

00381

49



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DEL BARRENADOR
MAYOR DE LOS GRANOS Prostephanus truncatus
(Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) EN SUS HÁBITATS
DEL ESTADO DE SONORA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)

P R E S E N T A

FRANCISCO JAVIER WONG CORRAL

299363

DIRECTOR DE TESIS: DR. MARIO RAMÍREZ MARTÍNEZ

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Dedicada a mis hijos como un pequeño estímulo
y enseñanza que para conseguir algo en la vida
se tienen que esforzar**

**A mi esposa, mi madre y mis hermanos
por ser partes fundamentales e
integrales de mi vida**

A Emma Luisa por su gran fortaleza

A mis dos Ángeles que han caído

**Monta tu incansable corcel
cabalga por los cuatro vientos
corre sin detenerte
conquista el mundo y
alcanza las lejanas estrellas
ya que tienes en tus manos
las riendas de la cabalgadura**

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Universidad de Sonora por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente, así como a la Dirección de Desarrollo Académico y al Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos por el apoyo recibido.

Al CONACyT, los programas FOMES y PROMEP por el respaldo económico.

Al Dr. Mario Ramírez Martínez por su destacada participación en la dirección de esta investigación y por abrirme las puertas al estudio del fascinante insecto, el barrenador mayor de los granos.

A los miembros del comité tutorial, Dra. Nora Galindo Miranda y Dr. Josué Leos Martínez por su dedicación, apoyo y consejos a lo largo de este proyecto de investigación.

Así mismo a los miembros del jurado, Dra. Genoveva García Aguirre, Dr. Sergio Jiménez Ambriz, Dr. Ernesto Moreno Martínez y Dr. Francisco Molina Frenaner, por su revisión y atinadas correcciones en el escrito final de mi tesis.

Con profundo aprecio y gratitud a la Dra. Genoveva García, por su apoyo, estímulo y paciencia en el transcurso de mis estudios y estancia en la Ciudad de México.

Al personal administrativo e investigadores del Depto. de Investigación y Posgrado en Alimentos, especialmente a mis grandes compañeros y amigos del Área de Entomología, M.A. Jesús Borboa Flores y Dr. Mario Cortez Rocha por su constante amistad y respaldo. Así mismo a la Dra. María Isabel Silveira, Dra. Ofelia Rouzaud y M.C. Refugio Ortega.

Con enorme agradecimiento a mi alumna Raquel Bourne M. por su constante colaboración en el transcurso de esta investigación.

A la Lic. Guadalupe Taddei y Lic. Francisco Piñeda por las atenciones recibidas durante mi estancia en la ciudad de Aguascalientes y a mi compañero de estudios y amigo, Dr. Tito Rentería Gutiérrez.

A todas aquellas personas que de una u otra forma apoyaron la realización de mi tesis. Gracias mil.

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	4
ANTECEDENTES.....	5
Primeros Reportes de <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn).....	5
Distribución Geográfica de <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn).....	5
Distribución de <i>P. truncatus</i> en Centro y Sudamérica.....	6
Distribución de <i>P. truncatus</i> en África.....	7
Distribución de <i>P. truncatus</i> en México.....	7
Daños de <i>Prostephanus truncatus</i>	8
Feromonas de Insectos y su Aplicación a la Lucha Contra las Plagas.....	10
Clases de feromonas.....	10
Feromonas de atracción sexual.....	10
Feromonas de agregación.....	11
Feromonas trazadoras.....	11
Feromonas de alarma.....	11
Feromonas disuasorias.....	11
Feromonas que inducen cambios fisiológicos permanentes en otros individuos de la misma especie.....	11
Feromonas de Insectos de Productos Almacenados.....	11
Feromonas de <i>P. truncatus</i>	12
Morfología y Biología de <i>Teretriosa nigrescens</i>	13

Control Biológico de <i>Prostephanus truncatus</i>	
Usando <i>Teretriosa nigrescens</i>	14
El Manejo Integrado de Plagas.....	16
Ubicación Geográfica del Estado de Sonora.....	17
Climatología del Estado de Sonora.....	17
Climas muy secos.....	17
Muy seco cálido con lluvias en verano.....	18
Muy seco cálido con lluvias de invierno.....	18
Muy seco semicálido con lluvias en verano.....	18
Climas secos.....	18
Seco cálido con lluvias de verano.....	19
Seco semicálido con lluvias de verano.....	19
Seco templado con lluvias de verano.....	19
Climas semisecos.....	19
Semisecos con lluvias en verano.....	19
Semisecho semicálido con lluvias en verano.....	19
Semisecho templado con lluvias en verano.....	20
Climas templados.....	20
Climas semifríos.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
Área Geográfica del Proyecto.....	21
Muestreos.....	21
Trampas.....	21
Muestreos de grano.....	23
Colecta de Ramas.....	25
Diseño de Trampas.....	25
Feromonas.....	25

Liberadores.....	26
Recolección de Trampas.....	26
Identificación de los Insectos.....	27
Sexado de <i>Prostephanus truncatus</i>	27
Datos Climatológicos y Geográficos.....	27
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
Región Rural.....	29
Cumpas.....	32
Incidencia de insectos.....	32
Fluctuación poblacional.....	32
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	36
Proporción de sexos de <i>P. truncatus</i>	36
Moctezuma.....	36
Incidencia de insectos.....	36
Fluctuación poblacional.....	39
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	41
Proporción de sexos.....	41
Soyopa.....	41
Incidencia de insectos.....	41
Fluctuación poblacional.....	41
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	43
Proporción de sexos.....	43
Estrategia de Manejo de <i>P. truncatus</i> en la Región Rural.....	44
Región Comercial.....	46
Región comercial norte.....	46
Altar.....	48

Incidencia de insectos.....	48
Fluctuación poblacional.....	48
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	52
Proporción de sexos	52
Caborca.....	52
Incidencia de insectos.....	52
Fluctuación poblacional.....	52
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	56
Proporción de sexos.....	56
Hermosillo.....	57
Incidencia de insectos.....	57
Fluctuación poblacional.....	57
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	59
Proporción de sexos.....	59
Guaymas.....	59
Incidencia de insectos.....	59
Estrategia de Manejo de <i>P. truncatus</i> en la Región	
Comercial Norte.....	60
Región Comercial Sur.....	60
Vicam.....	62
Incidencia de insectos.....	62
Fluctuación poblacional.....	62
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	65
Proporción de sexos.....	65
Ciudad Obregón.....	65
Incidencia de insectos.....	65
Fluctuación poblacional.....	68

Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	68
Proporción de sexos.....	68
Navojoa.....	70
Incidencia de insectos.....	70
Fluctuación poblacional.....	70
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	72
Proporción de sexos.....	72
Etchojoa.....	72
Huatabampo.....	73
Incidencia de insectos.....	73
Fluctuación poblacional.....	73
Proporción de <i>P. truncatus</i> y <i>T. nigrescens</i>	73
Proporción de sexos.....	73
Estrategia de Manejo de <i>P. truncatus</i> en la Región	
Comercial Sur.....	74
Primera cosecha de maíz.....	74
Segunda cosecha de maíz.....	76
Condiciones Climatológicas y Geográficas.....	76
CONCLUSIONES	81
BIBLIOGRAFÍA.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Sitios de colocación y número de trampas con feromonas en las localidades de tres regiones del estado de Sonora durante 12 meses.....	24
Tabla 2. Número y porcentaje de trampas positivas con <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> en la región rural y comercial de Sonora.....	30
Tabla 3. Número y porcentaje de trampas positivas con <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> en las localidades de la región rural de Sonora.....	33
Tabla 4. Porcentaje de trampas positivas con <i>Prostephanus truncatus</i> (<i>Pt</i>) y <i>Teretriosoma nigrescens</i> (<i>Tn</i>) durante las estaciones en las localidades de la región rural de Sonora ¹	34
Tabla 5. Proporción de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> (<i>Pt:Tn</i>) y porcentaje de hembras de <i>P. truncatus</i> en las localidades de la región rural.....	38
Tabla 6. Número y porcentaje de trampas positivas con <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> en las localidades de la región comercial norte de Sonora.....	49
Tabla 7. Porcentaje de trampas positivas de <i>Prostephanus truncatus</i> (<i>Pt</i>) y <i>Teretriosoma nigrescens</i> (<i>Tn</i>) durante las estaciones en las localidades de la región comercial norte de Sonora ¹	50
Tabla 8. Proporción de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> (<i>Pt:Tn</i>) y porcentaje de hembras de <i>P. truncatus</i> en las localidades de la región comercial norte.....	54
Tabla 9. Número y porcentaje de trampas positivas con <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> en las localidades de la región comercial sur de Sonora.....	63
Tabla 10. Porcentaje de trampas positivas de <i>Prostephanus truncatus</i> (<i>Pt</i>) y <i>Teretriosoma nigrescens</i> (<i>Tn</i>) durante las estaciones en las localidades de la región comercial sur de Sonora.....	64

Tabla 11. Proporción de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> (Pt:Tn) y porcentaje de hembras de <i>P. truncatus</i> en las localidades de la región comercial sur	67
Tabla 12. Condiciones climatológicas y altitud de las localidades de tres regiones del estado de Sonora.....	77
Tabla 13. Coeficiente de correlación entre las condiciones climatológicas y geográficas con el número de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> las localidades de tres regiones de Sonora.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades muestreadas en el estado de Sonora.....	22
Figura 2. Número total de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en tres localidades de la región rural de Sonora.....	31
Figura 3. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Cumpas.....	35
Figura 4. Media ($\pm EE$) del número de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en localidades de la región rural durante un año. Las columnas marcadas con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$)	37
Figura 5. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Moctezuma.....	40
Figura 6. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Soyopa.....	42
Figura 7. Número total de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en cuatro localidades de la región comercial norte de Sonora.....	47
Figura 8. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Altar	51
Figura 9. Media ($\pm EE$) del número de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en localidades de la región comercial durante un año. Las columnas marcadas con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$).....	53
Figura 10. Fluctuación población mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Caborca.....	55
Figura 11. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Hermosillo.....	58

Figura 12. Número total de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en cinco localidades de la región comercial sur de Sonora.....	61
Figura 13. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Vicam.....	66
Figura 14. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Ciudad Obregón.....	69
Figura 15. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Navojoa.....	71
Figura 16. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de <i>Prostephanus truncatus</i> y <i>Teretriosoma nigrescens</i> capturados en Huatabampo.....	74

RESUMEN

El barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn) es una plaga primaria del maíz almacenado; barrena, se alimenta y desarrolla preferentemente en los granos y mazorcas de maíz desde el campo hasta el almacén, pero vive todavía en ambientes silvestres como barrenadores secundarios. En Sonora, se carecía de información sobre este insecto, por lo que se investigó su probable presencia, fluctuación poblacional, relación con las condiciones climáticas y sus posibles enemigos naturales. Este estudio se llevó a cabo en dos regiones, la primera corresponde a localidades donde se desarrolla la agricultura y el almacenamiento de granos comercial y la otra a localidades de agricultura en pequeña escala. Se realizaron doce períodos de trampeo, de enero a diciembre de 1996, utilizándose trampas aéreas con feromonas, también se tomaron muestras de maíz y se colectaron ramas caídas para detectar su presencia. Se descubrió a *P. truncatus* en las localidades rurales y comerciales de Sonora; sin embargo, no se le encontró infestando al grano almacenado. Su ausencia en el maíz pero su captura en las trampas, nos indica que *P. truncatus* debe tener un hábitat diferente al grano y hasta ahora no conocido. En las localidades del sur del estado: Vicam, Obregón, Navojoa y Huatabampo, se registró una mayor captura de *P. truncatus* que en las localidades del norte: Altar, Caborca, Hermosillo y Guaymas, y es en estas localidades del sur, donde se almacenan los más grandes volúmenes de granos, incluyendo al maíz. El depredador encontrado fue *Teretriosoma nigrescens* Lewis, el cual se capturó en todas las localidades aun sin la presencia del barrenador y en mayores cantidades que *P. truncatus*, a excepción de las localidades rurales de Moctezuma y Soyopa. Ambas especies se capturaron en mayor número durante el verano, por lo que están adaptadas a vivir y reproducirse en altas temperaturas y bajas humedades relativas. La presencia y poblaciones detectadas del gran barrenador de los granos en las principales localidades de Sonora, donde el cultivo del maíz es importante, tanto por la superficie sembrada como por la producción obtenida, hace de esta especie una plaga potencial para el estado de Sonora.

ABSTRACT

The larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) is a primary pest of stored maize. It bores, feeds and develops preferently inside the kernels and ear cobs from the field to the storage. *P. truncatus* also can live in natural environments as a secondary borer. At the beginning of this study, there were no previous reports of the presence of this insect pest for the state of Sonora. For this reason, the goals of the present study were to detect the insect, its population, and the relationship between them and climatic conditions and its predators. The study was carried out in two regions. The first included the major corn growing localities with large bulk commercial storage facilities. The second region included localities with low agricultural production. Aerial delta traps baited with trunc-call were use to detect this insect species. Traps were placed in the selected locations throughout Sonora and checked monthly during 1996. Additionally, maize samples and bushes were collected. *P. truncatus* was detected for the first time in most of the locations studied, but it was not found infesting maize. This observation suggest that *P. truncatus* must have an unknown habitat different from the grain. The highest number of trapped *P. truncatus* was obtained in the Southern localities of Vicam, Ciudad Obregón, Navojoa, and Huatabampo, in which the largest maize storage facilities exist. *P. truncatus* was scarce in the northern region which include the localities of Altar, Caborca, Hermosillo, and Guaymas. *Teretriosoma nigrescens* Lewis was the most widespread and abundant predator found even when *P. truncatus* was not present. *P. truncatus* and *T. nigrescens* were more abundant in summer. This suggests that both insects are adapted to high temperature and low relative moisture. Based on the presence and the high numbers of the insect detected, the potential role of *P. truncatus* as a pest for maize storage facilities is suggested.

INTRODUCCIÓN

El barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn) es un insecto holometábolo, coleóptero, de la familia Bostrichidae. Aunque la mayoría de las especies de esta familia son barrenadores de madera y bambú, *Prostephanus truncatus*, *Rhyzopertha dominica* (Fab.) y en menor grado *Dinoderus minutus* (L.), se adaptaron a la alimentación con granos (Ramírez *et al.*, 1994).

P. truncatus barrena, se alimenta y se desarrolla preferentemente en los granos y mazorcas de maíz desde el campo hasta el almacén, pero puede vivir todavía en ambientes silvestres de ramas caídas de los árboles como barrenador secundario. La voracidad y eficiencia con que este insecto daña en muy poco tiempo a diversos productos comerciales, barrenándolos y deteriorándolos, se debe principalmente al conjunto de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y evolutivas que la familia Bostrichidae posee para barrenar maderas y bambú, entre las que, en algún momento de la evolución de sus especies, *Prostephanus truncatus* se adaptó para desarrollarse tanto en los granos de maíz como en hábitats silvestres (Ramírez *et al.*, 1992).

Este insecto se considera una plaga primaria del maíz almacenado; el adulto es capaz de penetrar al olote y en el grano hace perforaciones redondas que pueden formar túneles de grano a grano, originando a su paso grandes cantidades de polvo. Además, rompe con todas las estructuras morfológicas del grano, dejando sólo la capa periférica o pericarpio (Ramírez *et al.*, 1992). El amplio rango de temperaturas ambientales, 18-37°C y humedades relativas de 40-90%, en las cuales *P. truncatus* puede alimentarse y desarrollarse junto con su habilidad para morder dentro de las semillas y mazorcas, hacen de este insecto una plaga muy agresiva del maíz almacenado (Hodges, 1986); afortunadamente, el insecto tiene restringido su alimento a pequeños granos tales como trigo y arroz palay (Shires, 1977).

P. truncatus se ha constituido en los últimos 25 años en una de las plagas de almacén potencialmente más dañinas. Su importancia mundial se debe a su introducción accidental y establecimiento en Tanzania, al este de África y a su posterior diseminación en Kenia, Ruanda, Zaire y Burundi, en África Oriental y en Togo, Ghana y Benin, en África Occidental (Mushi, 1984; Golob y Hodges, 1982; Krall, 1984).

La distribución de este insecto en América, continente de origen, no se ha definido todavía con precisión. Se ha reportado como plaga en el centro y sur de México, aunque también se ha encontrado en algunos estados del norte de México y en el sur de los Estados Unidos de América, así como en toda América Central. Se ha reportado también en Colombia y es probable que se le pudiera hallar en Ecuador y en Perú (Hoppe, 1986; Wright, 1984).

La distribución más actualizada de este insecto en México, la presenta Ramírez *et al.*, (1992) donde menciona que Ramírez Genel y Barnes (1958), lo representaron en un mapa con una distribución nacional. En estudios recientes se ha demostrado que las condiciones climáticas, biogeográficas y agrícolas del maíz, determinan sus áreas de infestación, así como algunas razas silvestres que viven en la selva (Solorio, 1995).

Biogeográficamente es importante conocer su distribución actual detallada, pero comercialmente también porque granos, maderas y yuca se exportan desde países americanos a otras partes del mundo con la posibilidad de extender aún más la infestación del barrenador.

P. truncatus se encuentra en gran parte del territorio nacional, pero sólo en algunas regiones se llega a convertir en una plaga seria. Los factores que determinan este hecho no han sido estudiados ni entendidos. Si estos factores pueden ser identificados y cuantificado su impacto a través de un análisis apropiado del sistema de almacenamiento, este conocimiento proveerá la base para su manipulación y reducirá las pérdidas en un programa de manejo integrado de plagas (Markham, 1991).

En el estado de Sonora, se detectaron por primera ocasión poblaciones naturales de *P. truncatus* en regiones de los municipios de Moctezuma y Cumpas, durante los meses de julio y agosto de 1993, utilizando trampas aéreas con feromonas (Wong, 1993). Se estima que de extenderse y adaptarse esta plaga potencial en Sonora, sería muy perjudicial pues el maíz es un cultivo importante en el estado, donde existen grandes centros de acopio, almacenamiento y distribución de este grano, principalmente en Hermosillo, Cd. Obregón y Navojoa. Su impacto no solo se limitaría al ámbito comercial, sino también en las zonas rurales, donde este cereal es una de las bases importantes de la alimentación y economía de la población. Cabe mencionar que hasta ahora Sonora es uno de los pocos estados del país en donde *P. truncatus* no se ha establecido como una plaga.

Es posible identificar un número de variables que son particularmente importantes en la determinación de la dinámica poblacional y el hecho de que el barrenador llegue a ser plaga. Estas variables incluyen el potencial de sus poblaciones locales (Nissen, 1989), factores climáticos, procesos dependientes de la densidad dentro de la población, incluyendo la actividad de los enemigos naturales, competencia e inmigración/emigración, también la posible presencia de reservorios de poblaciones en hábitats naturales alternativos y prácticas de producción, cosecha, almacenamiento y la selección de variedades de maíz más o menos susceptibles .

Es importante investigar las relaciones entre poblaciones de *P. truncatus*, originadas aparentemente en ambientes naturales y poblaciones que infestan almacenes de maíz. Son los mismos insectos con libre movimiento entre las diferentes partes del hábitat, o existen adaptaciones biológicas y de conductas específicas asociadas con diferentes partes de la población, con algunas barreras para el intercambio genético.

De igual manera, investigar la posible presencia de este insecto en sus hábitats, aunado a su distribución y abundancia para el estado de Sonora y relacionarlo con las condiciones climáticas imperantes en cada región y la de sus posibles enemigos naturales. Estos conocimientos, aportarían información valiosa que permitirán una comprensión de la relativa importancia de los factores que determinan la dinámica de la plaga y las pérdidas en el sistema de almacenamiento y con esto seleccionar prioridades para el desarrollo de una estrategia para el manejo racional de esta plaga.

OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer la presencia y fluctuación poblacional del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn) en diferentes localidades comerciales y rurales del estado de Sonora, para encontrar una solución integral a los problemas de infestación que podría ocasionar este insecto.

Objetivos Específicos

1. Conocer la distribución regional y abundancia relativa del barrenador mayor de los granos y sus posibles depredadores en el estado de Sonora en diferentes estaciones del año.

2. Detectar las infestaciones y daños en el maíz ocasionados por el bostríquido y establecer sus patrones de actividad estacional en localidades comerciales y rurales.

3. Estudiar la fluctuación poblacional de este insecto en dos diferentes regiones (comercial y rural) del estado, localizando e identificando las posibles especies arbóreas que le pudieran servir de hospedero en el medio ambiente.

4. Correlacionar la influencia de factores abióticos y bióticos con la fluctuación poblacional del barrenador mayor de los granos en sus diversos hábitats.

5. Utilizar los resultados de las investigaciones de campo para proponer una estrategia para el manejo integral de esta especie y que sea accesible a los usuarios directos: agricultores y almacenadores de grano.

ANTECEDENTES

Primeros Reportes de *Prostephanus truncatus* (Horn)

La descripción original de *Prostephanus truncatus* fue realizada por Horn (1878) en su revisión de las especies de la familia Bostrichidae de los Estados Unidos de América a través de dos especímenes mutilados, colectados accidentalmente en California, colocándolos bajo el género de *Dinoderus* y la especie nueva *truncatus*.

Los dos reportes siguientes, se refieren a los realizados por Chittenden (1911) en la exposición mundial de Columbia, Chicago en 1893 y en la exposición de Nueva Orleans en 1896, ambas en Estados Unidos de América.

Lesne (1897), en una revisión de los bostríquidos publicada en los Anales de la Sociedad Entomológica de Francia, erigió el nuevo género *Prostephanus* incluyendo tres especies, una de las cuales es *truncatus* descrita por Horn como *Dinoderus truncatus*.

Distribución Geográfica de *Prostephanus truncatus* (Horn)

En su recopilación y primer intento de estudiar la distribución mundial de *P. truncatus*, Wright (1984) mencionó que este bostríquido es endémico de México, Centro y Sur América. Hace además una investigación de este insecto en Estados Unidos de América y fuera del continente, en los sitios donde ha sido detectado y se ha establecido como plaga exótica por el intercambio comercial de granos.

Chittenden (1911) reportó a este insecto en muestras de maíz de México y Guatemala expuestas en una exposición en Nueva Orleans en 1896. Back y Cotton (1922) mencionaron que no se hallaba ampliamente distribuido este insecto en los Estados Unidos y reconocieron que la plaga de *P. truncatus* se ha introducido en Florida y otros puntos del Sur de los Estados Unidos, proveniente desde México y América Central.

Cotton y Good (1937) en su lista de insectos y ácaros asociados con granos almacenados, mencionaron que *P. truncatus* se halla en Texas y registran el primer reporte en Sudamérica, específicamente Brasil. Cotton (1963) mencionó que este

insecto se encontraba desde Texas hasta California, pero este insecto no era importante como plaga en esas regiones. En 1966, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos lo registró en cuatro condados de Texas en fuertes infestaciones donde se siembra maíz. El mismo Departamento lo encontró en 1979 en Texas, California y el Distrito de Columbia. Wright (1984) mencionó que aún pueden existir poblaciones residuales en el sur de los Estados Unidos de América.

Los factores físicos y biológicos que parecen limitar su distribución geográfica son la humedad y temperatura, así como los microclimas producidos en la masa de granos y en las mazorcas de maíz; incluso la susceptibilidad, tolerancia y resistencia que ciertas variedades tienen sobre *P. truncatus*, influyen en su distribución (Ramírez, 1990).

Los factores climáticos producidos por la orografía de América, determinados por la latitud y altitud, así como la cantidad de luz, parecen influir seriamente en la conducta de dispersión del insecto, que de alguna forma se ha adaptado a las extensas planicies de Tanzania y Togo en África. Muchas otras adaptaciones morfológicas, fisiológicas y ecológicas, deben influir en la distribución actual de *P. truncatus* en el mundo, pero sin duda el intercambio comercial de granos ha sido el factor más propicio en su actual distribución geográfica sobre la tierra (Ramírez, 1990).

Distribución de *P. truncatus* en Centro y Sudamérica

Después de la mención de Chittenden (1911) en muestras de Guatemala, Lesne (1939) lo reportó por vez primera para otros países centroamericanos, además de Guatemala; éstos fueron Costa Rica y Nicaragua. Mc Guire y Crandall (1967), mencionaron que este insecto infestaba maíz y granos almacenados en general en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, es decir en todo Centroamérica. Giles (1984) ha dado datos más precisos de la infestación en Nicaragua, indicando que lo encontró en mazorcas de maíz y en frijol rojo almacenado en La Calera, cerca de Managua.

Wright (1984) mediante un sistema de correspondencia personal con instituciones de Sudamérica y del Caribe, logró evidenciar la presencia del gran barrenador de los granos en Perú, pero parece que no en Ecuador, Bolivia, Chile, Venezuela, Guayana, Uruguay, Paraguay y Jamaica.

Distribución de *P. truncatus* en África

Prostephanus truncatus ha tenido recientemente una irrupción espectacular en África, probablemente entre 1979 y 1980 fue accidentalmente introducido en la región de Tabora al este del continente africano (Mushi, 1984; Golob y Hodges, 1982). Así mismo, fue localizado en enero de 1984 en Togo al oeste de África (Krall, 1984).

La mayoría de los autores no mencionan la vía de ingreso de la plaga a estos países; sin embargo, Mushi (1984) sostiene que la introducción a Tanzania fue probablemente debida al suministro de maíz a los campos de refugiados de Urambo y Tabora. Krall (1984) menciona que la vía de entrada de *P. truncatus* en Togo data muy probablemente de 1981, cuando la Compañía Estatal de Almacenamiento comenzó a importar granos y de ahí, el insecto se dispersó a las áreas rurales vecinas.

De las regiones de Tanzania, *P. truncatus* se ha dispersado a los países vecinos, como son Kenia, Burundi (Hodges *et al.*, 1983; Hodges, 1986; Golob, 1988). De las regiones de Togo en el oeste de África se ha dispersado a Ghana (Dijk y Rees, 1989), Benin (Krall, 1986), Guinea (Kalivogui y Mück, 1991), Burkina Faso (Bosque-Perez *et al.*, 1991), Nigeria (Picke *et al.*, 1992) y actualmente se ha confirmado su presencia en un total de 13 países africanos (Scholz *et al.*, 1998).

