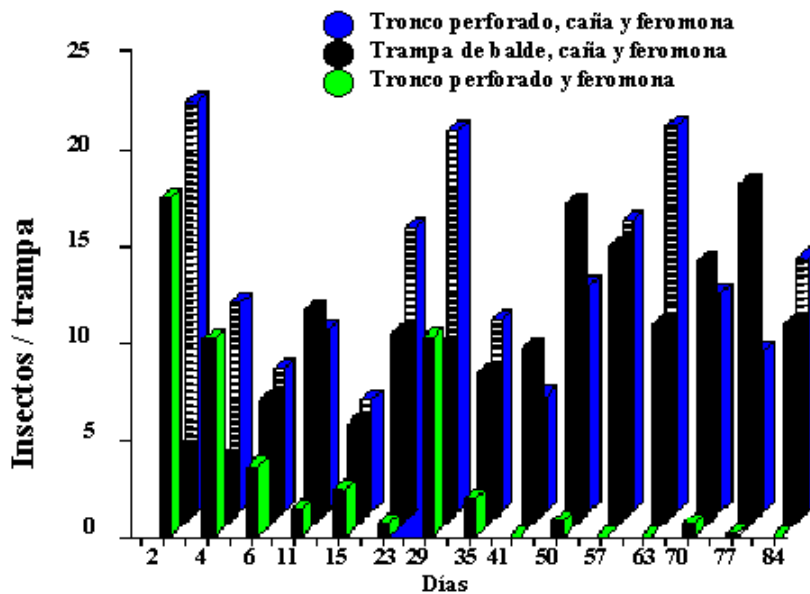


Fig 3 Comparación de capturas de *R. palmorum* en trampas de balde y troncos perforados de palma con tallos de caña de azúcar y la feromona.

Esta respuesta se debe a que aparentemente se produce un efecto sinérgico entre la feromona, la caña de azúcar y los diferentes compuestos volátiles que se desprenden de los cortes del tronco durante los primeros días. Por otro lado, estas trampas tiene la ventaja de estar colocadas directamente sobre el suelo. En un experimento con las trampas de balde se habían encontrado que las trampas colocadas directamente en el suelo capturaron significativamente más insectos que aquellas a 1.7 o 3.1 metros de altura (Fig. 4). Sin embargo, nuestra práctica estándar ha sido colocar los baldes y recipientes similares colgando de las bases peciolares de la palma para facilitar su ubicación y reducir el vandalismo.

Además de renovar la caña en estas trampas, se puede también cambiar la parte superior de la misma (sección transversal de tronco de unos 10 cm de grosor) cada dos semanas para aprovechar el efecto sinérgico de los volátiles que se desprenden de los cortes frescos del tronco. Este efecto se ilustra en la Fig. 3, en donde se hizo esta práctica a los 23 días de colocadas las trampas, con lo cual se produjo un aumento en las capturas. Dependiendo del

cuidado que se tenga durante la fabricación de estas trampas de troncos de palma, pueden mantenerse útiles por tres meses o más. La sustitución de la caña de azúcar se hace de la misma manera que en los baldes plásticos.

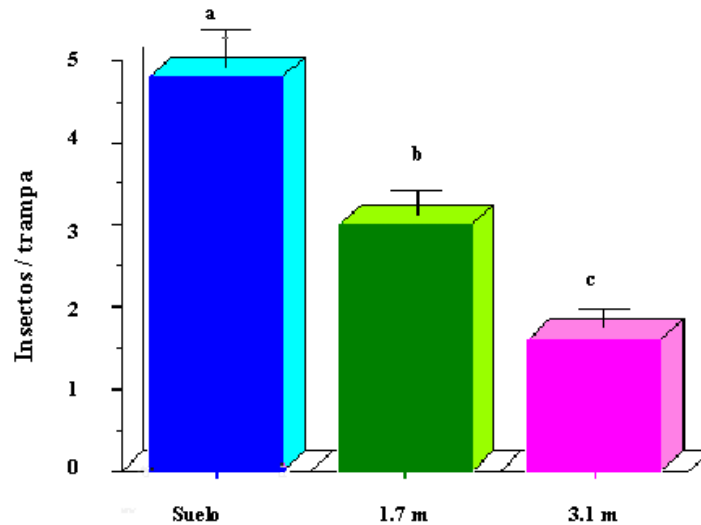


Fig 4 Capturas de *R. palmarum* de acuerdo a la posición de la trampa sobre la tierra. Trampas de balde con tallos de caña y la feromona de agregación. Letras diferentes en el error estándar de las barras indica diferencias significativas ($P > 0.05$, prueba de t de Bonferroni)

Recipientes de plástico

Balde de 19 litros con caña de azúcar. Esta ha sido la trampa estándar (Fig. 1F) en nuestros estudios sobre la población de *R. palmarum* y la enfermedad del anillo rojo (Oehlschlager, 1992b, 1992c). Las ventajas radican en la durabilidad del recipiente, pero en algunas áreas son frecuentemente robadas y el costo unitario es alto. Un balde de buena calidad soporta las condiciones de campo por al menos un año. Las trampas se visitan cada semana y se agregan varias secciones de caña al material viejo en el balde. Esto ayuda a "reactivar" la trampa. Después de dos semanas toda la caña es sustituida por material fresco. Estas trampas consistentemente capturan un acumulado mayor de insectos que las trampas fabricadas a partir de secciones sólidas de tallos de palma aceitera cebados con la feromona de agregación. Durante los primeros días existe posiblemente interferencia entre trampas, ya que los insectos atraídos a un área se deciden aparentemente por visitar las trampas de tronco de palmas, en detrimento de las capturas en las trampas de balde y caña de azúcar. Posteriormente, y conforme el tronco se descompone (y disminuye la liberación de volátiles que atraen a los insectos), las capturas aumentan en los baldes.

A modo de prueba se modificaron los agujeros laterales de entrada del balde para facilitar el "aterrizaje" de los insectos. Para esto no se cortó totalmente el pedazo rectangular de plástico lateral, sino que la parte basal fue doblada hacia abajo para que quedara como una plataforma. Esta modificación no mejoró significativamente el número de capturas por trampa. La

adaptación al balde de un embudo más bien causó una reducción en el número de capturas por trampa.

