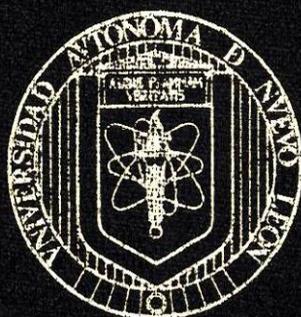


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



TECNICAS DE TRAMPEO CON FEROMONAS
PARA EL BARRENADOR MAYOR DE LOS
GRANOS ALMACENADOS *Prostephanus*
truncatus (Horn)
(COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

MARIA DEL SOCORRO GONZALEZ ALONSO

MARIN, N. L.

MARZO 1993.

T

SB95

G6

c.1



1080061296

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



TECNICAS DE TRAMPEO CON FEROMONAS
PARA EL BARRENADOR MAYOR DE LOS
GRANOS ALMACENADOS *Prostephanus*
truncatus (Horn)

(COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)

Esta tesis es parte del Programa de
Investigación de Granos Almacenados del Centro
de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de
la U.A.N.L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

MARIA DEL SOCORRO GONZALEZ ALONSO

Ing. M.C. RECTOR A. DURAN V.
Sinodal

Ing. CARLOS E. LONGORIA G.
Sinodal

Marín, Nuevo León

Marzo de 1993

MARIN, N. L.

MARZO 1993.

011481e

T
SB951
66

040.632
FA3
1993
C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. TESIS



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

TECNICAS DE TRAMPEO CON FEROMONAS PARA EL BARRENADOR
MAYOR DE LOS GRANOS *Prosthanus truncatus* (Horn)
(COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)

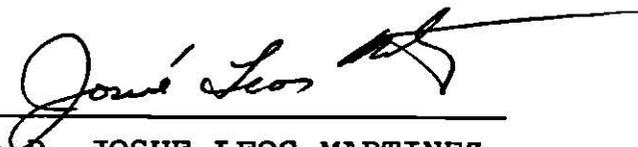
TESIS QUE PRESENTA
MARIA DEL SOCORRO GONZALEZ ALONSO

Como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Esta tesis fué realizada dentro del Programa de Investigación sobre Plagas de Productos Almacenados del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

COMISION REVISORA:



Ph.D. JOSUE LEOS MARTINEZ
Asesor Principal



Ing. M.C. HECTOR A. DURAN P
Sinodal



Ing. CARLOS S. LONGORIA G.
Sinodal

Marín, Nuevo León

Marzo de 1993

A DIOS:

POR DARME LA EXISTENCIA,
ILUMINAR MI CAMINO POR LA VIDA
Y ESTAR CONMIGO EN TODO MOMENTO

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI MADRE

SRA. JACINTA ALONSO VARGAS (†)

PARA MI PADRE:

SR. PEDRO GONZALEZ GARCIA

Con inmenso amor, por su incansable afán y motivación para superarnos en la vida, esperando haberle dado una satisfacción. Te quiero mucho Papá y gracias por todo.

A MIS HERMANOS:

CASI, JOSE, RAMI, EFRAIN, CESAR Y LULU

Con amor, por las alegrías y tristezas que hemos compartido, por brindarme su apoyo, confianza y amistad.

A LA SEÑORA

MA. DEL REFUGIO REYES FLORES

Con estimación

A LOS NIÑOS

PEDRIN, DAISY Y JERY

Con mucho cariño

A MIS ABUELOS:

SRA. CRISTINA GARCIA MARTINEZ

SR. SATURNINO GONZALEZ RODRIGUEZ

SRA. MARIA VARGAS (†)

SR. CASIMIRO ALONSO

Con mucho cariño, por el gran apoyo brindado,
y por sus sabios consejos.

A LAS FAMILIAS:

GONZALEZ ROSALES Y

GOMEZ GONZALEZ

Con infinito agradecimiento y estimación por el apoyo moral
brindado, cuando más lo necesité.

AGRADECIMIENTOS

AL Ph.D. JOSUE LEOS MARTINEZ

Con admiración, gratitud y respeto por la sugerencia del trabajo, por la valiosa y acertada dirección del mismo, por sus aportaciones y conocimientos heredados como maestro y asesor principal.

AL ING. M.C. HECTOR A. DURAN POMPA

Por la revisión efectuada al escrito y por contribuir con su granito de arena en mi formación profesional.

AL ING. CARLOS S. LONGORIA GARZA

Por la revisión atenta del escrito y por sus enseñanzas como maestro durante la carrera.

AL DR. HOWARD J. WILLIAMS DE TEXAS A&M UNIVERSITY
Y AL DR. DAVID P. REES DEL NRI EN INGLATERRA

Por su apoyo científico y por la donación de feromonas

AL SR. BILL LINDGREN DE LA COMPAÑIA TRECE Inc., EUA

Por su apoyo y ayuda económica para la realización de la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

A LAS SEÑORITAS: LIDIA MARTINEZ MORALES, ROSA MARIA
RODRIGUEZ GUTIERREZ Y SRA. VERONICA BELMARES DE LOPEZ.

Por su amistad, disponibilidad y ayuda desinteresada.

AL ING. EUSEBIO LOMELI CERVANTES, AL ING. LUIS CARLOS
MORALES SALAS Y AL SR. JULIO MIRANDA HERNANDEZ.

Por su ayuda en el trabajo práctico.

A TODOS LOS MAESTROS Y COMPAÑEROS DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.

INDICE

| | Página |
|---|--------|
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT. | xiii |
| I.- INTRODUCCION | 1 |
| II.- LITERATURA REVISADA | 3 |
| 2.1 <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn). | 3 |
| 2.1.1 Descripción | 4 |
| 2.1.2 Biología y Habitos | 6 |
| 2.1.3 Comportamiento | 8 |
| 2.2 Trampeo | 9 |
| 2.2.1 Feromonas | 10 |
| 2.2.2 Diseños de Trampas | 13 |
| 2.2.3 Usos de trampas | 17 |
| III.- MATERIALES Y METODOS | 19 |
| 3.1 Primer Experimento | 24 |
| 3.2 Segundo Experimento | 26 |
| 3.3 Tercer Experimento | 27 |
| IV.- RESULTADOS Y DISCUSION | 31 |
| 4.1 Primer Experimento | 31 |
| 4.2 Segundo Experimento | 32 |
| 4.3 Tercer Experimento | 35 |
| V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 36 |
| VI.- BIBLIOGRAFIA | 37 |
| VII.- APENDICE | 42 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Condiciones ambientales durante el primer experimento. Estación meteorológica de la FAUANL, Marín, N.L., 1991. | 20 |
| Cuadro 2. Condiciones ambientales durante el segundo experimento. Estación meteorológica de la FAUANL, Marín, N.L., 1991. | 20 |
| Cuadro 3. Captura de <i>P. truncatus</i> en trampas Lindgren con feromonas y colocadas a la intemperie. | 31 |
| Cuadro 4. Captura de <i>P. truncatus</i> en diversos diseños de trampas con 2 μ l de la mezcla 1:1 de T1 + T2. | 35 |
| Cuadro A1. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la prueba de los componentes de trunc-call. | 43 |
| Cuadro A2. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la primeraa semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 44 |
| Cuadro A3. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la segundaa semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 45 |
| Cuadro A4. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la tercera semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 46 |
| Cuadro A5. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la cuarta semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 47 |
| Cuadro A6. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la quinta semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 48 |

| | |
|--|----|
| Cuadro A7. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la sexta semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 49 |
| Cuadro A8. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la séptima semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 50 |
| Cuadro A9. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la octava semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 51 |
| Cuadro A10. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la novena semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 52 |
| Cuadro A11. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la décima semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 53 |
| Cuadro A12. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la onceava semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 54 |
| Cuadro A13. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la doceava semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de <i>P. truncatus</i> | 55 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Distribución de <i>P. truncatus</i> en Africa hasta 1992. | 4 |
| Fig. 2. Esquemas de la síntesis de Trunc-call 1 (a) y Trunc-call 2 (b). | 23 |
| Fig. 3. Trampa Lindgren de ocho embudos (Lindgren 1983). | 24 |
| Fig. 4. Ubicación de los sitios de trampeo en el primero y segundo experimentos (medidas en metros) y foco de generación de adultos. | 25 |
| Fig. 5. Trampa de caja (A) y trampa alada (B). | 28 |
| Fig. 6. Trampa de tiras hecha localmente | 30 |
| Fig. 7. Captura de <i>P. truncatus</i> en un almacén, con trampas con trunc-call local y de Inglaterra. | 32 |

RESUMEN

Se hicieron tres experimentos para contribuir al desarrollo de mejores técnicas de trapeo del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn), usando como atrayente a su feromona de agregación denominada Trunc-call. Se usó un diseño experimental de Cuadro Latino donde los parámetros fueron: los tratamientos, los sitios de ubicación, y los períodos de exposición de las trampas.

En el primer experimento se estudió la atractividad de los dos componentes de la feromona: Trunc-call 1 y Trunc-call 2 (T1 y T2), sintetizados por el Dr. Howard J. Williams en Texas A&M University. Los tratamientos fueron trampas Lindgren de ocho embudos colocadas a la intemperie con: a) 25 μ l de T1, b) 25 μ l de T2, c) 25 μ l de la mezcla 1:1 de T1+T2, y d) ninguna feromona (testigo). Los períodos de exposición fueron de una semana. Los tres tratamientos con feromona capturaron significativamente más insectos que el testigo. Las trampas con T2 o con la mezcla de ambos componentes fueron superiores a la trampa con T1, teniendo capturas 30 y 26 veces más altas con T2 y con la mezcla, respectivamente, que con T1.

En el segundo experimento se comparó la eficacia del Trunc-call comercial Inglés (Agrisense BCS Ltd. Reino unido)

con el Trunc-call local y se determinó su longevidad de atracción dentro de un almacén. Consistió de pruebas repetidas semanalmente, cada Lunes durante 12 semanas, se inició una nueva prueba de 4 días de duración, llevando las trampas a un lugar con condiciones similares el resto de la semana sin renovar la feromona.

Los tratamientos fueron trampas Lindgren dentro de una bodega cebadas con: a) una cápsula con 25 μ l de T2 local, b) una cápsula con 25 μ l de la mezcla 1:1 de T1+T2 locales, c) cuatro cápsulas con 2 mg cada una de la mezcla 1:1 de T1+T2 Inglesa y 2 mg del antioxidante 2,6-di-tert-butil-4-metil-fenol, y d) ninguna feromona. Las trampas con la feromona local fueron estadísticamente superiores a la trampa testigo durante ocho semanas. La trampa con la mezcla local capturó más de lo doble que la trampa con la mezcla Inglesa en la primer semana, pero la diferencia no fue significativa. La trampa con las cápsulas inglesas fue superior al testigo por las 12 semanas que duró el estudio y también fue superior a las trampas con feromona local en la 11ª y 12ª semanas.

A pesar de la gran longevidad encontrada, la disminución en captura señaló la conveniencia de reponer las feromonas cada 4 a 6 semanas en monitoreos reales.

Se capturaron tantos o más insectos en trampas colocadas en exteriores y alejadas de una fuente grande de insectos, que en trampas dentro de una bodega con una alta población de adultos. Aparentemente responden más los insectos aislados.

En el tercer experimento se comparó la eficiencia de captura de seis diseños de trampas: Lindgren de ocho embudos, Lindgren de cuatro embudos, tiras largas sobre embudo, tiras cortas sobre embudo, alada adhesiva y caja abierta adhesiva. Las trampas se preparaban con 2 μ l de la mezcla 1:1 de T1+T2 y se probaron a la intemperie en un círculo alrededor de un foco de población abundante. Las trampas de tiras largas y cortas tenían las mismas dimensiones que las Lindgren de ocho y cuatro embudos, respectivamente. La trampa Lindgren de ocho embudos fue la que más insectos capturó, sólo se le igualó estadísticamente la Lindgren de cuatro embudos. Las trampas de tiras resultaron mejores que la alada y la de caja.

ABSTRACT

Three experiments were performed to contribute to the development of better trapping techniques for the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn), using as the attractant its aggregation pheromone named Trunc-call. A Latin Square experimental design was used, where the traps parameters are: treatments, sites, and periods of exposure.

The attractiveness of the two components of the pheromone, Trunc-call 1 (T1) and Trunc-call 2 (T2), synthesized by Dr. Howard J. Williams at Texas A&M University was studied in the first experiment. The treatments were Lindgren traps (eight funnels) placed outdoors and baited with: a) 25 μ l of T1, b) 25 μ l of T2, c) 25 μ l of the mixture 1:1 of T1+T2, and d) no pheromone (check). The periods of exposure were of one week. The three treatments with pheromone capture significantly more insects than the check. Traps with T2 or with the mixture of both components were superior to the trap with T1, giving a capture 30 and 26 times larger with T2 and the mixture, respectively, than with T1.