Distribución de *Prostephanus truncatus* en México

Ramírez y Barnes (1958) lo representaron en su mapa con una distribución nacional. Quintana *et al.*, (1960) y Ramírez (1960) trabajaron con este insecto entre 1958 y 1959 en Texcoco, Chapingo y Chalco en el Estado de México y en Cotaxtla en Veracruz, mencionando que lo colectaron en maíz criollo y cacahuazintle con 91% de infestación en Texcoco.

Mills y Rodríguez (1977) reportaron que en un estudio con insectos de almacenes rurales en la península yucateca, encontraron a *P. truncatus* en varias regiones del Estado de Yucatán. Sin embargo, no lo hallaron en los Estados de Campeche y Quintana Roo.

Morales (1985) afirmó que en colectas hechas en el campo en 1982 y en almacenes rurales de Corupo, Michoacán, en 1983, en la Sierra Tarasca, encontró a *P. truncatus*. Cabe mencionar que Corupo se halla a una altitud de 2,400 m y se encontró infestando mazorcas de maíz.

López (1981) encontró a *P. truncatus* en silos Miguel Alemán, al norte de la Ciudad de México, durante 1979 y 1980, donde se almacena una gran parte de la producción nacional de maíz.

Luévano (1985) detectó a *P. truncatus* en las localidades de Apatzingán, Jiquilpan, Maravatío, Morelia, Pátzcuaro, Uruapan y Zitácuaro, las cuales tienen altitudes desde 682 hasta 2,080 m. El mismo Luévano menciona haberlo colectado en el Estado de Durango, en las localidades de Guadalupe Victoria, Canatlán, Gómez Palacio y la ciudad de Durango, y en el Estado de Chihuahua en las localidades de Jiménez, Delicias, Casas Grandes, Juárez y Chihuahua.

Esta plaga que ataca preferentemente al maíz almacenado, fue detectada por primera vez en el Estado de Sonora en 1984 por Wong en un mercado de Hermosillo, en muestras de maíz criollo proveniente de Michoacán (Ramírez *et al.*, 1992) y posteriormente por medio de trampas con feromonas se encontró en las regiones rurales de los municipios de Moctezuma y Cumpas durante los meses de julio y agosto de 1993 (Wong, 1993).

Daños de *Prostephanus truncatus*

Ramírez *et al.*, (1992) opinan que los daños que una especie exótica produce en África son mayores que la especie en su región nativa como lo es América; y si a esto se añade que su adaptación evolutiva al maíz desde la madera u otros hospederos, parece haberse realizado recientemente en términos geológicos, probablemente desde que el hombre americano utilizó estructuras de madera para guardar su maíz, se puede entender la conducta de infestación y daños atípicos que *P. truncatus* produce en un gran número de productos.

Se sabe además que los insectos de almacén pueden sobrevivir y hasta reproducirse en diversos ambientes naturales sobre diferentes fuentes alimenticias (Linsley, 1944). Es conocido, por ejemplo, que *Sitotroga cerealella* es capaz de utilizar diversos granos silvestres como hospederos alternativos (Joubert, 1966; Cogburn y Vick, 1981; Dakshinamurthy y Regupathy, 1988); y que *Sitophilus oryzae*, *S. granarius*, *S. zeamais* y *Rhyzopertha dominica* pueden hacer lo mismo sobre las

bellotas de *Quercus* sp. (Howe, 1965; Joubert, 1966; Mills, 1989; Wright *et al.*, 1990) y las semillas de teosintle, *Euchlaena* sp. (Warren, 1954).

P. truncatus es un insecto que puede infestar al maíz en el campo (Ramírez, 1960; Quintana *et al.*, 1960; González y Sánchez, 1986; Ríos, 1986) y dañar una gran cantidad de productos (Shires, 1977; Li, 1988), entre ellos la madera (Linsley, 1944), que puede convertirse en un sustrato sumamente importante para la sobrevivencia del insecto, puesto que es capaz de permanecer sobre ésta por períodos hasta de 100-110 días y reproducirse (Krall, 1984).

Mushi (1984), reporta que desde 1979 en la región de Tabora, Tanzania, *P. truncatus* infesta granos de maíz, yuca seca almacenada, madera, sorgo, camote seco, frijol, pimienta, tabaco, ropa de fibras vegetales y sintéticas, chícharos, cacahuates, suela de zapatos y cucharas de madera. En 1982, en la región de Kigoma, también en Tanzania, lo reporta además en bambú y cestos de fibras vegetales.

Las pérdidas de maíz estimadas en la región de Tabora durante tres a seis meses de almacenamiento, se pueden considerar extremadamente serias. Muchos de los agricultores tienen insuficiente maíz para consumo y existen escasas opciones de alimento disponible, lo que ocasiona serios problemas locales. También por la drástica reducción de semilla disponible para obtener una buena cosecha en el año próximo (Ramírez, 1990).

Parece que *P. truncatus* se adapta mejor a condiciones secas que a húmedas, así como a los ambientes cálidos que a los fríos. Así, en muestras de maíz colectadas en los almacenes rurales en Tanzania, los barrenadores se han encontrado en granos con contenidos de humedad de 11.2% a 12%. Chittenden (1911), fue el primero en observar que *P. truncatus* era especialmente tolerante a condiciones secas y esto fue confirmado por los estudios de Giles y León (1974) realizados en Nicaragua, quienes lo encontraron infestando maíz en contenidos de humedad tan bajos como 10.6% y 9%.

Giles (1984) lo encontró infestando mazorcas de maíz, estructuras de madera y frijol rojo almacenado en varias localidades rurales de Nicaragua. Morales (1985), lo encontró en maíz criollo de Michoacán, México, en contenidos de humedad de hasta 8.8%. Böye (1988) en Costa Rica, en varios muestreos en la provincia de Guanacaste, lo encontró infestando maíz con 8.8% a 13.6% de contenido de humedad y a una temperatura de 27° a 29°C, durante la temporada seca de noviembre a abril.

P. truncatus se puede desarrollar en granos muy secos y ésta ha sido otra de las razones de su éxito en infestar el maíz. Hodges *et al.* (1983) mencionan que la ausencia de cualquier otro competidor en este micro ambiente hace que las poblaciones del bostríquido se puedan incrementar rápidamente.

Feromonas de Insectos y su Aplicación a la Lucha Contra las Plagas

Los insectos emiten productos orgánicos que son mensajeros químicos, los cuales provocan una respuesta en otros individuos de la misma especie o de otra y se llaman compuestos semioquímicos. Cuando los semioquímicos ejercen su acción sobre individuos de la misma especie se llaman feromonas y cuando dichos compuestos ejercen su efecto sobre individuos de otra especie se llaman alelomonas. Si el efecto es benéfico para la especie emisora, se llaman alomonas, tal como es el caso de las secreciones defensivas de muchos insectos. Pero si el efecto es perjudicial para la especie emisora, se llaman kairomonas; es el caso de muchos depredadores que son atraídos por alguna secreción propia de la especie atacada, por una adaptación favorable al depredador (Primo, 1991).

Clases de feromonas

Los insectos producen varios tipos de feromonas, con misiones muy diferentes. Las más importantes son:

Feromonas de atracción sexual. Generalmente son producidas y emitidas por las hembras, en glándulas situadas en segmentos ventrales y, salvo excepciones, son mezclas de dos o más compuestos en proporciones específicas. En determinadas especies, los machos emiten también una feromona sexual.

Muchas veces son mezclas de isómeros cis-trans o quirales y, en algunos casos, dos especies usan los mismos isómeros en proporciones distintas, es decir que la especificidad sexual, en estos casos, se debe a las proporciones y no a los productos.

Los componentes de feromonas tienen, en muchos casos, funciones distintas: unos atraen a distancia, otros atraen a una zona próxima y otros son afrodisíacos e inducen a la copulación. La mayor parte de las veces, las feromonas de los machos son afrodisíacas (Primo, 1991).

Feromonas de agregación. Las feromonas de agregación orientan a machos y hembras de una especie, hacia lugares de concentración alrededor de los individuos emisores; estos lugares son favorables para anidar la colonia o para el ataque a una planta hospedera, por abundancia de alimento, como refugio, etc. Este tipo de feromonas se encuentra, sobre todo, en coleópteros e himenópteros (Primo, 1991).

Feromonas trazadoras. Varios insectos sociales utilizan feromonas para trazar el camino que conduce a una fuente de alimento o al lugar donde establecer una nueva colonia. Las más conocidas son las de distintas especies de hormigas y termitas (Primo, 1991).

Feromonas de alarma. Son las que se usan cuando un individuo de la especie detecta un peligro y sirven para avisar a sus coespecíficos próximos. En el receptor, provocan dos tipos de reacción: huida o ataque en masa. En todos los casos, las feromonas de alarma son sustancias muy volátiles que desaparecen pronto, cuando dejan de emitirse (Primo, 1991).

Feromonas disuasorias. Son feromonas que ahuyentan a los insectos e inhiben su acercamiento a ciertos objetivos. Las más conocidas son las disuasorias de oviposición que impiden, por ejemplo, la acumulación de puestas sobre un mismo fruto y son emitidas por las hembras (Primo, 1991).

Feromonas que inducen cambios fisiológicos permanentes en otros individuos de la misma especie. En los insectos sociales, los individuos especializados emiten sustancias que inducen los cambios fisiológicos y morfológicos que dan lugar a la diferenciación de castas, la atrofia de ovarios, etc. (Primo, 1991).

Feromonas de Insectos de Productos Almacenados.

Las funciones de las feromonas de insectos de productos almacenados siguen dos patrones generales: Las feromonas sexuales producidas por insectos adultos de vida corta (menos de un mes) y las feromonas de agregación producidas por insectos adultos de vida larga (más de un mes) (Burkholder, 1984).

Los insectos adultos de vida corta frecuentemente no se alimentan y las hembras casi siempre producen las feromonas sexuales. Los insectos adultos de vida larga se alimentan y los machos son los que generalmente producen las feromonas de

agregación; además, las hembras de algunas especies pueden producir feromonas sexuales. Desde el punto de vista práctico, las feromonas de agregación son más eficientes, porque tanto la hembra como el macho responden a la atracción, no así las feromonas sexuales que son atractivas sólo para el sexo opuesto (Burkholder, 1984, 1988).

Burkholder y Dickie (1966) fueron los primeros en señalar el valor de las feromonas para detectar y monitorear insectos de almacén. A través del tiempo, pero particularmente en los últimos quince años, se ha desarrollado mucho esta técnica. Están reportadas las feromonas sexuales o de agregación en 40 especies de 9 familias de insectos de almacén y se han identificado los componentes principales de las feromonas de 29 especies.

Varias de estas feromonas se comercializan y se pueden adquirir en el mercado: los isómeros de trogodermal para *Trogoderma* spp., particularmente *T. variabile* y *T. granarium*; los isómeros del ácido magatomóico para *Attagenus megatoma*; dominicalure para *Rhyzopertha dominica*; trunc-call para *Prostephanus truncatus*; la feromona de *Tribolium* spp.; sitophinone para *Sitophilus* spp.; serricorin para *Lasioderma serricorn*; la feromona TDA para las cinco especies de palomillas de la familia Phycitinae y la feromona de *Sitotroga cerealella* (Burkholder y Ma, 1985).

En la familia Bostrichidae se conocen las feromonas de agregación producidas por el macho del barrenillo de los granos *R. dominica* (Khorramshahi y Burkholder, 1981; Williams *et al.*, 1981) y del barrenador mayor de los granos *P. truncatus* (Hodges *et al.*, 1984). Estas feromonas están disponibles comercialmente y se han estado usando para detección y monitoreo de estas especies. La feromona del barrenillo de los granos, ha sido muy útil en el monitoreo de la migración de los insectos de esta especie afuera de los almacenes de granos (Burkholder, 1988).

Feromonas de *P. truncatus*. La feromona de agregación es producida por el macho y consiste en dos componentes. El componente más abundante fue identificado como 1-metiletil (E)-2-metil-2-pentenoato y se le dio el nombre trivial de trunc-call 1 (T1). Este componente fue encontrado atractivo para los insectos en el laboratorio (Cork *et al.*, 1991) y fue usado en trampas para monitorear las poblaciones de *P. truncatus* en el campo (Dendy *et al.*, 1991).

Un segundo componente de la feromona fue identificado como 1-metiletil (E)-2, (E)-4-2, 4-dimetil-2-heptadienoato y se le dio el nombre de trunc-call 2 (T2) (Fadamiro *et al.*, 1996). Ambos componentes son ésteres que comparten el mismo alcohol, pero en diferente grupo ácido. T1 es más volátil y se libera más rápido que T2. El adulto macho libera T1 y T2 en un rango aproximado de 10:1 y por lo tanto T2 es referido como el "componente menor" (Dendy *et al.*, 1991).

En experimentos que se llevaron a cabo en campos de maíz en Tanzania, trampas cebadas con la mezcla de T1 y T2 en una relación de 1:1 o 1:4, fueron significativamente más atractivas a los insectos que aquellas trampas cebadas con solo T1 (Dendy *et al.*, 1989). Dendy *et al.* (1991) también realizaron pruebas en pequeños almacenes de maíz en Tanzania y obtuvieron las más altas capturas en trampas cebadas con T1 y T2 en relaciones de 4:1, 1:1 y 1:4 que en las trampas cebadas solamente con T1. También observaron que las trampas cebadas con T2 capturaron menos cantidad de insectos que las trampas con T1; sin embargo, esa diferencia no fue significativa.

En contraste, Leos *et al.*, (1995) reportaron que en México, en trampas aéreas cebadas con la mezcla de T1 y T2, en proporción de 1:1 o sólo con la feromona T2, capturaron significativamente más *P. truncatus* que la feromona T1 y no hubo diferencia significativa entre las capturas con T2 y la mezcla.

Morfología y Biología de *Teretriosoma nigrescens*

Teretriosoma nigrescens Lewis es un depredador polífago con marcada preferencia para *P. truncatus* como su presa. Su habilidad para reproducirse también se ha probado en dos especies de *Dinoderus*, en *S. oryzae*, *R. dominica* y *T. castaneum*. Sin embargo en experimentos comparativos confirmaron que *P. truncatus* es el hospedero preferido de *T. nigrescens* (Rees, 1987; 1991; Lelivelt y Laborius, 1990; Pöschko *et al.*, 1992b).

Hinton (1945) identificó sólo a 14 especies de esta familia relacionadas con productos almacenados. Existe evidencia que *T. nigrescens* solamente es encontrada en América Central (Costa Rica) y en México (Böye, 1988; Rees *et al.*, 1990). La primera descripción de *T. nigrescens* fue hecha por Lewis en 1891.

T. nigrescens pertenece al Orden Coleoptera y a la familia Histeridae, donde existen alrededor de 3,700 especies que sólo miden unos cuantos milímetros de tamaño. El adulto de *T. nigrescens* mide 2.3 mm de longitud (Böye, 1988; Leliveldt, 1990).

Los adultos de la familia Histeridae pueden vivir de 2 a 3 años y reproducirse varias veces (Jacobs y Renner, 1988). Lo anterior se puede aplicar a *T. nigrescens* ya que en experimentos de gran duración los adultos sobrepasaron los 20 meses de edad. Estos insectos se pudieron reproducir después de los 16.5 meses de edad (Pöschko *et al.*, 1992a).

Las investigaciones iniciales en el desarrollo del ciclo de vida de *T. nigrescens* fueron realizadas por Rees (1985), quien usó a *P. truncatus* en maíz como medio de cultivo para el depredador, el cual duró 8 semanas (56 días) desde huevecillo a imago a 26°C de temperatura y 70% de humedad relativa. Leliveldt (1990) observó un ciclo menor de 50 días para *T. nigrescens* a 30°C y 75% de humedad relativa.

Los huevecillos son relativamente grandes (1.1 mm x 0.5 mm.) y son depositados individualmente en el sustrato. La larva de 2 a 3 mm de longitud emerge a los 7 días de edad a 26°C (Rees, 1985). La etapa larvaria dura 26 días (Leliveldt, 1990).

Según refiere Hinton (1945), todas las especies de la familia Histeridae tienen tres estados larvarios, sin embargo, Rees (1985) y Leliveldt (1990) encontraron que en *T. nigrescens* existen sólo dos etapas larvarias, basándose en la cápsula cefálica de la larva. La cutícula de las larvas de la familia Histeridae es normalmente de color blanco lechoso y solamente la cabeza y el área dorsal son de color parduzco y poseen un exoesqueleto firme. Rees (1985) observó que la larva construye una cámara pupal de 1.0 a 1.2 cm de longitud dentro de un grano de maíz que ya ha sido previamente dañado. La etapa de pupa dura de 17 a 18 días a 30°C (Leliveldt y Laborius, 1990).

Control Biológico de *Prostephanus truncatus* Usando *Teretriusoma nigrescens*

T. nigrescens está bien adaptado a los hábitats y hábitos de *P. truncatus*. Su cuerpo tiene casi las mismas dimensiones que la plaga; los adultos de *T. nigrescens* pueden perseguir a *P. truncatus* en los agujeros de barrenación sin dificultad. Sus patas anteriores presentan tibias anchas y en zigzag que son usadas para excavar y empujar el

polvo hacia afuera de los túneles. Las larvas son ágiles y también pueden moverse bien dentro de los túneles para alcanzar la presa (Pöschko, 1994).

T. nigrescens es capaz de buscar específicamente a su presa. La feromona de agregación secretada por el bostríquido *P. truncatus* para atraer a machos y hembras y para determinación del sexo, puede ser percibida por *T. nigrescens* (Böye *et al.*, 1992, Schulz y Laborius, 1987; Rees *et al.*, 1990). Durante las investigaciones realizadas en ambientes naturales en México (Rees *et al.*, 1990) y en almacenes de maíz en Costa Rica (Böye, 1988), *T. nigrescens* sólo se observó en conexión con *P. truncatus*.

En estudios de laboratorio sobre el comportamiento de este depredador, se encontró evidencia que confirma que la larva de *T. nigrescens* se alimenta de huevecillos, larvas y adultos de *P. truncatus*. De acuerdo a Leliveldt (1990), un adulto de *T. nigrescens* se alimenta de un promedio de 5.7 huevecillos ó 4.9 larvas de *P. truncatus* por día. Rees (1985) definió un promedio de 1.7 larvas por día consumidas de *P. truncatus*. En el mismo período, la larva del depredador se alimentó de más de 3.5 larvas de *P. truncatus*. De acuerdo a lo anterior, una larva de *T. nigrescens* requiere de más de 60 larvas de *P. truncatus* para completar su desarrollo hasta adulto. Según Böye (1988), un adulto de *T. nigrescens* mata un promedio de 1.1 larvas de *P. truncatus* en 24 horas y la larva del depredador elimina un promedio de 4.3 presas.

En experimentos posteriores, se encontraron resultados prometedores a la pregunta de si realmente *T. nigrescens* pudiese suprimir la población de *P. truncatus*. Rees (1985) colocó adultos de *T. nigrescens* y *P. truncatus* en una relación de 1:10 en recipientes con maíz a granel; encontrando que el número de adultos de *P. truncatus* se redujo después de 8 semanas y se incrementó 10 veces de su número original en el testigo sin la presencia de *T. nigrescens*. Posteriormente, Leliveldt (1990), observó un incremento en la habilidad depredadora de *T. nigrescens* a 30°C en comparación con 26°C sobre *P. truncatus* en granos de maíz.

En Togo, África, se obtuvieron buenos resultados de control en pequeños almacenes de maíz en un período de almacenamiento de 9 meses (Helbig, 1993; Helbig, *et al.*, 1992). *T. nigrescens* redujo a un 46.5% el número de adultos de *P. truncatus* y una reducción del daño al grano en 42%, en comparación con el control. La población de *T. nigrescens* incrementó de 67 a 876 individuos en 100 mazorcas.

El Manejo Integrado de Plagas

Las prácticas de manejo de plagas son tan antiguas como la agricultura misma. Desde un principio el hombre ha intentado proteger sus cosechas contra el ataque de insectos, animales nocivos y enfermedades, entre otros. A pesar de ello, las pérdidas provocadas por estos organismos perjudiciales siguen siendo muy altas en todo el mundo. Esta situación es particularmente grave en los países en desarrollo, en los cuales las pérdidas de cosechas contribuyen considerablemente a la escasez de alimentos para la población (Daxl *et al.*, 1994).

Para muchos agricultores, el control químico de plagas representa un medio eficaz y en general económico para reducir las pérdidas de cosechas. Sin embargo, el empleo de plaguicidas químicos conlleva numerosos riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Para enfrentar este reto se ha desarrollado el enfoque de manejo integrado de plagas, como un elemento integrante de una estrategia agrícola compatible con la preservación del medio ambiente (Daxl *et al.*, 1994).

Diversos autores e instituciones han elaborado estrategias de manejo integrado de plagas. Todos ellos definen su objetivo de forma más o menos concreta y priorizan diferentes métodos alternativos. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha formulado una definición del manejo integrado de plagas que es reconocida y utilizada ampliamente en el ámbito mundial. El manejo integrado de plagas es una metodología que emplea todos los procedimientos aceptables desde el punto de vista económico, ecológico y toxicológico para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico, aprovechando, en la mayor medida posible, los factores naturales que limitan la propagación de dichos organismos (Kenmore, 1987).

Frisbie define el manejo integrado de plagas de la siguiente manera: Es un enfoque ecológico abarcador del control de organismos dañinos, en el cual se aplican diversas medidas adecuadas que constituyen un sistema global. Se basa en un conocimiento preciso de los ciclos de vida de dichos organismos y de sus relaciones con el crecimiento de las plantas huéspedes, a fin de intervenir con medidas idóneas en el sistema de producción (Daxl *et al.*, 1994).

Para alcanzar la mayor eficiencia posible debe partirse de umbrales económicos realistas, para determinar si es necesario implementar medidas activas de control. Al mismo tiempo, debe hacerse todo lo posible por proteger y preservar los antagonistas naturales existentes, tales como depredadores, parásitos y patógenos de los organismos perjudiciales.

Si es necesario tomar medidas de control directo (por ejemplo, aplicación de plaguicidas, liberación de enemigos naturales o de virus que atacan a determinadas plagas), éstas se aplicarán en la forma más selectiva posible y sólo cuando su aplicación esté justificada desde el punto de vista económico y ecológico (Daxl *et al.*, 1994).

Ubicación Geográfica del Estado de Sonora

El estado de Sonora está situado en la parte noroeste de la República Mexicana, colinda al norte con Estados Unidos de América; al este con Chihuahua y Sinaloa; al sur con Sinaloa y el Golfo de California y al oeste con el Golfo de California y Baja California. Tiene una extensión territorial de 184,932 km², representando el 9.2% de la superficie del país. Las coordenadas geográficas de este estado son: Al norte 32° 29', al sur 26° 14' de latitud norte; al este 108° 26', al oeste 115° 02' de longitud oeste (INEGI, 1995).

Climatología del Estado de Sonora

Aproximadamente en 95% del territorio sonorense los climas son muy secos, secos y semisecos; se caracterizan por su alta temperatura y escasa precipitación. Esto se debe a la ubicación del estado dentro de la faja subtropical de alta presión, donde se originan las calmas tropicales, que consisten en vientos descendentes frescos y secos los cuales no producen condensación en su seno (INEGI, 2000).

Climas muy secos

Estos tipos de climas, también llamados desérticos, abarcan cerca del 46% de la superficie de Sonora, y se caracterizan por su precipitación inferior a los 400 mm al año y su temperatura media anual de 18° a 26°C; son considerados muy

extremosos, ya que su oscilación térmica, es decir, la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la del más frío, es mayor a 14°C. Se distribuyen en una extensa franja del terreno paralela a la costa, que va desde el límite con Sinaloa, ensanchándose en el norte hasta la porción noroccidental, en la frontera con los Estados Unidos de América. Esta zona tiene una altitud variable, que comprende el nivel del mar a 800 m en las estribaciones de la Sierra Madre; pero en general la constituyen terrenos llanos con algunas prominencias. Los climas en esta región, con base a su temperatura, van de los cálidos en el sur, a los semicálidos en el noroeste (INEGI, 2000).

Muy seco cálido con lluvias en verano. Influye en la zona costera, del centro hacia el sur, y comprende más o menos 12% del territorio estatal. En el centro se distribuye en Hermosillo, Miguel Alemán y El Triunfo, así como una mínima porción al suroeste de Caborca. Hacia el sur, por Guaymas, Empalme y Huatabampo, prevalece el mismo clima (INEGI, 2000).

Muy seco cálido con lluvias de invierno. La porción sonorenses donde las lluvias se concentran en el invierno comprende la ciudad de San Luis Río Colorado y sus proximidades, que representan apenas 1% de la entidad (INEGI, 2000).

Muy seco semicálido con lluvias en verano. Comprende el 33% del territorio sonorenses. Del suroeste y sureste de San Luis Río Colorado y el sureste de Sonoita, en la frontera con Estados Unidos de América, se extiende hacia el sur hasta las inmediaciones de Carbó, Hermosillo y Miguel Alemán, incluyendo a Altar, Caborca, Pitiquito, Trincheras y Benjamín Hill (INEGI, 2000).

Climas Secos

Los climas secos influyen en los terrenos situados al este de los que presentan climas muy secos, ocupan cerca de 20% de la entidad y se extienden en una franja orientada noroeste-suroeste, con prolongaciones hacia las zonas montañosas. También comprenden las tierras localizadas entre Agua Prieta, Villa Hidalgo y Bavispe. La altitud de estas áreas varía de 600 a 1400 m, pero dominan los menores a 1000 m. Con respecto a su temperatura media anual, se dividen en cálidos (con valores de 22°C en adelante), los cuáles se distribuyen del centro hacia el sur del

estado; semicálidos (entre 18° y 22°C) del centro hacia el norte y templados (entre 12° y 18°C), en el noreste (INEGI, 2000).

Seco cálido con lluvias de verano. La zona más extensa y continua con este clima se localiza en el sur, desde los alrededores de la sierra San Francisco, continuándose por la presa Álvaro Obregón, hasta las inmediaciones del arroyo Mátape. Otros terrenos que incluye, están situados en la franja de ambas márgenes del Río Sonora y en los entornos de la presa Plutarco Elías Calles, que en conjunto representan el 7% de la superficie sonorenses (INEGI, 2000).