Cuando se sustituyó la caña de azúcar por una esponja impregnada con melaza o agua con detergente, el número de capturas bajó dramáticamente. Las capturas también fueron muy bajas en baldes con el fondo cubierto por una sustancia pegajosa. Sin embargo, pedazos de tallo de palma y particularmente trozos de cocotero tomados de la región del palmito fueron muy efectivos durante los primeros 3-4 días, pero las capturas se reducen luego, debido a la rápida descomposición del material. Además, el uso de estas fuentes de alimento encarece el trameo, ya que las trampas deben visitarse más a menudo para sustituir el tejido deteriorado. Secciones de peciolo de hojas de palma aceitera o cocotero en los balde permitieron la captura de un número razonable de insectos (Fig. 5), pero estos materiales resultaron ser significativamente menos eficientes que la caña de azúcar.

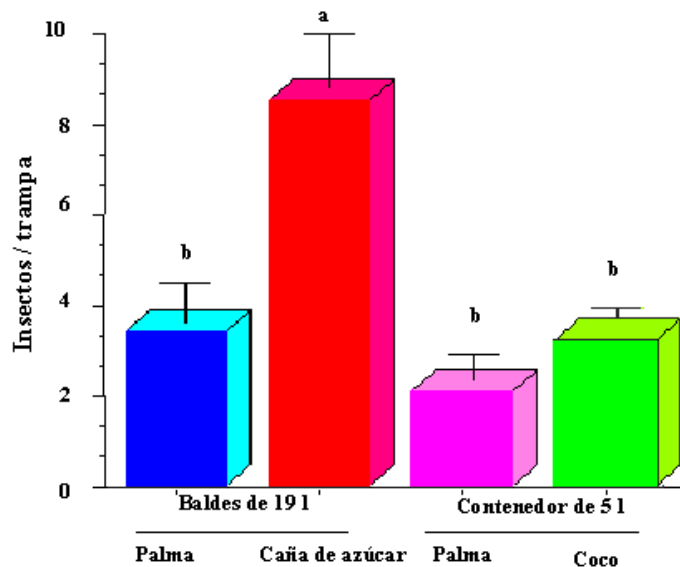


Fig. 5 Comparación de capturas de *R. palmæum* por semana en trampas de balde y un contenedor de 5 l con feromona y diferentes fuentes de alimento: tallos de caña de azúcar y peciolo de coco y palma aceitera. Letras diferentes en el error estándar de las barras indica diferencias significativas ($P > 0.05$, prueba de t de Bonferoni)

Recipientes de 5 litros. El comportamiento de estos envases fue muy similar al del balde de mayor volumen. Esto es importante pues los recipientes utilizados son un subproducto (envase vacío de algún agroquímico), por lo cual el costo total de la trampa se reduce considerablemente. Debido a su menor tamaño estos recipientes son más fáciles de transportar y son menos atractivos para ser robados. Varios agroquímicos de baja toxicidad (ej. *Bacillus thuringiensis*) y otros productos vienen en recipientes que pueden ser utilizados para construir las trampas. En todas estas trampas, al igual que los baldes, se debe tener el cuidado de ponerlos en estrecho contacto con el tronco de la palma, de manera que los insectos no tengan dificultad de entrar a ellas. Nuestras observaciones de campo indican que la mayoría de los insectos que son atraídos a las trampas, se posan primero sobre el tronco y de allí eventualmente pasan al interior de la trampa.

Otros diseños

Se han realizado intentos por modificar las trampas existentes o diseñar otras que sean de más fácil manejo en el campo y de menor costo de mantenimiento. Los huecos en el suelo con caña y la feromona atrajeron algunos insectos, pero su eficiencia estuvo muy por debajo de la trampa testigo (balde de 19 l). Sin embargo, los recipientes hechos a partir de una bolsa plástica colocada en una armadura de alambre, permitieron un número de capturas semejantes a la de los baldes. Las trampas de bolsa son muy baratas de construir, pero se deterioran con facilidad en el campo.

Posiblemente en el futuro se cuente con extractos de los volátiles que se desprenden de los cortes de los tallos de la palma aceitera y el cocotero, y estos puedan sustituir el uso de la caña de azúcar. El resultado esperado es una trampa que sin perder efectividad requiera de un mínimo de mantenimiento en el campo.

Conclusiones

Existen varios diseños de trampas que atraen y efectivamente capturan adultos del picudo de la palma. Dos elementos parecen ser sin embargo, esenciales para lograr un alto número de capturas, una fuente de alimento y la feromona de agregación producida por el macho. Es posible que la fuente de alimentación pueda ser sustituida en el futuro por alguna sustancia volátil obtenida a partir de cortes frescos de tallos de palma aceitera o cocotero.

Utilizando recipientes de plástico o fabricados a partir de troncos de palma aceitera tal y como hemos descrito, se obtienen trampas que se mantienen efectivas por largo tiempo en el campo; la atracción de la trampa se mantiene en tanto la feromona se esté liberando de un dispositivo adecuado y la fuente de alimento se esté renovando. La caña de azúcar ha mostrado ser el mejor tipo de alimento por su atracción y duración en el campo.

La captura de los adultos de *Rhynchophorus palmarum* mediante un programa sostenido de trampeo, puede efectivamente reducir las poblaciones residentes e inmigrantes en una plantación y con ello eventualmente reducir la incidencia de la enfermedad del anillo rojo.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Compañía Palma Tica en Costa Rica, el permiso para publicar estos resultados. En especial se agradece al Dr. D. L. Richardson su apoyo y consejo y al Sr. G. Castrillo por su colaboración en el trabajo de campo; A. Salas por su apoyo en el área de computo; R. S. Mc. Donald del "Dept. of Biological Sciences at Simon Fraser University" por su ayuda en los análisis estadísticos; the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, y un permiso administrativo dado al segundo autor por Simon Fraser University.