The efficacy of British commercial Trunc-call (Agrisense BCS Ltd. United Kingdom) and the local Trunc-call was compared in the second experiment; additionally the longevity of attraction inside a warehouse was determined. This study

consisted of tests replicated weekly: each monday a new four-days test was initiated, for 12 weeks, taking the traps to a room with similar conditions the rest of the week, without replacing the pheromone. The treatments were Lindgen traps (eight funnels) inside a warehouse and baited with: a) one vial with 25 μ l of local T2, b) one vial with 25 μ l of the mixture 1:1 of local T1+T2, c) four vials containing each 2 mg of the mixture 1:1 of British T1+T2 and 2 mg of the antioxidant 2,6-di-tert-butyl-4-metil-fenol, and d) no pheromone (check). The traps with the local pheromone were statistically superior to the check trap for eight weeks. The trap with the local mixture captured more than twice the number of insects than the trap with the British pheromone in the first week, but the difference was not significant. The trap with the British pheromone was superior to the check for the 12 weeks that the experiment lasted, and it was also superior than the traps with the local pheromone in weeks 11th and 12th. Regardless of the large longevity found, the reduction of capture show the convenience of replacing the pheromone each 4 to 6 weeks in actual monitoring.

The same amount or even more insects were captured in traps placed outdoors and far away from a large source of insects, than in traps inside a warehouse infested with a large population. Apparently the isolated insects respond better.

The efficiency of capture of six trap designs were tested in the third experiment: Lindgren with eight funnels, Lindgren with four funnels, long stripes over funnel, short stripes over funnel, adhesive wing trap, and adhesive open box trap. Traps were prepared with 2 μ l of the mixture 1:1 of T1+T2 and tested outdoors in a circle around a source of abundant population. The traps made of long and short stripes had the same dimensions than the eight and four funnels Lindgren traps, respectively. The Lindgren trap with eight funnels captured more insects than the others, although it was statistically equal than the Lindgren trap with four funnels. The stripes traps were better than the wing and box traps.

INTRODUCCION

Es necesario contar con métodos eficientes de trampeo para el barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn), pues son muchas sus aplicaciones. Actualmente, varios países están interesados en la detección y monitoreo de este insecto.

P. truncatus se encuentra distribuido desde el sur de los Estados Unidos de Norte América hasta el norte de Sudamérica, y recientemente se introdujo a algunos países del continente Africano, donde ha causado grandes pérdidas en maíz almacenado en forma rústica.

La detección de *P. truncatus* es un tema de extremo interés para los países que no cuentan con su presencia, pero están expuestos a una introducción accidental y tienen las condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo. Encontrar un sólo individuo de esta especie en un país o zona que se asumía libre de ella representaría problemas de comercio exterior de granos y en muchos lugares desencadenaría una campaña intensa de erradicación, contención y control. Como esta especie tiene aún una distribución restringida, hay muchos lugares propensos a infestarse, donde se requiere de la potente detección que dan las trampas con feromonas.

Una metodología eficiente de detección y monitoreo de *P. truncatus* en México y en el resto de los países donde esta especie está bien establecida, también es importante. El conocimiento de su distribución es primordial para enfocar los esfuerzos de manejo a donde sea necesario, para evitar el riesgo de que se expanda aún más la infestación en el mundo a través de las exportaciones de grano y madera.

El objetivo general del trabajo que se presenta a continuación fue desarrollar técnicas de trampeo para *P. truncatus*. Para esto se hicieron tres estudios con objetivos particulares: a) evaluar la atractividad de los componentes trunc-call 1 y trunc-call 2, por separado y en mezcla, b) comparar la efectividad y longevidad de la feromona comercial Inglesa contra la feromona sintetizada en los Estados Unidos de Norte America por nuestro colaborador de Texas A&M university, el Dr. Howard J. Williams, y c) comparar diseños de trampas aéreas para capturar *P. truncatus* usando trunc-call.

II.- LITERATURA REVISADA

2.1.-*Prostephanus truncatus* (Horn)

A este Coleóptero de la Familia Bostrichidae se le conoce vulgarmente con el nombre de barrenador mayor de los granos. Es una plaga importante del maíz y yuca, donde se reproduce abundantemente. Ataca a todos los cereales y sus productos con voracidad; siendo capaz también de causar daños en otros granos y productos como el frijol, cacahuate, cacao, café y sorgo, aunque no en todos es capaz de reproducirse.

Se asume que este insecto es originario de Mesoamérica, debido a que de ahí provienen sus primeros registros (Ramírez Genel 1966). Actualmente, se encuentra desde el sur de los Estados Unidos de Norte America hasta Colombia y Perú en Centro América; incluyendo México y los países Centroamericanos. Fuera de América, sólo se ha establecido en Africa: se introdujo accidentalmente en Tanzania (Hodges *et al.* 1983) y de ahí se diseminó a Kenya, Burundi, Togo, Ghana y Benin (Hodges 1986, Golob 1988, Mc Farlane 1988, Krall 1984, Rees *et al.* 1990). Hay reportes de intersepciones en otras partes del mundo, sin que se haya documentado su establecimiento (Wright 1984). La Figura 1 muestra su distribución actual.

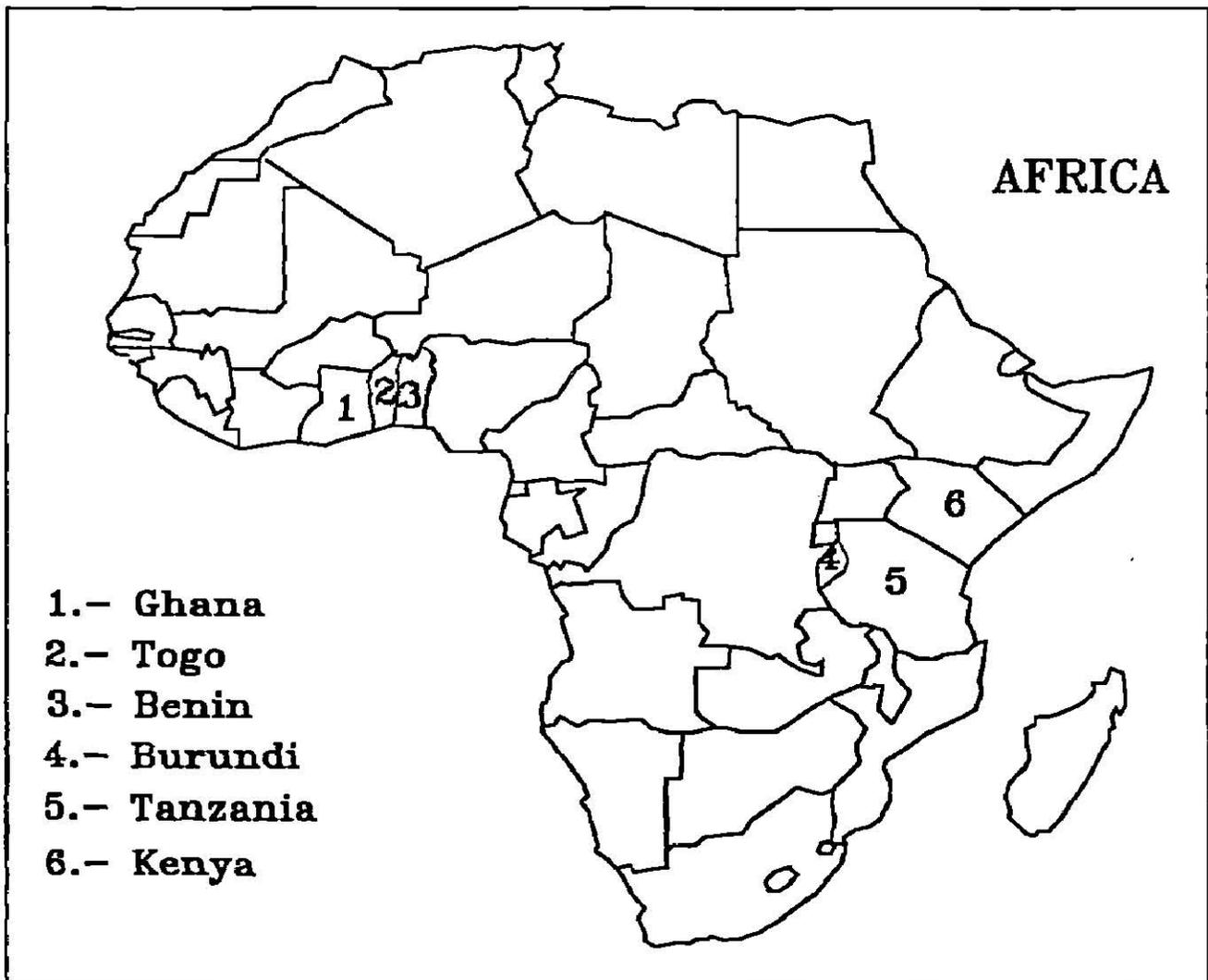


Fig. 1. Distribución de *P. truncatus* en Africa hasta 1992.

2.1.1.- Descripción

El adulto es de cuerpo cilíndrico; mide de 3.0 a 4.3 mm de largo y de 1.2 a 1.8 mm de ancho. Es de color café oscuro o castaño, moderadamente brillante y con pocas setas muy cortas. La cabeza es corta, transversa y retráctil dentro el protórax.

El protórax es tan largo como ancho haciéndose más angosto de la base al ápice, con sus márgenes finamente aserrados. La parte anterior notoriamente tuberculada y la posterior densamente muricada.

Los ojos son globosos. Las antenas están insertadas en la frente cerca de los ojos; son del tipo capitadas con tres segmentos espaciados formando la masa, los dos primeros son cónicos triangulares y el último es globoso comprimido.

Los élitros con puntuaciones grandes, profundas colocadas muy cerca una de la otra y acomodadas en estrías moderadamente regulares excepto cerca del escutelum. El ápice de los élitros tiene un declive abrupto, que le da el nombre a la especie (*truncatus* = truncado); el declive es plano, con muchas puntuaciones y con los márgenes laterales bien marcados con un surco, formando éste un semicírculo exacto, mientras que la cara del declive es casi vertical al eje del cuerpo. La parte ventral es opaca y con pocas puntuaciones.

La larva es del tipo escarabiforme con su cuerpo en forma de "C" y varios pliegues por segmento. A diferencia de otras larvas de éste tipo, ésta es más gruesa en la parte anterior. La cabeza es pequeña pero notoria y las patas son muy pequeñas. La pupa es del tipo exarata y de color blanco.

2.1.2.- Biología

Las condiciones óptimas de desarrollo de esta especie en maíz son de 32 °C y 70 a 80 % H.R (Shires 1979, 1980; Bell y Waters 1982). Bajo estas condiciones el ciclo se completa en 24-25 días. Los límites inferior y superior para completar su ciclo de vida son: 25 y 32 °C a 40 % H.R., 18 y 37 °C a 70 % H.R. y 20 y 30 °C a 90 % H.R. Watters (1984) presenta un diagrama del efecto de la temperatura y la humedad relativa sobre el ciclo vital de *P. truncatus*. Debe hacerse énfasis en que esta especie es muy tolerante a condiciones secas y que grano con un contenido de humedad de 9 a 10% ha sido fuertemente infestado (Hodges y Meik 1984, Giles y Leon 1975, Hodges et al. 1983).

Los adultos barrenan el maíz generando grandes cantidades de polvo. Después de copular, las hembras ovipositan la mayoría de sus huevos dentro de los granos en cámaras ciegas barrenando en ángulo recto a los túneles principales (Hodges 1982, Ramírez y Silver 1983). La oviposición es en grupos de hasta 20 huevos cubiertos con polvo finamente masticado. La hembra tiene un período de preoviposición de 5-10 días y luego oviposita por alrededor de 100 días. La longevidad promedio de las hembras es de 105 días y la de los machos de 107 días. El promedio de huevecillos ovipositados durante toda la vida es de 430.

Bajo condiciones óptimas, la larva nace en un promedio de 4.1 días después de la oviposición. Normalmente hay tres estadios larvales que tardan en total un promedio 16.1 días en completarse. La última fase larval cubre el interior del túnel con una secreción que se absorbe en las partículas cercanas y que se endurece para formar una cápsula cilíndrica con una pared gruesa cuyo interior es liso. Esta estructura se denomina celda pupal y protege eficientemente al insecto durante este estado.