Seco semicálido con lluvias de verano. Se distribuye del norte al centro, esto es, de los alrededores del Sasabe a Rayón, Arizpe, La Colorada y el sur de San José de Pimas, así como la presa La Angostura y a lo largo del río Moctezuma, Cumpas y Tepache; abarca 11% del área sonorenses (INEGI, 2000).

Seco templado con lluvias de verano. Comprende alrededor del 2% del estado, influye en el área de los poblados de Naco, Agua Prieta y Fronteras, así como al oriente de la sierra Ojos Azules y en la sierra El Humo, cuya altitud varía entre 1000 y 1800 m (INEGI, 2000).

Climas semisecos

En amplias áreas del norte y centro este de la entidad (aproximadamente en 28%) los climas son de este tipo, pero se prolongan hacia el sur, más allá de la colindancia con Sinaloa. Sus temperaturas medias anuales van de 12° a más de 22°C y su precipitación total al año es del orden de 400 a 700 mm. Son considerados climas de transición entre los secos y los templados, y en función de su temperatura se dividen en: cálidos, semicálidos y templados (INEGI, 2000).

Semisecos cálido con lluvias en verano. Se distribuye en una franja que abarca alrededor de 3% de la superficie estatal, en la cual las altitudes van de 100 a 600 m, y se extienden de sur a norte, desde el límite con Sinaloa (por el río Álamos) hasta las inmediaciones de Tezocoma. Incluye los poblados de Movas, Onavas, Tonochi, Soyopa, Sahuaripa y Bacanora (INEGI, 2000).

Semiseco semicálido con lluvias en verano. Se distribuye en un 12% de los terrenos que integran a Sonora. Influye en la porción centro-este, entre los paralelos

28 y 31 grados de latitud norte. Incluye las poblaciones de Nacozari, Mazatán, Nacori Chico, Bacerac, Bacadéhuachi y Huásabas (INEGI, 2000).

Semiseco templado con lluvias en verano. Comprende aproximadamente 13% de la superficie estatal; abarca de la frontera con Estado Unidos de América hasta el paralelo 19 grados de latitud norte, en el área de Nogales, Cananea, Bacanuchi y Bacoachi (INEGI, 2000).

Climas templados

Las áreas de clima templado (4% de la entidad) se localizan en la porción oriental, en los límites con Chihuahua, donde la altitud varía entre 1000 y 2000 m. Abarcan, de sur norte, desde la sierra de San Luis hasta la sierra Serruchito. Con base en su grado de humedad se presentan: el templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad; templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media; y templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad_(INEGI, 2000).

Climas semifríos

Se distribuyen también en la porción oriental de Sonora, pero de los 2000 a 2600 m de altitud. La temperatura media anual que los distingue comprende un intervalo de 5° a 12°C, y la temperatura del mes más frío se encuentra en un rango de -3° a 18°C. El área que abarcan es reducida (0.2%) y corresponden al semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (INEGI, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área Geográfica del Proyecto

Este estudio se llevó a cabo en dos regiones del Estado de Sonora, México: la primera región corresponde a localidades donde se desarrolla la agricultura y el almacenamiento de granos en forma comercial y la otra región corresponde a localidades rurales o serranas de agricultura en pequeña escala. Estas regiones fueron escogidas por sus diferencias climáticas, geográficas y condiciones ecológicas, pero también por conveniencia de accesibilidad.

La región comercial se dividió en norte y sur. La región comercial norte, comprende las localidades de Altar, Caborca, Hermosillo y Guaymas. Mientras que la región comercial sur comprende a Vicam, Ciudad Obregón, Navojoa, Etchojoa y Huatabampo (Figura 1).

En la región comercial, se almacenan granos a gran escala, en diferentes tipos de almacenes, como son: Silos de concreto, silos metálicos, almacenes de concreto, de ladrillo, de lámina, almacenes semi-hundidos y almacenes a la intemperie, entre otros. El método de almacenamiento usado es a granel o suelto y en algunos granos se utiliza el almacenamiento en costales o recipientes.

La región rural comprendió las localidades de Cumpas, Moctezuma y Soyopa. Las primeras dos localidades están situadas hacia el noreste de Hermosillo y la última situada al sureste de Hermosillo (Figura 1). En estas tres localidades, el almacenamiento de granos (maíz principalmente) se realiza en pequeña escala, utilizándose principalmente trojes rústicas, construidas de diferentes materiales vegetales nativos de cada región.

Muestras

Trampas

Se llevaron a cabo 12 períodos de trampeos, de enero a diciembre de 1996 para cada una de las localidades de la región comercial y rural. El número de empresas

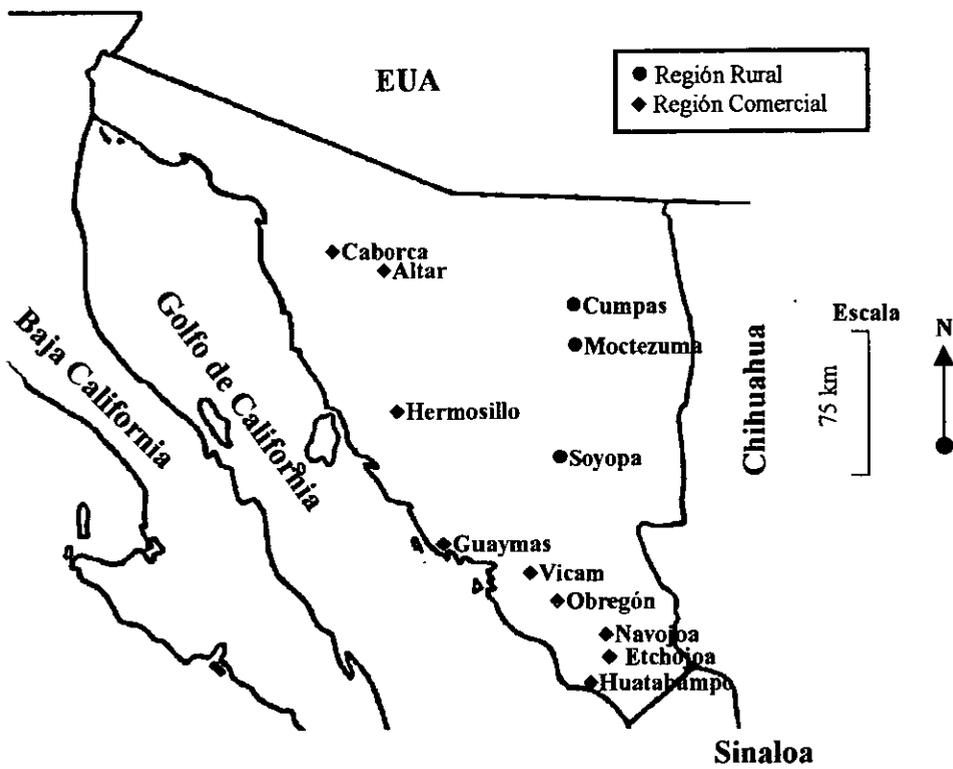


Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades muestreadas en el estado de Sonora.

almacenadoras de granos donde se colocaron trampas fueron: Región comercial norte, que comprendió las localidades de Caborca, Altar, Hermosillo y Guaymas con tres, una, tres y una empresa, respectivamente. En esta región se colocaron 24 trampas al año por cada empresa, con un total de 168 trampas (Tabla 1).

La región comercial sur, comprendió las localidades de Vicam con dos empresas; Cd. Obregón con cuatro; Navojoa con tres; Etchojoa con una y Huatabampo con dos empresas almacenadoras, colocándose también 24 trampas por empresa y un total de 288 trampas anuales para esta región (Tabla 1). La cantidad de empresas dependió de la disponibilidad del almacenamiento comercial que se tiene en cada localidad.

La región rural comprendió las localidades de Cumpas, Moctezuma y Soyopa y el número de trampas que se colocaron mensualmente fue de nueve, diez y seis respectivamente, con un total de 300 trampas en el año (Tabla 1). Las trampas se ubicaron en áreas de vegetación natural y cercanas a cada localidad, aproximadamente a 2 km de distancia y la separación entre cada una de las trampas fue de 500 metros.

Muestreos de grano

Al finalizar cada uno de los trampeos en la región comercial, se hicieron muestreos del grano de maíz que estaba almacenado en los diferentes tipos de almacenes, utilizando para ello diversos tipos de muestreadores de tipo alvéolos de 10 y 12 aberturas para obtener muestras representativas de 3 a 4 kg. Este grano fue depositado en bolsas plásticas, previamente etiquetadas y transportadas al laboratorio para su posterior análisis. Las muestras fueron homogeneizadas y divididas en un divisor Boerner para obtener una muestra final de 1 kg. El muestreo y análisis realizados, se hicieron de acuerdo a las reglas internacionales de análisis de semillas (ISTA, 1996).

En las trojes u otras formas de almacenamiento (botes, cajas, cuartos rústicos, sacos, entre otros) que se encontraron en las tres localidades rurales, se colectaron seis mazorcas de maíz mensualmente en forma aleatoria y fueron colocadas también en bolsas plásticas etiquetadas.

Tabla 1. Sitios de colocación y número de trampas con feromonas en las localidades de tres regiones del estado de Sonora durante 12 meses.

Regiones	Sitios de Colocación	No. de Trampas
Rural		300
Cumpas	Hábitat natural	108
Moctezuma	Hábitat natural	120
Soyopa	Hábitat natural	72
Comercial		
Norte		168
Altar	Boruconsa	24
Caborca	SERANOR	24
	Boruconsa	24
Hermosillo	SERANOR 1	24
	SERANOR 2	24
	Boruconsa	24
Guaymas	SERANOR	24
Sur		288
Vicam	SERANOR	24
	Granera del Noroeste	24
Obregón	Granera del Noroeste	24
	Boruconsa	24
	SERANOR	24
Navojoa	Unión Cajeme	24
	Almacenadora Ucamayo	24
	Almacenadora Navojoa	24
Etchojoa	SERANOR	24
	Boruconsa	24
Huatabampo	SERANOR	24
	Granera del Noroeste	24
Total		756

Colecta de Ramas

En las localidades rurales se recolectaron mensualmente ramas caídas de árboles y arbustos con presencia de perforaciones hechas por insectos, en una área circular de 10 m de radio de la ubicación de las trampas. Estas ramas se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas y se transportaron hacia el laboratorio, donde se cortaron con una sierra manual en trozos de 10 cm de largo y puestas en frascos de vidrio con tapa de malla metálica. Posteriormente, estos frascos se colocaron en incubadoras a una temperatura de 27°C y 65% de humedad relativa con el fin de detectar la posible presencia de insectos de *P. truncatus*.

Diseño de Trampas

Se utilizaron trampas aéreas adhesivas, de las cuales existen varios modelos que se producen comercialmente. En este caso se utilizó una trampa tipo delta, de la compañía Agriscence, Estados Unidos, la cual presenta buena cobertura y calidad del adhesivo y de fácil manejo. Esta trampa mide 20.5 cm de largo, 15 cm de altura y 10 cm de base, presentando adhesivo en toda la parte interna. Las trampas se colocaron limpias de polvo y otras impurezas al iniciarse el trampeo.

En las regiones comerciales se colocaron dos trampas por cada almacén al mes y la altura de su colocación fue de 2 m ya que es la altura promedio de vuelo de esta especie (GASGA, 1993). La separación entre las trampas fue de 200 m y se colocaron en dirección de los vientos dominantes.

En las regiones rurales, las trampas se colocaron en la vegetación natural cerca de cada localidad a una distancia entre trampas de 500 m y a los lados de los caminos de acceso, siendo la altura de colocación también de 2 m.

Feromonas

Para esta investigación se utilizaron feromonas de agregación específicas para *P. truncatus*: trunc-call 1, cuya fórmula química es: 1-metietil(E)-2-metil-2-pentenoato y trunc-call 2, siendo su fórmula química: 1-metiletil(E)-2, (E)-4-2, 4-dimetil-2-

heptadienoato, en una cantidad de 2 mg de una mezcla 1:1 y con un peso igual del antioxidante: 2,6-di-ter-butil-4-metil-fenol por cada vial. Se utilizó la mezcla de ambas feromonas porque son mas atractivas para *P. truncatus* que utilizarlas en forma individual (Dendy *et al.*, 1989; Rees *et al.*, 1990).

El tiempo probable de liberación es de 4 a 6 semanas a temperatura ambiente y la cantidad de feromona liberada por unidad de tiempo debe ser lo suficientemente grande para atraer a los insectos de lugares distantes, pero también lo suficientemente pequeña para evitar una posible repelencia (Leos, 1992).

Liberadores

El liberador que se usó para colocar las feromonas, es una cápsula cilíndrica de polietileno transparente con tapón, el cual mide 4 cm de largo y 8 mm de diámetro. Estos liberadores son de emisión lenta, puesto que deben de funcionar por un largo tiempo. Los liberadores con las feromonas se mantuvieron a temperatura de congelación para evitar la pérdida de feromonas antes de su exposición.

Recolección de Trampas

Las trampas se recogieron mensualmente, colocándose cada una de ellas en una bolsa de plástico y se reemplazaron por trampas y feromonas nuevas, dejándose en el mismo lugar de donde se retiraron las anteriores. Las trampas recolectadas se trasladaron al laboratorio de Entomología de la Universidad de Sonora para su registro y conteo de insectos capturados.

Una vez que se retiraron los insectos de las trampas, éstos se colocaron en cajas Petri, las cuáles fueron etiquetadas por localidad, número del muestreo y de trampa. Posteriormente, los insectos fueron sometidos a un lavado con xileno, $C_6H_4(CH_3)_2$, al 98.9% de ingrediente activo, con el fin de eliminar el adhesivo sin dañar al insecto, facilitando así el conteo e identificación de los mismos.

Identificación de los Insectos

Para la identificación de las especies de insectos recolectados en las trampas, se emplearon las claves taxonómicas de: Haines, 1991; Gornman, 1987; Hinton y Corbet, 1985.

Sexado de *Prostephanus truncatus*

Esta determinación se realizó en cada uno de los individuos del barrenador mayor capturados en las trampas. La técnica utilizada es la propuesta por Shires y McCarthy (1976), la cual se basa en la diferencia de tamaño y altura de los tubérculos clipeales; esta última es la más notable. Esta estructura es más grande en las hembras que en los machos, en aproximadamente un 63%. Así mismo la distancia entre los tubérculos es mayor y la anchura de la cabezuela del tubérculo es también más prominente en las hembras.

Antes de iniciar esta determinación, la técnica de Shires y McCarthy, se corroboró con la revisión de los genitales de los individuos de ambos sexos, resultando adecuada para llevarla a cabo. Para esta revisión y para la observación de los tubérculos clipeales, se utilizó un estereoscopio Carl Zeiss con 40 aumentos.

Datos Climatológicos y Geográficos

Se obtuvieron datos climatológicos promedios mensuales de todas las localidades involucradas en este estudio. Estos datos son: temperatura máxima, mínima y media y precipitación. También se presentan datos geográficos, como son la altitud y latitud. Esta información fue proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1997).

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se usó un muestreo estratificado bi-etápico con 2 estratos: Localidades con almacenamiento comercial y localidades rurales con vegetación natural. Dentro de cada

estrato se seleccionaron muestras al azar, con un número de muestras proporcional al tamaño del estrato.

Las trampas con feromonas que se colocaron por fuera de los almacenes tuvieron una distribución al azar, restringida por las características de la altura de las trampas y alejadas de las puertas de acceso de los almacenes.

Los factores utilizados fueron: regiones (2), localidades (12) y estaciones (4) y los factores cruzados. Las localidades estudiadas fueron: Cumpas, Moctezuma, Soyopa, Altar, Caborca, Hermosillo, Guaymas, Vicam, Cd. Obregón, Navojoa, Etchojoa y Huatabampo. Las localidades de Guaymas y Etchojoa no fueron incluidas en el análisis estadístico ya que presentaron muy pocos insectos y afectaban a las demás localidades.

Las estaciones del año que abarcó este estudio fueron cuatro y para cada estación se consideró la climatología imperante en el Estado de Sonora. La estación de primavera, incluye los meses de marzo, abril y mayo; verano a los meses de junio, julio y agosto; otoño, los meses de septiembre, octubre y noviembre; invierno, los meses de diciembre, enero y febrero.

De acuerdo a los datos, se planteó el siguiente modelo:

$$Y = \mu + R + L(R) + E + E \times R + E \times L(R)$$

Donde, R = Región, L = Localidad y E = Estación

Este modelo permite ver si hay efecto de la región, de la localidad, de la estación y de los factores cruzados, sobre los insectos estudiados.

Las variables de respuesta fueron: a) el número de insectos de *Prostephanus truncatus* y b) el número de insectos de *Teretriosoma nigrescens*.

Los datos obtenidos de los muestreos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) a un nivel de significancia del 95% y a una prueba de comparación de medias de Duncan. Además, se realizó un análisis de correlación entre las condiciones climatológicas y características geográficas con el número de insectos capturados de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens*.

Los análisis fueron realizadas empleando el programa estadístico computarizado SAS (1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró significancia en los factores: regiones, localidades, estaciones y la interacción localidades por estaciones en cuanto a la captura de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens*. Con esa base, se procedió a su análisis de manera individual, estudiándose por regiones y localidades.

Región Rural

En las localidades de Moctezuma y Cumpas, se registra por segunda ocasión la presencia del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* y su depredador *Teretriosoma nigrescens*, siendo durante el verano de 1993 cuando se reportaron por primera vez (Wong, 1993). En la localidad rural de Soyopa se reportan por vez primera a estas dos especies en este trabajo.

En esta región se detectó la presencia de *Prostephanus truncatus* en 194 trampas con un 66% de trampas positivas y a su depredador *Teretriosoma nigrescens* se le encontró en el 63% de las trampas (Tabla 2).

La captura de estas especies fue notable por el número de trampas, ya que en los transectos hechos en la región central de México por Ríos, durante 1989 y 1990, obtuvo un 83% de trampas con la presencia de *P. truncatus* y solamente 40% de las trampas con *T. nigrescens*, siendo la captura de esta última de manera irregular (Ríos, 1991).

En la Figura 2, se aprecian los valores totales de ambas especies de insectos capturados en las tres localidades que conforman la región rural, observándose una gran diferencia numérica de *P. truncatus* en Cumpas con 57 insectos, Moctezuma con 1,270 insectos y Soyopa con 1,025 insectos.

La captura total de *T. nigrescens* fue también mayor en Moctezuma con 543 insectos, a diferencia de Cumpas que se colectaron 136 y en Soyopa con 397 insectos respectivamente (Figura 2).

Tabla 2. Número y porcentaje de trampas positivas con *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* en la región rural y comercial de Sonora.

Región	<i>P. truncatus</i>		<i>T. nigrescens</i>	
	Trampas positivas	Positivas %	Trampas positivas	Positivas %
Rural	194	66	183	63
Comercial	154	38	195	48
Total	348	50	378	54

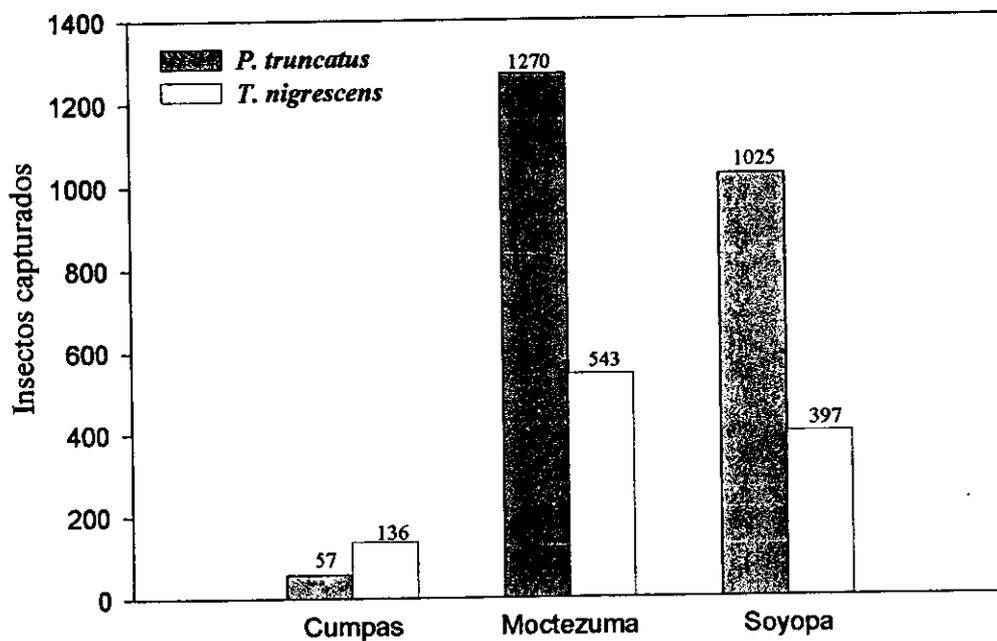


Figura 2. Número total de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en tres localidades de la región rural de Sonora.

En las tres localidades de esta región rural no se encontró al insecto *P. truncatus* y ninguna evidencia de daño en las mazorcas de maíz que se recolectaron en las trojes. El insecto comúnmente encontrado fue la palomilla dorada del maíz, *Sitotroga cerealella* y en menor proporción al picudo del maíz, *Sitophilus zeamais*. El depredador *T. nigrescens* tampoco fue encontrado en el maíz.

Los pequeños agricultores de estas localidades no reconocen a este insecto que esté infestando u ocasionando daños al maíz almacenado; sin embargo, en las trampas colocadas cerca de las trojes sí se capturó a *P. truncatus* y a su depredador, por lo que se sugiere que el barrenador mayor se está reproduciendo y desarrollando en los ambientes naturales circundantes, aunque a la fecha se desconoce el lugar exacto donde vive este insecto en Sonora.

En la colecta de ramas caídas de árboles y arbustos circundantes a las trampas, no se encontraron insectos de *P. truncatus*, ni de su depredador *T. nigrescens*. Se encontraron dos especies de la familia Bostrichidae y una especie de la familia Cerambycidae.

Los parámetros que se evaluaron fueron la incidencia de insectos de *P. truncatus* y *T. nigrescens* en las trampas y durante las cuatro estaciones del año, la fluctuación poblacional mensual, la proporción entre ambos insectos y la proporción de sexos de *P. truncatus*. Los resultados obtenidos para cada localidad de esta región rural, se describen a continuación:

Cumpas

Incidencia de insectos. En esta región se detectó la presencia del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* y su depredador *Teretriosoma nigrescens* en el 32 y 49%, respectivamente de las trampas que se colocaron en el año (Tabla 3).

Las estaciones del año donde hubo mayor presencia de *P. truncatus* fueron durante la primavera e invierno con 41 y 37% de trampas positivas, mientras que el mayor número de *T. nigrescens* fue durante la primavera y el verano con 63 y 61%, respectivamente; sin embargo, no hubo diferencia significativa ($P < 0.5$) entre las estaciones para las dos especies de insectos (Tabla 4).

Fluctuación poblacional. En la Figura 3, se muestra el número promedio mensual y el error estándar de ambos insectos capturados en las trampas con feromonas

Tabla 3. Número y porcentaje de trampas positivas con *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* en las localidades de la región rural de Sonora.

Localidades	<i>P. truncatus</i>		<i>T. nigrescens</i>	
	Trampas positivas	Positivas %	Trampas positivas	Positivas %
Cumpas	34	32	53	49
Moctezuma	110	91	83	69
Soyopa	56	78	53	74
Total	201	67	189	63

Tabla 4. Porcentaje de trampas positivas de *Prostephanus truncatus* (*Pt*) y *Teretriosoma nigrescens* (*Tn*) durante las estaciones en las localidades de la región rural de Sonora¹.

Estaciones	Cumpas		Moctezuma		Soyopa	
	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>
Primavera	41a	63a	100a	93a	83a	78a
Verano	28a	61a	89a	89a	100a	96a
Otoño	18a	29a	100a	40b	100a	89a
Invierno	37a	30a	80a	40b	33b	33b

¹ Columnas marcadas con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

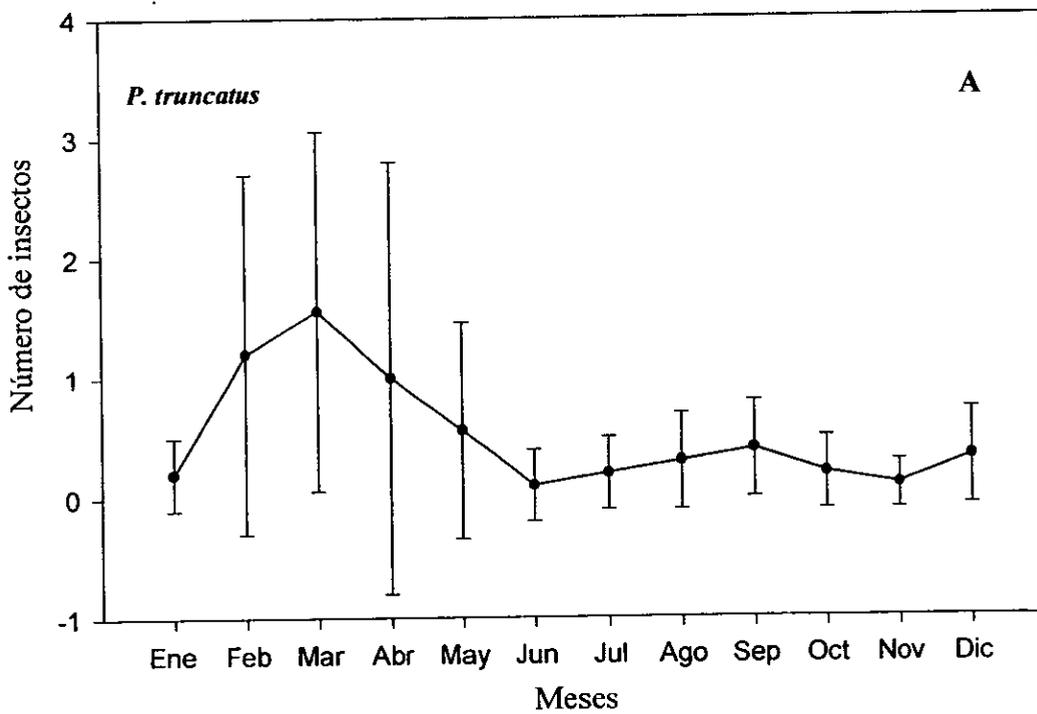
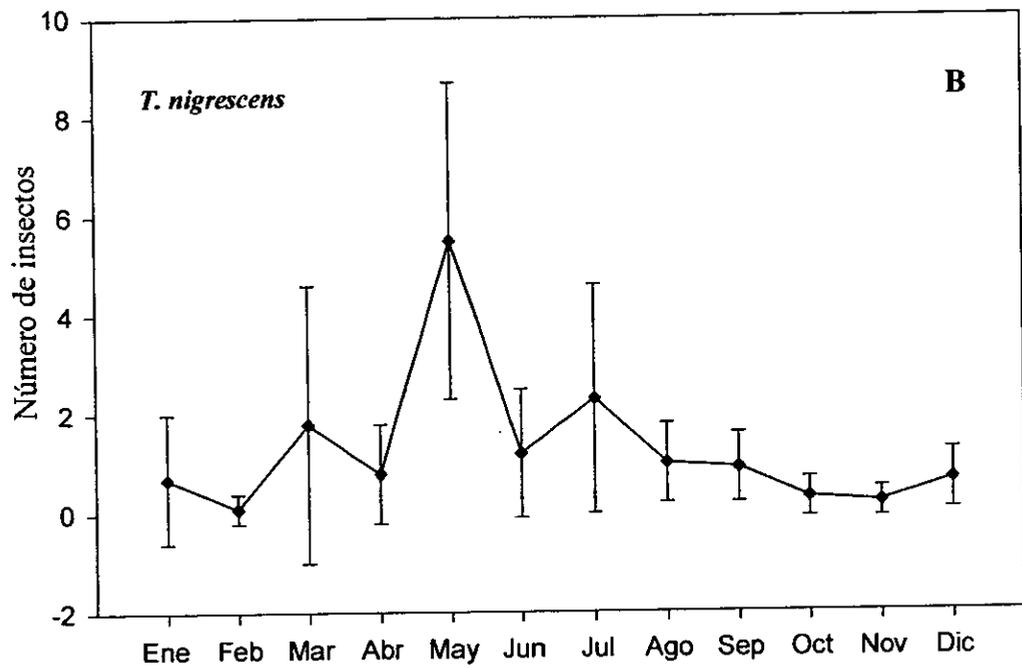


Figura 3. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en Cumpas.

en Cumpas. El número de individuos de *P. truncatus* se fue incrementando durante los primeros tres meses, observándose el pico más alto en el mes de marzo con 1.56 insectos, pero la captura disminuyó en los siguientes dos meses y continuó con valores menores de uno (Figura 3A). Al comparar la media anual de *P. truncatus* de las tres localidades de la región rural, se observa que Cumpas fue diferente ($P < 0.05$) de Moctezuma y Soyopa y además, la localidad de menor captura de la región rural con un promedio de 4.75 insectos (Figura 4).

