



UNIVERSIDAD DE ZAMORANO
Escuela Agrícola Panamericana
C. R. 100, Tegucigalpa, Honduras
Tel. (504) 241-1000

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

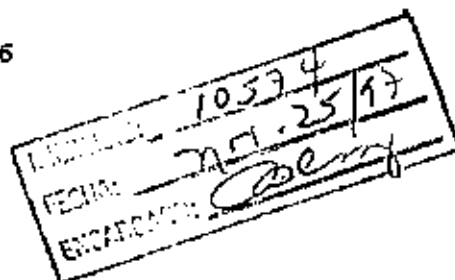
IMPACTO DE PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO EN LA DINÁMICA
POBLACIONAL Y DAÑO OCASIONADO POR *Prostephanus truncatus*
(HORN) (COL.:BOSTRICHIDAE) Y EN *Teretriósoma*
nigrescens (LEWIS) (COL.:HISTERIDAE)

Tesis
presentada como requisito parcial previo a la obtención del
título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de
licenciatura

por

Alex Ricardo García Sánchez

Honduras, Abril de 1996



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
TELEFONO 22222222

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

IMPACTO DE PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO EN LA DINÁMICA
POBLACIONAL Y DAÑO OCASIONADO POR *Prostephanus truncatus*
(HORN) (COL.:BOSTRICHIDAE) Y EN *Terebricosoma*
nigrescens (LEWIS) (COL.:HISTERIDAE)

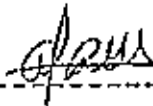
Tesis
presentada como requisito parcial previo a la obtención del
título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de
licenciatura

por

Alex Ricardo García Sánchez

Honduras, Abril de 1996

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas y otros fines, se reserva los derechos del autor.



Alex Ricardo García Sánchez
Honduras, Abril de 1996

DEDICATORIA

A mi querida pequeña y mi viejo, a Marlon, Yuyi y mi
flaquita por todo su apoyo moral. Gracias por su confianza y
esfuerzo desinteresado.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) por haber brindado el financiamiento de mis estudios.

Al Dr. Raúl Espinal por su confianza y asesoría.

Al Dr. Richard Markham, Dra. Valerie Wright de Malo y Dr. Michael Zeiss por su empeño en tratar de realizar un trabajo exitoso. Gracias por toda su colaboración en todo momento.

Al Dr. Alán por su ayuda en la revisión de mis trabajos.

Al Ing. Morán por su ayuda en los trabajos de computadora.

A mis compañeros de trabajo y al personal del CITESGRAN que de una u otra forma contribuyeron a la culminación exitosa de este trabajo.

RESUMEN

Se realizaron dos estudios para evaluar la dinámica poblacional y el daño ocasionado por *P. truncatus* y el comportamiento del depredador *T. nigrescens*. En el primer estudio se evaluaron estas dos especies en el ambiente de almacenamiento tradicional en el Departamento de Yoro y en el Valle de Jamastrán, El Paraíso. En Yoro, durante el mes de mayo y julio se mantuvo una proporción depredador:presa de 1:2, la pérdida de peso fue baja (3-6%). En agosto la proporción disminuyó significativamente (1:60) y la pérdida aumentó (9%). En Jamastrán en el mes de mayo y julio la proporción depredador:presa se mantuvo constante (1:5). La pérdida de peso en mayo fue de 5% y se incrementó en el mes de julio a 14.1%.

El segundo estudio se llevó a cabo en el Valle de Jamastrán y campus de la EAP. En este estudio se evaluó el efecto del arreglo horizontal y vertical de las mazorcas y la aplicación de cal como protector del grano a una dosis de 0.5 kg/200 mazorcas. La pérdida de peso en los dos primeros meses de almacenamiento en todos los tratamientos fue baja (1.9% a 2.3%). Los niveles poblacionales de *P. truncatus* se mantuvieron entre 0.6 a 5.1 adultos/kg. En mayo se observaron pérdidas de peso intermedias en todos los tratamientos (6.1% a 7.5%). Durante este mes, la población de *P. truncatus* se incrementó significativamente (29.5 a 193.1 adultos/kg). En julio las pérdidas se duplicaron en todos los tratamientos (13.9% a 18.9%). Además, se observó la mayor densidad de *P. truncatus* (162.1 a 377.7 adultos/kg) y se detectó la presencia del depredador en niveles muy bajos (2.2 a 12.7 adultos/kg). En septiembre las pérdidas fueron elevadas. En el entrojado vertical con cal se obtuvo la menor pérdida de peso (22.1%), en cambio el entrojado horizontal (testigo) y el entrojado horizontal con cal las pérdidas fueron superiores (37.8% y 39.3%, respectivamente). La densidad poblacional de *P. truncatus* disminuyó comparado con el mes de julio (0.5 a 220.7 adultos/kg). En este mes no se detectó la presencia del depredador.