El estado de prepupa se inicia cuando la última fase larval se queda inmóvil. Unas cuantas horas más tarde, los grandes segmentos inmediatamente posteriores a la cabeza empiezan a hacerse transparentes y gradualmente se colapsan al rededor de la pupa que se forma dentro, terminando así la fase de prepupa que generalmente se presenta a los 18 días. El estado pupal dura en promedio 4.7 días en completarse.

2.1.3.- Comportamiento

Prostephanus truncatus infesta maíz en el almacén o en el campo. El ataque en el campo puede ocurrir muy temprano, cuando los granos aún tienen un contenido de humedad de 40-50% (Giles 1975 citado por Hodges 1986). La susceptibilidad del maíz difiere para cada variedad siendo las duras y vítreas más

susceptibles. Además, la presentación del grano afecta su susceptibilidad: el daño es mucho mayor en maíz en mazorca que cuando esta desgranado (Chittenden 1911). En el laboratorio se ha comprobado que el endospermo solo, representa una dieta adecuada para *P. truncatus* (Howard 1983 citado por Hodges).

Su otro hospedero principal es la yuca (*Manihot esculenta*) dañando la raíz seca donde se reproduce abundantemente (Hodges et al. 1985). Los intentos de laboratorio para criar esta especie en chícharo, frijol, semillas de cacao y café, trigo duro de invierno, sorgo y arroz palay han fallado; sin embargo, esta plaga puede reproducirse en una variedad suave de trigo (Shires 1977) y en un grado mínimo en garbanzo. Hodges (sin publicar citado por Hodges 1986) crió adultos de *P. truncatus* con huevecillos que colocó en cápsulas llenas de polvo de los siguientes cereales: sorgo, trigo, mijo, maíz, arroz, cebada y avena. Todos estos fueron adecuados para el desarrollo de *P. truncatus* aunque el ciclo de vida se extendió en los últimos tres mencionados. Recientemente se ha descubierto que *P. truncatus* se reproduce en diferentes maderas. El tallo de yuca es tan adecuado como el propio maíz, el framboyan (*Poinsonia regia*) y las cañas de maíz no son adecuados pero permiten su reproducción (Helbig et al. 1990, Ramírez Martínez 1992).

Esta plaga también perfora sustratos sólidos sin que

importe su calidad nutricional: por ejemplo, varios tipos de maderas, cartón, frigolite, etc. Hay poca información precisa acerca del comportamiento de dispersión de *P. truncatus*. Los adultos se distribuyen eficientemente por medio del vuelo. Hodges (1986) señaló que en crías de laboratorio se pueden observar los adultos al final de la tarde congregados en la superficie del substrato desde donde vuelan, y que los agricultores de Tanzania han observado un comportamiento similar en el maíz infestado de sus trojes. En un estudio de laboratorio, Hodges y Meik (1984) mostraron que hay una tendencia de los adultos de la primera generación de emigrar de la mazorca de donde emergieron; a menudo barrenando a través de las espatas. Esto no parece deberse a una respuesta a la alta densidad poblacional, sino que probablemente incluye un comportamiento exploratorio. Los escarabajos emigrantes también mostraron una tendencia a eventualmente congregarse en el mismo hospedero nuevo.

2.2.- Trampeo de *P. truncatus* con feromonas

Burkholder y Dickie (1966), fueron los que iniciaron los trabajos con feromonas para detectar y monitorear insectos de almacén mostrando la eficiencia de éstas.

Leos Martínez (1989) señaló que los insectos de almacén se

pueden encontrar dentro de los depósitos de grano, caminando en el piso, paredes, etc., o volando. Por esto hay trampas de tres grupos diferentes. El primer grupo comprende las trampas de inserción para atrapar a los insectos que se encuentran bajo el grano. En el segundo, se encuentran las trampas de superficie para atrapar a los insectos mientras caminan. El tercer grupo incluye a las trampas aéreas para capturar a los insectos en vuelo. Para prevenir posibles infestaciones es conveniente utilizar los tipos de trampas de manera combinada y de acuerdo a la biología y comportamiento de los insectos.

2.2.1 Feromonas

Las feromonas son sustancias químicas que los insectos secretan para comunicarse, son muy importantes debido a que intervienen en el comportamiento reproductivo. Las que actúan como atrayentes son de dos tipos: las sexuales y las de agregación. Las feromonas sexuales, guían a un insecto hacia su pareja para el apareamiento. Las de agregación, actúan como guía de machos y hembras hacia donde se encuentra el alimento.

La feromona que se utiliza actualmente para atraer a *P. truncatus* es una feromona de agregación producida por el macho que cuenta con dos componentes denominados trunc-call 1 (T1: 1-metil (E)-2-metil-2 pentenoato) y trunc-call 2 (T2: 1-metil

(E)-2, (E)-4-2, 4-dimetil-2- heptadienoato) que fueron identificados en el Natural Resources Institute (NRI) de Inglaterra (Hodges et al. 1984, Cork et al. no publicado, citados por Dendy et al. 1989)

La mezcla de T1 con T2, en una proporción de 1:4 o 1:1 (T1:T2) capturó diez veces mas *P. truncatus* que T1 solo, en trampas colocadas en un cultivo de maíz próximo a la cosecha. Pruebas previas de laboratorio habían mostrado que estas mezclas eran superiores a las mezclas de 4:1 Y 0.5:4.5 de T1:T2 y a T2 solo (Dendy et al. 1989).

Aunque se clasifica a las feromonas según la respuesta que provocan, debe aclararse que una sustancia puede actuar de diferente manera dependiendo de su concentración en el aire. Por ejemplo, las feromonas de agregación producidas por los machos de *Tribolium* spp, *Sitophilus* spp y *R. dominica* tienen un efecto repelente o dispersante si la concentración es demasiado alta (Burkholder 1984a, 1984b). Este podría ser el caso para *P. truncatus*. Una concentración demasiado alta de estas feromonas implica y señala una sobrepoblación y provoca lo contrario a la agregación, como parte del proceso normal de comportamiento.

Existen varios tipos de liberadores de feromonas que dan un grado liberación distinto (Leos Martínez 1989). Se calculó

que a una temperatura de 27 °C y una velocidad del viento de 8 km/h, la vida media de T1 en el liberador de hule puro (tapón para tubos de ensayo) era de menos de un día y en el liberador de cápsula de polietileno (tubitos de plástico transparente para centrifugación de 2 mm de largo, 5.5 mm de diámetro interior y 1.5 mm de grosor del plástico) era de cinco días (Hodges *et al.* 1984).

Dendy *et al.* (1989) reportaron que en estudios no publicados del NRI, la vida media de la mezcla de T1+T2 en cápsulas de polietileno resultó ser de 7 días en condiciones de campo. Además, señalaron que después de 17 días de exposición, las cápsulas conservaban un 25 % de la carga original de T1 y un 40 % de la carga original de T2. Con esta información, Leos Martínez (1991) calculó que la vida media de T1 fue de alrededor de 8.5 días y la de T2 de 14 días cuando están en mezcla; además tomó como base el efecto que tiene sobre dominicalure 2 el mezclarse con dominicalure 1 (feromonas de *Rhyzopertha dominica* (Fab.) estudiado por Cogburn *et al.* (1984), e infirió que la vida media de T2 solo, podría ser de alrededor de 22 días.

Aun no se conoce la proporción de la mezcla que libera el macho de *P. truncatus* ni la respuesta de los insectos a diferentes proporciones, pero para motivos prácticos las

relaciones de 1:1 y de 1:4 de T1:T2 se han señalado como recomendables.

En una prueba de campo en Chilcuautla, Hidalgo, Ríos (1991) midió la duración de atracción de 2 mg de la mezcla Inglesa 1:1 de T1:T2, usando trampas Pherocon II® (Trece Inc.). Las trampas capturaron *P. truncatus* por 10 semanas de septiembre a diciembre de 1989 y por 12 semanas en una fecha consecutiva al final de la primera prueba.

2.2.2.- Diseños de Trampas

La primera trampa con feromona que se usó para *P. truncatus* fue la de cuatro capas de cartón corrugado que implementó en sus programas de detección y monitoreo el NRI en Africa. Este diseño se originó de las observaciones de Corsey (1931) y modificaciones de Burkholder (1976) y Barak y Burkholder (1976) los huecos del cartón corrugado son usados por los insectos como refugio, de la misma manera que usan las grietas de los pisos y paredes. Leos Martínez (1991) hizo una descripción detallada de este diseño.

Actualmente hay trampas de cartón corrugado mejores. Un diseño que desarrollaron Barak y Burkholder (1985) es muy parecido pero no necesita insecticida porque lleva un

recipiente con aceite donde caen los insectos y se asfixian. Más recientemente, Barak (1989) modificó este diseño para que pueda ser colocado en forma vertical y le hizo algunos cambios que aumentaron notablemente su eficacia.

Varios otros diseños de uso similar al de cartón corrugado llevan adhesivo como método para atrapar. Algunos son simples papeles engomados; otros son cajas abiertas o con aberturas que pueden incluir cubiertas transparentes, cintas adhesivas, etc.

La trampa de tipo aéreo con la que por primera vez probaron la eficacia de T2 (Dendy et al. 1989) era un recipiente de plástico translúcido similar a los que se usan para vender un litro de helado, con agujeros de 4.5 cm de diámetro en la tapa de plástico opaco negro. El recipiente tenía el interior recubierto con una sola capa de cartón corrugado que se había asperjado con permetrina (0.1 g i.a./m); el liberador de la feromona estaba colocado en el fondo de la trampa.

Otras trampas aéreas han probado ser eficientes para atrapar *P. truncatus*. Dendy et al. (1989) encontraron como más eficientes a una trampa del tipo delta y a un diseño de embudo ideado por Graham (1979).

Actualmente la trampa delta es fabricada por muchas compañías modificada ligeramente. Se hace con un cartón rectangular que se dobla en tres puntos para formar tres secciones, con lo que se constituye una caja abierta con entradas triangulares; por lo general tiene adhesivo para insectos en toda su superficie interna, pero en ocasiones los insectos quedan atrapados en una tarjeta rectangular engomada desechable, que se coloca en el lado horizontal de abajo de la trampa, en cuyo caso es igual a la trampa llamada "Jakson", que se usó extensamente para moscas de la fruta (Leos Martínez 1978).

Otra de las trampas aéreas comunes es la alada que fabrican varias compañías y que básicamente consiste en dos láminas rectangulares de cartón o plástico (28x22 cm) colocadas una sobre la otra mediante alambre y con tubitos de plástico de 5 cm de largo como separadores. La cara interna del cartón de abajo se cubre con adhesivo. Este modelo de trampa, es fácil de hacer con cartón de botes de leche como se hizo en la Facultad de Agronomía U.A.N.L. (López Gámez 1986, López Gámez et al. 1987) o con platos desechables de cartón o plástico como lo hizo Cogburn y Vick (1981) y Cogburn et al. (1984).

La trampa de embudos Lindgren (1983), diseñada originalmente para insectos descortezadores y barrenadores de

árboles, que resulto excelente para monitorear *Rhyzopertha dominica* (Leos Martínez et al. 1987), consta de ocho embudos de vinilo alineados en forma vertical, alcanzando una longitud de 74 cm. El diámetro de cada uno de los embudos es 20 cm en la parte superior y 3.5 cm en la parte inferior, con 16 cm de altura. Cada embudo tiene en la parte alta tres barras cilíndricas dirigidas hacia abajo y tres orificios; las barras de cada embudo se insertan en los orificios del embudo que tiene abajo, esto permite que la trampa se pueda colapsar y facilitar su transporte. Además, se pueden agregar o quitar embudos para modificar su tamaño. La distancia entre la abertura mayor de un embudo y la abertura mayor del embudo que le sigue es de 9 cm. Para protegerla de la lluvia, tiene un techo de plástico de 30 cm de diámetro. Los insectos se colectan en un bote de plástico de 1 litro de capacidad suspendido en el fondo de la trampa por una tapa de rosca pegada en el último embudo. En este bote se ponen unos 200 ml de agua para matar a los insectos y tiene un orificio cubierto con maya que sirve para drenar el exceso de agua cuando llueve.

La trampa de Graham diseñada para *Tribolium castaneum* (Herbst), pero efectiva también para *Cadra cautella* (Walker), consiste de una hoja de plástico grueso (66.5 x 25.5 cm) enrollada en forma parcial para formar un embudo abierto lateralmente y sostenida en esta forma por un rectángulo de

papel. Los insectos que entran al embudo, caen en un recipiente que está en el fondo y que cuelga del papel.