T. nigrescens se encontró en todos los muestreos, variando su número en cada uno de ellos. Su fluctuación mensual fue algo indefinida, siendo en el mes de mayo donde se observa el pico más alto con 5.6 insectos y disminuyó su captura en los últimos meses del año (Figura 3B). El promedio anual de captura fue de 11.58 insectos, que es estadísticamente igual a las otras localidades de la región rural (Figura 4).

Resulta interesante que en esta localidad, la población del depredador sea tan alta en comparación con su presa, una de las causas de esta diferencia tan marcada podría ser que el tipo de vegetación y la escasez del sustrato (s) donde este insecto se esté desarrollando y se relacionen con la baja cantidad de estos individuos.

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. En la mayoría de los muestreos, el número de depredadores fue mayor que el de los barrenadores, a excepción de los meses de febrero y abril. La relación anual fue de 1:2.4, como se muestra en la Tabla 5. Solamente en esta localidad de la región rural se presentó esta relación, ya que en las otras dos localidades la proporción fue inversa.

Proporción de sexos de *P. truncatus*. En la Tabla 5, se observa el porcentaje de hembras por cada mes para esta localidad, la cual fue de 72% anual. Sin embargo, en algunos meses este porcentaje fue de 100% de hembras, por lo que se sugiere que este efecto es causado por la feromona utilizada, donde la atracción es mayor para las hembras.

Moctezuma

Incidencia de insectos. La presencia de insectos en las trampas de esta localidad fue 91% para *P. truncatus* y 69% para *T. nigrescens* en el año (Tabla 3). En Moctezuma se registra el porcentaje más alto de trampas positivas con *P. truncatus* y

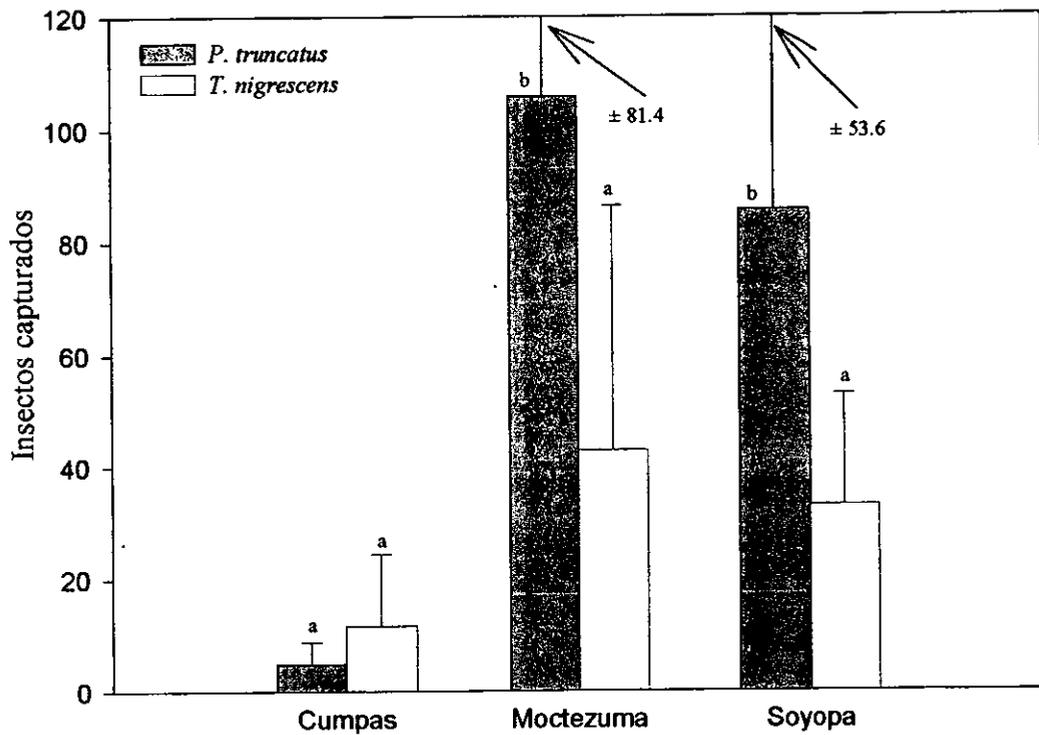


Figura 4. Media (\pm EE) del número de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en localidades de la región rural durante un año. Las columnas marcadas con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Tabla 5. Proporción de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* (Pt:Tn) y porcentaje de hembras de *P. truncatus* en las localidades de la región rural.

Meses	Cumpas		Moctezuma		Soyopa	
	Pt:Tn	Hembras (%)	Pt:Tn	Hembras (%)	Pt:Tn	Hembras (%)
Enero	1:3	100	6.7:1	75	-	-
Febrero	11:1	73	15:1	77	-	-
Marzo	1:1.1	64	3:1	16	1:1.5	75
Abril	1.3:1	67	2.4:1	84	2.4:1	78
Mayo	1:10	60	1.1:1	66	2.6:1	33
Junio	1:8	100	2.5:1	74	2.8:1	37
Julio	1:10	100	1.9:1	34	2.7:1	74
Agosto	1:3	50	2.4:1	76	3.2:1	83
Septiembre	1:2	75	3.6:1	65	2.9:1	78
Octubre	1:5	100	6.5:1	69	3.0:1	79
Noviembre	1:2	100	8.7:1	83	2.4:1	82
Diciembre	1:2	50	3.6:1	72	2.3:1	80
Total	1:2.4	72	2.3:1	75	2.6:1	80

el número mayor de insectos capturados de todas las localidades estudiadas en el estado de Sonora.

La totalidad de las trampas recolectadas durante las estaciones de primavera y el otoño, presentaron insectos de *P. truncatus*, mientras que durante el verano e invierno se recolectaron estos insectos en el 89 y 80% de las trampas, respectivamente (Tabla 4); sin embargo, no se observa diferencia significativa entre las estaciones ($P < 0.05$).

T. nigrescens se detectó positivamente en el 93 y 89% de las trampas durante la primavera y verano, observándose que no se encontró diferencia entre estas estaciones. Sin embargo, sí existió diferencia con las estaciones de otoño e invierno ya que solamente se encontró la presencia de este insecto en el 40% en las estaciones de otoño e invierno (Tabla 4).

Fluctuación poblacional. El número promedio de *P. truncatus* capturados en Moctezuma fue el más alto de todas las localidades estudiadas, detectándose en los meses de marzo, abril y julio los picos más altos con 23.7, 24.4 y 26.6 insectos, respectivamente (Figura 5A). Se observa un incremento en los primeros cuatro meses, disminuyendo en los meses de mayo y junio, hasta el mes de julio en donde se incrementó su captura para decrecer fuertemente en los últimos meses del año con valores promedio de tres insectos.

En esta localidad, el número promedio anual de *P. truncatus* fue de 105.8 individuos, la mayor cantidad de insectos capturados en la región rural, pero significativamente igual ($P < 0.05$) a la cantidad de insectos de Soyopa y diferentes a la localidad de Cumpas (Figura 4).

La captura de *T. nigrescens* fue muy baja durante los meses de enero y febrero con 0.6 y 0.5 insectos; se incrementó a partir del mes de marzo con 7.2 insectos y continuaron altas hasta el mes de julio, donde se capturó el mayor número con 12.8 insectos. En el resto de los meses del año la captura fue muy baja, destacando los meses de noviembre y diciembre con 0.4 y 0.7 insectos promedio (Figura 5B). El promedio anual de este insecto en Moctezuma fue el mayor de la región rural con 42.75 insectos (Figura 4), pero significativamente igual ($P < 0.05$) que las otras dos localidades con 11.58 insectos en Cumpas y 32.91 insectos en Soyopa.

La figura 5 muestra una gráfica típica de relación presa-depredador, en la que al incrementarse la presa le sigue un incremento del depredador. Es decir, el depredador sí

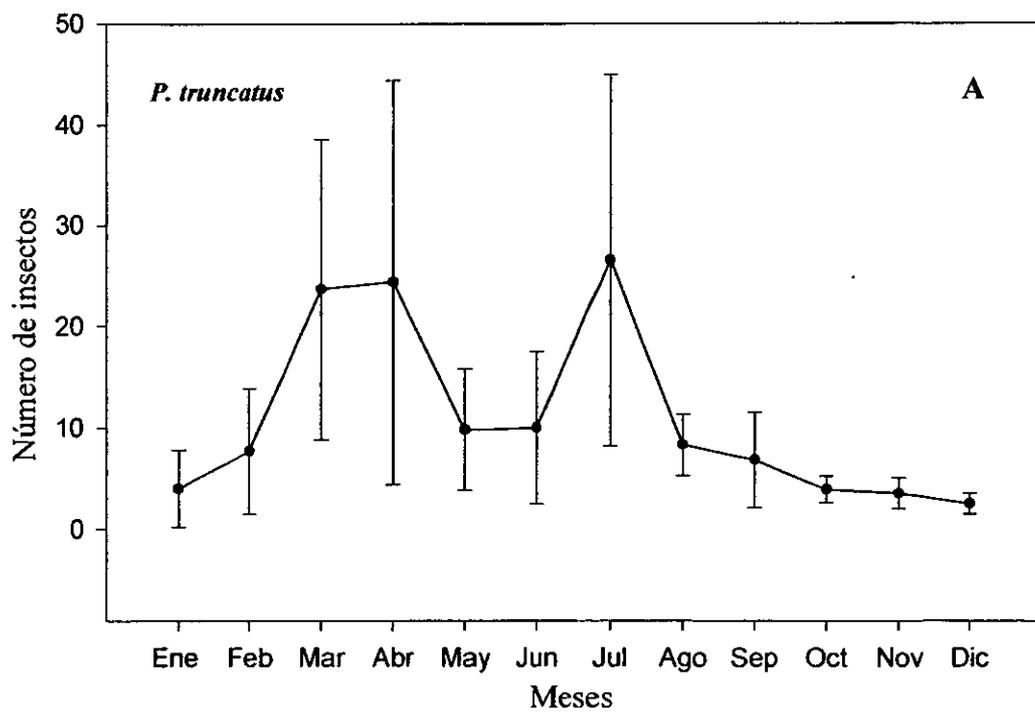
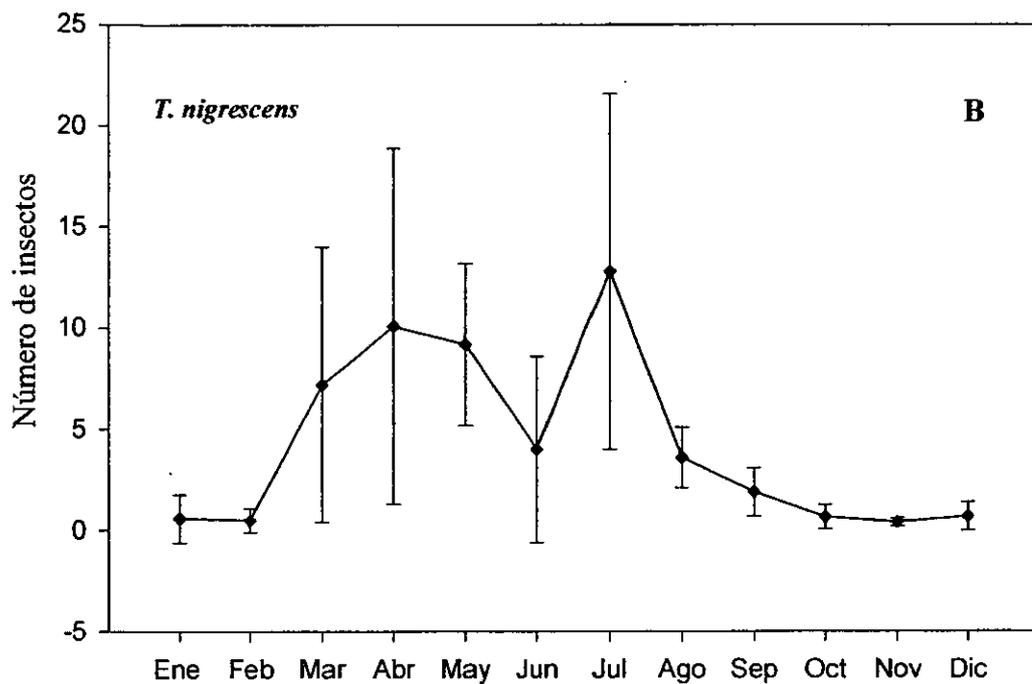


Figura 5. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosa nigrescens* capturados en Moctezuma.

depende de la presa, pero también puede verse que la disminución en la población de la presa hace disminuir inmediatamente a la población del depredador, al grado que fácilmente puede volverse a incrementar la presa. En este caso, no parece eficiente el depredador para controlar la presa.

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. La población de *P. truncatus* siempre resultó mayor que *T. nigrescens* en cada uno de los meses del año. La proporción media anual entre presa y depredador fue de 2.3:1 (Tabla 5).

Proporción de sexos. El porcentaje de hembras capturadas en esta localidad fue de 75% (Tabla 5), con valores similares a Cumpas, con 72% de hembras y 80% de hembras en Soyopa.

Soyopa

Incidencia de insectos. En esta localidad rural situada en las orillas del Río Yaqui, *P. truncatus* se encontró en el 78% de las trampas que se colocaron (Tabla 3), mientras que *T. nigrescens* se detectó en el 74% de las trampas. En cuanto a las estaciones de primavera, verano y otoño, *P. truncatus* se encontró en el 83, 100 y 100% de las trampas, respectivamente. No se encontró diferencia entre estas estaciones, pero su presencia declinó fuertemente durante el invierno, con 33% de trampas positivas y significativamente diferente ($P < 0.05$) con las otras estaciones del año (Tabla 4).

T. nigrescens, se presentó en las mismas estaciones que su presa pero en un menor porcentaje de trampas. Las estaciones de primavera (78%), verano (96%) y otoño (89%) no mostraron diferencia entre ellas; sin embargo, existe diferencia ($P < 0.05$) con la estación de invierno que presentó una captura del 33% (Tabla 4).

Fluctuación poblacional. En los primeros dos meses no se detectaron barrenadores, encontrándose éstos a partir del mes de marzo y durante el mes de abril, la captura de este insecto se incrementó notablemente y se continuó durante el resto del año, pero en menor cantidad. Las mayores capturas fueron durante los meses de mayo con 29.7 y noviembre con 26 insectos, respectivamente (Figura 6A). De acuerdo con la Figura 4, el promedio anual de este insecto en la localidad de Soyopa fue de 85.58, formando un mismo grupo con la localidad de Moctezuma con 103.40, pero diferente ($P < 0.05$) al promedio de captura de Cumpas.

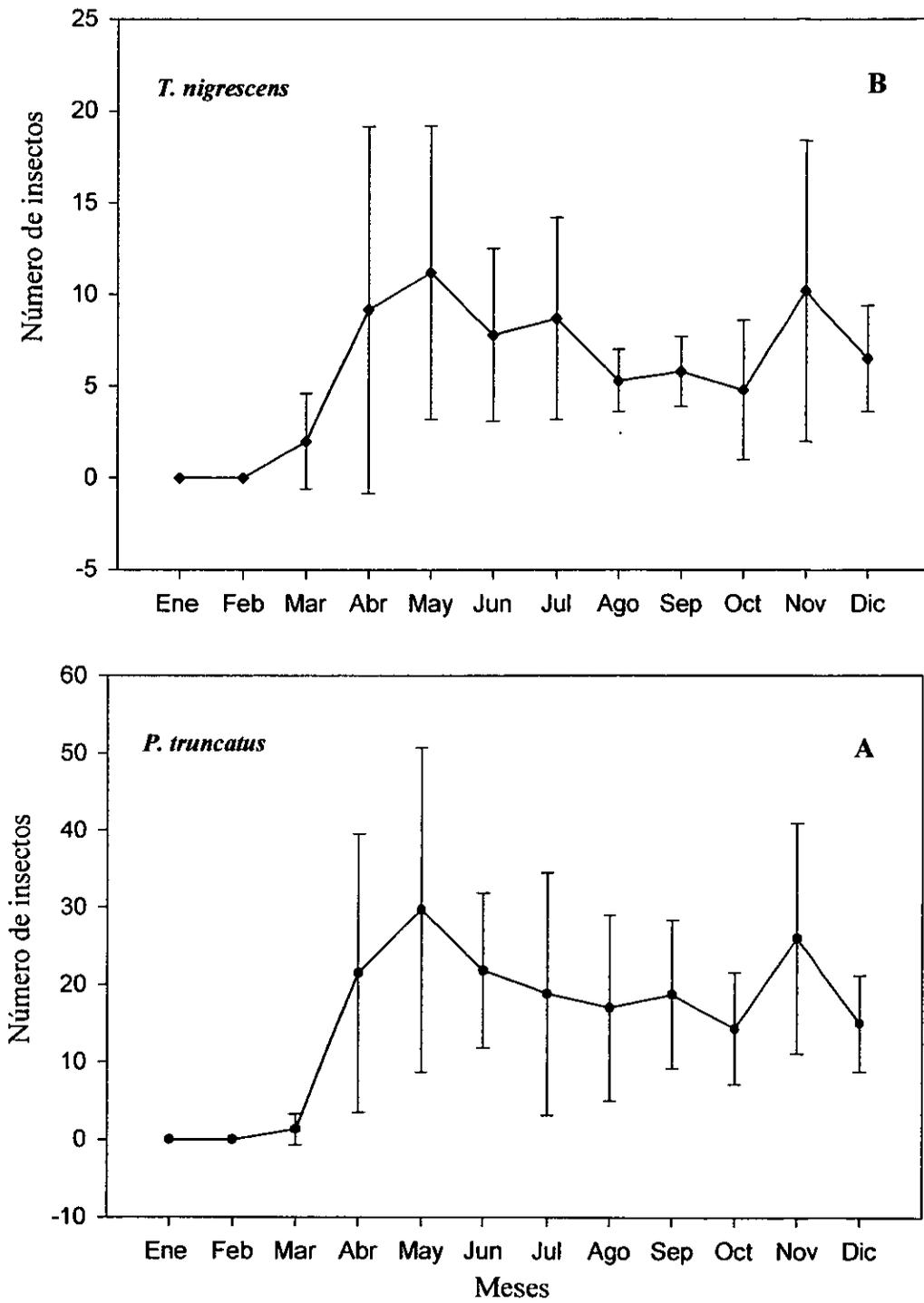


Figura 6. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en Soyopa.

La tendencia mensual de la fluctuación del depredador resultó similar que la del barrenador; sin embargo, el número de individuos de *T. nigrescens* siempre es menor. En este caso, las mayores capturas son también durante los meses de mayo y noviembre con 11.2 y 10.2 insectos, respectivamente (Figura 6B). Al igual que en Moctezuma, en esta localidad el depredador sigue el mismo ritmo de fluctuación que la presa pero siempre en cantidades menores, no existiendo diferencia en los promedios de captura con las otras dos localidades (Figura 4).

¿En qué forma responden los depredadores al incremento en la densidad de la población de su presa? Krebs (1985), menciona que las posibles respuestas son: 1) una respuesta numérica cuando aumenta la densidad de los depredadores y 2) una respuesta funcional cuando se modifica el consumo de la presa por cada depredador. Cada especie de depredador posee una respuesta funcional y numérica en función del incremento de la densidad de la presa. En un sistema sencillo en el que el número de depredadores está limitado por la abundancia de la presa, la respuesta numérica guardará relación estrecha con la funcional. Sin embargo, en caso de que la abundancia del depredador dependa de otros factores, quizá surja la respuesta funcional pero no la numérica. Esto significa que la población de *P. truncatus* va a estar condicionada por la población de su depredador que en este caso es *T. nigrescens*, pero siempre y cuando el depredador sea eficiente y haga disminuir a la población de la presa.

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. Con excepción del mes de marzo (Tabla 5), los insectos barrenadores capturados superaron por mucho a los depredadores, con una proporción final de 2.6:1.

Proporción de sexos. En la Tabla 5 se aprecian los porcentajes de sexo de *P. truncatus* para cada mes, encontrándose un total de 80% de hembras en esta localidad.

En dos trampeos con feromonas realizados por Scholz *et al.*, (1997, 1998) en Benin, África, encontraron también una gran proporción de hembras, 64 y 67%, respectivamente, cuando éstas se estaban dispersando en el campo después de estar en cultivos de laboratorio con una relación de 1:1. Todas las hembras habían sido apareadas, por lo que estos autores sugieren que las hembras pueden actuar como colonizadoras independientes de los machos.

En esta localidad de Soyopa así como en Moctezuma, se observa claramente una desmedida población de barrenadores contra una menor de depredadores, por lo

que estas poblaciones de *P. truncatus* encontradas en las localidades de la región rural, presentan un buen índice de reproducción y por lo tanto demuestra una mejor garantía de sobrevivencia, indicando también que en estas localidades puede albergar altas cantidades de *P. truncatus* y su depredador. Esto sugiere que existe una mayor estabilidad y equilibrio ecológico entre presa y depredador en el caso de Moctezuma y Soyopa y que hay algún factor que favorece al depredador en Cumpas y ese factor podría ser que existan otras presas que use el depredador para su alimentación.

Estrategia de Manejo de *P. truncatus* en la Región Rural

De acuerdo a la información obtenida en este trabajo, se sugiere una estrategia para el manejo de *P. truncatus*, solamente si esta especie llega a infestar al maíz y se considere como una plaga en esta región. Esta estrategia se describe a continuación.

En las localidades de la región rural de Sonora, los sistemas de producción agrícola dependen de las necesidades del ganado, ya que la actividad pecuaria constituye la base de la economía regional, lo que origina que el agricultor se dedique a la explotación de especies forrajeras o cultivos básicos que produzcan esquilmos.

La mayoría de los productores en la región practica una agricultura tradicional debido al poco conocimiento de nuevas técnicas de producción, por lo cual los rendimientos que se obtienen en los diferentes cultivos aún son bajos. En esta región, el maíz es el principal cultivo del ciclo de verano, conocido también como de "aguas". Tradicionalmente es utilizado para consumo en fresco o elote, como forraje en verde y para obtener grano para autoconsumo.

Las principales limitantes de este cultivo en la región son: poca disponibilidad de variedades de mayor rendimiento que la regional o criollo y nula o escasa fertilización. La cosecha se inicia cuando la mazorca está despegándose de las hojas que la cubren. La forma más común es la manual sobre las plantas en pie. Después de la cosecha del grano, se cortan las plantas de la parte más cercana al suelo para formar montones llamados "tercios" para la alimentación del ganado.

Las mazorcas de maíz son almacenadas de varias formas en la propia casa-habitación, en cuartos donde guardan la herramienta de labranza, así como en recipientes metálicos de 200 litros, cajas de madera o en costales de diferentes

materiales. Otro tipo de almacén rústico usado es la "troje", la cual se utiliza para guardar y secar mazorcas. Este tipo de graneros familiares construidos a un costado de la casa, son de forma rectangular y generalmente con plataforma elevada a un metro del nivel del suelo. El material de construcción es carrizo, ocotillo y como soporte, troncos de mezquite u otros medios disponibles en cada región; su capacidad de almacenamiento es de aproximadamente media tonelada.

Bajo el tradicional método de cultivo, el maíz se siembra en la "milpa" al inicio de las lluvias, durante el mes de junio. La maduración es en octubre y noviembre y es dejado en el sitio para que se seque y la cosecha es entre noviembre y diciembre. El almacenamiento empieza típicamente en el mes de diciembre y enero y la duración de las mazorcas en la troje es aproximadamente de seis meses, dependiendo de la cantidad cosechada y de las necesidades familiares.