Literatura citada

- Chinchilla, C. M. 1988. El síndrome del anillo rojo/hoja pequeña en palma aceitera y cocotero. Palmas, Bogotá, 13(1): 33-56.
- Chinchilla, C. M.; Menjivar, R. y Arias, E. 1990. Picudo de la palma aceitera y enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña en una plantación comercial en Honduras. Turrialba 40(4):471-177.
- Cobb, N. A. 1922. A note on the coconut nema of Panama. J. Parasitology, 9: 44-45.
- Griffith, R. 1969. A method of controlling red ring disease of coconuts. J. Agric. Soc. Trin. and Tob. 67: 827-845.
- Griffith, R. 1987. Red ring disease of coconut palm. Plant Dis. 71: 193-196.
- Hagley, E. A. C. 1963. The role of the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* as a vector of the red ring disease of coconuts. 1. Results of preliminary investigations. J. of Econ. Entomol. 56: 375-380.
- Mariau, D. 1968. Mettodes de lute contre le Rhynchophore. Oleagineux, 23: 443-446.
- Morales, J. L. y Chinchilla, C. M. 1990. Estudios poblacionales en *Rhynchophorus palmarum* su relación con la enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña en palma aceitera en Costa Rica. Turrialba, 40(4): 478-485.
- Morin, J. P.; Luchini, F.; Araujo, J. C. A.; Ferreira, J. M. S. and Fraga, L. S. 1986. *Rhynchophorus* control using traps made from oil palm cubes. Oleaginoux, 41: 57-62.
- Moura, J. I. L.; Resende, M. L. V.; Lima, M. F. and Santana, D. L. de Q. 1991. Taticas para o controle integrado de *Rhynchophorus palmarum* . CEPLAC/CEPEC, Bahia, Brazil, 16p.
- Oehlschlager, A. C.; Pierce, H. D.; Morgan, B.; Wimalaratne, K.; Slessor, N.; King, G. G. S.; Gries, G.; Gries, R.; Borden, J. H; Jirón, L. F.; Chinchilla, C. M. and Mexzón, R. 1992a. Chirality and field testing of Rhynchophorol, the aggregation pheromone of the American palm weevil. Naturwissenschaften, 79: 134-135.
- Oehlschlager, A. C.; Chinchilla, C. M.; González, L. M.; Jirón, L. F.; Mexzón, R. and Morgan, B. 1992b. Development of a pheromone-based trapping system for the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* . J. Econ. Entomol.(in press).
- Oehlschlager, A. C.; Chinchilla, C. M. and González, L. M. 1992c. Management of the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* and the red ring disease in oil palm by pheromone-based trapping. Seminario Internacional sobre la Investigación y Desarrollo en el Cultivo del cocotero para la América Latina y el Caribe. Kingston, Jamaica. 16p.

Rochat, D. C.; Lettère, M.; Ducrot, P. H.; Zagatti, P.; Renou, M. and Descoins, C. 1991. Male-produced aggregation pheromone of the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* : collection, identification, electrophysiological activity and laboratory bioassay. J. Chem. Entomol. 17: 2127-2124.

SAS Institute. 1982. SAS User's guide: Statistics. SAS Institute, Cary North Caroline.

Zar, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. 2nd. ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.

Manejo del picudo de la palma *Rhynchophorus palmarum* y la enfermedad del anillo rojo en palma aceitera, mediante un sistema de trapeo basado en la feromona de agregación

A.C. Oehlschlager¹ and C. Ml. Chinchilla²

Resumen

El picudo de la palma, *Rhynchophorus palmarum* es una importante plaga de la palma aceitera y el coco en toda América tropical. El daño lo causa por ataque directo de las larvas al tronco y al cogollo y como vector del nematodo *Rhadinaphelchus cocophilus* causante de la enfermedad del anillo rojo. El objetivo de este estudio fue reducir la población de este insecto y la incidencia de la enfermedad del anillo rojo, en una plantación comercial de palma aceitera, a través de un programa intensivo de trapeo, utilizando la feromona de agregación (6-metil-2(E)-hepten-4-ol) producida por los machos. La feromona se colocó en un balde de 19 litros que llevaba trozos de caña de azúcar envenenada con carbofurán.

Las trampas (cerca de 6/ha) se colocaron en un lote de aproximadamente 30 ha, que tenía una alta incidencia de anillo rojo. Después de varios meses de trapeo, la población de insectos adultos disminuyó en el área, lo cual pudo asociarse con una reducción en la incidencia de la enfermedad en el lote experimental. El número de insectos capturados en el lote fue superior a 60,000, lo cual excede en mucho el número estimado por área a partir de experimentos de captura-marcado-recaptura (23-57/ha). Esta situación indica que insectos adultos fueron atraídos desde áreas vecinas y capturados en las trampas.

El patrón de capturas en el tiempo de un grupo de 25 trampas distribuidas en unas 1256 ha, demostró que las prácticas usuales de eliminación de plantaciones viejas (envenenamiento o eliminación con tractor) obligan a la población residente de insectos adultos a emigrar a áreas vecinas. El trapeo anterior a la eliminación de las palmas y la puesta de trampas en la periferia de estos lotes por eliminar, muy probablemente ayude a reducir la diseminación del nematodo desde lotes viejos infectados a otros con baja incidencia o bien libres de la enfermedad.

Introducción

El picudo de la palma, *Rhynchophorus palmarum* L. (Wattanapongsiri, 1966) es una importante plaga en cocotero y palma aceitera en toda América tropical. Los adultos atacan árboles de cocotero sanos, pero en palma aceitera generalmente se requiere de una herida previa o pudrición para atraer al insecto (Chinchilla, 1988). El daño directo es causado por las larvas que se alimentan de los tejidos del tronco y en la región del cogollo (Griffith, 1987). Sin embargo, la mayor importancia del insecto radica en que es el principal vector del nematodo que causa la enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña (Cobb, 1922; Tidman, 1951; Hagley, 1963; Martyn, 1953; Griffith, 1967; 1978, Chinchilla, 1988). Pérdidas de palmeras debido a esta enfermedad están generalmente en el ámbito de 0,1 al 15%. Siendo la palma aceitera y el cocotero cultivos que ocupan muchos miles de hectáreas en América tropical, las pérdidas ocasionadas por el picudo se estiman en muchos millones de dólares.

¹ Simon Fraser University, Dept. Chemistry, Burnaby, British Columbia V5A 1S6, Canada. ² ASD de Costa Rica, cmlchinchilla@gmail.com

Las infecciones por parte del nematodo en palmas sanas, por otros medios que no sean el picudo, tales como durante la poda o a través del suelo, se consideran de poca importancia en palma aceitera (Fenwick, 1968; Schuiling and Van Dinther, 1981; Chinchilla, 1988). La manifestación de los síntomas de la enfermedad a partir de la inoculación con el nematodo, toma de dos a tres meses. En el caso de la manifestación aguda de la enfermedad las palmas mueren irremediamente, y no responden a ningún tratamiento nematicida. Sin embargo, en el caso de la manifestación de la hoja pequeña en palma aceitera, un porcentaje de las palmas puede recuperarse a través de tratamientos con algunos de estos productos (Chinchilla, 1988).