Las trampas aéreas cubren un área más grande que las de superficie, porque la feromona se difunde mejor. Rees et al. (1990) capturaron *Prostephanus truncatus* liberados a distancias desde 10 a 250 m, en períodos de exposición de tres días; Key et al. (1991) capturaron insectos liberados hasta 340 m en dos días. En ambos casos, la recaptura a la distancia máxima fue muy escasa; sin embargo, se demostró la capacidad de dispersión del insecto y la posibilidad de atrapar individuos cuya fuente de infestación está alejada. Estos resultados no implican que los insectos hayan sido atraídos por todo el recorrido: los insectos se acercan a la trampa como parte de su dispersión normal y una vez cerca, detectan y siguen la fuente de liberación de feromona. Key et al. (1991) señalaron que hasta una distancia de hasta 20 m los insectos vuelan definitivamente contra el viento en dirección a las trampas y que a 50 m todavía se detecta ésta tendencia, pero a 100 m la dirección del vuelo es al azar.

Leos Martínez (1989) señaló que las trampas con feromonas sirven para descubrir poblaciones muy bajas de insectos (detección) y para estimar su densidad poblacional a través del tiempo (dinámica poblacional) y del espacio (distribución).

Menciona que dentro de sus múltiples usos, están los siguientes: 1) Programas extensivos de detección y monitoreo de insectos cuarentenados o recientemente introducidos para establecer oportunamente programas de contención, supresión o erradicación; 2) Trampeo de insectos de almacén en los cultivos antes de la cosecha para aplicar métodos de control que eviten la infestación de campo; 3) Trampeo de insectos en vehículos de transporte antes de cargarlos y en productos en tránsito, para usar los datos de captura como base para tomar decisiones de manejo al embarcar y desembarcar; 4) Programas de trampeo de insectos en instalaciones de almacenamiento y proceso para detectar infestaciones incipientes, señalar focos de infestación, establecer sus patrones de actividad estacional o diaria, recomendar medidas de control y evaluar la efectividad de las medidas de control tomadas; 5) Trampeo de insectos en alacenas de alimentos familiares y de hospitales, comedores, etc., para controlar las infestaciones antes de que se extiendan a productos no infestados.

III.- MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo, se llevó a cabo en instalaciones de la FAUANL, en el municipio de Marín, N.L. cuyas coordenadas son de 25° 53" de latitud norte y 100° 3" de longitud oeste con una altitud de 367.3 msnm.

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Kopen, modificado por García (1973), el clima de esta localidad es BS1(h1)hx(C1), seco árido con un cociente p/t (precipitación anual en mm/temperatura media anual en grados centígrados) mayor de 22.9, lo cual indica que es uno de los climas menos secos del grupo BS1, con una precipitación anual de 680 mm en promedio.

El estudio consistió de tres experimentos durante 1991. El primero se hizo del 22 de Abril al 19 de Mayo. El segundo se inició el 22 de Abril y terminó 12 semanas después, el 14 de Julio. El tercero se desarrollo del 14 al 20 de Noviembre.

Para el primer y segundo experimentos, se aprovechó una infestación natural en el almacén de implementos agrícolas manuales de la FAUANL para asegurar la presencia de *P. truncatus*; se tomaron 20 sacos de maíz infestado y se colocaron en uno de sus cuartos.

Los Cuadros 1 y 2 indican los valores de temperatura, humedad relativa y dirección del viento durante el primer y segundo experimentos.

Cuadro 1. Condiciones ambientales durante el primer experimento. Estación meteorológica de la FAUANL, Marín, N.L., 1991.

| Fechas | Temperatura promedio (°C) | Hum. Rel. promedio (%) | Dir. del Viento. | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|------------------------|------------------|---|---|----|----|---|----|
| | | | Días | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 22 a 28 abril | 26 | 61 | C | C | S | SE | SE | S | S |
| 29 abril a 5 mayo | 20 | 68 | SE | N | N | N | N | N | N |
| 6 a 12 mayo | 26 | 57 | N | N | N | E | E | C | N |
| 13 a 19 mayo | 28 | 53 | C | C | C | W | W | W | NW |

N= Norte, S= Sur, E= Este, W= Oeste, y C= Calma.

Cuadro 2. Condiciones ambientales durante el segundo experimento. Estación meteorológica de la FAUANL, Marín N.L., 1991.

| Fechas | Temperatura promedio (°C) | Hum. Rel. promedio (%) |
|-------------------|---------------------------|------------------------|
| 22 a 26 abril | 29 | 52 |
| 29 abril a 3 Mayo | 28 | 57 |
| 6 a 10 mayo | 28 | 60 |
| 13 a 17 mayo | 32 | 48 |
| 20 a 24 mayo | 30 | 62 |
| 27 a 31 mayo | 32 | 74 |
| 3 a 7 junio | 32 | 72 |
| 10 a 14 junio | 30 | 69 |
| 17 a 21 junio | 32 | 68 |
| 24 a 28 junio | 32 | 63 |
| 1 a 5 julio | 27 | 82 |
| 8 a 12 julio | 28 | 81 |

El tercer experimento se desarrolló a una temperatura promedio de 18.8 °C y vientos provenientes del norte.

En todos los experimentos se usó un diseño de Cuadro Latino, donde los parámetros fueron: los tratamientos, los sitios de ubicación, y los períodos de exposición de las trampas. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente: $Y_{ijk} = M + T_i + H_j + \Delta_k + E_{ij}(k)$, donde:

Y_{ijk} es la observación del tratamiento i en la hilera j en la columna k .

M es el efecto verdadero de la media general.

T_i es el efecto del i -ésimo tratamiento.

H_j es el efecto de la j -ésima hilera.

Δ_k es el efecto de la k -ésima columna.

E_{ijk} es el error experimental.

Usando este diseño se asegura que cada tratamiento ocupe cada uno de los sitios de exposición y que cada sitio sea ocupado por cada uno de los tratamientos. Este diseño es considerado el mejor para probar atrayentes en trampas (Perry *et al.*, 1980).

Al término de cada período de exposición se colectaban los insectos capturados y se cambiaban de sitio los tratamientos

hasta completar los períodos. Los insectos eran llevados al laboratorio de granos almacenados para contarse. Las comparaciones entre medias de captura se hicieron por el método de DMS al nivel de 5 % (Leos Martínez et al. 1991, González Alonso et al. 1992).

La síntesis de Trunc-call 1 y 2 la hizo el Dr. Howard J. Williams de Texas A&M University, de acuerdo a los esquemas que se muestran en la Fig. 2. Los compuestos se enviaron al Sr. Bill Lindgren de la compañía TRECE INC. (E.U.A.), donde se formularon en cápsulas (para centrifugación) cilíndricas con un pico en un extremo, hechas de polietileno transparente y con tapón. Sus dimensiones eran: 20 mm incluyendo el pico de 5 mm, 7 mm de diámetro interior y 1 mm de grosor del plástico. Las cápsulas se prepararon: con 25 μ l de T1, con 25 μ l de T2 y con 25 μ l de una mezcla 1:1 de T1 y T2.

Las feromonas de Inglaterra fueron preparadas por Agrisence BCS Ltd. en Mid Glamorgan, Reino Unido y proporcionadas por el Dr. David P. Rees del Departamento de Calidad y Plagas de Postcosecha del instituto de Recursos Naturales (Post-harvest Pests and Quality, Natural Resources Institute: NRI) en Kent, Reino Unido. El atrayente estaba formulado en cápsulas similares a las descritas, pero cilíndricas; sus dimensiones eran: 23 mm por 2.5 mm de diámetro

interior y 1.5 mm de grosor de plástico en cada cápsula habían 2 mg de una mezcla 1:1 de T1 y T2, con un peso igual del antioxidante 2,6-di-tert-butil-4-metil-fenol.

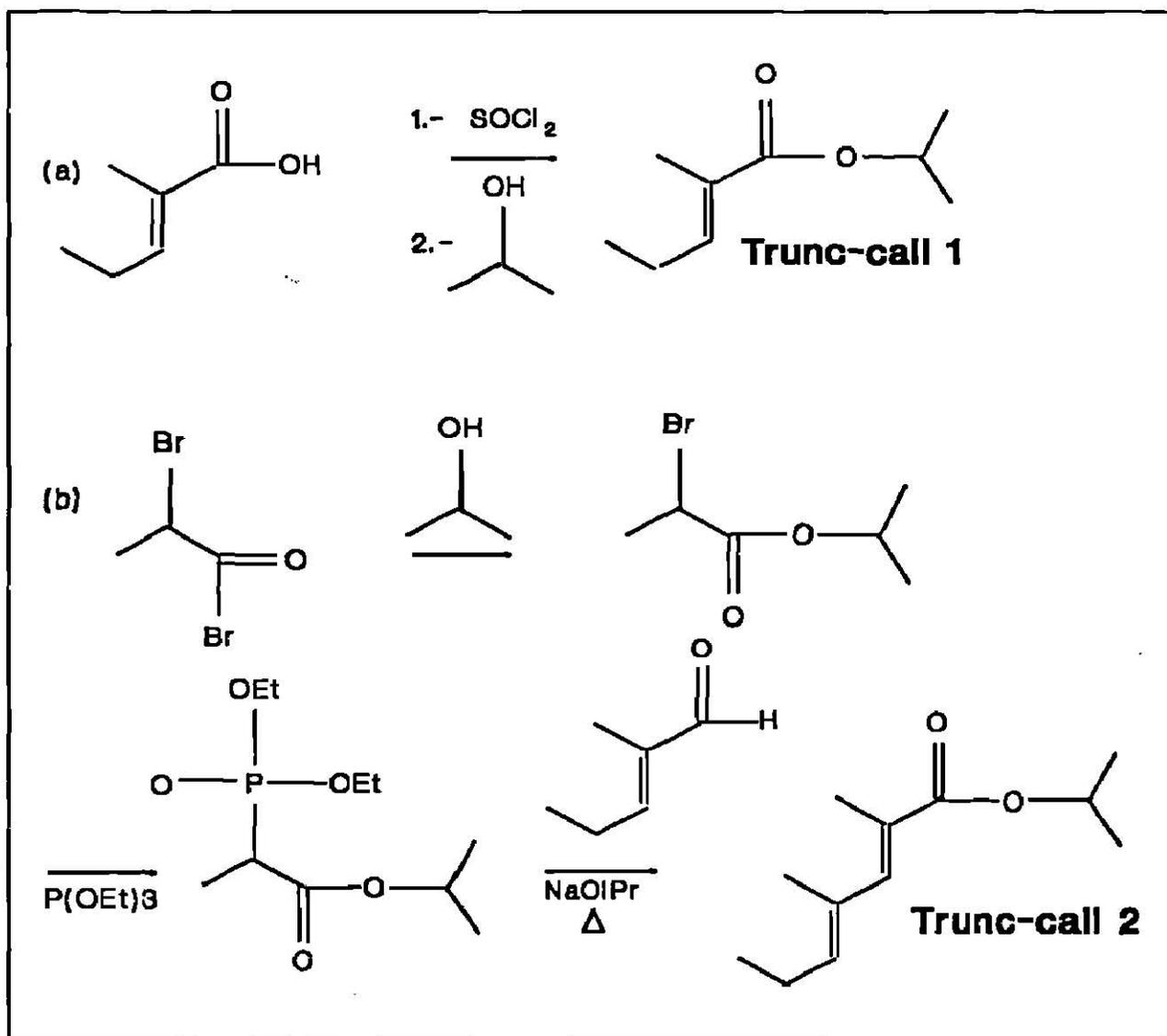


Fig. 2. Esquemas de la síntesis de Trunc-call 1 (a) y Trunc-call 2 (b).

3.1.- Primer Experimento

En el primer experimento se evaluó la efectividad de Trunc-call 1 y 2 por separado y en mezcla para atraer *P. truncatus*. Se usó la feromona Americana y la trampa Lindgren de ocho embudos, que fue descrita en el capítulo de Literatura Revisada y que se muestra en la Fig. 3.