En Moctezuma, durante estos meses existe un peligro potencial de infestación epidémica de *P. truncatus* en ambiente rural (campo-almacén rural). Se sugiere entre enero y febrero, que es el tiempo de maduración de las mazorcas, hacer aplicaciones de productos químicos (insecticidas piretroides) sobre las mazorcas. En los siguientes meses, revisar periódicamente las bodegas rurales o familiares para observar la posible presencia de poblaciones de *P. truncatus* y su efecto con el insecticida aplicado. Durante los meses de mayo y junio se deja que el control biológico de su depredador, *T. nigrescens*, actúe.

En el doceavo mes, buscar métodos de inducción o de inundación de población depredadora para que actúe en los subsecuentes meses y abatan la población de la plaga potencial de *P. truncatus*.

En la localidad de Cumpas, durante los meses de inicio del almacenamiento del maíz (enero-febrero), se observa un peligro de infestación moderada de *P. truncatus* ya que solamente en estos meses la población de esta especie es más alta que su depredador. Se sugiere que el maíz no se deje demasiado tiempo en el campo para el secado, porque podría ocasionar una infestación y que se realice una aplicación de un producto químico cuando se inicie el almacenamiento del grano. A partir del mes de abril y en los siguientes meses, se permite que actúe el depredador, ya que sus poblaciones son altas en comparación con su presa.

En la localidad de Soyopa, el peligro de infestación al maíz empieza desde marzo y continúa latente en el resto del año. En este caso también se recomienda aplicar un insecticida durante el mes de febrero para proteger al maíz almacenado en los próximos meses, ya que la acción del depredador sería leve por su baja población registrada en la mayor parte del año.

Región Comercial

En trampas con feromonas colocadas cerca de los almacenes de granos en las localidades de la región comercial (a excepción de Guaymas), se detecta por primera vez al barrenador mayor de los granos, *Prostephanus truncatus* y también a su depredador *Teretriosoma nigrescens*, que se le encontró en todas las localidades incluyendo a Guaymas. El descubrimiento del barrenador mayor de los granos en regiones agrícolas comerciales tiene implicaciones importantes, ya que esta plaga potencial puede llegar a infestar a los grandes volúmenes de grano y principalmente al maíz blanco que se almacena en grandes centros de acopio del Estado de Sonora.

Sin embargo, en los muestreos del grano de maíz almacenado en diferentes empresas y almacenes comerciales, no se detectó la presencia ni daños ocasionados por *P. truncatus*. Las personas responsables de realizar los análisis físicos de los granos, desconocen la presencia de este insecto en los almacenes.

Los principales insectos que se encontraron en estos muestreos fueron: *Sitophilus zeamais* y *Rhyzopertha dominica* como insectos primarios y *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis* y *Cryptolestes* spp. como insectos secundarios.

Del total de trampas distribuidas en la región comercial, se capturó a *P. truncatus* en el 38% de las trampas y a *T. nigrescens* en el 48% de las mismas (Tabla 2).

Región comercial norte

En la Figura 7, se muestra el número total de ambas especies de insectos capturados para las cuatro localidades de la región comercial norte, donde se observan capturas muy bajas de *P. truncatus* para las ciudades de Altar con 4 insectos, Caborca

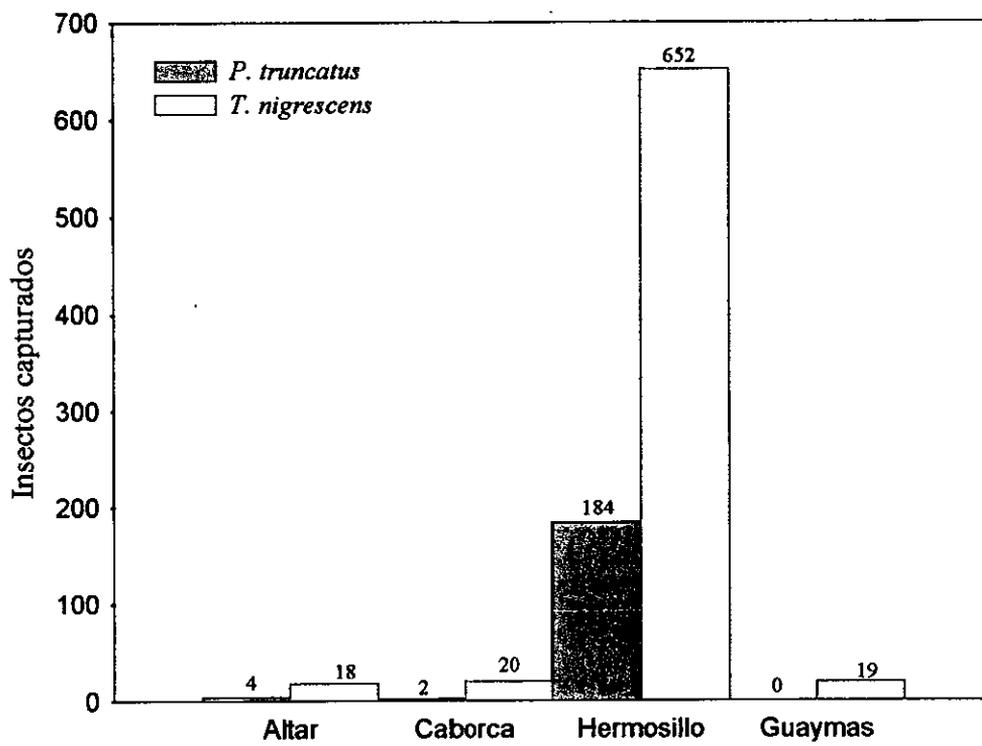


Figura 7. Número total de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en cuatro localidades de la región comercial norte de Sonora.

con 2 insectos y Guaymas con ninguna captura, mientras que en Hermosillo los valores son más altos con 184 individuos.

Para el caso de *T. nigrescens*, los valores de captura fueron más altos que para *P. truncatus*, destacando Hermosillo con 652 insectos capturados y con una menor cantidad las localidades de Altar con 18 insectos, Caborca con 20 insectos y Guaymas con 19 insectos totales (Figura 7).

En todos los casos, el número de insectos barrenadores es menor que el número de insectos depredadores de la especie *T. nigrescens*.

Los resultados obtenidos para cada localidad de esta región, se muestran a continuación.

Altar

Incidencia de insectos. En esta localidad situada en el desierto de Sonora, en noroeste del estado, se detectó la presencia de *P. truncatus* solamente en el 8% de las trampas aéreas que se colocaron durante doce meses, mientras que su depredador *T. nigrescens* se localizó en el 25% de las mismas trampas (Tabla 6).

Ambas especies se capturaron únicamente durante la primavera y el verano. *P. truncatus* se detectó en el 17 y 13% respectivamente de las trampas de estas dos estaciones, mientras que *T. nigrescens* se encontró en 33 y 50% de las trampas de las mismas estaciones; sin embargo, no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las estaciones (Tabla 7). Es importante mencionar que *P. truncatus* y *T. nigrescens* no se detectaron durante el otoño e invierno.

Fluctuación poblacional. Solamente se capturaron insectos de *P. truncatus* durante los meses de marzo con un promedio de un individuo y durante junio y julio con 0.5 individuos promedio mensual (Figura 8A). En el caso del depredador, éste se encontró en cantidades ligeramente mayores que las del barrenador y es a partir del mes de abril hasta agosto, con promedios de 1 a 2 insectos; el resto del año no hubo capturas (Figura 8B).

Al analizar y comparar estadísticamente las medias anuales de *P. truncatus* en Altar (0.33) con las otras dos localidades de la región comercial norte, se observa que no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) con Caborca (0.16). Sin embargo si existió diferencia con la localidad de Hermosillo la cual presentó el mayor promedio de captura

Tabla 6. Número y porcentaje de trampas positivas con *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* en las localidades de la región comercial norte de Sonora.

Localidades	<i>P. truncatus</i>		<i>T. nigrescens</i>	
	Trampas positivas	Positivas %	Trampas positivas	Positivas %
Altar	2	8	6	25
Caborca	2	4	11	23
Hermosillo	54	75	59	82
Total	58	40	76	53

Tabla 7. Porcentaje de trampas positivas de *Prostephanus truncatus* (*Pt*) y *Teretriosoma nigrescens* (*Tn*) durante las estaciones en las localidades de la región comercial norte de Sonora¹.

Estaciones	Altar		Caborca		Hermosillo	
	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>
Primavera	17a	33a	17a	17a	72a	100a
Verano	13a	50a	0a	25a	88a	96a
Otoño	0a	0a	0a	38a	67a	67b
Invierno	0a	0a	0a	17a	56a	56b

¹ Columnas marcadas con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

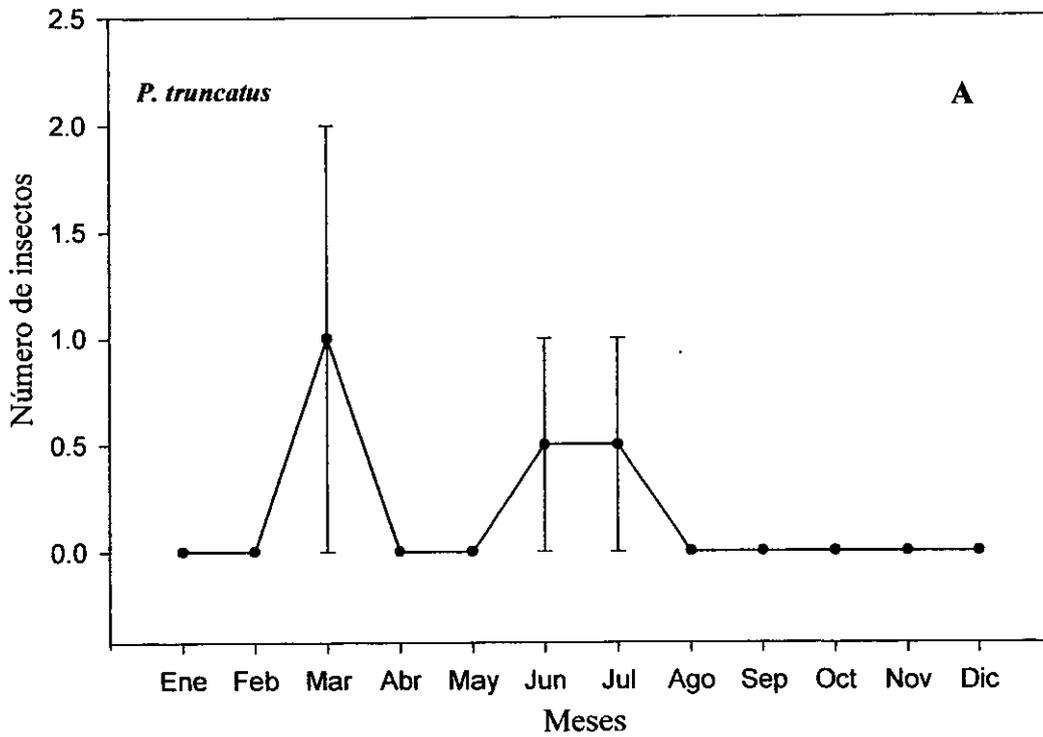
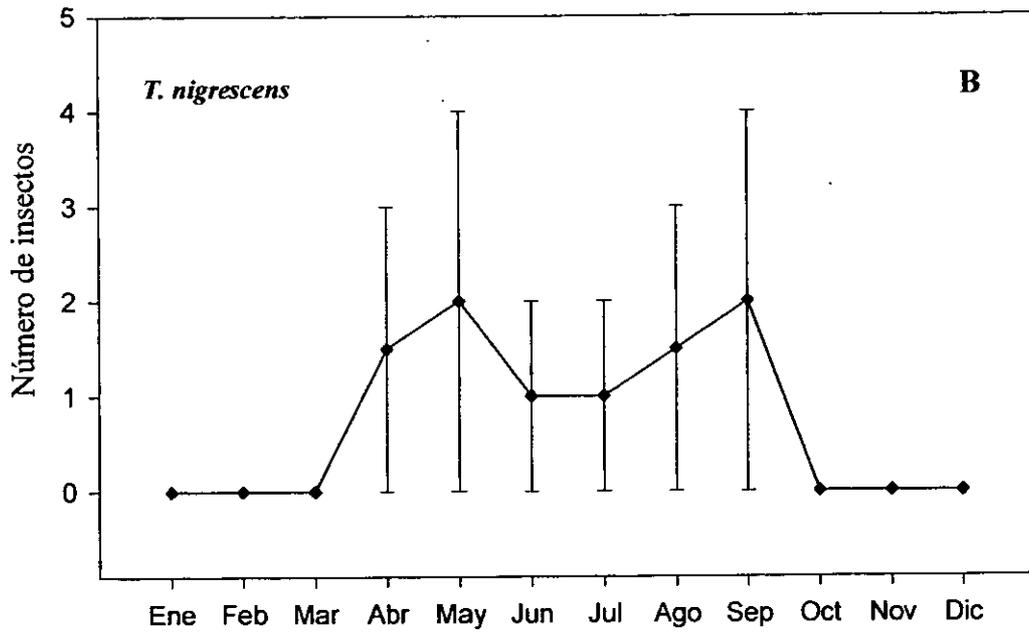


Figura 8. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en Altar.

de insectos con 15.11 (Figura 9). El promedio anual de *T. nigrescens* para Altar fue de 1.5 insectos, no observándose diferencia con la captura promedio de Caborca con 1.6 insectos, pero sí existió diferencia significativa ($P < 0.05$) con Hermosillo ya que el promedio anual fue elevado, con 54.3 insectos capturados (Figura 9).

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. La relación de insectos barrenadores resultó ser menor que la de depredadores en la mayoría de los meses donde se detectaron a estos insectos, a excepción del mes de marzo, donde sólo se capturaron dos insectos de *P. truncatus*. La proporción anual de presa-depredador fue 1:4.5 (Tabla 8).

Se sugiere que en Altar, la población de *P. truncatus* está controlada por el depredador, lo que puede significar que la plaga potencial del barrenador mayor de los granos, no tiene oportunidad de ocupar el nicho ecológico maíz, lo que concuerda con las respuestas presa-depredador establecidos por Krebs (1985). Tal vez la localidad de Altar sea un buen lugar para almacenar grano de maíz, no solamente en bodega sino a la intemperie.

Proporción de sexos. En esta localidad solamente se detectaron 4 individuos de *P. truncatus* y resultaron ser hembras (Tabla 8).

Caborca

Incidencia de insectos. En esta ciudad, *P. truncatus* se detectó solamente en el 4% del total de las trampas (Tabla 6) y específicamente durante la primavera (Tabla 7), mientras que el depredador se presentó en el 23% de las trampas (Tabla 6), detectándose en todas las estaciones del año, pero con bajos porcentajes de captura, no encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las cuatro estaciones para ambos insectos (Tabla 7).

Fluctuación poblacional. *P. truncatus* solamente se capturó durante los meses de abril y mayo con una media de 0.25 insectos por cada mes (Figura 10A). Los insectos de *T. nigrescens* se detectaron a partir del mes de mayo con 0.5 insectos y se siguieron capturando en bajas cantidades en los siguientes cuatro meses. Durante noviembre y diciembre se capturó el mayor número con una media de un insecto por mes (Figura 10B).

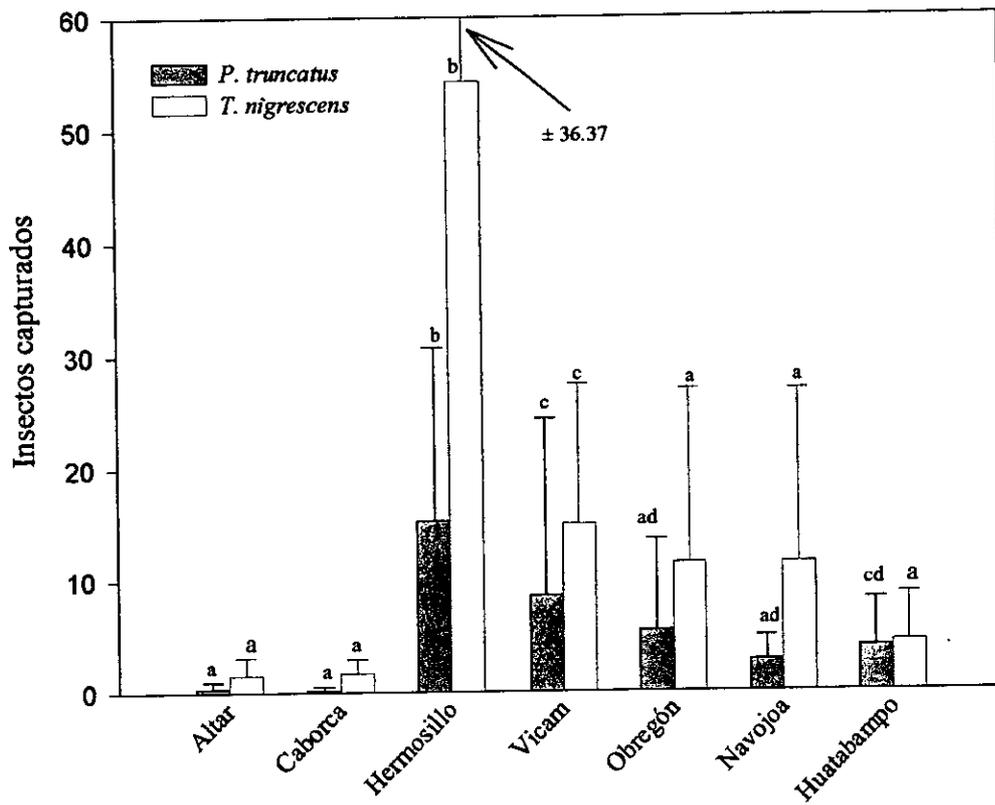


Figura 9. Media (\pm EE) del número de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en localidades de la región comercial durante un año. Las columnas marcadas con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Tabla 8. Proporción de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* (Pt:Tn) y porcentaje de hembras de *P. truncatus* en las localidades de la región comercial norte.

Meses	Altar		Caborca		Hermosillo	
	Pt:Tn	Hembras (%)	Pt:Tn	Hembras (%)	Pt:Tn	Hembras (%)
Enero	-	-	-	-	1:0	100
Febrero	-	-	-	-	1:2.5	74
Marzo	2:0	100	-	-	1:6.3	100
Abril	0:3	-	1:3	100	1:2.8	67
Mayo	0:4	-	1:2	100	1:8.6	82
Junio	1:2	100	0:2	-	1:9	70
Julio	1:2	100	0:1	-	1:5.3	69
Agosto	0:3	-	0:2	-	1:5.1	67
Septiembre	0:4	-	0:1	-	1:4.8	64
Octubre	-	-	0:3	-	1:4	78
Noviembre	-	-	0:4	-	1:1.5	75
Diciembre	-	-	0:2	-	1.2:1	73
Total	1:4.5	100	1:10	100	1:3.3	72

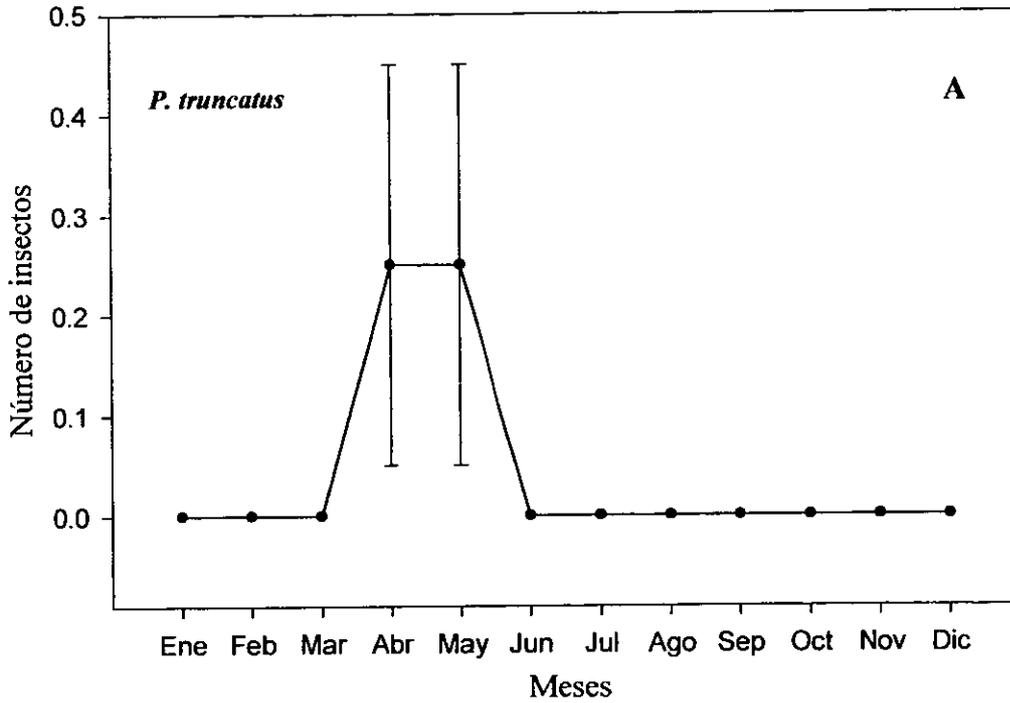
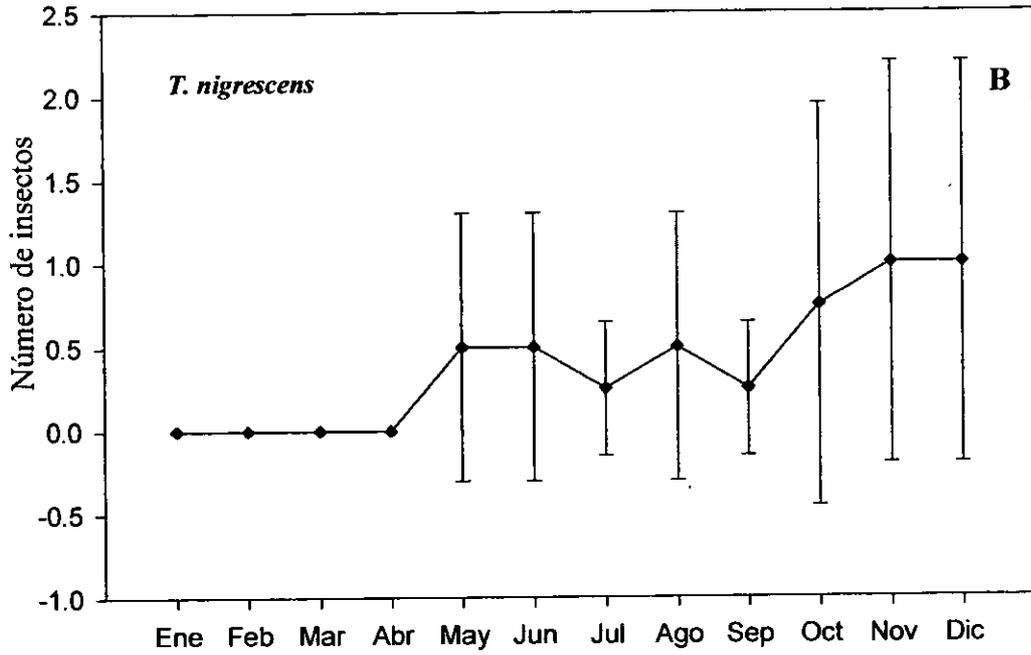


Figura 10. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosa nigrescens* capturados en Caborca.

En la Figura 9, se muestra la comparación de medias de las dos especies en Caborca, donde *P. truncatus* tuvo una captura media de 0.16 insectos y *T. nigrescens* un promedio de 0.91, encontrándose diferencia significativa entre las medias de Hermosillo; sin embargo, no muestra diferencia con Altar dentro de la región comercial norte.

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. Esta proporción se presentó con una gran diferencia, ya que la población del depredador superó ampliamente a la población del barrenador en todos los meses que se realizaron los trampeos. La proporción final fue de 1:10 (Tabla 8).

Proporción de sexos. Los dos únicos individuos de *P. truncatus* que se capturaron en el transcurso del año, fueron hembras (Tabla 8).

En esta localidad de Caborca se presenta la misma situación que en Altar; escasa población de ambos insectos, pero siempre dominando el depredador y viene por consecuencia la pregunta: ¿De qué se alimentará en estas zonas el depredador?. Una de las respuestas sería que se está alimentando de otras especies de insectos como los del Orden Coleoptera, ya que *T. nigrescens* no es un depredador específico de *P. truncatus* (Rees, 1987).

Estudios realizados por Pöschko (1994), muestran que *T. nigrescens* se reprodujo regularmente en cinco crías experimentales de un total de 19 crías de especies del Orden Coleoptera, incluyendo una subespecie. Las cinco especies-presas, incluyen a *Rhyzopertha dominica*, *Dinoderus porcellus* Lesne de la familia Bostrichidae; a *Sitophilus oryzae* L., de la familia Curculionidae; *Oryzaephilus surinamensis* L., de la familia Cucujidae y *Typhaea stercorea* L., de la familia Micetophagidae. En el resto de las especies, el grado de multiplicación de *T. nigrescens* fue nulo o muy bajo. Sin embargo, cuando las crías de estas especies fueron mezcladas con individuos de *P. truncatus*, el crecimiento de la población del depredador fue muy aceptable.

Se puede asumir que *T. nigrescens* en crías de laboratorio, primeramente acepta individuos de *P. truncatus* como presas; aparte de eso, este depredador se alimenta de huevecillos y larvas de otras especies de plagas en la presencia de su presa preferida. *T. nigrescens* se reproduce bien en una diversidad de especies de gorgojos. Si la densidad del depredador en el almacén llega a ser demasiado grande, provocaría una elevada competencia por el alimento; el adulto de *T. nigrescens* emigrará para buscar otro

almacén de maíz infestado por la presa que prefiere que es *P. truncatus*, con la ayuda del efecto de la propia feromona de *P. truncatus*, actuando en este caso como kairomona. De esta manera se asume que el control biológico de *P. truncatus* será exitoso y resultará en una reducción en el daño del maíz almacenado.

Hermosillo

Incidencia de insectos. En esta ciudad capital de Sonora, *P. truncatus* se capturó en el 75% de las trampas colocadas (Tabla 6). La presencia de este insecto se observó en todas las estaciones del año; la mayor detección fue durante la primavera y verano con 72 y 88%, mientras que durante el otoño e invierno se detectó el 67% de trampas positivas, respectivamente de insectos barrenadores, sin embargo no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las estaciones (Tabla 7).