La estrategia más ampliamente recomendada para bajar la incidencia de la enfermedad, es reducir la población del insecto vector (Griffith, 1987; Chinchilla, 1988). Esto se logra reduciendo el número de sitios de reproducción para el insecto dentro de la plantación y capturando los adultos en trampas hechas a partir de trozos de tronco de palma aceitera y otras palmáceas (Mariau, 1968; Griffith, 1969, 1987; Morin et al., 1986; Moura et al., 1990,1991; Chinchilla et al., 1990; Morales y Chinchilla, 1990). Las medidas se complementan con una erradicación temprana de las plantas enfermas.

Recientemente reportamos un diseño muy eficiente de trampa para *R. palmarum* que utiliza la feromona de agregación producida por el macho (6-metil-2(E)-hepten-4-ol) (Rochat et al , 1991) en combinación con caña de azúcar o trozos de tallo de palma aceitera como fuente de alimento (Oehlschlager et al., 1993, en prensa). El objetivo del presente trabajo fue estudiar la eficiencia de esta trampa en el manejo de la población de *R. palmarum* y el efecto sobre la enfermedad del anillo rojo. Este trabajo informa sobre algunos de los resultados obtenidos en un experimento en donde se estudia los efectos a largo plazo de un trampeo intensivo, sobre la incidencia de la enfermedad del anillo rojo, en un lote de aproximadamente 30 ha de palma aceitera. También se estudia el efecto que tienen ciertas prácticas agronómicas en la plantación sobre la dinámica de la población de los insectos adultos.

Materiales y métodos

Los experimentos se realizaron en una plantación comercial de palma aceitera (6,600 ha) propiedad de la compañía Palma Tica, situada en el valle del río Coto-Colorado, en la costa Pacífica sur de Costa Rica. La evolución de la enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña se sigue mediante visitas periódicas a los diferentes lotes de siembra. Las palmas enfermas se localizan siguiendo los criterios señalados por Chinchilla (1988). La mayoría de las plantas enfermas presentan el 'amarillamiento' de las hojas inferiores y la quebradura de los peciolas a corta distancia de su base. El cogollo de estas plantas normalmente tiene una apariencia compacta debido a la producción de hojas más cortas de lo normal. Estas hojas por lo común desarrollan una coloración amarillo pálido. Todas las palmas enfermas son envenenadas utilizando MSMA o cortándolas cuando no responden al tratamiento con el herbicida. Todos los cortes en las palmas son tratados con un insecticida, tal como carbofurán.

Las trampas se fabricaron a partir de baldes plásticos blancos de 19 l de capacidad, a los cuales se les hizo huecos en el fondo para drenaje y otros orificios laterales para permitir la entrada de los insectos. Este tipo de trampa se describe en Oehlschlager et al., 1993 (en prensa). Las trampas contenían un pequeño sobre de plástico que liberaba la feromona (6-metil-2(E)-hepten-

4-ol) a la dosis de 20 mg en 24 h a 30°C. Además, cada trampa contenía aproximadamente 15 secciones de tallo de caña de azúcar cortados longitudinalmente, y que habían sido sumergidos en una suspensión de carbofurán (1.5 cc/l). Se realizaron visitas semanales a las trampas para contar los insectos, y poner 3-4 trozos de caña fresca. La totalidad de la caña se cambió cada dos semanas. Las trampas estuvieron colocadas en los tallos de las palmas a una altura aproximada de 1.7m. Este sistema de trapeo al igual que la feromona está disponible de ASD Costa Rica (Apdo. 30, 1000 San José, Costa Rica, Tel. (506) 257-2666, Fax (506) 257-2667). Una preparación sintética de la feromona fue obtenida según se ha descrito previamente (Oehlschlager et al., 1992), la cual era de una pureza del 95%.

Experimentos

Trampeo intensivo

Durante los meses de setiembre y octubre de 1991, se colocaron trampas en un lote comercial de palma aceitera (DelixAVROS, Malasia, siembra de 1971) que presentaba una alta incidencia de la enfermedad del anillo rojo, en relación con siembras vecinas del mismo origen y edad. El área de estudio estaba rodeada en tres lados por siembras de edad similar, y por el cuarto lado, por una siembra joven de 1989. A partir de las capturas de los primeros cuatro meses se determinó el valor medio de las capturas por trampa en una semana (8.65 insectos) y la desviación estándar (7.26 insectos). Con base en esto se delimitaron las áreas de mayores capturas en el lote, como aquellas en donde el número de insectos capturados por trampa, era superior a la media por más de media desviación estándar. Las áreas de bajas capturas fueron aquellas con capturas inferiores a la media por más de media desviación estándar.

Seguimiento de la población adulta del vector

En el mes de diciembre se colocaron 24 trampas en tres círculos concéntricos (seis por anillo) a 500, 1,000 y 2,000 de un punto central. Las trampas quedaron distribuidas en una área de aproximadamente 1,256 ha. Dos semanas después de iniciado el experimento se colocó una nueva trampa en el punto central. Seis de las trampas quedaron ubicadas en palmas sembradas entre 1983 y 1984, siete en lotes plantados en 1975 y 1977 y dos trampas en siembras de 1986. La distancia entre cualquiera de estas trampas y aquellas del trapeo masivo fue de al menos 4.5 km.

Experimentos de dispersión y de captura-marcado-recaptura

Se capturaron y marcaron 535 insectos adultos, los cuales se liberaron posteriormente para estimar la población presente en una área y determinar el potencial de dispersión del insecto. La liberación se realizó el 30 de noviembre de 1991, en el punto central del experimento descrito anteriormente. Los insectos capturados (marcados y no marcados) se contaron luego de 2,4,6,8,11,13 y 15 días de la liberación. Posterior a estas mediciones, las trampas fueron dejadas en su sitio y constituyeron el experimento del párrafo anterior.

Procesamiento de los datos

Las asunciones de normalidad y homogeneidad de las varianzas se probaron para todos los datos, mediante la comparación gráfica del logaritmo de la varianza vs el logaritmo de la media y la prueba de Bartlett respectivamente (SAS Inst. 1985). Algunos datos fueron transformados obteniendo la raíz cuadrada, (Zar, 1984) para realizar un análisis de varianza utilizando PROC GLM (SAS Inst. 1985). En situaciones en que los datos no seguían una distribución normal, se utilizó estadística no paramétrica (pruebas de Kruskal-Wallis o Wilcoxon) (SAS Inst. 1985). Comparaciones múltiples no paramétricas fueron separadas usando el estadístico de la prueba de Q (Zar, 1984).