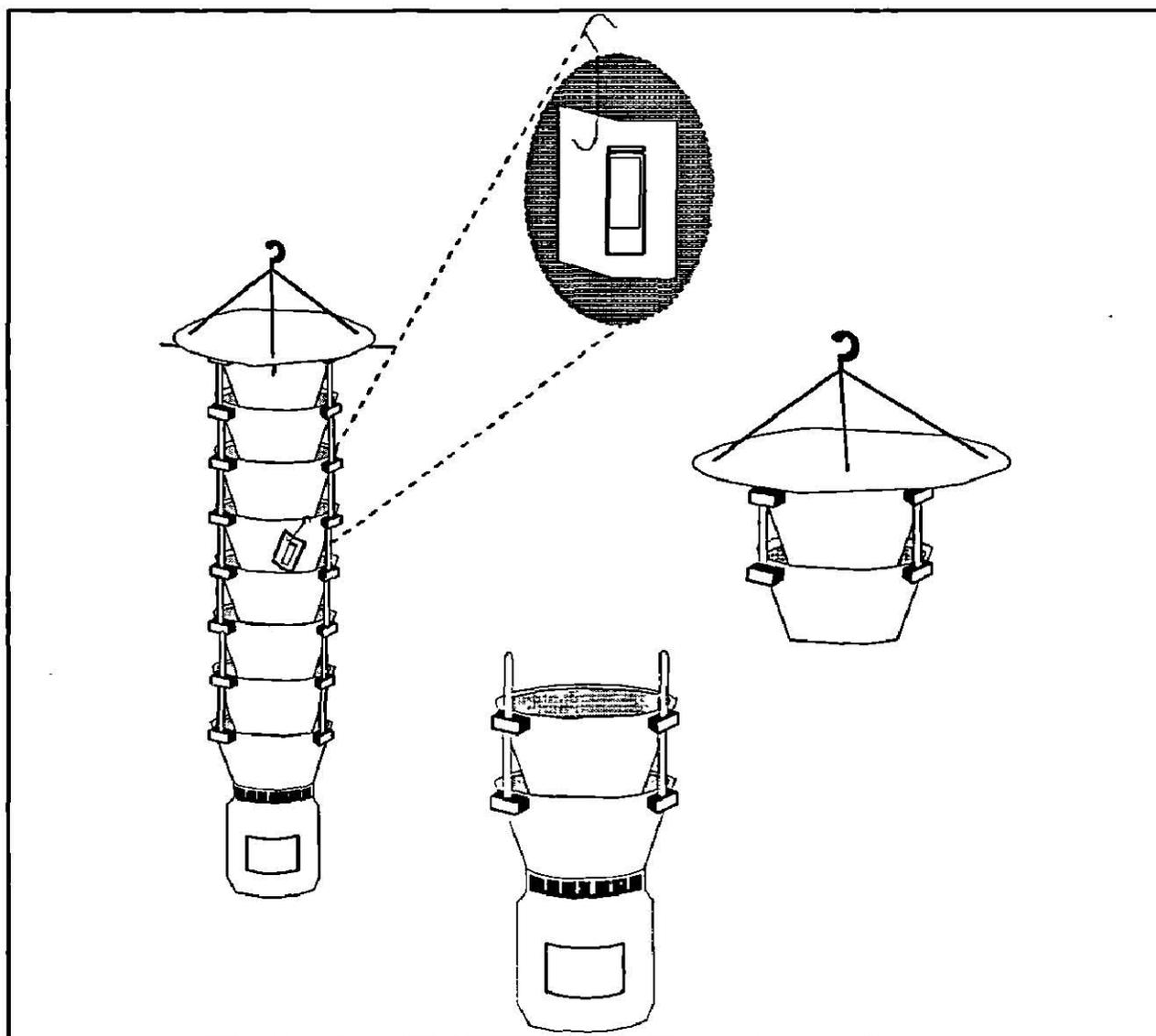


Fig. 3. Trampa Lindgren de ocho embudos (Lindgren 1985).

Los tratamientos fueron: a) 25 μ l de T1, b) 25 μ l de T2, c) 25 μ l de la mezcla 1:1 de T1 y T2, y d) el testigo sin feromona. La feromona de cada tratamiento estaba formulada en una sola cápsula que se colocó entre el cuarto y quinto embudo, atada con un hilo y colgada con un alambre hasta el eje central de la trampa. Los sitios de ubicación de las trampas estaban a la intemperie a lo largo de una barda de 4 m de alto, localizada al poniente del foco de generación de adultos (Fig. 3). La distancia de este foco a la trampa más cercana, era de 30 m. La distancia entre sitios era de alrededor de 5 m. Las trampas al colgarse quedaron a 1.8 m del suelo y a 20 cm de la pared. Los períodos de exposición fueron de 7 días; después de dos períodos de exposición se renovaron las feromonas.

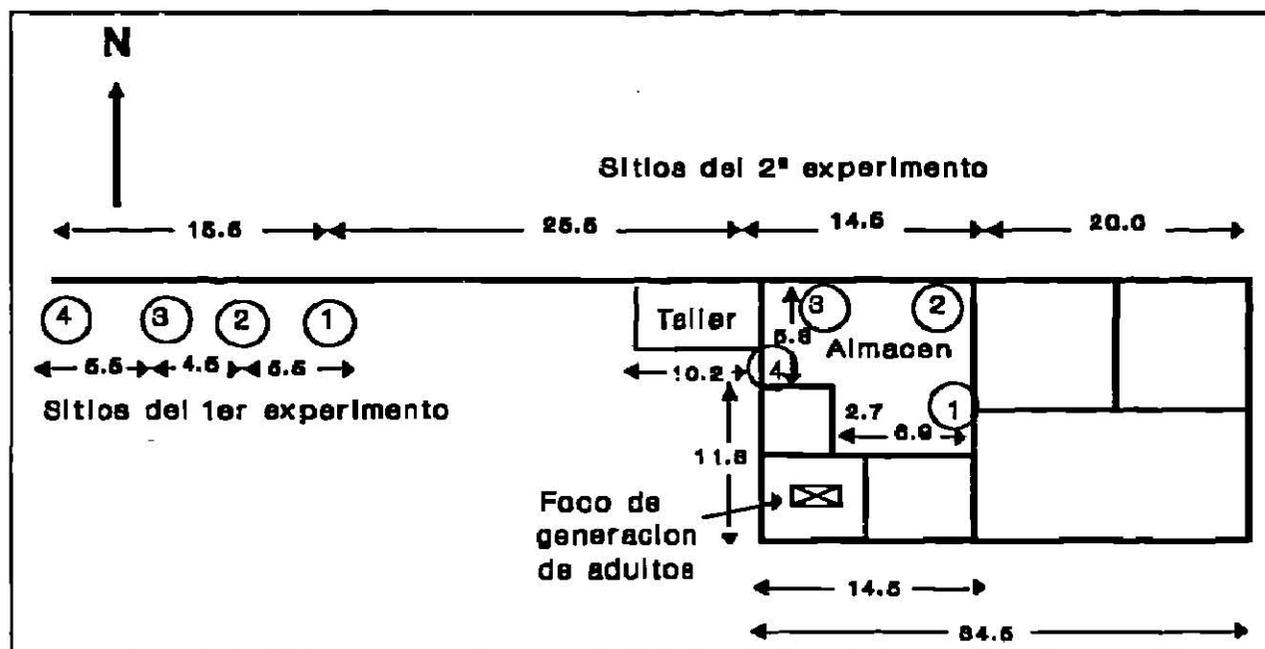


Fig. 4. Ubicación de los sitios de trampeo en el primero y segundo experimentos (medidas en metros) y foco de generación de adultos.

3.2.- Segundo experimento

Se comparó la atractividad de la feromona de producción local con la de la feromona producida en el Reino Unido. Se hicieron pruebas repetidas semanalmente: cada lunes durante 12 semanas, se inició una nueva prueba de cuatro días de duración, (período de exposición de un día) llevando las trampas a un lugar con condiciones similares el resto de la semana sin renovar la feromona.

Los tratamientos fueron: a) una cápsula con 25 μ l de T2 local, b) una con 25 μ l de la mezcla 1:1 de T1 y T2 locales c) cuatro cápsulas del NRI con 2 mg de cada una de la mezcla 1:1 de T1 y T2 formulada con un peso igual del antioxidante 2,6-di-tert-butil-4-metil-fenol, y d) el testigo sin feromona. La cápsula en los tratamientos con feromona local se colocó entre el cuarto y quinto embudo de la trampa. Las cuatro cápsulas inglesas se colocaron debajo del tercero, cuarto, quinto y sexto embudo.

Los sitios de ubicación de las trampas estaban en tres paredes dentro del almacén (Fig. 4). Las distancias aproximadas desde la puerta por donde podían salir los insectos hasta los sitios 1, 2, 3, y 4 eran 8.5, 10.8, 9.1, y 8.2 m, respectivamente. La distancia entre los sitios 1-2, 2-3, y 3-4 era 7.1,

8.3 y 5.3 m, respectivamente. Las trampas al colocarse quedaron a 1.6 m del suelo y a 25 cm de la pared.

3.3.- Tercer Experimento

Se compararon seis diseños de trampas: Lindgren de ocho embudos, Lindgren de cuatro embudos, tiras largas sobre embudo, tiras cortas sobre embudo, trampa adhesiva de caja y trampa adhesiva alada.

Para hacer la trampa de caja abierta se usaron dos cartones de bote de leche rectangulares de 15 x 19 cm, grapados en sus extremos y con un dobléz a la mitad para formar un rombo de 8 cm de lado. El adhesivo estaba en ambas caras internas de la trampa. Se colgaba con un alambre (Fig. 5)

Trampa alada era similar a la que usó López Gámez (1986) y que comercialmente se conoce como "wing trap". Esta trampa se hizo localmente: constaba de dos cartones rectangulares de bote de leche, moldeados con dobleces en forma de techos de dos aguas y con una capa de adhesivo en el cartón inferior. Los cartones se ensamblaron uno a 5 cm por encima del otro por medio de alambre # 16 que también servía para colgarse, y con separadores de pedazos de popote de 7 cm, quedando el adhesivo en la parte interna (Fig. 5).

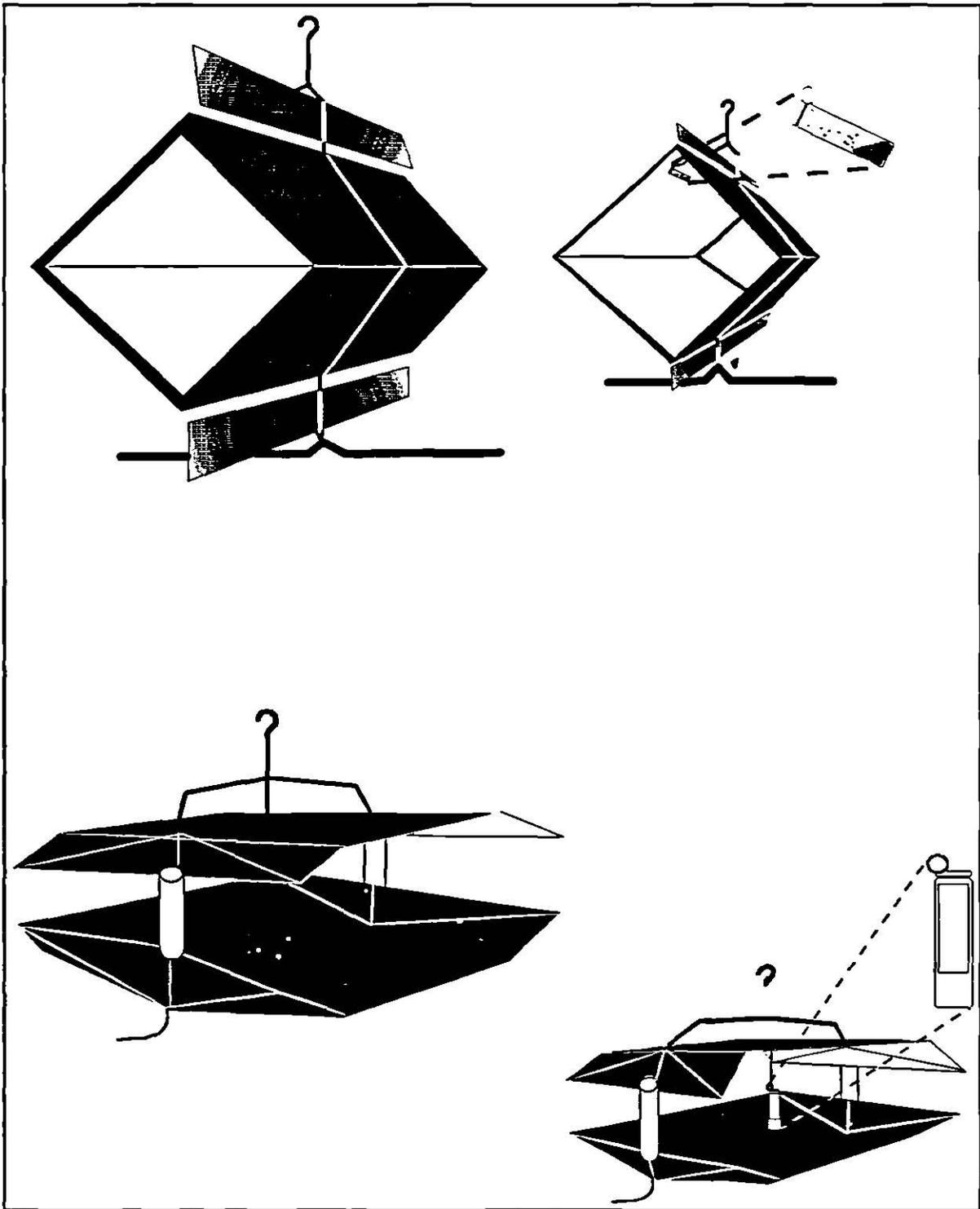


Fig. 5. Trampa de caja (A) y trampa alada (B).