T. nigrescens se presentó en el 82% de las trampas (Tabla 6) y también en las mismas estaciones que se presentó el barrenador pero con valores más altos. Destaca la estación de primavera donde el depredador se presentó en el 100% de las trampas y durante el verano con 96%, no existe diferencia entre estas estaciones; durante el otoño e invierno con el 67 y 56 % de trampas positivas, respectivamente, mostrando que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las últimas estaciones con las primeras estaciones (Tabla 7).

Fluctuación poblacional. La fluctuación de *P. truncatus* durante 12 meses fue variable. La captura durante enero fue escasa con 0.16 insectos; tuvo un repunte en el siguiente mes con 3.3 insectos de promedio y volvió a bajar durante marzo. A partir de abril, el promedio de capturas fue aumentando para bajar en noviembre con 0.7 y alcanzar el pico más alto en el mes de diciembre con 10.3 insectos (Figura 11A).

Para el caso de *T. nigrescens*, la tendencia general fue muy similar a la del barrenador pero en cantidades más elevadas en la mayoría de los meses, donde destacan los meses de mayo con promedios de 15.8 insectos, junio con 15.2, julio con 14, agosto con 15.3 y septiembre con 17.8 insectos capturados. Sin embargo, durante el mes de enero no se detectaron insectos (Figura 11B).

La comparación de medias revela que en Hermosillo (Figura 9), ambas especies por separado fueron significativamente ($P < 0.05$) mayores con 15.33 insectos de *P. truncatus*, que las medias de las otras localidades de la región comercial norte como son

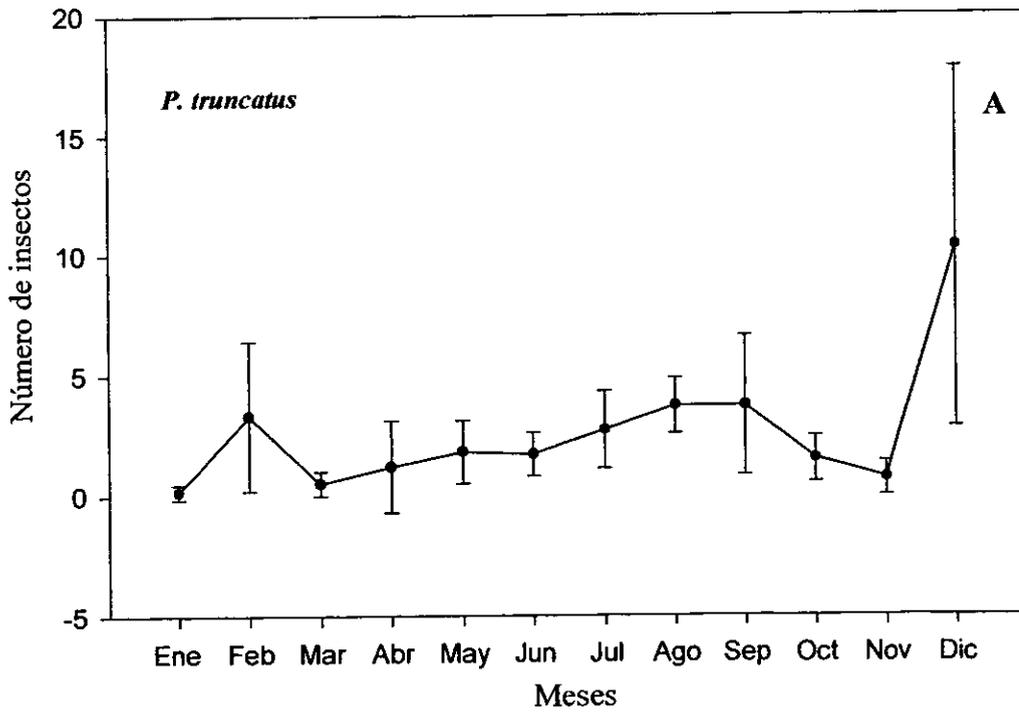
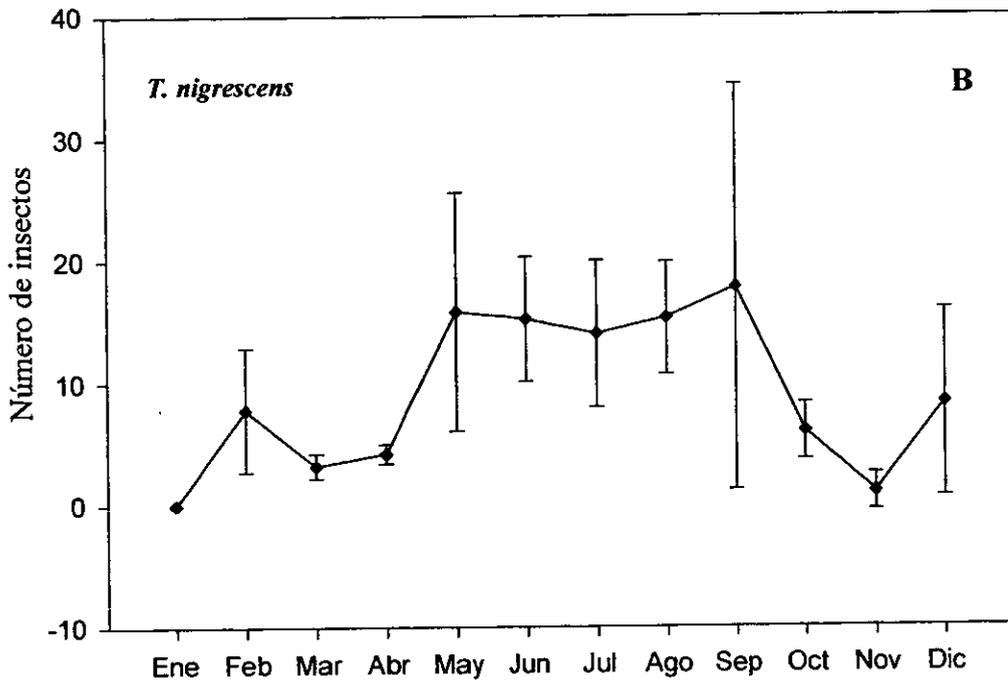


Figura 11. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en Hermosillo.

Altar y Caborca con 0.33 y 0.66, insectos respectivamente, mientras que *T. nigrescens* tuvo una media anual de 54.3 insectos, significativamente diferente comparada con la media de Altar con 1.5 y Caborca con 1.66 insectos, respectivamente.

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. La proporción entre ambas poblaciones (Tabla 8) fue de 1 barrenador por 3.3 insectos depredadores. En la mayoría de los meses, esta proporción favoreció al depredador excepto en el mes de diciembre donde la proporción del barrenador fue ligeramente mayor con 1.2:1.

La proporción barrenador-depredador encontrada en este estudio, difiere notablemente con las proporciones obtenidas por Ríos (1991) en el estado de Hidalgo, donde menciona que durante los primeros cinco meses de almacenamiento, cuando apareció *T. nigrescens*, la proporción de ambas especies fue 10:1; consecutivamente, la proporción llegó a ser hasta de 60-80:1 y finalmente esta relación alcanzó proporciones mayores de 300:1. Estos datos resultan también diferentes a los obtenidos por Boye (1988) en almacenes rurales de Costa Rica, quien encontró una proporción promedio de 7.5:1, con mínimos de 2.8:1 y máximos de 10.7:1.

Leliveldt y Laborius (1990) señalaron que cuando la población del depredador crece y la proporción con *P. truncatus* se acorta, el depredador detiene su crecimiento poblacional en un mecanismo autoregulatorio.

En el trabajo de Ríos (1991), la acción depredadora de *T. nigrescens* no fue capaz de tener algún impacto decisivo en el crecimiento poblacional de *P. truncatus*. Sin embargo, en Hermosillo el depredador parece ser que tiene un impacto en la población de este barrenador.

Proporción de sexos. El porcentaje total de hembras capturada fue de 72%, el cual fue menor que en las otras localidades de esta región comercial (Tabla 8).

Guaymas

Incidencia de insectos. En esta localidad porteña sólo se detectó a *T. nigrescens* en los meses de agosto y septiembre, con 6 y 13 individuos, respectivamente, no encontrándose a *P. truncatus* en ninguno de los meses del año.

Los tipos de almacenes de este lugar son baterías de silos de concreto y esporádicamente almacenan granos a la intemperie. Estos dos tipos de almacenes están situados a la orilla del mar, rodeados de empresas de diferentes rubros y la vegetación

adyacente es muy escasa, por lo que existe poca posibilidad de que *P. truncatus* pudiera hospedarse y de allí emigrar a los almacenes de granos.

Estrategia de Manejo de *P. truncatus* en la Región Comercial Norte

En esta región, el ciclo agrícola del maíz se realiza durante la primavera-verano; la cosecha es en los meses de julio y agosto. Este cultivo es bajo el sistema de riego por gravedad, donde el agua proviene de acuíferos y se obtiene por medio de pozos que la extraen por medio de bombas eléctricas, por lo cual resulta costoso. En esta región el cultivo de maíz es de poca importancia por su superficie de siembra, si se compara con otros cultivos que son más redituables para el agricultor, como son las hortalizas, vid, cítricos, espárrago y garbanzo, entre otros.

En las localidades de esta región, de acuerdo a las poblaciones de *P. truncatus* y el período de cosecha del maíz, en los próximos cuatro o cinco meses de almacenamiento no habría peligro potencial de infestación.

En la localidad de Hermosillo y durante el mes de diciembre se debe prestar mayor atención porque existe un aumento importante del número de insectos barrenadores; sin embargo, también aumenta el crecimiento del depredador en forma similar.

En Altar y Caborca, no se observan peligros de infestación, ya que la población encontrada de *P. truncatus* es muy baja y siempre es superada por *T. nigrescens*.

Región comercial sur

En la Figura 12 se muestran los valores totales de las dos especies de insectos capturados en las cinco localidades de esta región; la mayor cantidad de insectos de *P. truncatus* se detectó en Vicam con 103, Obregón con 65, Huatabampo con 47 y Navojoa con 35, mientras que en Etchojoa solo se detectó un individuo. En la misma Figura 5, se observa que la cantidad de *T. nigrescens* colectados superó a la del barrenador en todas y cada una de las localidades de esta región, como son: Vicam con 180 insectos totales capturados, Obregón con 142, Navojoa con 137, Huatabampo con 53 y Etchojoa con solamente un insecto.

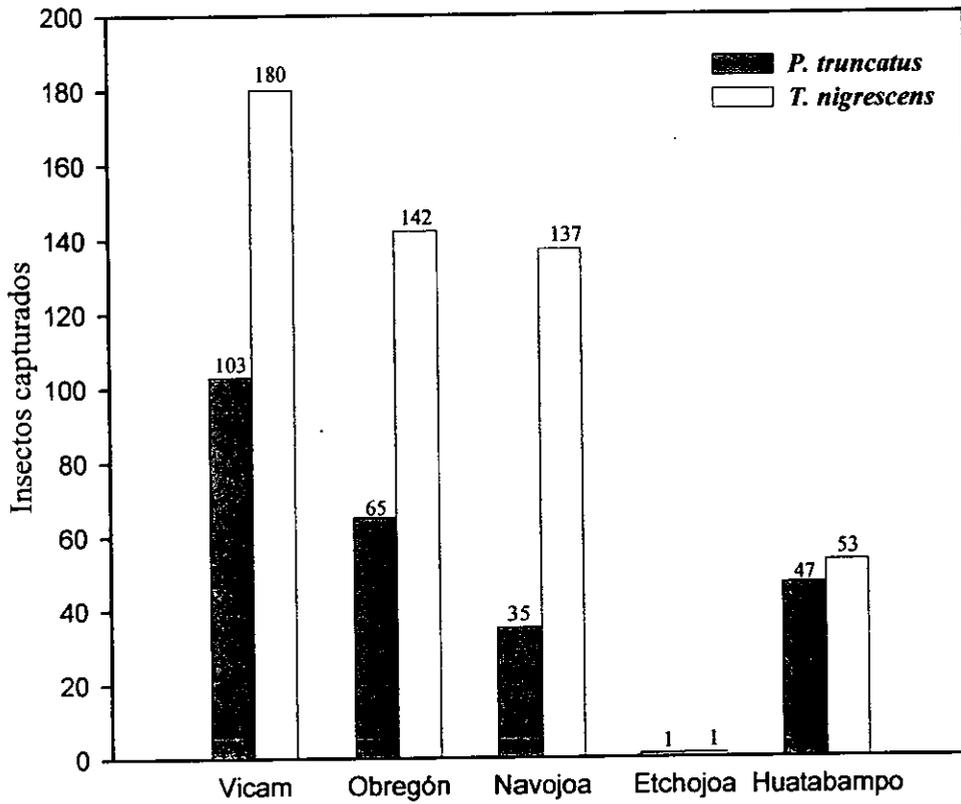


Figura 12. Número total de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en cinco localidades de la región comercial sur de Sonora.

Se observa que el depredador es muy eficiente para mantener baja la población de esta plaga potencial, ya que en todas las localidades mantuvo la población de su presa en una menor proporción que la suya. En experimentos de laboratorio sobre control biológico utilizando a *T. nigrescens*, se encontraron buenos resultados de control sobre *P. truncatus*. Rees (1985), colocó a adultos de *T. nigrescens* y *P. truncatus* en una proporción de 1:10 en recipientes con maíz a granel, encontrando que el número de adultos de *P. truncatus* fue reducido después de 8 semanas, mientras que en el testigo sin la presencia de *T. nigrescens*, el número de *P. truncatus* se incrementó 10 veces de su número original.

Helbig (1993), en Togo, África, también obtuvo buenos resultados de control en pequeños almacenes de maíz en un período de almacenamiento de 9 meses. *T. nigrescens* redujo en 46.5% el número de adultos de *P. truncatus* y una reducción del daño al grano en 42%, en comparación con el testigo y *T. nigrescens* incrementó de 67 a 876 individuos en 100 mazorcas.

Los resultados obtenidos para cada una de estas localidades se detallan a continuación:

Vicam

Incidencia de insectos. En esta localidad, *P. truncatus* se encontró en el 46% de las trampas que se colocaron durante doce meses (Tabla 9). Las estaciones donde se observó mayor afluencia, fueron durante la primavera y el verano, con más del 60% de trampas positivas, mientras que durante el otoño fue de 29% y el invierno 17% de trampas positivas. Sin embargo no se encontró diferencia significativa entre las estaciones (Tabla 10).

T. nigrescens se capturó en mayor cantidad de trampas que *P. truncatus* con 72% (Tabla 9), principalmente durante el verano con 100% de trampas seguido por las estaciones de otoño y verano con 86 y 63% de trampas positivas. Sin embargo no se encontró diferencia entre estas estaciones, pero sí mostró diferencia significativa ($P < 0.05$) con la estación de invierno con 33% de trampas (Tabla 10).

Fluctuación poblacional. A las dos especies de insectos no se les detectó en los primeros tres meses del año. A partir del mes de abril se capturó a *P. truncatus* en promedio de 8.8 insectos; en el siguiente mes, la captura es la mayor del año con 17.3

Tabla 9. Número y porcentaje de trampas positivas con *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* en las localidades de la región comercial sur de Sonora.

Localidades	<i>P. truncatus</i>		<i>T. nigrescens</i>	
	Trampas positivas	Positivas %	Trampas positivas	Positivas %
Vicam	22	46	35	72
Obregón	28	29	38	40
Navojoa	24	34	28	39
Huatabampo	22	46	20	42
Total	96	36	121	46

insectos, para decrecer fuertemente en los meses restantes del año, con valores promedios menores de uno (Figura 13A). Durante el mes de mayo la media de captura de *T. nigrescens* fue la más elevada con 12 insectos, decreció a 7.8 insectos en junio y se mantuvo cerca de esos valores en los siguiente tres meses para disminuir en promedio de 2 insectos en noviembre y diciembre (Figura 13B).

La captura media anual de *P. truncatus* fue de 8.58 insectos, significativamente igual ($P < 0.05$) que las medias de Obregón y Huatabampo y diferente a Navojoa, en la región comercial sur. La captura promedio para *T. nigrescens* fue de 15 insectos y fue la localidad con mayor captura de la región comercial sur, estadísticamente diferente a las otras localidades de esta región (Figura 9).

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. La relación de *T. nigrescens* resultó mayor que la del barrenador en la mayor parte del año a excepción de los meses de abril y mayo donde la proporción fue de 3.4:1 y 1.5:1, respectivamente. La proporción final de presa-depredador fue 1:1.8 (Tabla 11).

Proporción de sexos. En esta localidad, el porcentaje final de hembras también resultó ser más elevada que la de los machos con 68% (Tabla 11). Durante los meses de junio y de septiembre a diciembre solamente se capturaron hembras; sin embargo, en los meses de julio y diciembre el porcentaje de hembras fue igual al de los machos.

Ciudad Obregón

Incidencia de insectos. En esta localidad eminentemente agrícola y localizada en el Valle del Yaqui, se detectó a *P. truncatus* en el 29% de las trampas (Tabla 9). Las estaciones de primavera y otoño con 38% de trampas positivas fueron las más altas en captura (Tabla 10), mientras que durante el verano e invierno ésta resultó ligeramente menor, con 28 y 17%, respectivamente. Sin embargo no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las cuatro estaciones.

T. nigrescens se presentó en el 40% de las trampas situadas en esta localidad (Tabla 9). Se observa al igual que en Vicam, diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las estaciones, siendo durante el verano la estación de mayor ocurrencia con el 75% de trampas positivas y significativamente diferentes a las estaciones de primavera (25%), otoño (25%) e invierno (17%) (Tabla 10).

Tabla 10. Porcentaje de trampas positivas de *Prostephanus truncatus* (*Pt*) y *Teretriosoma nigrescens* (*Tn*) durante las estaciones en las localidades de la región comercial sur de Sonora¹.

Estaciones	Vicam		Obregón		Navojoa		Huatabampo	
	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>	<i>Pt</i>	<i>Tn</i>
Primavera	64a	64a	38a	25a	38a	17a	25a	8a
Verano	63a	100a	28a	75b	61a	78b	88a	50a
Otoño	29a	86a	38a	25a	25a	33a	38a	50a
Invierno	17a	33b	17a	17a	11a	17a	17a	25a

¹ Columnas marcadas con distintas letras son significativamente diferentes (P<0.05)

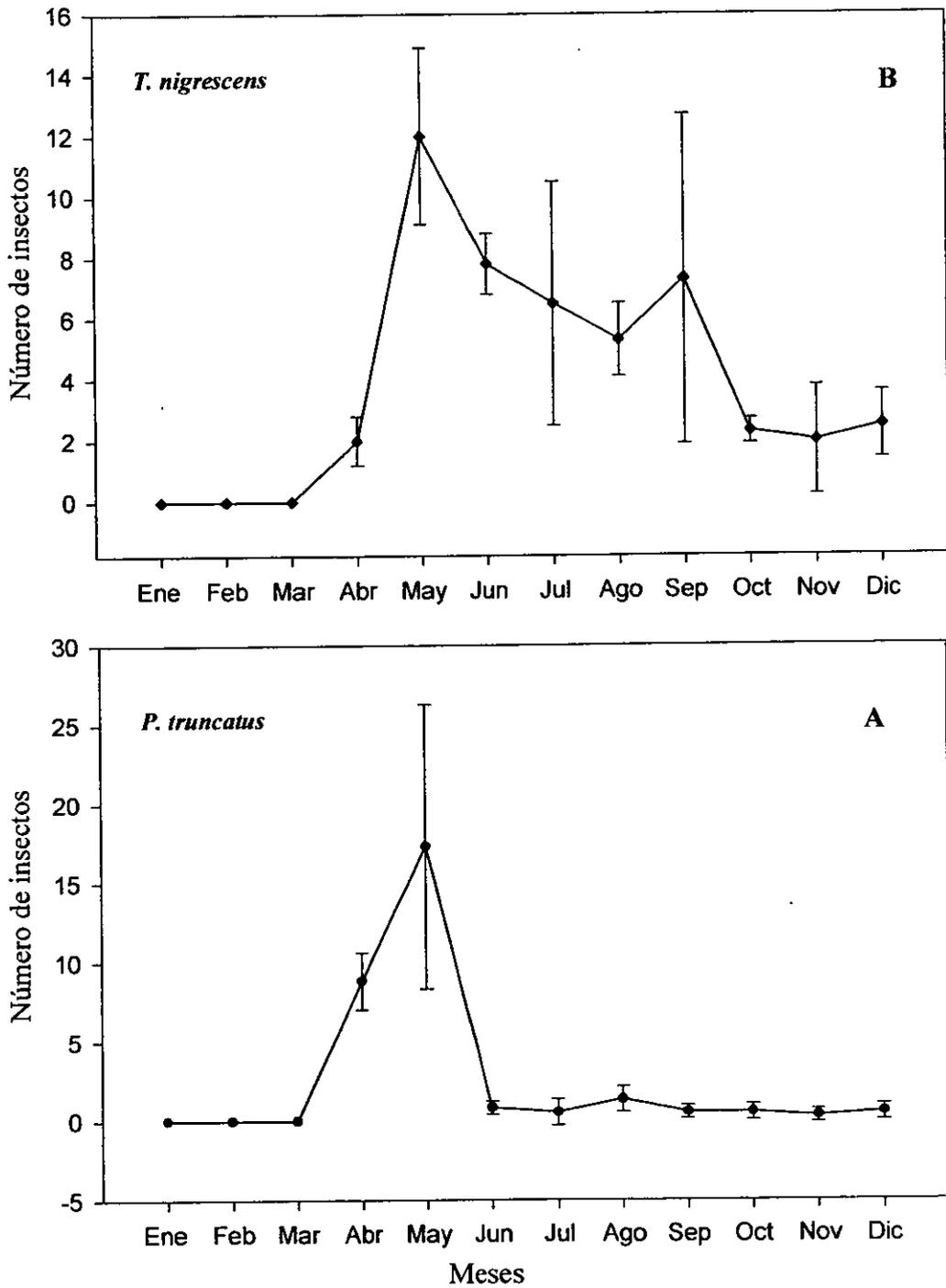


Figura 13. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en Vicam.

Tabla 11. Proporción de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* (Pt:Tn) y porcentaje de hembras de *P. truncatus* en las localidades de la región comercial sur.

Meses	Vicam		Obregón		Navojoa		Huatabampo	
	Pt:Tn	Hembras (%)						
Enero	-	-	-	-	-	-	-	-
Febrero	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	3.4:1	68	4.7:1	57	6:1	100	1:0	100
Mayo	1.5:1	65	1:1.1	77	1:3.5	100	1.5:1	100
Junio	1:10	100	1:6.3	67	1:3	75	2:1	67
Julio	1:13	50	1:12.5	50	1:4.7	100	2:1	88
Agosto	1:4.2	60	1:11.5	100	1:6.6	80	1.8:1	73
Septiembre	1:4.5	100	1:10.3	33	1:8.8	67	1.5:1	85
Octubre	1:4.5	100	1.5:1	67	1:1.5	100	1:3.5	100
Noviembre	1:8	100	4:1	60	1:3	100	1:14	100
Diciembre	1:5	50	1:1.3	50	1.2	100	1:4	100
Total	1:1.8	68	1:2.2	70	1:3.9	88	1:1.1	83

Fluctuación poblacional. Al igual que en Vicam, durante los meses de abril y mayo se detectó el mayor número de *P. truncatus* con 1.8 y 3.8 insectos, respectivamente, para disminuir en los meses siguientes con promedios inferiores a uno (Figura 14A). La captura de *T. nigrescens* fue mayor en el mes de mayo con 4.2 insectos, seguido del mes de septiembre y julio con 3.87 y 3.13 insectos; durante los meses de octubre a diciembre, los promedios de captura de insectos fueron menores a uno (Figura 14B).

La media anual de *P. truncatus* fue de 5.41 insectos, igual que las localidades de Vicam y Huatabampo pero diferente a Navojoa, dentro de la región comercial sur. Para *T. nigrescens*, la media fue de 11.42 insectos, significativamente igual ($P < 0.05$) que Huatabampo, pero diferente a Vicam y Navojoa (Figura 9).

De acuerdo a la fluctuación poblacional ocurrida en ambos insectos, se pueden observar tres comportamientos poblacionales depredador-presa; el primero de enero a marzo con población nula tanto de depredador como de presa, de abril a mayo con capturas altas de ambas especies y otro de junio a diciembre con promedios bajos. Ahora bien, ¿qué podría provocar una población nula en los primeros tres meses? Una respuesta sería que los trampeos realizados durante esos meses concuerdan con los meses de invierno de Sonora, donde se tienen temperaturas bajas, y temperaturas medias mensuales que no rebasan los 20°C. Además fueron los meses más secos del año, ya que no hubo precipitación en ninguna de las localidades de la región comercial sur.

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. En la mayoría de los casos la captura del depredador fue mayor que la del barrenador, a excepción del mes de abril con 3.4:1. La proporción media anual fue 1:2.2, semejante a la localidad de Vicam (Tabla 11).

Proporción de sexos. El porcentaje de hembras fue mayor que la de los machos en casi todos los meses, excepto para los meses de julio y diciembre que fue igual y en septiembre es menor con 33%. El porcentaje anual de captura fue de 70% de hembras (Tabla 11).