Resultados y discusión

Reconocimientos periódicos sobre la incidencia de la enfermedad del anillo rojo en la plantación se iniciaron durante 1989; cada 3-4 meses primero y luego en forma bimensual. En 1990, el lote de mayor incidencia era uno designado como lote 50 (39 ha), de un material Deli x AVROS, Malasia, sembrado en 1971. Esta área fue escogida para probar la eficiencia del nuevo método de trapeo en bajar las poblaciones de *R. palmarum* y la enfermedad del anillo rojo.

Experimento de trapeo intensivo

Durante los meses de setiembre y octubre de 1991, se colocaron 219 trampas en la mayor parte del área del lote 50, y 24 trampas en la siembra de 1989, que bordaba uno de los lados del lote 50. Las trampas se visitaron cada semana para registrar las capturas de adultos de *R. palmarum*.

El número de capturas decreció consistentemente a través del año, excepto durante el período de diciembre de 1991 a febrero de 1992 (Fig. 1). Según un estudio previo realizado en esta plantación (Morales y Chinchilla, 1990), la población del insecto es baja en abril y luego se incrementa por un factor de tres para alcanzar un pico en los meses de enero y febrero.

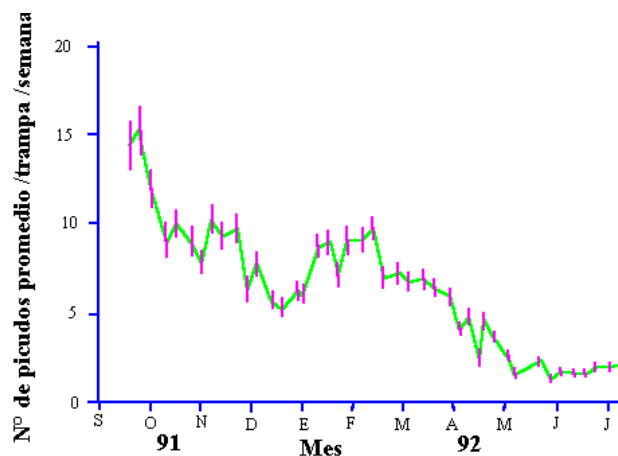


Fig. 1 Capturas semanales de *R. palmarum* usando trampas con feromonas localizadas en un lote de 30 ha (Deli x AVROS, Malasia) sembrado en 1971, Coto, Costa Rica. Las barras indican el error estándar.

Según fue observado a partir de las capturas en las trampas del experimento de reconocimiento (Seguimiento de la población Materiales y Métodos), el número de capturas fue bastante estable entre diciembre y marzo, y decreció en los meses siguientes (Fig. 2). Durante el período de setiembre de 1991 a junio de 1992, se capturaron más de 60,000 insectos en las 219 trampas colocadas dentro del lote 50. Esto correspondería a 2,000 insectos por hectárea o el equivalente de 17 adultos por palma en este lote, lo cual se considera altamente improbable. La explicación alterna es que la población residente del lote fue reducida en una alta proporción, y que gran parte de los insectos capturados provenían de áreas vecinas que fueron atraídos e interceptados durante su paso por el área trampeada. De acuerdo a nuestras estimaciones de la población (Experimento de captura-recaptura), ésta era de 23-57 insectos/ha. Dado que el área en que se realiza el experimento de trapeo intensivo es una siembra vieja con alta incidencia de la enfermedad del anillo rojo, se cree que la población se encontraba al menos en el límite superior estimado, a saber alrededor de 57 insectos/ha.

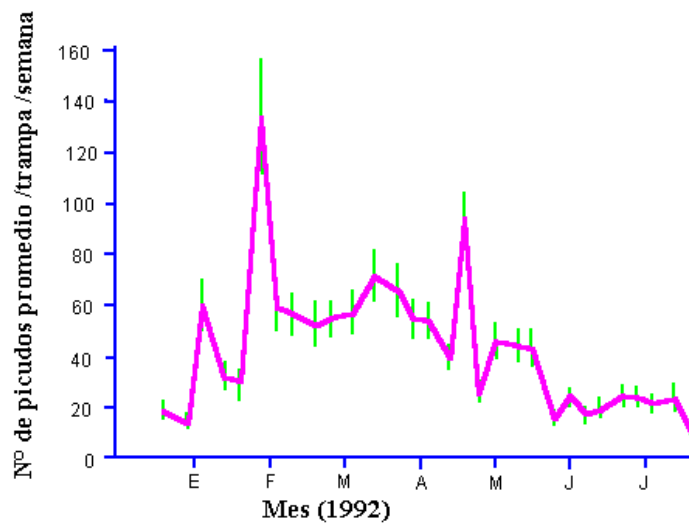


Fig 2 Capturas semanales de *R. palmarum* usando trampas con feromonas puestas en 1,256 ha de palma aceitera en Coto, Costa Rica. Las Barras indican el error standard.

La opinión de que la mayoría de los insectos capturados en el lote 50 provenían de áreas adyacentes, se sustenta también en el hecho de que las capturas en las trampas colocadas en la periferia fueron significativamente mayores, que aquellas en trampas colocadas dentro del lote. Aún más, las capturas en las trampas de la periferia variaron según las siembras vecinas. Las trampas colocadas en la siembra de 1989 que bordaba por un lado el lote 50, capturaron significativamente más insectos (2 a 2.5 veces más) que las trampas en los bordes cercanos a siembras de 1968 y 1976. Esto ocurrió a pesar de que estas siembras viejas tenían una incidencia relativamente alta de anillo rojo y se asume poseen poblaciones residentes del insecto mayores que los lotes jóvenes (Chinchilla et al., 1990).

Es posible que las altas capturas en las trampas en el borde de la siembra de 1989, hayan sido provocadas por las actividades de resiembra realizadas dentro de la plantación que causaron dispersión de los adultos. Cuando la población residente de insectos adultos es disturbada por

labores de cosecha, poda y especialmente eliminación de las plantas, estos vuelan hacia áreas vecinas. Al encontrarse en una siembra joven, continúan su vuelo hasta encontrar una siembra adulta que ofrece un ambiente de mayor penumbra y en donde existen un mayor número de sitios para alimentación y cría. La presencia de trampas con la feromona en el límite de una área joven, ofrecen al insecto la señal de un ambiente adecuado para la alimentación y reproducción. Por esta razón se cree que estas trampas pueden ser más efectivas protegiendo áreas mayores, que aquellas colocadas en sitios más "hospitalarios" para el insecto.