Las trampas de tiras también fueron hechas localmente (Fig. 6). Para hacerlas se cortaron dos tiras de plástico negro calibre 400 de 21 x 74 cm, que se unieron con grapas a lo largo de su eje central para formar una estructura de cuatro alas con figura de cruz en corte transversal.

Uno de los extremos se unió a un techo circular de triplay de 30 cm de diámetro. El otro extremo se unió a un embudo igual al embudo inferior de la trampa Lindgren, con rosca en la parte baja para colocar el bote colector de insectos. Para hacer esto, el embudo se fijó a un anillo de triplay de 20 cm de diámetro en su abertura y el plástico se unió al anillo mediante dos alambres cruzados que lo sujetaban.

En la parte media de la trampa se hizo una abertura de alrededor de 6 cm de lado, para colocar la cápsula con la feromona. Este diseño se hizo en dos tamaños para asemejar a la trampa Lindgren de ocho y cuatro embudos.

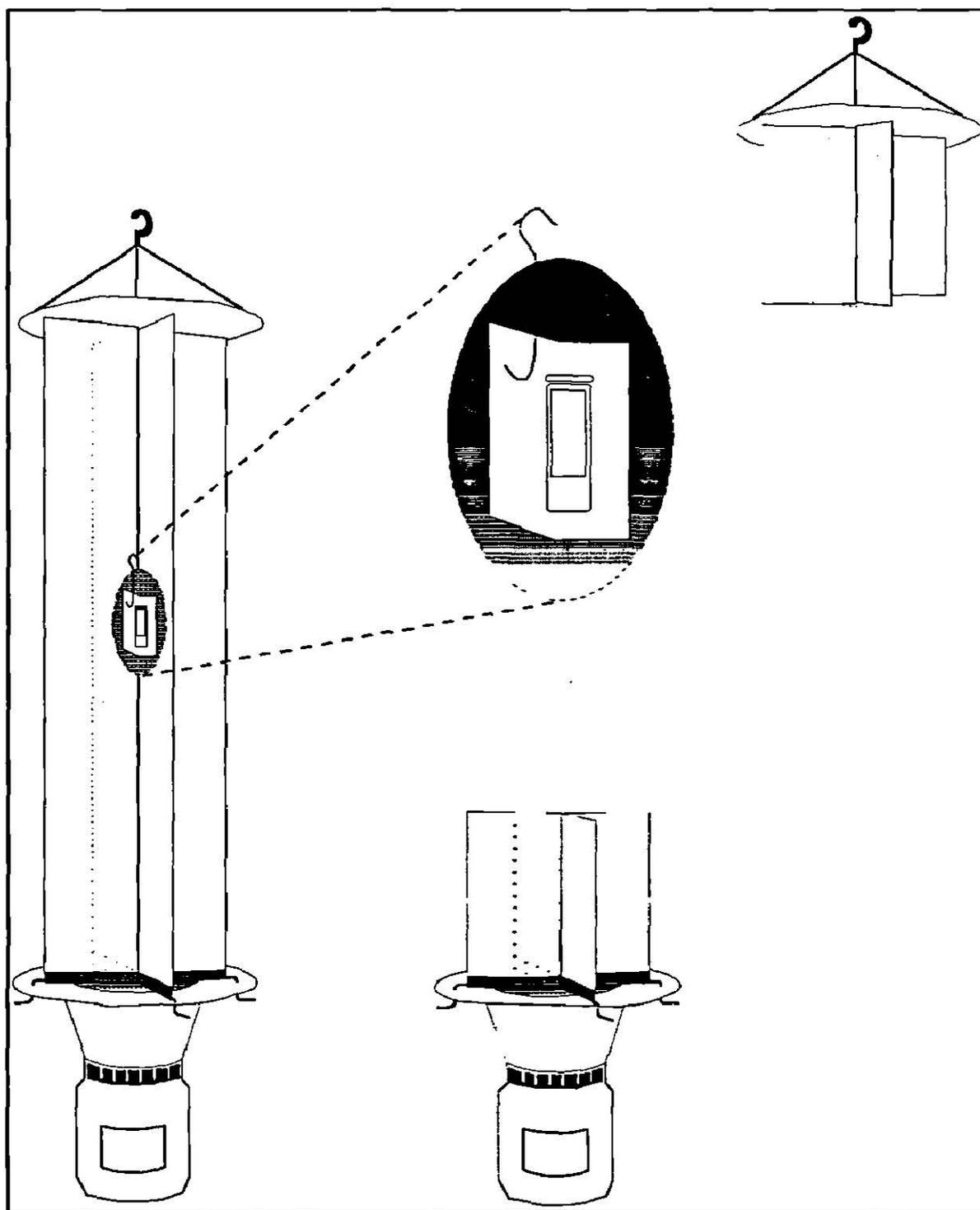


Fig. 6. Trampa de tiras hecha localmente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos planteados se desglosan a continuación para cada una de las pruebas. Además, se discute la información relevante. Aquí se presentan sólo las comparaciones de medias; en el Apéndice están los datos originales y los análisis estadísticos.

4.1.- Primer Experimento

En el primer experimento las tres trampas con feromona (trunc-call 1, trunc-call 2 y su mezcla) capturaron significativamente más insectos que el testigo. Las trampas con T2 solo o con la mezcla fueron superiores a la trampa con T1 solo (Cuadro 3). La superioridad de T2 sobre T1 fue muy evidente, con capturas 30 y 26 veces más altas con T2 y con la mezcla, respectivamente que con T1.

Cuadro 3. Captura de *P. truncatus* en trampas Lindgren con feromonas y colocadas a la intemperie.

| Atrayente | No. de adultos/ trampa/día | Significancia (5%) <u>1/</u> |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 25 μ l de Trunc-call 2 | 440.1 | a |
| 25 μ l de mezcla 1:1 de T1 y T2 | 370.0 | a |
| 25 μ l de Trunc-call 1 | 14.5 | b |
| Testigo sin feromona | 0.9 | c |

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05 (DMS).

4.2.- Segundo Experimento

Los resultados del segundo experimento se muestran en la Figura 6.

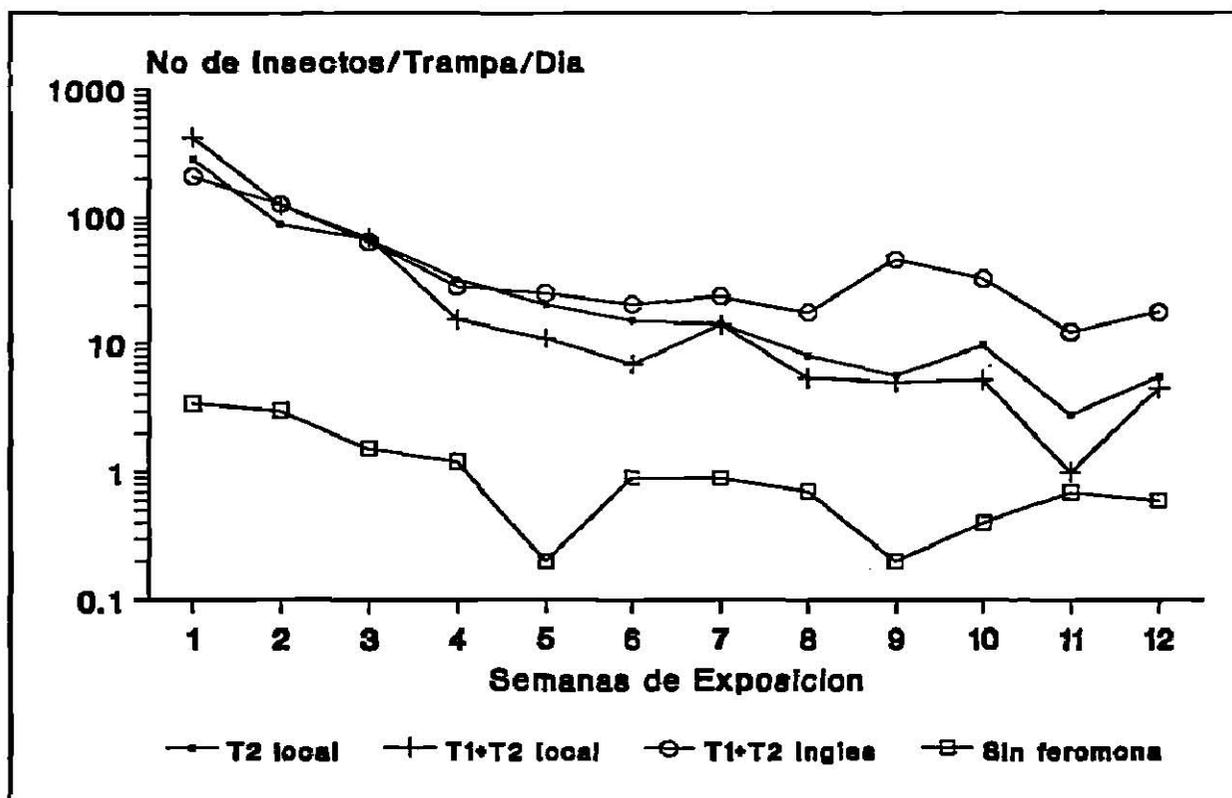


Fig. 6. Captura de *P. truncatus* en un almacén, con trampas con trunc-call local y de Inglaterra.

Se hicieron análisis estadísticos y comparaciones de medias para las capturas de cada semana. Los dos tratamientos con feromona local fueron estadísticamente superiores a la trampa testigo durante 8 semanas; o sea que fueron atractivas por tal período. Además, la trampa con la mezcla local capturó más de lo doble que la trampa con la mezcla Inglesa en la

primera semana, pero la diferencia no fue significativa al nivel de 5%. La trampa con las cápsulas Inglesas fue superior al testigo (atractiva) por las doce semanas que duró el estudio y también fue superior a los dos tratamientos con feromona local en la 11ª y 12ª semanas.

Aunque las trampas con feromonas fueron atractivas por dos o tres meses, el poder de atracción fue cada vez menor. La captura disminuyó rápidamente y en forma continua durante las primeras cuatro semanas, en todas ellas. Esto da bases sobre el uso de trampas con trunc-call en liberadores de cápsulas de polietileno. Se puede deducir que el conteo de insectos capturados sólo debe hacerse al momento de reemplazar la feromona, pues las colectas parciales sin reemplazar el atrayente, no son comparables debido a que la captura disminuye por menor efectividad de la feromona y no por una densidad o actividad poblacional más baja. Los conteos hechos cada vez que se reemplaza la feromona sí son comparables, pues constituyen la captura dada por la atracción total de la dosis usada.

Después de un mes, la captura siguió disminuyendo lentamente en las trampas con feromona local, y se mantuvo en la trampa con feromona inglesa. Se piensa que el antioxidante mezclado en la feromona Inglesa fue determinante en su longevidad de atracción, pues los componentes del trunc-call se

degradan con cierta facilidad (comunicación personal del Dr. Howard J. Williams, Texas A&M University).

Al termino de estos dos experimentos era obvio el gran poder de atracción de trunc-call, particularmente T2, y su mayor efectividad en exteriores que en interiores. Se capturaron tantos o más insectos en un área a la intemperie donde no era posible ver ningún insecto, que dentro de un almacén con una fuente grande de insectos donde eran notorios en todos lados. La hipótesis para explicar este hallazgo es que los insectos no responden a la feromona inmediatamente al salir de un grano infestado y saturado con la propia feromona; sin embargo, los que tienen días de haber abandonado una condición de aglomeración, como en grano infestado o los que nunca han estado en tal condición, como los que viven en árboles en el campo son más atraídos por esta feromona de agregación.

En este estudio y en pruebas adicionales, se observó que el diseño de trampa Lindgren *per se* (sin feromona) no fue atractivo, como si lo es para *R. dominica* (Leos et al. 1987). En los testigos colocados en exteriores, la captura siempre fue nula o cercana a cero; y aún en interiores, donde hay más posibilidad de atrapar insectos por azar, la captura fue mínima.