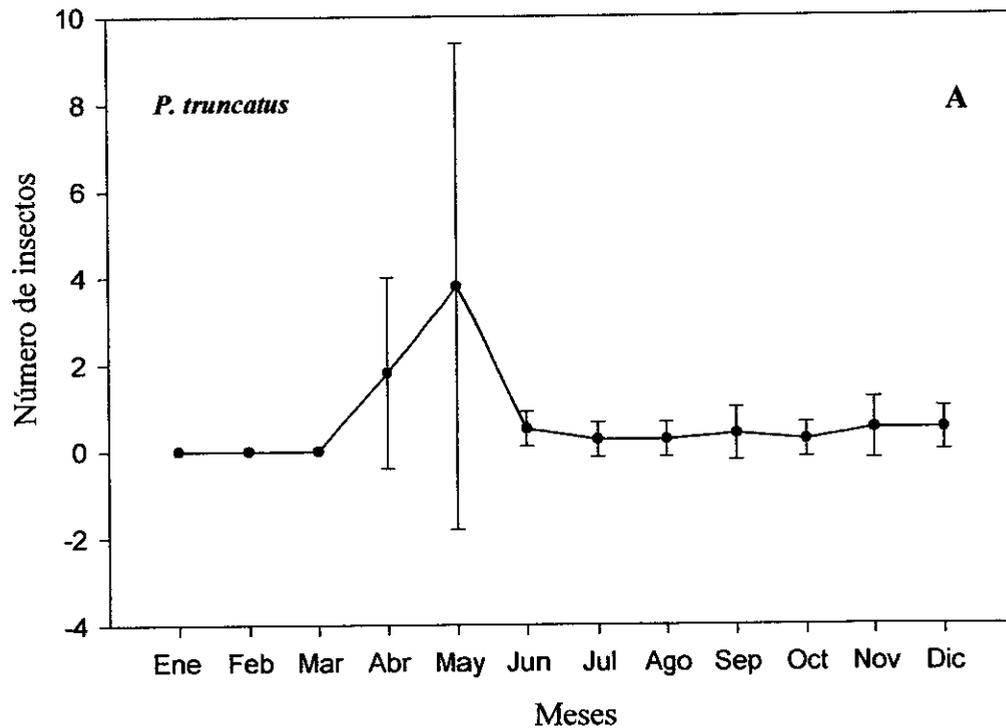
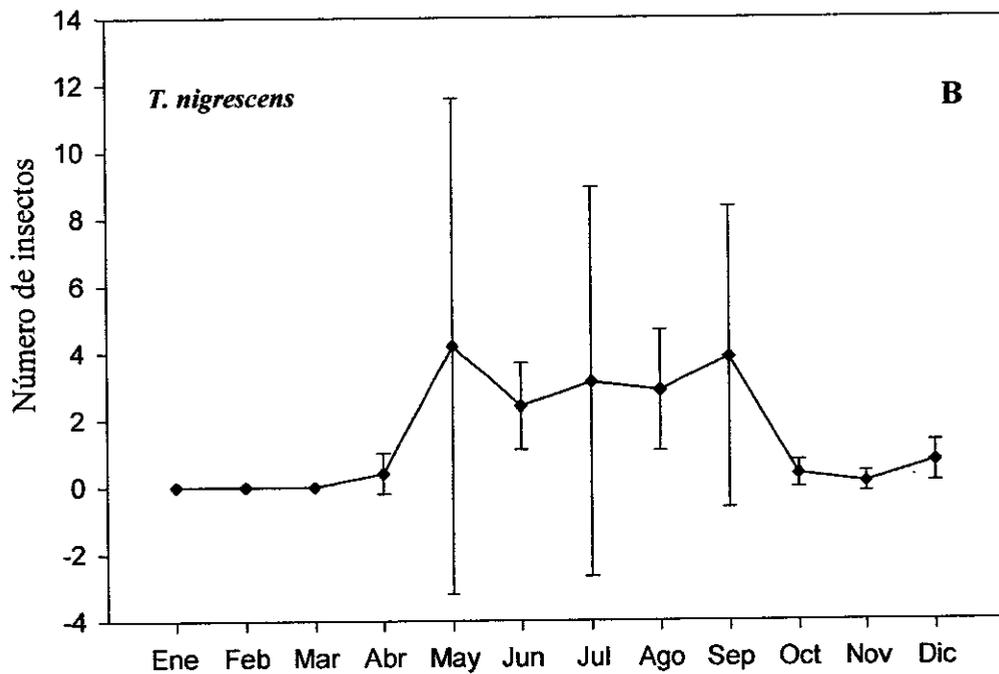


Figura 14. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en Ciudad Obregón.

Navojoa

Incidencia de insectos. El insecto barrenador y su depredador, se presentaron en el 34% y 39% de las trampas, respectivamente (Tabla 9). El número de *P. truncatus*, al igual que en las otras localidades de esta región, no mostró diferencia significativa entre las estaciones. Sin embargo, para la captura de *T. nigrescens* sí lo fue, donde destaca el verano con 78% de trampas positivas y significativamente diferente ($P < 0.05$) a las demás estaciones (Tabla 10).

Fluctuación poblacional. Los insectos del barrenador mayor se empezaron a detectar a partir del mes de abril con un promedio de 0.75 individuos y se mantuvieron bajos hasta el mes de agosto, para aumentar en septiembre con 1.2 y finalmente decrecer en los últimos tres meses (Figura 15A). Las capturas del depredador también se hicieron a partir de abril con 0.2 insectos, aumentaron a partir del mes de mayo y hasta julio con un promedio de 2.33 insectos por mes, para continuar aumentando hasta septiembre donde se realizó la mayor captura con 10.6 insectos y finalmente decrecer en los meses de octubre, noviembre y diciembre (Figura 15B).

El promedio de insectos del barrenador en esta localidad fue el más bajo de la región comercial sur con 2.75 insectos, significativamente diferente ($P < 0.05$) a las demás localidades de esta región. La media para *T. nigrescens* fue 11.42, significativamente igual ($P < 0.05$) que Obregón y Huatabampo pero diferente a Vicam (Figura 9).

Se observa claramente el dominio de la población depredadora, la cual controla normalmente a la población-plaga, pero el equilibrio natural es tal que *T. nigrescens* nunca elimina a una de sus principales fuentes alimenticias, *P. truncatus*.

Un concepto importante en el trabajo de Holling (1965) es que los depredadores suelen ejercer efectos importantes en la abundancia de la presa cuando las poblaciones de esta última disminuyen y a la inversa cuando aumentan. En las poblaciones de este tipo suelen observarse dos fases diferentes, una de baja densidad (endémica) como la que se presenta en el estado de Sonora, aunque otros estudios en América muestran que las poblaciones en algunos casos son endémicas y otras veces epidémicas y la otra fase de densidad elevada (epidémica) como los reportes de África. La situación se complica cuando el depredador tiene ante sí otras opciones alimenticias como *T. nigrescens* que puede alimentarse de otras especies, aunque quizá muestre preferencia fija para una

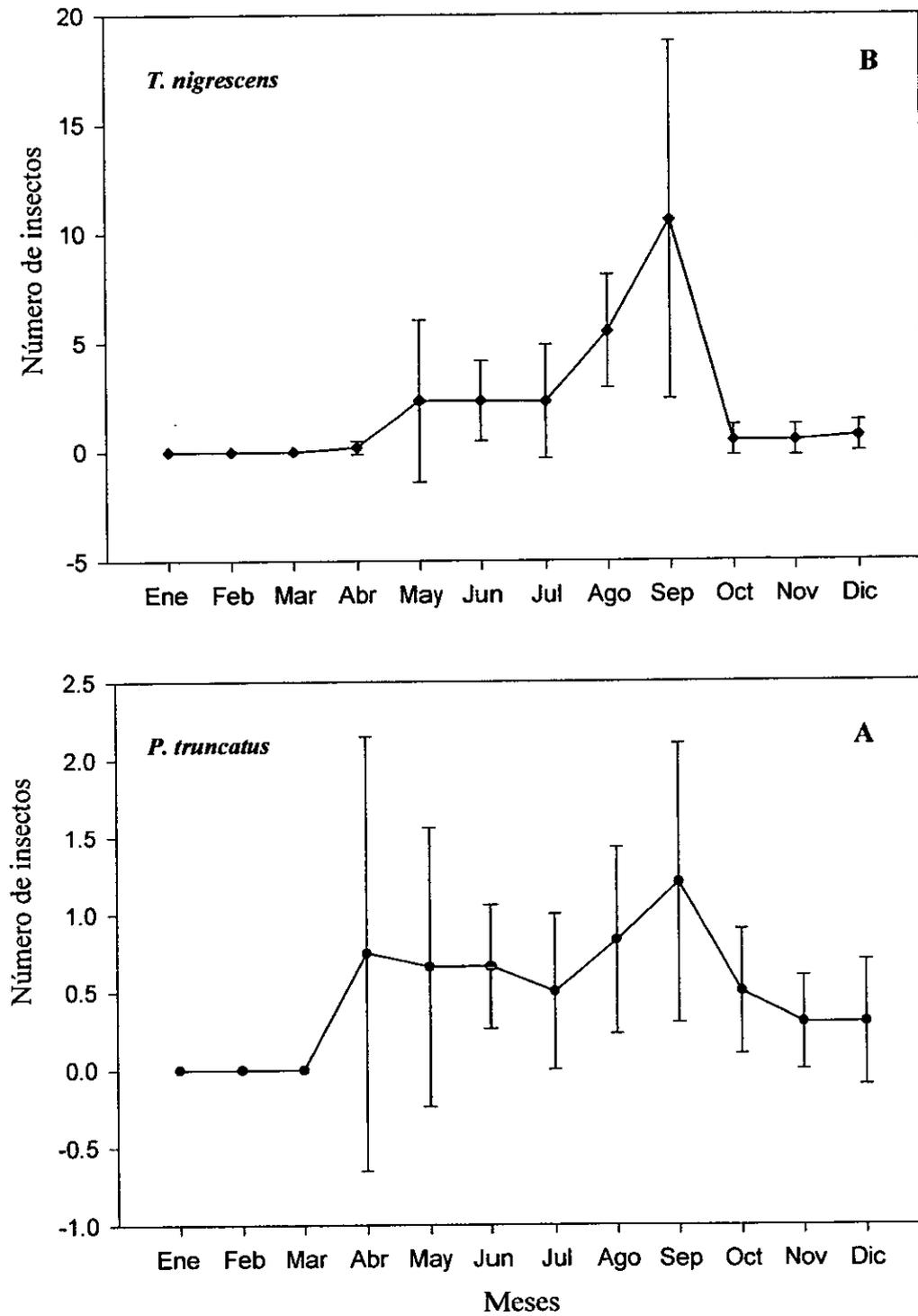


Figura 15. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en Navojoa.

presa, como en este caso de *T. nigrescens* hacia *P. truncatus*, siempre y cuando no se modifique la abundancia de la presa. Esto explica porqué en la región comercial de Sonora, *T. nigrescens* presenta promedios altos independientemente del comportamiento de la cantidad de *P. truncatus* capturada. Sin embargo, en otros casos la inclinación por un tipo de presa sí depende de su abundancia y varía al hacerlo esta última, tal como sucede en la región rural.

T. nigrescens es un depredador polífago con marcada preferencia para *P. truncatus* como su presa. Su habilidad para reproducirse también se ha probado en dos especies de *Dinoderus*, en *S. oryzae*, *R. dominica* y *T. castaneum*. Sin embargo experimentos comparativos confirmaron que *P. truncatus* es el hospedero preferido (Rees, 1987; 1991; Leliveldt, 1990; Pöschko *et al.*, 1992b).

Los depredadores que viven de diferentes presas, como es el caso que nos ocupa, revisten importancia ya que podría estabilizar las fluctuaciones en las densidades de las especies de presas. Al aumentar la abundancia de una de éstas respecto a otras, el depredador se concentraría en ella y tal vez restringiría el crecimiento de su población. A la inversa, el cambio de alimentos opcionales quizá facilite la recuperación de la población de una presa si ésta ha disminuido a un nivel bajo. En estos términos, la conducta de cambios beneficiaría al depredador, con la posibilidad de abatir totalmente a la población presa de su preferencia.

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. En la mayoría de los meses, la proporción del depredador es mayor que la del barrenador, a excepción del mes de abril donde se capturó una mayor cantidad de insectos presa, con una relación de 6:1. La proporción final fue 1:3.9 (Tabla 11).

Proporción de sexos. En esta localidad, las hembras de *P. truncatus* también presentaron el mayor porcentaje con respecto a los machos, registrándose un 88% de hembras en el año (Tabla 11).

Etchojoa

En esta localidad solamente se detectó a un individuo de *P. truncatus* en el mes de julio y a *T. nigrescens* en el mes de abril, también con un individuo. Para efectos del análisis no se consideró este dato en ninguno de los resultados.

Huatabampo

Incidencia de insectos. En esta localidad, *P. truncatus* fue detectado en el 46% de las trampas (Tabla 9), mientras que *T. nigrescens* se presentó en el 42% de las mismas trampas. La presencia de cada uno de estos insectos no mostró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las cuatro estaciones del año (Tabla 10).

Fluctuación poblacional. En esta localidad, no se capturan insectos en los primeros meses; se detecta un número bajo de *P. truncatus* durante los meses de abril y mayo con promedios menores a uno, para incrementarse de junio a septiembre. En este último mes se logra la mayor captura con 3.25 insectos y decrece en los últimos tres meses del año (Figura 16A). La tendencia general de captura de *T. nigrescens* fue un aumento a partir del mes de mayo y hasta noviembre, siendo precisamente en este mes donde se detectó el mayor número de insectos con 3.5, seguido de una ligera baja en el mes de diciembre con 2.0 insectos (Figura 16B).

El promedio de captura de *P. truncatus* fue de 3.91 insectos, significativamente igual ($P < 0.05$) que Vicam y Obregón, pero diferente a Navojoa. La media de captura de *T. nigrescens* fue de 4.41 insectos, igual que las localidades de Navojoa y Obregón, pero diferente a Vicam (Figura 9).

Esta localidad de Huatabampo presenta un peligro potencial que de acuerdo a Holling (1965) pudiera *P. truncatus* llegar a ser una población epidémica a partir del mes de abril hasta el mes de septiembre, pero la eficiencia depredadora de *T. nigrescens* y su preferencia por *P. truncatus* logra abatir la población del barrenador desde octubre hasta diciembre.

Proporción de *P. truncatus* y *T. nigrescens*. La proporción entre estos dos insectos resultó ser muy similar, con una proporción final de 1:1.1 (Tabla 11). Esta localidad fue la única de la región comercial que presentó una proporción similar de depredador-presa y esto la hace más vulnerable en el futuro al daño potencial de *P. truncatus*.

Proporción de sexos. En esta localidad, también resultó con altos porcentajes de hembras, capturándose durante el año un total de 83% de hembras (Tabla 11), el cual fue muy similar a las otras localidades de la región comercial sur del estado.

Puede observarse que la proporción anual de *T. nigrescens* en todas las localidades de la región comercial es siempre mayor que la de *P. truncatus*.

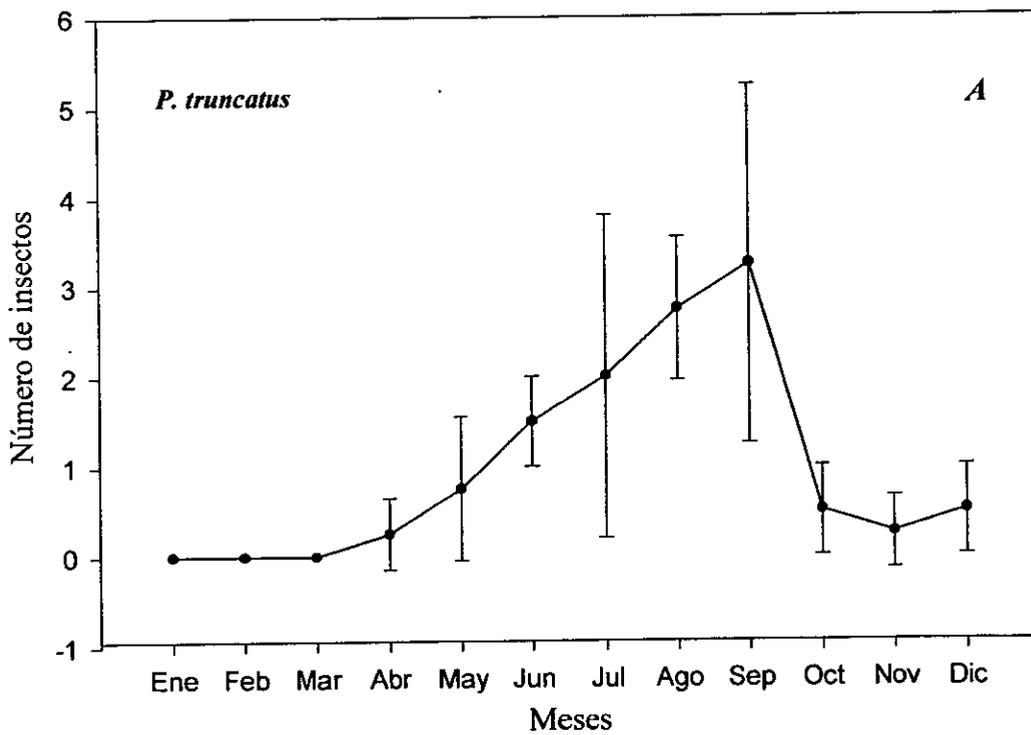
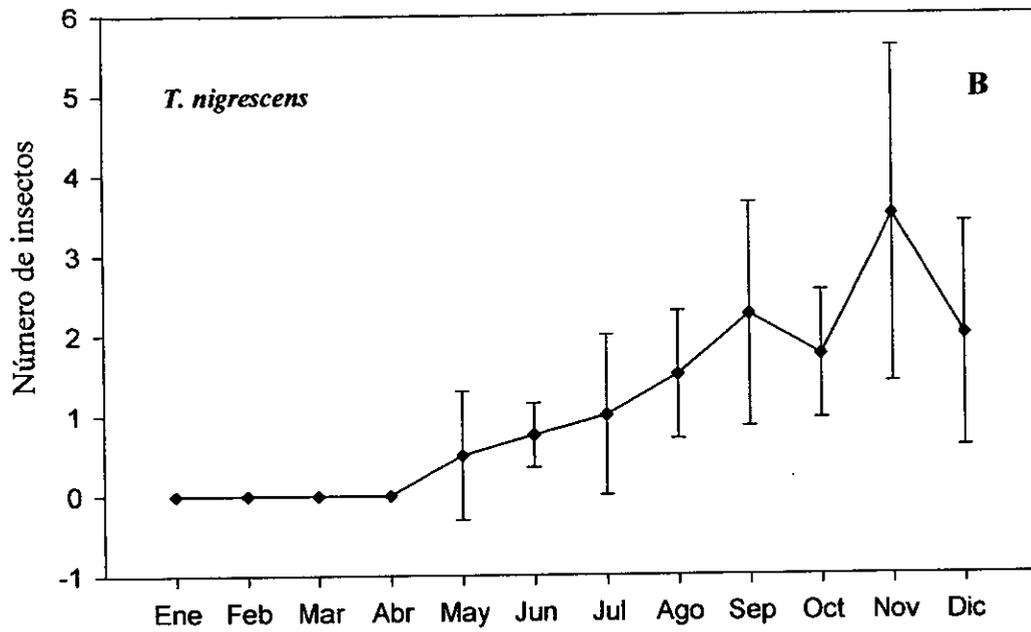


Figura 16. Fluctuación poblacional mensual ($X \pm EE$) de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* capturados en Huatabampo.

Considerando los resultados que Ríos (1991) y Böye (1988) han obtenido sobre la población depredadora (*T. nigrescens*) que es mucho menor que su presa (*P. truncatus*), resulta lógico, de acuerdo a las observaciones de Leliveldt y Laborius, (1990) que las poblaciones de depredador-presa, siempre son mayores en cuanto a presas, debido a que el depredador no va a consumir totalmente su alimento. Analizando los resultados encontrados en la región comercial de Sonora, se observan datos totalmente opuestos a lo esperado en el balance depredador-presa, ya que *T. nigrescens* en todas estas localidades se encuentra en mayores cantidades y por lo tanto es muy probable que esté alimentándose de otros insectos plaga y presas de este insecto.

Estrategia de Manejo de *P. truncatus* en la Región Comercial Sur

Existen dos períodos de cosecha de maíz en esta región agrícola; ambos ciclos de cultivo son realizados bajo el sistema de riego, utilizando agua de dos presas de almacenamiento: Álvaro Obregón (Oviáchic) y Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari). La primera presa riega las tierras situadas en el Valle del Yaqui, donde están las localidades de Vicam y Cd. Obregón y la segunda riega las tierras del valle del Mayo, donde se localizan las localidades de Navojoa, Etchojoa y Huatabampo.

Primera cosecha de maíz. Se realiza durante los meses de enero y febrero, la cual no tendría problema de infestación potencial de *P. truncatus* por tener en estos dos meses y el mes de marzo, una detección de insectos nula. Sin embargo durante los meses de abril y mayo en las localidades de Vicam y Cd. Obregón (Figuras 13 y 14), la captura de ambos insectos se dispara y podrían ocurrir infestaciones ligeras en el maíz almacenado. En este caso se recomienda la inspección frecuente de bodegas y muestreos en el grano para la verificación de la posible infestación de *P. truncatus*, sobre todo en la localidad de Vicam, donde la captura del depredador en los mencionados meses es más baja que la del barrenador. En la localidad de Cd. Obregón, la captura de ambos insectos es alta en los meses de abril y mayo, pero el número de insectos del barrenador es siempre superado por el depredador. En las localidades de Navojoa y Huatabampo no se observan peligros de infestación potencial durante esta cosecha, ya que en ambas localidades se detectó un número bajo de insectos barrenadores y un número similar de insectos depredadores.

Segunda cosecha de maíz. Se lleva a cabo durante los meses de junio y julio. En las localidades de Vicam, Cd. Obregón y Navojoa, no existe peligro de infestación debido al escaso número de *P. truncatus* que se detectaron durante los meses de la cosecha y los siguientes meses y también a la gran cantidad de depredadores *T. nigrescens* que se encontraron.

La localidad de Huatabampo es la que tendría un peligro potencial de infestación, ya que durante estos meses y hasta septiembre, existen poblaciones naturales de *P. truncatus* que podrían llegar al maíz almacenado, mientras que las capturas del depredador en esos mismos meses son menores.

Condiciones Climatológicas y Geográficas

Se obtuvieron datos climatológicos mensuales y geográficos de todas las localidades involucradas en este estudio. Estos datos son: temperatura máxima, mínima y media, precipitación y altitud. La información condensada se muestra en la Tabla 12.

A partir de los datos mencionados, se llevaron a cabo correlaciones con los números de insectos de *P. truncatus* y *T. nigrescens* (Tabla 13). *P. truncatus* presentó correlación con la temperatura máxima y la altitud, mientras que *T. nigrescens* presentó correlación con la temperatura media, precipitación y altitud.

La temperatura máxima en las localidades estudiadas fluctuó entre los 36° y 41°C (Tabla 12), por lo que *P. truncatus* se ha adaptado a vivir y reproducirse bajo estas condiciones de altas temperaturas; esto también se observa en la estación de verano, que fue donde se encontró la mayor cantidad de insectos, que en cualquiera de las otras estaciones y es durante el verano donde se registran las temperaturas máximas en todas las localidades.

La naturaleza tropical de *P. truncatus* se ha demostrado al observarse que se desarrolla mejor que cualquier otro insecto bajo condiciones de extremo calor y baja humedad relativa (Chittenden, 1911). Este autor menciona que fue el único insecto que no sufrió por la extrema sequía a la cual fue sujeto, ni por la temperatura que fue de 100°F (37°C) y llegando hasta 115°F (46°C).

Tabla 12. Condiciones climatológicas y altitud de las localidades de tres regiones del estado de Sonora.

Región	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Clima	Altitud (m)
	Max	Med	Min			
Rural						
Cumpas	37	22	7	408	BSh	740
Moctezuma	37	23	8	331	BSh	600
Soyopa	41	25	9	600	BS1h	290
Comercial norte						
Altar	38	24	7	165	BWh	420
Caborca	38	23	7	217	BWh	280
Hermosillo	39	26	11	315	BW(h')	210
Comercial sur						
Vicam	39	25	10	330	BW(h')	12
Cd. Obregón	39	25	14	407	BW(h')	40
Navjoa	36	23	10	496	BW(h')	40
Huatabampo	37	25	20	304	BW(h')	10

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

BSh: seco semicálido. BS1h: semiseco semicálido. BWh: muy seco semicálido. BW(h'): muy seco, muy cálido y cálido.

Tabla 13. Coeficiente de correlación entre las condiciones climatológicas y geográficas con el número de *Prostephanus truncatus* y *Teretriosoma nigrescens* en localidades de tres regiones de Sonora.

Características	<i>P. truncatus</i>	<i>T. nigrescens</i>
Temperatura Máxima (°C)	*	NS
Temperatura Mínima (°C)	NS	NS
Temperatura Media (°C)	NS	*
Precipitación (mm)	NS	*
Altitud (msnm)	*	*

* Coeficiente de correlación a un nivel de significancia del 95%.

NS: No Significativo.

Shires (1979) concluye que este insecto es básicamente una especie que prefiere altas temperaturas, pero tiene habilidad para desarrollarse en temperaturas tan bajas como 22°C, aunque su ciclo de vida se prolonga en tiempo.

Leliveldt (1990), determinó una mayor eficiencia en la habilidad depredadora de *T. nigrescens* a 30°C que a 26°C en maíz. Este resultado es importante para estas localidades, ya que durante la estación de verano fue donde se encontró la mayor afluencia de insectos barrenadores y depredadores y las temperaturas medias registradas para este período estuvieron alrededor de los 30°C.

Es interesante hacer notar que la temperatura óptima de desarrollo de *P. truncatus* es de 30° a 32°C (Bell y Watters, 1982 y Ramírez, 1990). Haciendo una síntesis del desarrollo de *P. truncatus* en diferentes temperaturas y de acuerdo a varios autores, coincide en que este insecto se desarrolla óptimamente en 30°C y así mismo *T. nigrescens* presenta una eficiencia depredadora a 30°C (Leliveldt, 1990), esto sugiere que existe un fenómeno de convergencia adaptativa en temperaturas similares.

Tanto *P. truncatus* como *T. nigrescens*, están adaptados a desarrollarse en los climas secos y cálidos prevalecientes en la mayor parte de la superficie sonoreense, ya que en este estado se registran bajas precipitaciones y temperaturas elevadas (Tabla 12).

Se observa que hubo mayor captura de insectos depredadores en las localidades con mayor precipitación, ya que existió correlación; sin embargo, para *P. truncatus* no se encontró correlación (Tabla 13). Las mayores precipitaciones ocurren en las localidades de la región rural y las menores en las localidades de Altar y Caborca en la región norte del estado.

La altitud es una característica geográfica importante, la cual tuvo correlación con en el número de insectos de *P. truncatus* y *T. nigrescens* (Tabla 13). De acuerdo a lo anterior, las capturas fueron más abundantes en las localidades de mayor altitud, que corresponden a las localidades de la región rural; sin embargo, las altitudes de estas localidades no sobrepasaron los 800 m (Tabla 12).