Para determinar si el trampeo intensivo estaba teniendo un efecto medible sobre la población residente de insectos, se determinaron áreas de altas y bajas capturas en el lote 50 según los criterios explicados anteriormente. El área inicial de bajas capturas definida en setiembre ocupaba el 28% del área total, y se incrementó hasta el 83% en diciembre de 1991. El promedio de insectos/trampa/semana en esta área de bajas capturas fue de 4-5 insectos, mientras que en el área de altas capturas el promedio decreció consistentemente de 18 insectos al inicio del experimento en setiembre, hasta aproximadamente 10 insectos en diciembre. En el período de enero a marzo, las capturas promedio aumentaron, pero el incremento se presentó en particular en las trampas periféricas y en aquellas localizadas en el área de altas capturas definida para diciembre.

Después de marzo de 1992, las capturas promedio en toda el área decrecieron y en junio eran inferiores a dos insectos/trampa/semana. Un evento importante observado durante los últimos meses del período de trampeo, fue la ocurrencia de focos de altas capturas, en donde algunas trampas específicas aparecían consistentemente con más de 12 insectos por semana. Las tendencias observadas en el patrón de capturas, claramente indican que una alta proporción de la población residente de insectos en el área de trampeo fue capturada, y que las trampas de la periferia han sido eficientes en interceptar una buena parte de los insectos que llegan desde áreas vecinas.

Experimentos de dispersión y de captura-marcado-recaptura

Se liberaron 535 insectos adultos marcados para estudiar su potencial de dispersión, y a vez estimar la población residente en el área. Los insectos capturados en las trampas se contaron cada 2-3 días durante dos semanas. Durante el primer recuento, 48 h después de la liberación, se encontraron 53 insectos marcados en las seis trampas colocadas en el primer anillo distante 500 m del punto de liberación. En los dos restantes anillos (1,000 y 2,000 m del punto de liberación) se capturaron 13 insectos en cada uno de ellos. De acuerdo a estos datos, el vuelo promedio de un insecto fue de 500 m en un día, pero algunos de ellos (16%) se desplazaron hasta un kilómetro en este período.

Considerando el total de insectos capturados después de 48 h de la liberación en las 24 trampas (256, 364 y 360 insectos no marcados en las trampas a 500 m, 1 km y 2 km respectivamente) se estimó que dentro del primer radio de 500 m, se encontraban $3,120 \pm 1,344$ insectos, o el equivalente a 23-57 adultos/ha. Durante la semana inicial del experimento se capturaron 3,274 insectos no marcados, en las 25 trampas que cubrían una área de aproximadamente 1,256 ha. Esto representa un promedio de 2.6 insectos/ha, lo cual corresponde a un 5-11% de la población

estimada. Los insectos capturados al final de la segunda semana, se estimó representaban el 7-18% de la población total.

Trampeo intensivo e incidencia del anillo rojo

La incidencia de la enfermedad del anillo rojo en palma aceitera ha sido relacionada con la fluctuación de la población total de *R. palmarum*, y específicamente con la proporción de insectos infectados con el nematodo *R. cocophilus* (Hagley, 1963; Blair, 1970; Griffith, 1978; Schuiling and Van Dinther, 1981; Chinchilla et al., 1990; Morales y Chinchilla, 1990).

En la plantación que nos ocupa en Coto, Costa Rica, la enfermedad del anillo rojo es relativamente baja durante los meses de marzo a octubre, y alcanza los valores máximos en enero-febrero (Morales y Chinchilla, 1990). El período de incubación de la enfermedad ha sido estimado entre 2 y 3 meses.

Durante el transcurso de estos experimentos, la incidencia de la enfermedad ha decrecido consistentemente en el área de trapeo, en un patrón que sigue las capturas en las trampas en 2-3 meses. Análisis de regresión indican que las capturas se correlacionan mejor con la incidencia de la enfermedad en el área de trapeo, si se utiliza un período de incubación de dos ($R^2 = 0,698$) o tres meses ($R^2 = 0,761$), que cuando se asume uno ($R^2 = 0,458$) o cuatro meses ($R^2 = 0,341$).

El efecto más importante buscado con el trapeo intensivo es bajar la tasa de incremento de la enfermedad. El área de trapeo está rodeada en tres lados por siembras de edad comparable, y por el cuarto lado por una siembra de 1989, no susceptible aún a la enfermedad al inicio de los experimentos. Para efectos de comparación se han utilizado los datos disponibles de incidencia de la enfermedad en estas áreas a partir de 1990. De acuerdo a los datos históricos de incidencia se tiene que la enfermedad se incrementó consistentemente desde 1990 hasta julio de 1992 en las áreas vecinas a la del trapeo intensivo. En el lote 50, en donde se realiza el trapeo en gran escala, la enfermedad siguió una tendencia similar a la de áreas vecinas durante 1990 y 1991, pero luego decreció conforme se desarrollaba el experimento de capturas de insectos en 1992 (Fig. 3). De esta forma, el lote 50 fue transformado de una área sumamente problemática -en donde la incidencia de la enfermedad se incrementó por un factor de 10 entre 1989 y 1991- a otra en donde la tasa de nuevas infecciones fue una de las menores en toda la plantación. Una idea más exacta del efecto del trapeo sobre la incidencia de la enfermedad, se obtendrá durante el período final de 1992, cuando la tendencia de otros años ha sido a un aumento en el número de nuevas infecciones (Chinchilla, 1990).

Una alta densidad de trampas (aproximadamente 6\ha) ha sido usada en estos experimentos. Las capturas logradas indican que una alta proporción de la población residente en el área ha sido eliminada, y que las trampas colocadas en la periferia del lote han sido muy eficientes en capturar los insectos que llegan hasta el lote desde áreas adyacentes. Es muy posible que una densidad de trampas más baja, sea igualmente efectiva para lograr los mismos resultados. De esta forma, el número semanal de capturas por hectárea en el experimento de trapeo intensivo fue similar al promedio semanal en las trampas del experimento de dispersión, en donde las trampas están ampliamente separadas (mínima distancia entre trampas de 523 m). Se asume entonces que utilizando un número menor de trampas por hectárea (1-2 trampas\ha) en un programa de

trameo intensivo se pueden lograr resultados similares a los explicados aquí, solo que las capturas por trampa serían mayores.