4.3.- Tercer Experimento

Los resultados de la comparación de diseños de trampas se presentan en el Cuadro 4. La trampa Lindgren de ocho embudos fue la que más insectos capturó, sólo se le igualó estadísticamente la Lindgren de cuatro embudos. Las trampas de tiras de ambos tamaños resultaron mejores que la trampa alada y la de caja, las cuales fueron las más ineficientes.

Cuadro 4. Captura de *P. truncatus* en diversos diseños de trampas con 2 μ l de la mezcla 1:1 de T1 + T2.

| Diseño de trampa | No. de Adultos/ Trampa/Día | Significancia (5%) <u>1/</u> |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Lindgren de ocho embudos | 140.1 | a |
| Lindgren de cuatro embudos | 102.2 | ab |
| Tiras largas sobre embudo | 69.6 | b |
| Tiras cortas sobre embudo | 70.3 | b |
| Alada adhesiva | 37.5 | c |
| Caja abierta adhesiva | 23.7 | c |

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05 (DMS).

Las capturas tan distintas denotan que se pueden incrementar notoriamente la efectividad de captura de *P. truncatus* en los monitoreos extensivos, si se sustituye el diseño convencional de trampa (delta) por otro mejor. Esto es particularmente válido cuando se intenta hacer una detección o cuando las poblaciones son bajas. Sin embargo, también se debe considerar el aspecto económico y práctico de los trampeos.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- La feromona trunc-call es excelente para el monitoreo de *P. truncatus*.

2.- La feromona sintetizada en Texas A&M University es tan eficiente como la inglesa.

3.- La colecta y conteo de insectos capturados debe hacerse al renovar la feromona, las colectas semanales sin renovar la feromona no son comparables.

4.- A pesar de que todas las trampas con feromonas conservaron algo de su atractividad por un largo tiempo, se recomienda hacer el reemplazo de la feromona con una periodicidad de cuatro a seis semanas, para usarlas sólo en el período de mayor efectividad de captura; particularmente si se usan para detección.

5.- El diseño de trampa más eficiente fue la Lindgren de ocho embudos.

6.- Los diseños de tiras sobre embudo fueron más eficientes que los convencionales (alados o de caja parecidos al diseño delta) y más sencillos que el diseño Lindgren.

VI.- BIBLIOGRAFIA.

- BARAK, A. V. 1989. Development of a new trap to detect and monitor khapra beetle (Coleoptera: Dermestidae). *J. Econ. Entomol.* 82:1470-1477.
- BARAK, A. V., and W. E. BURKHOLDER 1976. Trapping studies with dermestid sex pheromones. *Environ. Entomol.* 5:111-114.
- BARAK, A. V., and W. E. BURKHOLDER. 1985. A versatile and effective trap for detecting and monitoring stored-product Coleoptera. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 12:207-218.
- BELL, R.J., and F.L. WATTERS. 1982. Environmental factors influencing the development and rate of increase of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) on stored maize. *Journal of Stored Products Research* 18:131-142.
- BURKHOLDER, W. E. 1976. Applications of pheromones for manipulating insect pests of stored product. pp. 111-122. *In: T. Kono and S. Ishii (Eds.), Proceedings of the Symposium on Insect Pheromones and their Applications, Nagaoka, Tokyo.*
- BURKHOLDER, W. E. 1984a. Stored-product insect behavior pheromone studies: Keys to successful monitoring and trapping. *Proc. Third International Working Conference on Stored-Product Entomology (Manhattan, Kansas)* pp. 20-33.
- BURKHOLDER, W. E. 1984b. The use of pheromones and food attractants for monitoring and trapping stored-product insects. *In: F. Baur (ed.) Insect Management for Food Storage and Processing. Am. Assoc. of Cereal Chemist.* pp. 69-86.
- BURKHOLDER, W. E., and R. J. DICKE. 1966. Evidence of sex pheromones in females of several species of Dermestidae. *J. Econ. Entomol.* 59:540-543.
- COGBURN, R. R., W. E. BURKHOLDER, and H. J. WILLIAMS. 1984. Field test with the aggregation pheromone of the lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae). *Environ. Entomol.* 13:162-166.

- COGBURN, R. R., and K. W. VICK. 1981. Distribution of Angoumois grain moth, almond moth and Indian meal moth in rice fields and storages in Texas as indicated by pheromone-baited adhesive traps. *Environ. Entomol.* 10:1003-1007.
- COTTON, R. T. 1979. *Silos y granos; Plagas y desinfectación.* Oikos-Tau. Vilassar de Mar. Barcelona España. pp. 27-40.
- CHITTENDEN, F.H. 1911. Papers on insects affecting stored products. The Larger Grain Borer. U.S. Department of Agriculture, Division of Entomology, Bulletin 96:48-52.
- DECOURSEY, J. DON. 1931. A method of trapping the confused flour beetle *Tribolium confusum* Duval. *J. Econ. Entomol.* 24:1079-1081.
- DENDY, J., P. DOBIE, J. A. SAIDI, J. L. SMITH and B. URONU. 1989. Trapping the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* in maize fields using synthetic pheromones. *Entomol. exp. appl.* 50:241-244.
- GARCIA ENRIQUETA. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen; para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana.* 2ed. UNAM. México D.F. 152 pp.
- GILES, P.H., and LEON V. 1974. Infestation problems in farm-stored maize in Nicaragua. Proceedings of the First International Working Conference on Stored-Product Entomology, Savannah, Georgia, USA. pp. 68-76.
- GRAHAM, W. M. 1970. Warehouse ecology studies of bagged maize in Kenya I. The distribution of adult *Ephestia (Cadra) cautella* (Walker) (Lepidoptera, Phycitidae). *J. Stored Prod. Res.* 6:147-155.
- HODGES. R. J. 1982. A review of the biology and control on the greater grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *Tropical Stored Products Information* 43:3-9.
- HODGES, R. J. 1986. The biology and control of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). A destructive storage pest with and increasing range. *J. Stored Prod. Res.* 22:1-14.

- HODGES, R. J., and J. MEIK. 1985. Infestation of dried cassava (*Manihot esculenta* Cratz) by *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal Stored Product Research* 21:73-77.
- HODGES, R. J., A. CORK, and D. R. HALL. 1984. Aggregation pheromones for monitoring the greater grain borer *Prostephanus truncatus*. *British Crop Protection Conference - Pest and Diseases*. Brighton, Nov. pp 255-260.
- HODGES, R. J., and J. Meik. 1984. Infestation of maize cobs by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) aspects of biology and control. *Journal of Stored Product Research* 20:205-213.
- HODGES, R. J., D. R. HALL, P. GOLOB, and J. MEIK. 1983. Responses of *Prostephanus truncatus* to components of the aggregation pheromone of *Rhyzopertha dominica* in the laboratory and field. *Entomologia Experimentalis Applicata* 34(3):266-272.
- HOWARD, D. C. 1983. The population biology of the greater grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Ph.D Thesis, University of Reading, England. 180 pp.
- KEY, G., B. TIGAR, E. FLORES SANCHEZ Y M. VAZQUEZ ARISTA. 1991. Proyecto *Prostephanus truncatus*: Sumario de estudios sobre trampas y feromonas. *Memorias de la 1ª Reunión Nacional sobre la Investigación en México del Barrenador Mayor de los Granos Prostephanus truncatus (Horn)*. diciembre 5 y 6, 1991. Aguascalientes, Ags. pp (en prensa).
- LEOS MARTINEZ, J. 1978. Estudio de la atracción sexual de la mosca Mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew) en pruebas de campo, Apodaca, N.L. Tesis de Maestría en Parasitología Agrícola. Inst. Tec. y de Est. Sup. de Monterrey. 218 pp.
- LEOS MARTINEZ, J. 1989. Detección y monitoreo de insectos de almacén mediante trampas con feromonas. In: *Memorias de la IV Mesa Redonda Latinoamericana de Prevención de Pérdidas de Post-Cosecha*. México, D.F. Dic. de 1989. pp. 307-327.
- LEOS-MARTINEZ, J. 1990. Monitoring of storage insects in northeast México by food packets and pheromone traps. In F. Fleurant-Lessard and P. Ducom (Eds.) *Proceedings of the 5th International Working Conference on Stored-Product Protection*. Sep. 1990. Bordeaux, France. pp. 1391-1400.

- LEOS MARTINEZ, J. 1991. Métodos de monitoreo de *Prostephanus truncatus* (Horn) con feromonas. In Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre la Investigación en México del Barrenador Mayor de los Granos *Prostephanus truncatus* (Horn). Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. Dic. 1991. (en prensa).
- LEOS MARTINEZ, J., M. DEL S. GONZALEZ ALONSO Y H. J. WILLIAMS. 1991. Atractividad de trunc-call 1 y 2 para el barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). In Memorias del III Simposio sobre Problemas Entomológicos de Granos Almacenados. 21 de Mayo de 1991. Veracruz, Ver. pp 25-38.
- LEOS-MARTINEZ, J., T. A. GRANOVSKY, H. J. WILLIAMS, S. B. VINSON and W. E. BURKHOLDER. 1987. Pheromonal trapping methods for the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). Environ. Entomol. 16:747-751.
- LINDGREN, B. S. 1983. A multiple funnel trap for scolytid beetles (Coleoptera). Can. Entomol. 115:299-302.
- LOPEZ GAMEZ, M. A. 1986. Sistemas de liberación de feromonas en trampas para palomillas Phycitinae (Pyralidae) de granos almacenados. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronom
- LOPEZ GAMEZ, M. A., E. VAQUERA CORTES y J. LEOS MARTINEZ. 1987. Tipos de trampas y liberadores de feromona para monitorear palomillas Phycitinae (Lepidoptera: Pyralidae) en productos almacenados. Resúmenes del XXII Congreso Nacional de Entomología. Cd. Juárez, Chihuahua México. p. 175-176UANL, México. 41 pp
- MUSHI, A. M. 1984. The larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) problem in Tanzania. In GASGA Workshop on the Larger Grain Borer, *Prostephanus truncatus*. Tropical products Institute, Slough, United Kingdom, and Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn, Germany. February, 1983. pp. 71-87.
- RAMIREZ GENEL, M. 1966. Almacenamiento de Conservación de Granos y Semillas. Compañía Editorial Continental, S.A. México, D.F. 300 pp.
- RAMIREZ MARTINEZ, M., and J. B. SILVER. 1983. Deterioration and damage produced in corn grains in México by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Biodeterioration 5:582-591.

- REES, D. P., R. RODRIGUEZ RIVERA, F. J. HERRERA RODRIGUEZ and A. OFOSU. 1990. Advances in monitoring *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae) and *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Col.: Histeridae) populations. In: Proceedings of the 5th International Working Conference on Stored-Product Protection. Sep. 1990. Bordeaux, France 1417-1424 pp.
- RIOS IBARRA, R. M. 1991. Ecología de *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) en el altiplano mexicano. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 85 pp.
- SHIRES, S. W. 1977. Ability of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) to damage and breed on several stored food commodities. Journal of Stored Products Research 13:205-208.
- SHIRES, S. W. 1979. Influence of temperature and humidity on survival, development period and adult sex ratio in *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Journal of Stored Product Research 15:5-10.
- SHIRES, S. W. 1990. Life history of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) at optimum conditions of temperature and humidity. Journal os Stored Products Research 16:147-150.
- WILLIAMS, H. J., R. M. SILVERSTEIN, W. E. BURKHOLDER and A. KHORRAMSHAHI. 1981. Dominicalure 1 and 2 : Components of aggregation pheromone from male lesser grain borer, *Rhyzoperta dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) J. Chem. Ecol. 7:759-780

VI.- APENDICE

Cuadro A1. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la prueba de los componentes de trunc-call.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2899 | 13 | 5371 | 415 |
| 2 | 1 | 62 | 1927 | 1657 |
| 3 | 2418 | 5723 | 250 | 6 |
| 4 | 16 | 4185 | 15 | 1516 |

Transformación a log de (x + 1).

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 3.46 | 1.15 | 3.73 | 2.62 |
| 2 | 0.30 | 1.80 | 3.28 | 3.22 |
| 3 | 3.38 | 3.76 | 2.40 | 0.84 |
| 4 | 1.23 | 3.62 | 1.20 | 3.18 |

Análisis de varianza

| Fuente | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 18.78 | 6.26 | 86.21 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.86 | 0.29 | 3.95 | 0.07 |
| Columnas | 3 | 0.74 | 0.25 | 3.42 | 0.09 |
| Error | 6 | 0.43 | 0.07 | | |
| Total | 15 | 20.83 | | | |

C.V. = 8.94%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 2.01 | b |
| 2 | 3.49 | a |
| 3 | 3.42 | a |
| 4 | 0.87 | c |

Cuadro A2. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la primera semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 224 | 3 | 332 | 234 |
| 2 | 4 | 351 | 227 | 592 |
| 3 | 636 | 390 | 288 | 2 |
| 4 | 278 | 254 | 5 | 96 |

Transformación a log de (x + 1).