Wilbur *et al.*, (1961), hicieron un estudio sobre el efecto de la altitud en la reproducción y daños causados por varios insectos de almacén incluyendo a *P. truncatus* en 5 localidades de México; observando que en altitudes de 1,750 m y mayores, el número de insectos y el grado de daño fue menor que en las localidades de

menor altitud. En Togo, al oeste de África, los valores más bajos de población de *P. truncatus* ocurrieron en altitudes de 500 a 900 m (Helbig, 1995).

Se ha observado que el grano frecuentemente se conserva mejor y por más tiempo cuando se almacena en altitudes elevadas (Wilbur *et al.*, 1961); se cree que este fenómeno está asociado con el ambiente frío y seco que generalmente prevalece en estas situaciones. La altitud, al influir en la temperatura y la humedad, propicia condiciones desfavorables en los insectos que infestan al grano, a pesar de que éste es un excelente aislante y le afectan muy lentamente los cambios ambientales exteriores. Desgraciadamente se cuenta con pocas observaciones experimentales de los efectos de la altitud sobre la actividad de los insectos del grano almacenado.

El hecho de que *P. truncatus* no se haya establecido en muchas regiones donde la temperatura y humedad relativa le son favorables, puede ser debido a su inhabilidad de reproducirse con éxito en otros granos que no sean de maíz (Shires, 1977) y su limitada habilidad para reproducirse en maíz a granel y en grandes volúmenes en bodegas. Sin embargo, una vez que *P. truncatus* se haya introducido a un país a través de mercancías infestadas, tiene el potencial para causar severos daños en maíz almacenado (Bell y Watters, 1982).

CONCLUSIONES

Se descubrió la presencia del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* en el noroeste de México en el estado de Sonora, tanto en las localidades de la región rural, como en las localidades de las regiones comerciales donde se almacena el maíz en grandes cantidades. Sin embargo, a este insecto no se le encontró infestando al grano almacenado. Su ausencia en el maíz, pero su captura en las trampas específicas con feromonas, nos indica que *P. truncatus* se desarrolla y reproduce en un material alimenticio diferente al grano y hasta ahora no conocido en Sonora. Sin embargo, la literatura mundial indica que *P. truncatus* puede vivir y reproducirse en otros granos como sorgo, frijol y trigo y en otros productos como maderas y tubérculos.

Prostephanus truncatus fue atraído por las feromonas de agregación hacia las trampas aéreas tipo delta y el uso de estas permitió describir la fluctuación poblacional de este insecto en diferentes hábitats del estado de Sonora.

De acuerdo a los insectos capturados en las trampas con feromonas que fueron colocadas en las regiones rural y comercial, se demuestra que *P. truncatus* se encuentra distribuido en todas las localidades, pero es más abundante hacia la región rural o serrana, aunque a la fecha se desconoce con exactitud su micro hábitat específico.

En la localidad de Moctezuma de la región rural, se detectó la mayor población de insectos de *P. truncatus* y en el mayor número de trampas, lo que implica que es una de las localidades que tiene mayor riesgo potencial para la infestación del maíz almacenado. Aunado a lo anterior, en esta localidad se almacena el maíz en mazorcas en diferentes almacenes rústicos, medios que son propicios para la alimentación y desarrollo de este insecto.

En la región rural, las localidades de Moctezuma y Soyopa, las poblaciones de insectos se encuentran equilibradas entre la relación depredador-presa, mientras que en

Cumpas existen factores que inducen a la población depredadora a mostrar altos niveles de crecimiento poblacional en descompensación clara de su presa *P. truncatus*.

En la región comercial del norte del estado y específicamente en las localidades de Altar y Caborca, las capturas de *P. truncatus* fueron muy bajas ya que solamente se encontraron cuatro y dos individuos en el año, respectivamente, y a diferencia de Hermosillo donde las capturas de este insecto fue la mayor de todas las localidades de la región comercial. Sin embargo, en la localidad de Guaymas, *P. truncatus* no se detectó en las trampas.

La mayor cantidad de insectos de *P. truncatus* detectados en la región comercial sur, se encontró en Vicam, seguido de Ciudad Obregón, Huatabampo y Navojoa, comparativamente mayor que en las localidades de la región comercial norte. Es en estas localidades del sur del estado, donde se cosechan y almacenan los más grandes volúmenes de granos incluyendo al maíz.

La presencia y el número de individuos capturados del gran barrenador de los granos en las principales localidades de Sonora, donde el cultivo del maíz es importante tanto por la superficie sembrada como por la producción obtenida, hace de esta especie una plaga potencial para este estado.

La mayor proporción de hembras que de machos de *P. truncatus* en todas las localidades estudiadas, comprueba que las feromonas utilizadas en este estudio, trunc call 1 y 2, son más atractivas para las hembras, como se ha demostrado en otras investigaciones de trapeo para este insecto. En las localidades de Navojoa y Huatabampo del sur del estado, se encontró el mayor porcentaje de hembras de todas las localidades.

El único enemigo natural de *P. truncatus* encontrado, fue el depredador *Teretriosoma nigrescens*, el cual se detectó en todas las localidades aún sin la presencia del barrenador, como sucedió en Guaymas. Además, se encontró en más cantidad de

trampas y en mayor número que *P. truncatus* en todas las localidades comerciales, a excepción de las localidades rurales de Moctezuma y Soyopa.

T. nigrescens fue capturado también por las trampas aéreas y es atraído con las mismas feromonas de agregación del barrenador, aunque en este caso el compuesto actúa como kairomona. Lo anterior implica que en Sonora también existe, la asociación trófica entre ambas especies y confirma que este depredador está adaptado a los hábitats y hábitos de *P. truncatus* del estado y es capaz de localizarlo como su presa, tal como sucede en otros lugares de México y América Central.

P. truncatus y *T. nigrescens* se han adaptado a vivir y reproducirse bajo las condiciones de altas temperaturas y bajas humedades relativas que prevalecen en Sonora. Esto se demuestra con la estación de verano, que fue donde se encontró la mayor cantidad de estos insectos, que en cualquiera de las otras estaciones del año y es precisamente durante el verano donde se registran las temperaturas máximas en todas las localidades.

La mayor captura de ambos insectos se presentó en las localidades de la región rural, las cuales se encuentran ubicadas en lugares de mayor altitud que las localidades de las regiones comerciales que se encuentran cercanas a las costas.

Las estrategias de manejo del barrenador mayor de los granos, son diferentes para cada una de las regiones del estado de Sonora, ya que existen marcadas diferencias de fluctuación poblacional, tanto del barrenador como del depredador, condiciones climáticas y variadas metodologías de siembra, cultivo, cosecha, manejo y almacenamiento del maíz. Con respecto al control de *P. truncatus*, existen varios métodos que van desde la aplicación de insecticidas, en caso de presentarse infestaciones severas, pero es deseable utilizar el control biológico como es el uso de su depredador natural *T. nigrescens*, por lo que es importante realizar investigaciones de laboratorio para determinar las condiciones óptimas de crecimiento de este depredador, para abatir las poblaciones de *P. truncatus* en maíz almacenado.

BIBLIOGRAFÍA

- Back, E. A. y R. T. Cotton.** 1922. Stored-grain pests. USDA Farmer's Bull. No. 1260:13.
- Bell, J. R. y F. L. Watters.** 1982. Environmental factors influencing the development and rate of increase of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) on stored maize. J. stored Prod. Res. 18: 131-142.
- Bosque-Pérez, N. A., R. H. Markham y J. M. Fajemisin.** 1991. Occurrence of larger grain borer *Prostephanus truncatus* in Burkina Faso. FAO Plant Protection Bulletin 39, 182-183.
- Böye, J.** 1988. Autökologische untersuchungen zum verhalten des grossen kornbohrers *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in Costa Rica. PhD thesis. Universität zu kiel. Germany. 195 pp.
- Böye J., G. A. Laborius y F. A. Schulz.** 1992. The response of *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) to the pheromone of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 65: 153-157.
- Burkholder, W. E. y R. J. Dicke.** 1966. Evidence of sex pheromones in females of several species of Dermestidae. J. Econ. Entomol. 59: 540-543.
- Burkholder, W. E.** 1984. Use of pheromones and food attractants for monitoring and trapping stored-product insects. In F. J. Baur (ed) Insect management for food storage and processing. AACC, St. Paul, Minnesota. pp 69-86.
- Burkholder, W. E. y M. Ma.** 1985 Pheromones for monitoring and control of stored product insect. Ann. Rev. Entomol. 30:257-272.
- Burkholder, W. E.** 1988. Management of stored product insect with pheromones. Proceedings of the National Conference on Urban Entomology. University of Maryland. Maryland. pp 77-85.
- Chittenden, F. H.** 1911. The lesser grain-borer. The larger grain borer. Papers of insects affecting stored products. USDA. Bureau of Entomology Bull. 96: 48-52.

- Comisión Nacional del Agua (CNA).** 1997. Datos Climáticos de Sonora. Gerencia Regional del Noroeste. Subgerencia Técnica. Hermosillo, Sonora. 10 pp.
- Cogburn, R. R. y K. W. Vick.** 1981. Distribution of angoumois grain moth, almond moth and indian meal moth in rice fields and rice storages in Texas as indicated by pheromone baited adhesive traps. *Environ. Entomol.* 10:1003-1007.
- Cork, A., D. R. Hall, R. J. Hodges y J. A. Pickett.** 1991. Identification of major component of the male produced aggregation pheromone of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *J. of Chemical Ecology* 17: 789-803.
- Cotton, R. T. y N. E. Good.** 1937. Annotated list of the insects and mites associated with stored grain and cereal products and of their arthropod parasites and predators. USDA Misc. No. 258:26.
- Cotton, R. T.** 1963. Pests of stored grain and grain products. Burgess Pub. Co. Minneapolis, Minn. pp 31-33.
- Dakshinamurthy, A. y A. Regupathy.** 1988. Alternate rice field hosts of the Angoumois grain moth. *Int. Rice Res. Newsletter* 9: 42-43.
- Daxl, R., V. N. Kayserlingk, C. Klein-Koch, R. Link y H. Waibel.** 1994. El manejo integrado de plagas: Guía de orientación. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Ed. Alois-Rüschkamp. Eschborn, Alemania. pp. 2-9.
- Dendy, J., P. Dobie., J. A. Saidi, J. Smith, y B. Uronu.** 1989. Trapping of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* in maize fields using synthetic pheromones. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 50: 241-244.
- Dendy, J., P. Dobie, J. A. Saidi, J. Smith y B. Urono.** 1991. Trials to assess the effectiveness of new synthetic pheromone mixtures for trapping *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in maize stored. *Journal of stored Products Research* 27: 69-74.
- Dick, K. y D. P. Rees.** 1989. Occurrence of larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) in Ghana. *FAO Plant Protection Bulletin* 37:132

- Fadamiro, H. Y., T. D. Wyatt y D. R. Hall.** 1996. Behavioral response of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) to the individual components of its pheromone in a flight tunnel: discrimination between two odors sources. *Journal of stored Product Research.* 43: 163-170
- Group for Assistance on Systems Relating to Grain After Harvest (GASGA).** 1993. Larger Grain Borer. Technical Leaflet No.1. Published by CTA. Postbus. Wag. Netherlands. 14 pp.
- Giles, P. H. y O. León V.** 1974. Infestation problems in farm stored maize in Nicaragua, pp. 68-76. In: *Proceeding of the First International Working Conference on Stored-Product Entomology.* Savannah, Georgia, October 7-11, 1974. 705 pp.
- Giles, P. H.** 1984. Summary of information on *Prostephanus truncatus* in Nicaragua obtained during a four years segment at SEPRAL. La Calera, Managua, 1972-1976. GASGA-Workshop on the larger grain borer. Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn. Federal Republic of Germany pp. 133-136.
- Golob, P.** 1988. Chemical control of the larger grain borer. Proc. FAO Workshop on the containment and control of the larger grain borer. Arusha, Tanzania. pp 53-69.
- Golob, P. y R. Hodges.** 1982. Study of an outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn) in Tanzania. Report of the Tropical Products Institute. G. 164. 23 pp.
- González, H. y H. Sánchez A.** 1986. *Prostephanus truncatus* (Horn) y *Sitophilus zeamais* Motsch. en la mazorca de maíz e insectos del elote en Montecillos, Texcoco, Edo. de México. Sociedad Mexicana de Entomología. Resúmenes del XXI Congreso Nacional de Entomología. Monterrey, Nuevo León, México. pp. 191-192.
- Gorham, R. J.** 1987. Insect and mite pests in food. USDA. Agriculture Handbook No. 655 Training manual for analytic entomology in the food industry. F.D.A. Technical bull. No.2. U.S.A. 174 pp.
- Haines, C. P.** 1991. Insects and arachnids of tropical stored products: Their biology and identification (A Training Manual). Natural Resources Inst. London, England. 246 pp.
- Helbig, J.** 1993. Untersuchungen zu Ökologie und Biologie von *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera; Bostrichidae) in Togo unter besonders Berücksichtigung der

Wechselbeziehung mit dem Prädator *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera; Histeridae). Thesis, Technische Universität Berlin, pp 242. In: Helbig J. 1995. The ecology of *Prostephanus truncatus* in Togo with particular emphasis on interaction with the predator *Teretriosoma nigrescens*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).Germany. 111 pp.

Helbig, J. 1995. The Ecology of *Prostephanus truncatus* in Togo with particular emphasis on interaction with the predator *Teretriosoma nigrescens*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Germany. 111 pp.

Helbig, J., G. A. Laborius y F. A. Shulz. 1992. Untersuchungen zur Distanz der Anlockwirkung des synthetischen Pheromons des Grossen Kornbohrers *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) Truncall (1+2) auf dessen Prädator *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera; Histeridae). Journal of Applied Entomology 113: 425-429.

Hinton, H. E. 1945. The Histeridae associated with stored products. Bull. Entomol. Res 35: 309-340.

Hinton, H. E. y A. S. Corbet. 1985. Insectos comunes de productos almacenados (Traducido por Ramón Rodríguez Rivera). Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán, SARH. Yucatán, México. 82 pp.

Hodges, R. J., W. R. Dunstan, I. Magazani y P. Golob. 1983. An outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in East Africa. Protection Ecology. 5: 183-194.

Hodges, R. J., A. Cork, y D. R. Hall. 1984. Aggregation pheromones for monitoring the greater grain borer *Prostephanus truncatus*. British Crop Protection Conference-Pests and Diseases. Brighton. 4A-3: 255-259.

Hodges, R. J. 1986. The biology and control of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) a destructive storage pest with an increasing range. J. stored Prod. Res. 22: 1-14.

Holling, C. S. 1965. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. Mem. Entomol. Soc. Canada. 45: 1-60.

- Hoppe, T.** 1986. Storage insects of basic food grains in Honduras. *Trop. Sci.* 26: 25-38.
- Horn, G. H.** 1878. Revision of the species of the sub-family Bostrichidae of the United States. *Proc. Amer. Philosophical Soc.* 17: 540-555.
- Howe, R. H.** 1965. *Sitophilus granarius* (L.) breeding in acorns. *J. stored Prod. Res.* 1: 99-100.
- INEGI.** 1995. Anuario Estadístico del Estado de Sonora. Talleres Gráficos del INEGI. Aguascalientes, Ags, México, 366 pp.
- INEGI.** 2000. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Sonora. Talleres Gráficos del INEGI. Aguascalientes, Ags, México. pp. 17-26.
- I.S.T.A.** 1996. International rules for seed testing. International Seed Testing Assoc. Wageningen, Netherland. pp. 12-25.
- Jacobs, R. J. y M. Renner.** 1988. Biologie und Ökologie der Insekten. Verlag Gustav Fisher. Stuttgart, New York, 2.Aufl. 690 pp.
- Joubert, P. C.** 1966. Field infestations of stored-products insects in south Africa. *J. stored Prod. Res.* 2: 159-161.
- Kalivogui, K. y O. Mück.** 1991. Larger grain borer (*Prostephanus truncatus*) in Guinea. *FAO Plant Protection Bulletin.* 39: 43.
- Kenmore, P. E.** 1987. Some thoughts on doing IPM and the future. Working 1987 Paper. Thirteenth Session of the FAO/UNEP Panel of Expert on Integrated Pest Control and Resistance Breeding. FAO. Roma. 187 pp.
- Khorramshahi, A. y W. E Burkholder.** 1981. Behavior of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae): Male: produced aggregation, pheromone attractant-a proposal. *Z. Angrew. Entomol.* 84:337-343.
- Krall, S.** 1984. A new threat to farm-level maize storage in west Africa: *Prostephanus truncatus* (Horn). *Trop. Stored Prod. Inf.* 50: 26-31.
- Krall, S.** 1986. Further distribution of the larger grain borer (*Prostephanus truncatus*) in West Africa. *FAO. Plant Protection Bulletin* 34: 213-214.
- Krebs, J. C.** 1985. Ecología, estudio de la distribución y la abundancia. Harla S.A. de C.V. México, D. F. 753 pp.

- Lelibeldt, B.** 1990. Antagonisten von *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae). Dissertation, Freie Universität, Berlin. 215 pp.
- Leliveldt, B. y G. A. Laborius.** 1990. Effectiveness and specificity of the antagonist *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Col.: Histeridae), on the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae). Proc. IITA/FAO coordination meeting, Cantonou, Benin. pp.16-24.
- Leos, M. J.** 1992. Detección y monitoreo de insectos de almacén mediante trampas con feromonas. Apuntes del curso teórico práctico. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. pp. 1-14.
- Leos M. J. , M. D. González A. y H. J. Williams.** 1995. Optimization of pheromonal trapping methods for *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). J. stored Prod. Res. 31: 103-109.
- Lesne, P.** 1897. Revision des bostrichides. Annales de la Société Entomologique de France. 66: 319-350.
- Lesne, P.** 1939. Contribution a l'étude des bostrychides de L'Amérique Centrale. Revue Francaise d'Entomologie. 6: 91-123.
- Li, L.** 1988. Behavioral ecology and life history evolution in the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn.). Tesis Doctoral. University of Reading. Reading, Inglaterra. 237 pp.
- Linsley, E. G.** 1944. Natural sources, habitats and reservoirs of insects associated with stored food product. Hilgardia. 16: 187-222.
- López, R. S.** 1981. Algunos aspectos del almacenamiento de maíz en México y detección de insectos en granos almacenados en silos Miguel Alemán. Facultad de Ciencias. UNAM. Tesis de Biología. 167 pp.
- Luévano, E. R.** 1985. Entomofauna de los sistemas de almacenamiento de granos de Almacenes Nacionales de Depósito S.A. en el Estado de Michoacán. Tesis de Biólogo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Escuela de Biología. 84 pp.
- Markham, H. R.** 1991. Avances del proyecto "Ecología y control biológico de *Prostephanus truncatus*" del International Institute of Tropical Agriculture. En:

- Memorias de la primera reunión nacional sobre la investigación en México del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn.), en Aguascalientes, Ags. 5-6 de diciembre de 1991. Editores e Impresores S.A. México, D. F. pp. 135-147.
- McGuire, J. V. y B. S. Crandal.** 1967. Survey of insect pests and plant diseases of selected food crops of Mexico, Central America and Panama. USDA. pp. 51 y 96.
- Mills, R. B.** 1989. *Sitophilus zeamais* breeding in acorns. J. Kansas Ent. Soc. 62: 416-418.
- Mills, R. B. y R. R. Rodríguez.** 1977. Stored grain insects attacking maize on the Yucatan Peninsula. J. Kansas Ent. Soc. 520-530.
- Morales, M.V.M.** 1985. Formas de almacenamiento y fluctuación de las poblaciones de insectos que dañan al maíz almacenado en Corupo, Michoacán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales "Iztacala", UNAM. México, D. F. 82 pp.
- Mushi, A. M.** 1984. The larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) problem in Tanzania, pp.71-78. In: The larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn). GASGA Workshop, Topical Products Institute Storage Department, Sloug, 24-25 February 1983. GTZ. Eschborn, Germany. 139 pp.
- Nissen, U.** 1989. Populationsvergleich von *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) unterchiedlicher geographischer Herkunft. Thesis. Christian-Albrechts-Universitatz zu Keil. 93 pp.
- Pike V., J. J. Akinnibagbe y N. A. Bosque-Perez.** 1992. Nigeria-larger grain borer (*Prostephanus truncatus*) outbreak in Western Nigeria. FAO Plant Protection Bulletin 40: 170-173.
- Pöschko, M., G. A. Laborius, F.A. Schulz.** 1992 a. The significance of plant materials for nourishment and development of the predator *Teretriosoma nigrescens*. Proc. FAO/GTZ coordinating meeting, Implementation of and further research biological control of the larger grain borer. Lomé, Togo. pp. 48-57.
- Pöschko, M., G. A. Laborius, y F. A. Schulz.** 1992 b. Ability of *Teretriosoma nigrescens* to survive and breed on stored product pests other than *Prostephanus truncatus*. Proc. FAO/GTZ coordinating meeting, Implementation of and further research biological control of the larger grain borer. Lomé, Togo. pp. 85-95.

- Pöschko, M.** 1994. Research into the biology and host-specificity of *Teretriosoma nigrescens*, a potential natural antagonist of *Prostephanus truncatus*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn. Germany. 102 pp.
- Primo Y. E.** 1991. Ecología Química. Nuevos métodos de lucha contra insectos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 71-79.
- Quintana, R. R., D. A. Wilbur y W. R. Young.** 1960. Insectos del grano almacenado que infestan al maíz en el campo. Agricultura Técnica en México. 10: 40-43.
- Ramírez, G. M. y D. Barnes.** 1958. Los insectos y sus daños a los granos almacenados. SAG. Oficina de Estudios Especiales. Folleto Misceláneo 6. México, D. F. 39 pp.
- Ramírez, G. M.** 1960. Protectores de grano. Toxicidad comparativa de cuatro materiales. Agricultura Técnica de México. 10: 36-38.
- Ramírez, M. M.** 1990. Morfología, anatomía, ciclo de vida, infestación y daños del barrenador grande de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Tesis de Doctor. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 174 pp.
- Ramírez, M. M., R. R. Flores y E. Moreno M.** 1992. *Prostephanus truncatus* (Horn) Peligro potencial en granos almacenados. Almacenes Nacionales de Depósito, S.A. Folleto de divulgación. México, D. F. 36 pp.
- Ramírez, M. M., A. A. De Alba y R. Zurbía.** 1994. Discovery of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in caducifoliar lower forest of Mexico. J. Appl. Ent. 13: 144-149.
- Rees, D. P.** 1985. Life history of *Teretriosoma nigrescens* (Lewis) (Coleoptera: Histeridae) and its ability to suppress populations of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 21: 115-118.
- Rees, D. P.** 1987. Laboratory studies on predation by *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Col.: Histeridae) on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae) infesting maize cobs in the presence of other maize pests. J. stored Prod. Res. 23: 191-195.

- Rees, D. P., R. R. Rodríguez y F. J. Herrera.** 1990. Observations on the ecology of *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Col.:Histeridae) and its prey *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae) in the Yucatan Peninsula, México. *Trop. Sci.* 30: 153-165.
- Ríos, I. R. M.** 1986. Infestación en campo por insectos de almacén sobre tres híbridos de maíz. Tesis. Universidad Autónoma "Antonio Narro". Saltillo. México. 52 pp.
- Ríos, I. R. M.** 1991. Ecología de *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) en el Altiplano Mexicano. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 85 pp.
- SAS Institute.** 1996. SAS for Windows release 6.11. SAS Institute. Cary, N.C.
- Shires, S. W. y S. McCarthy.** 1976. A character for sexing live adults of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *J. Stored Prod. Res.* 12:273-275.
- Shires, S. W.** 1977. Ability of *Prostephanus truncatus* (Horn.) to damage and breed on several food commodities. *J. Stored Product Res.* 13: 205-208.
- Scholz, D., C. Borgemeister, W. G. Meike, R. H. Markham y H. M. Poehling.** 1997. Infestation of maize by *Prostephanus truncatus* initiated by male-produced pheromone. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 83: 53-61.
- Scholz, D., C. Borgemeister, R. M. Markham y H. M. Poehling.** 1998. Flight initiation in *Prostephanus truncatus*: influence of population density and aggregation pheromone. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 85: 237-245.
- Scholz, D., C. Borgemeister, R. H. Markham y H. M. Poehling.** 1998. EAG and behavioral responses of the larger grain borer *Prostephanus truncatus*, and its predator, *Teretriosoma nigrescens*, to the borer-produced aggregation pheromone. *Physiological Entomology*, 23: 265-273.
- Schulz, F. A. y G. A. Laborius.** 1987. Strategy for Bio-integrated control of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae). *Proc. 4th Int. Work. Conf. Stored-Prod. Prot.* Tel Aviv, Israel. pp. 497-503.
- Solorio, T. J. L.** 1995. Desarrollo de *Prostephanus truncatus* (Horn) en especies vegetales silvestres de selva baja caducifolia bajo condiciones controladas de laboratorio. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. 51 pp.

- Warren, L. O.** 1954. Teosinte as a host for stored grain insects. *Journal Econ. Entomol.* 47: 630-632.
- Wilbur, D. A., R. Quintana y W. R Young.** 1961. Efectos de la altitud sobre unos insectos y el daño que causan al grano almacenado. *Agricultura Técnica en México* 12: 49-54.
- Williams, H. J., R. M. Silverstein, W. E. Burkholder y A. Khorramshahi.** 1981. Dominicalure 1 and 2: components of aggregation pheromone from male lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col.: Bostrichidae). *J. Chem. Ecol.* 7: 759-780.
- Wright, V. F.,** 1984. World distribution of *Prostephanus truncatus*, pp. 11-16. In: The larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn). GASGA-Workshop, Tropical Products Institute Storage Department, Slough, 24-25 february 1983. Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn. Germany. 139 pp
- Wright, V. F., E. E. Fleming y D. Post.** 1990. Survival of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on fruits and seeds collected from wood rat nests in Kansas. *J. Kansas Ent. Soc.* 63: 344-347.
- Wong, C. F. J.** 1993. El barrenador mayor *Prostephanus truncatus* (Horn) amenaza para el maíz en Sonora. *Simiente. Revista de Agricultura y Ganadería. Sonora, México.* 3: 14-16.