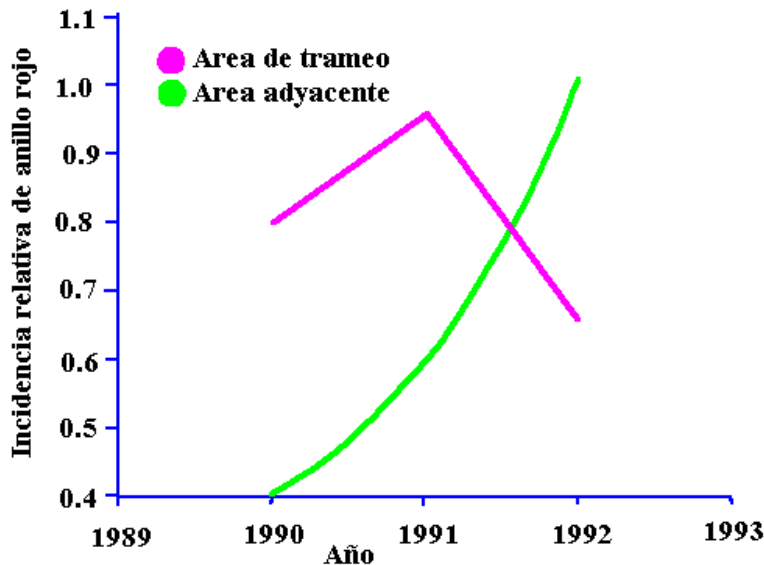


Fig 3 Comparación de la incidencia de anillo rojo en el área de trameo con la incidencia en los lotes adyacentes.

Fluctuación de la población adulta de *R. palmarum*

El número de capturas en las trampas del experimento de dispersión fluctuaron según las actividades de renovación de palmares viejos. Se observaron tres picos de capturas en las semanas que finalizaron el 6 y el 29 de enero y otro en abril de 1992 (Fig. 2). El primer pico coincidió con las labores de renovación de 70 ha (siembra de 1968) siguiendo el sistema de "underplanting". En este esquema, una proporción de la plantación vieja se deja en pie para aprovechar su producción, mientras las palmas de la nueva siembra se desarrollan. Bajo este sistema se envenenó el 50% de las palmas (hileras alternas) durante la semana del 23 al 26 de diciembre de 1991. Después de una semana de aplicado el herbicida las plantas empezaron a secarse y luego de dos semanas la mayoría de las plantas habían muerto. El patrón de capturas de insectos en las trampas colocadas en la cercanía a esta área de resiembra, indica claramente que la población residente de insectos la abandonó conforme el follaje de las palmas se secaba. Una proporción de estos insectos fue capturada en las trampas del experimento de dispersión. De esta forma, las capturas en las trampas colocadas dentro de un radio de 1,000 m del área envenenada, se incrementaron en una mayor proporción que en aquellas trampas colocadas a distancias mayores de 3,000 m (Fig. 4).

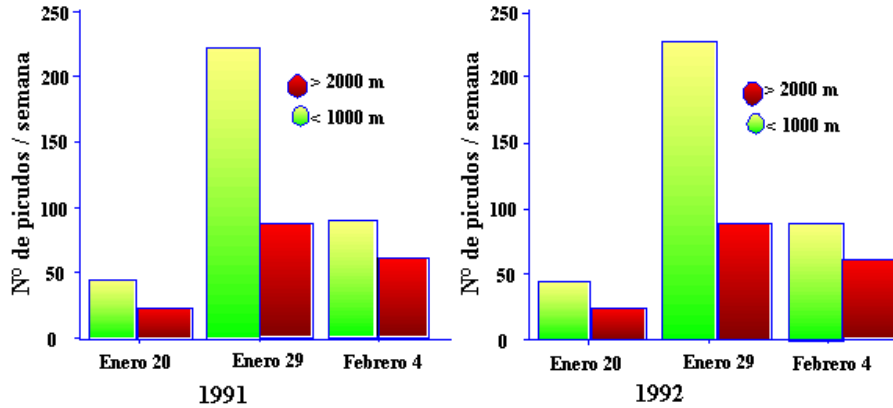


Fig 4 Izquierda: Efecto de la distancia del sitio de eliminación por envenenamiento en diciembre 1991 en las capturas de *R. palmarum*. Derecha: Efecto de la distancia del sitio de eliminación por tractores enero 1992 en las capturas de *R. palmarum*

El segundo pico de capturas observado (29 de enero, 1992) se asocia a la eliminación con tractores de orugas, de 177 ha sembradas también en 1968. Esta actividad se realizó entre el 6 y el 16 de enero. Durante los primeros días de realizada esta práctica se ha observado que los adultos son atraídos a las numerosas heridas que causa el tractor en los troncos de las palmas. La atracción de estos cortes se mantiene por 4-5 días, pero después los insectos se ven obligados a abandonar el área tumbada. Este hecho se vio probado, al observarse un aumento en la captura promedio por trampa en el recuento de enero 29. Al igual que en la situación del área envenenada, se encontró que las trampas más cercanas al lote eliminado (primeros 1,000 m) capturaron proporcionalmente más insectos que trampas a 2,000 m del punto de dispersión (Fig. 4). La mayor cantidad de insectos capturados en una trampa en particular en un período de una semana (420 insectos) se presentó durante esta semana en una trampa dentro del radio de 1,000 m del área tumbada.

Se concluye que la eliminación de siembras viejas de palma aceitera -ya sea por envenenamiento o eliminación por tractor- causa la dispersión de la población residente de *R. palmarum*, y que una buena proporción de estos insectos puede ser capturada colando oportunamente trampas alrededor del área que se va a eliminar. Este hecho también había sido notado en otro estudio sobre dinámica poblacional realizado en Honduras (Chinchilla et al , 1990). Resulta entonces prudente colocar trampas dentro y en la periferia de lotes destinados para su eliminación, y dejar estas trampas en el sitio por cerca de dos semanas.

Conclusiones

Este trabajo informa sobre varios resultados que tienen implicaciones prácticas para lograr un manejo más eficiente de las poblaciones de *R. palmarum* en una plantación de palma aceitera.