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2.35 | 0.60 | 2.52 | 2.37 |
| 2 | 0.70 | 2.54 | 2.36 | 2.77 |
| 3 | 2.80 | 2.59 | 2.46 | 0.47 |
| 4 | 2.44 | 2.40 | 0.78 | 1.98 |

Análisis de varianza

| Fuente | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-------|------|--------|------|
| Tratamientos | 3 | 10.23 | 3.41 | 108.57 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.10 | 0.03 | 1.04 | 0.43 |
| Columnas | 3 | 0.07 | 0.02 | 0.76 | 0.58 |
| Error | 6 | 0.19 | 0.03 | | |
| Total | 15 | 10.59 | | | |

C.V.= 8.94%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 1.18 | a |
| 2 | 1.18 | a |
| 3 | 1.38 | a |
| 4 | 0.27 | b |

Cuadro A3. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la segunda semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 187 | 3 | 54 | 47 |
| 2 | 7 | 203 | 157 | 118 |
| 3 | 180 | 136 | 96 | 3 |
| 4 | 65 | 206 | 1 | 63 |

Transformación a log de (x + 1)

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2.27 | 0.60 | 1.74 | 1.68 |
| 2 | 0.90 | 2.31 | 2.20 | 2.08 |
| 3 | 2.26 | 2.14 | 1.98 | 0.60 |
| 4 | 1.82 | 2.32 | 0.30 | 1.81 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 6.35 | 2.12 | 83.40 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.26 | 0.09 | 3.47 | 0.09 |
| Columnas | 3 | 0.31 | 0.10 | 4.12 | 0.07 |
| Error | 6 | 0.15 | 0.02 | | |
| Total | 15 | 7.08 | | | |

C.V.= 9.44%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 1.95 | a |
| 2 | 2.01 | a |
| 3 | 2.10 | a |
| 4 | 0.60 | b |

Cuadro A4. Datos originales, transformaciones ANVA, y comparación de medias para la tercera semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 85 | 0 | 48 | 69 |
| 2 | 3 | 91 | 54 | 75 |
| 3 | 72 | 51 | 22 | 2 |
| 4 | 131 | 81 | 2 | 67 |

Transformación a log de (x + 1)

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1.93 | 0.00 | 1.69 | 1.84 |
| 2 | 0.60 | 1.96 | 1.74 | 1.88 |
| 3 | 1.86 | 1.71 | 1.36 | 0.48 |
| 4 | 2.12 | 1.91 | 0.48 | 1.83 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 6.16 | 2.05 | 61.68 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.17 | 0.06 | 1.72 | 0.26 |
| Columnas | 3 | 0.22 | 0.07 | 2.21 | 0.18 |
| Error | 6 | 0.20 | 0.03 | | |
| Total | 15 | 6.75 | | | |

C.V.= 12.46%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 1.82 | a |
| 2 | 1.84 | a |
| 3 | 1.80 | a |
| 4 | 0.39 | b |

Cuadro A5. Datos originales, transformaciones, ANVA, y comparación de medias para la cuarta semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 71 | 0 | 13 | 16 |
| 2 | 1 | 36 | 21 | 16 |
| 3 | 15 | 8 | 40 | 2 |
| 4 | 43 | 17 | 3 | 45 |

Transformación a log de (x + 1)

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1.86 | 0.00 | 1.15 | 1.23 |
| 2 | 0.30 | 1.57 | 1.34 | 1.23 |
| 3 | 1.20 | 0.95 | 1.61 | 0.48 |
| 4 | 1.64 | 1.26 | 0.60 | 1.66 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 3.50 | 1.17 | 15.95 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.14 | 0.05 | 0.66 | 0.26 |
| Columnas | 3 | 0.21 | 0.07 | 0.94 | 0.52 |
| Error | 6 | 0.44 | 0.07 | | |
| Total | 15 | 4.29 | | | |

C.V. = 23.91%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 1.51 | a |
| 2 | 1.21 | a |
| 3 | 1.45 | a |
| 4 | 0.34 | b |

Cuadro A6. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la quinta semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 31 | 0 | 8 | 14 |
| 2 | 1 | 17 | 13 | 5 |
| 3 | 23 | 37 | 13 | 0 |
| 4 | 52 | 15 | 0 | 25 |

Transformación de log de (x + 1)

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1.50 | 0.00 | 1.95 | 1.18 |
| 2 | 0.30 | 1.26 | 1.15 | 0.78 |
| 3 | 1.38 | 1.58 | 1.14 | 0.00 |
| 4 | 1.72 | 1.20 | 0.00 | 1.42 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|--------|------|
| Tratamientos | 3 | 4.53 | 1.51 | 189.31 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.12 | 0.04 | 5.06 | 0.04 |
| Columnas | 3 | 0.44 | 0.14 | 18.26 | 0.00 |
| Error | 6 | 0.05 | 0.01 | | |
| Total | 15 | 5.14 | | | |

C.V. = 9.18%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 1.32 | a |
| 2 | 1.08 | b |
| 3 | 1.41 | a |
| 4 | 0.08 | c |

Cuadro A7. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la sexta semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 39 | 1 | 3 | 10 |
| 2 | 2 | 18 | 13 | 7 |
| 3 | 12 | 25 | 8 | 0 |
| 4 | 33 | 8 | 1 | 17 |

Transformación de log de (x + 1)

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1.60 | 0.30 | 0.60 | 1.04 |
| 2 | 0.48 | 1.28 | 1.15 | 0.90 |
| 3 | 1.11 | 1.41 | 0.95 | 0.00 |
| 4 | 1.53 | 0.95 | 0.30 | 1.12 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 2.66 | 0.89 | 63.64 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.03 | 0.01 | 0.75 | 0.56 |
| Columnas | 3 | 0.50 | 0.17 | 11.93 | 0.00 |
| Error | 6 | 0.08 | 0.01 | | |
| Total | 15 | 3.27 | | | |

C.V. = 12.80%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 1.20 | a |
| 2 | 0.90 | b |
| 3 | 1.32 | a |
| 4 | 0.27 | c |

Cuadro A8. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la septima semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 66 | 2 | 6 | 7 |
| 2 | 1 | 17 | 7 | 6 |
| 3 | 38 | 34 | 6 | 1 |
| 4 | 53 | 26 | 0 | 17 |

Transformaciones de log (x + 1)

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1.82 | 0.48 | 0.84 | 0.90 |
| 2 | 0.30 | 1.25 | 0.90 | 0.84 |
| 3 | 1.59 | 1.54 | 0.84 | 0.30 |
| 4 | 1.73 | 1.43 | 0.00 | 1.25 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 2.98 | 0.99 | 65.58 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.18 | 0.06 | 4.07 | 0.06 |
| Columnas | 3 | 1.27 | 0.42 | 27.89 | 0.00 |
| Error | 6 | 0.09 | 0.01 | | |
| Total | 15 | 4.52 | | | |

C.V.= 12.26%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 1.18 | a |
| 2 | 1.18 | a |
| 3 | 1.38 | a |
| 4 | 0.27 | b |

Cuadro A9. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la octava semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 46 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 14 | 8 | 3 |
| 3 | 17 | 32 | 4 | 0 |
| 4 | 28 | 10 | 1 | 7 |

Transformaciones de log (x + 1)

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1.67 | 0.30 | 0.30 | 0.48 |
| 2 | 0.30 | 1.18 | 0.95 | 0.60 |
| 3 | 1.25 | 1.52 | 0.70 | 0.00 |
| 4 | 1.46 | 1.04 | 0.30 | 0.90 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 2.26 | 0.76 | 20.80 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.14 | 0.04 | 1.27 | 0.36 |
| Columnas | 3 | 1.32 | 0.44 | 12.14 | 0.00 |
| Error | 6 | 0.22 | 0.04 | | |
| Total | 15 | 3.94 | | | |

C.V.= 23.51

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 0.95 | ab |
| 2 | 0.80 | b |
| 3 | 1.26 | a |
| 4 | 0.22 | c |

Cuadro A10. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la novena semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 158 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 13 | 9 | 6 |
| 3 | 12 | 46 | 1 | 0 |
| 4 | 32 | 6 | 0 | 6 |

Transformaciones de $\log (x + 1)$

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2.20 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| 2 | 0.00 | 1.15 | 0.96 | 0.84 |
| 3 | 1.11 | 1.67 | 0.30 | 0.00 |
| 4 | 1.52 | 0.84 | 0.00 | 0.84 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|------|------|
| Tratamientos | 3 | 5.11 | 1.70 | 8.45 | 0.01 |
| Hileras | 3 | 0.14 | 0.04 | 0.21 | 0.88 |
| Columnas | 3 | 1.26 | 0.42 | 2.08 | 0.20 |
| Error | 6 | 1.21 | 0.20 | | |
| Total | 15 | 7.72 | | | |

C.V.= 53.82%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 0.82 | ab |
| 2 | 0.78 | ab |
| 3 | 1.67 | a |
| 4 | 0.07 | b |

Cuadro All. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la decima semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 184 | 1 | 0 | 5 |
| 2 | 0 | 21 | 6 | 2 |
| 3 | 25 | 94 | 1 | 0 |
| 4 | 48 | 18 | 1 | 9 |

Transformaciones de $\log(x + 1)$

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2.27 | 0.30 | 0.00 | 0.78 |
| 2 | 0.00 | 1.34 | 0.84 | 0.48 |
| 3 | 1.41 | 1.98 | 0.30 | 0.00 |
| 4 | 1.69 | 1.28 | 0.30 | 1.00 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|------|------|
| Tratamientos | 3 | 3.90 | 1.30 | 8.48 | 0.01 |
| Hileras | 3 | 0.34 | 0.11 | 0.74 | 0.50 |
| Columnas | 3 | 2.81 | 0.94 | 6.11 | 0.03 |
| Error | 6 | 0.92 | 0.15 | | |
| Total | 15 | 7.96 | | | |

C.V. = 44.80%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 1.03 | a |
| 2 | 0.79 | ab |
| 3 | 1.52 | a |
| 4 | 0.15 | b |

Cuadro A12. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la onceava semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 84 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 3 | 8 | 5 | 0 |
| 3 | 4 | 6 | 0 | 0 |
| 4 | 5 | 0 | 0 | 8 |

Transformaciones de $\log (x + 1)$

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1.92 | 0.30 | 0.48 | 0.60 |
| 2 | 0.60 | 0.95 | 0.78 | 0.00 |
| 3 | 0.70 | 0.84 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.78 | 0.00 | 0.00 | 0.95 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 2.01 | 0.67 | 10.32 | 0.01 |
| Hileras | 3 | 0.47 | 0.16 | 2.42 | 0.16 |
| Columnas | 3 | 1.14 | 0.38 | 5.86 | 0.03 |
| Error | 6 | 0.39 | 0.06 | | |
| Total | 15 | 4.02 | | | |

C.V. = 45.79%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 0.58 | b |
| 2 | 0.29 | b |
| 3 | 1.12 | a |
| 4 | 0.22 | b |

Cuadro A13. Datos originales, transformaciones, ANVA y comparación de medias para la doceava semana de la prueba de longevidad de atracción de las feromonas de *P. truncatus*.

Datos originales de captura

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|----|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 54 | 0 | 6 | 6 |
| 2 | 2 | 6 | 7 | 5 |
| 3 | 21 | 15 | 3 | 1 |
| 4 | 5 | 0 | 0 | 16 |

Transformaciones de $\log (x + 1)$

| Períodos | Sitios | | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1.74 | 0.00 | 0.84 | 0.84 |
| 2 | 0.48 | 0.84 | 0.90 | 0.78 |
| 3 | 1.34 | 1.20 | 0.60 | 0.30 |
| 4 | 0.78 | 0.00 | 0.00 | 1.23 |

Análisis de varianza

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------|------|-------|------|
| Tratamientos | 3 | 2.31 | 0.77 | 12.68 | 0.00 |
| Hileras | 3 | 0.34 | 0.11 | 1.87 | 0.23 |
| Columnas | 3 | 0.78 | 0.26 | 4.30 | 0.06 |
| Error | 6 | 0.36 | 0.06 | | |
| Total | 15 | 3.80 | | | |

C.V. = 33.18%

Comparación de medias con el método DMS

| Tratamiento | Media | Significancia (5%) |
|-------------|-------|--------------------|
| 1 | 0.77 | b |
| 2 | 0.74 | b |
| 3 | 1.27 | a |
| 4 | 0.19 | c |