Los resultados indican que la feromona de agregación puede ser utilizada con éxito para reducir la población del insecto, y que con ello se puede reducir también la incidencia de la enfermedad del anillo rojo. La feromona también tiene un uso potencial en el manejo de esta enfermedad en plantaciones de cocotero. En el área de estudio, una densidad de 6 trampas/ha efectivamente redujo la población residente del insecto vector, lo cual pudo ser asociado a una menor tasa de diseminación de la enfermedad. Otros experimentos en desarrollo indican que una densidad de 1-2 trampas/ha logren posiblemente resultados similares. Trampas colocadas en el perímetro de una área que haya sido "limpiada" de insectos, pueden efectivamente interceptar y capturar insectos que llegan desde área vecinas. Estas trampas periféricas son también sumamente útiles cuando se trate de eliminar una buena parte de la población residente de siembras viejas que van a ser eliminadas.

La estrategia a seguir sería la colocación de trampas (1-2/ha) en estas áreas por eliminar aproximadamente un mes antes de empezar la operación. Con esto se reduciría la población residente. Pocos días antes de empezar la labor de eliminación de las palmas, las trampas internas se trasladan a la periferia con el fin de interceptar los insectos que hayan quedado y traten de emigrar a lotes vecinos. Algunas de estas estrategias de manejo de la población de *R. palmarum* se encuentran bajo evaluación en dos siembras comerciales de palma aceitera en Costa Rica.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Cia. Palma Tica, el permiso para publicar estos resultados. En especial se agradece al Dr. D. L. Richardson por su apoyo y consejo en la ejecución y escritura del trabajo. Al sr. G. Castrillo por su ayuda en el trabajo de campo y al sr. A. Salas por su trabajo de computación. Al Prof. L. F. Jirón por su ayuda en algunas de las etapas iniciales de este proyecto; a R. S. Mc.Donald del Departamento de Ciencias Biológicas de Simon Fraser University por los análisis estadísticos; la "Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada" y a Simon Fraser University por el permiso administrativo otorgado al primer autor.

Literatura citada

Blair, G. 1970a. Studies on red ring disease of the coconut palm. *Oleagineux* 25: 19-22.

Blair, G. 1970b. Studies on red ring disease of the coconut palm. *Oleagineux* 25: 79-83.

Chinchilla, C. Ml. 1988. The red ring-little leaf syndrome in oil palm and coconut. *Bol. Técnico Opo-CB* 2(4): 113-136 and *Agricultural Services and Development, Technical Bull.* 1, 1991, San José, Costa Rica.

- Chinchilla, C. Ml.; Menjivar, R. y Arias, E. 1990. El picudo de la palma y la enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña en una plantación comercial de palma aceitera en Honduras. Turrialba, 40: 471-477.
- Cobb, N. A. 1922. A note on the coconut nema of Panama. J. Parasitology, 9: 44-45.
- Fenwick, D. W. 1968. Red ring disease of the coconut palm. In G. C. Smart, Jr. and V.G.V. Preey (eds) Tropical Nematology. Center for Tropical Agriculture. University Agriculture Press, Gainesville, FL, pp 38-48.
- Griffith, R. 1967. Progress on the entomological aspects of red ring disease of coconuts. J. Agric. Soc. Trin. Tob. 67: 209-218.
- Griffith, R. 1969. A method of controlling red ring disease of coconuts. J. Agric. Soc. Trin. Tob. 67: 827-845.
- Griffith, R. 1978. Epidemiology of red ring disease of coconuts in Trinidad and Tobago. J. Agric. Soc. Trin. Tob. 78: 200-217.
- Griffith, R. 1987. Red ring disease of coconut palm. Plant Dis. 71: 193-196.
- Hagley, E. A. C. 1963. The role of the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* as a vector of red ring disease of coconuts. 1 Results of preliminary investigations. J. Econ. Entomol. 56: 375-380.
- Mariau, D. 1968. Mettodes de lutte contre le Rhynchophore. Oleagineux, 23: 443-446.
- Martyn, E. B. 1953. Red ring disease of coconuts in Trinidad and Tobago. Tropical Agriculture, Trinidad, 30: 43-53.
- Morales, J. L. y Chinchilla, C. Ml. 1990. Estudios poblacionales en *Rhynchophorus palmarum* y su relación con la enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña en palma aceitera en Costa Rica. Turrialba, 40(4): 478-485.
- Morin, J. P.; Luchini, F.; Araujo, J. C. A.; Ferreira, J. M. S. and Fraga, L. S. 1986. *Rhynchophorus* control using traps made from oil palm cubes. Oleagineux, 41: 57-62.
- Moura, J. I. L.; Resende, M. L. V.; Sgrillo, R. B.; Nascimento, L. A. and Romano, R. 1990. Diferentes tipos de armadilhas e iscas no controle de *Rhynchophorus palmarum*. Agrotropica 2(3): 165-169.
- Moura, J. I. L.; Resende, M. L. V.; Lima, M. F. and Santana, D. L. de Q. 1991. Taticas para o controle integrado de *Rhynchophorus palmarum*. CEPLAC/CEPEC, Bahia, Brazil, 16p.
- Oehlschlager, A. C.; pierce, H. D.; Morgan, B.; Wimalaratne, K.; Slessor, N.; King, G. G. S.; Gries, G.; Gries, R.; Borden, J. H.; Jirón, L.F.; Chinchilla, C. Ml. and Mexzón R. 1992.

Chirality and field testing of Rhynchophorol, the aggregation pheromone of the American palm weevil. *Naturwissenschaften*, 79: 134-135.

Oehlschlager, A. C.; Chinchilla, C. M.; González, L. M.; Jirón, L. F.; Mexzón, R. and Morgan, B. 1993. Development of a pheromone-based trapping system for the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*. *J. Econ. Entomol.* (in press).

Rochat, D. C.; Lettere, M.; Ducrot, P. H.; Zagatti, P.; Renou, M. and Descoins, C. 1991. Male-produced aggregation pheromone of the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*: collection, identification, electrophysiological activity and laboratory bioassay. *J. Chem. Ecol.* 17: 2127-2141.

SAS Institute. 1982. SAS User's guide: Statistics. SAS Institute, Cary North Carolina.

Schuiling, M. and Dinther, J. M. B. 1981. Red ring disease in the Paricatuba oil palm estate, Para, Brazil. *Z. Angew. Ent.* 91: 154-169.

Tidman, D. A. 1951. Agricultural and horticultural problems of Brazil. *World Crops.* 3: 341-344.

Wattanapongsiri, A. A revision of the genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera, Curculionidae). *Dept. Agric. Sci. Bull., Bangkok.* 1: 1-328.

Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2nd. ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.