CONTENIDO

	Página
Portada.....	i
Derechos de autor.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	x
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura.....	3
2.1 Distribución de <i>P. truncatus</i>	3
2.2 Ciclo de vida de <i>P. truncatus</i>	3
2.3 Actividad de vuelo de <i>P. truncatus</i>	4
2.4 Ciclo de infestación de <i>P. truncatus</i> ...	4
2.5 Hospederos de <i>P. truncatus</i>	5
2.6 Daños y pérdidas causadas por <i>P.</i> <i>truncatus</i>	5
2.7 Métodos de combate.....	6
2.7.1 Pesticidas sintéticos.....	6
2.7.2 Prácticas culturales.....	7
2.7.3 Productos minerales y extractos de plantas.....	7
2.7.4 Combate biológico.....	8
2.8 Biología y ecología <i>T. nigrescens</i>	9
2.9 Control biológico con <i>T. nigrescens</i>	10
III. Materiales y Métodos.....	11
3.1 Estudio I . Dinámica poblacional de <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) y <i>Teretriusoma</i> <i>nigrescens</i> (Lewis) (Coleoptera:Histeridae) en el ambiente de almacenamiento tradicional en el Departamento de Yoro y el Valle de de Jamastrán, en Honduras	11

3.1.1	Materiales y equipo usado.....	11
3.1.2	Localización del estudio	11
3.1.3	Identificación y selección de los agricultores.	11
3.1.4	Muestreo.....	12
3.1.5	VARIABLES ANALIZADAS.....	12
3.1.5.1	Contenido de humedad.....	12
3.1.5.2	Número de insectos.....	12
3.1.5.3	Evaluación de pérdida de peso.....	13
3.1.7	Diseño experimental.....	13
3.1.8	Análisis estadístico.....	13
3.2	Estudio II. Impacto de las prácticas de almacenamiento en la dinámica poblacional y daño ocasionado por <i>Prostephanus</i> <i>truncatus</i> (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae)y en <i>Teretriosoma nigrescens</i> (Lewis) (Coleoptera:Histeridae).....	14
3.2.1	Materiales y equipo usado.....	14
3.2.2	Localización del estudio.....	14
3.2.3	Identificación y selección de los agricultores.....	14
3.2.4	Preparación e instalación de las unidades experimentales.....	15
3.2.5	Recolección y análisis de las muestras	15
3.2.6	VARIABLES ANALIZADAS.....	16
3.2.6.1	Contenido de humedad.....	16
3.2.6.2	Número de insectos.....	16
3.2.6.3	Evaluación de la pérdida de peso... ..	17
3.2.7	Diseño estadístico.....	17
3.2.8	Análisis estadístico.....	17
IV.	Resultados y discusión.....	18
4.1	Estudio I . Dinámica poblacional de <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) y <i>Teretriosoma</i> <i>nigrescens</i> (Lewis) (Coleoptera:Histeridae) en su ambiente natural en Yoro Honduras	18
4.1.1	Limitante.....	18
4.1.2	Resultados.....	18
4.1.3	Discusión.....	21

4.2	Estudio II. Impacto de las prácticas de almacenamiento en la dinámica poblacional y daño ocasionado por <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae)y en <i>Perretiosoma nigrescens</i> (Lewis) (Coleoptera:Histeridae).....	22
4.2.1	Evaluación de los tratamientos.....	22
4.2.2	Pérdida acumulada para cada tratamiento.....	23
4.2.3	Discusión.....	26
4.2.4	Valores estimados y observados del número de insectos y pérdida acumulada	29
4.2.5	Emergencias de <i>P. truncatus</i> y <i>S. zeamais</i> en el laboratorio.....	30
V.	Conclusiones.....	33
VI.	Recomendaciones.....	34
VII.	Literatura citada.....	35
VIII.	Anexos.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Porcentaje de pérdida, número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* por kg de muestra y proporciones depredador:presa, Departamento de Yoro, 1995 19
2. Porcentaje de pérdida, número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* por kg de muestra y proporciones depredador:presa, Valle de Jamastrán, Departamento de El Paraíso, 1995 20
3. Pérdida de peso asociadas con *Prostephanus truncatus* en tres diferentes tratamientos durante ocho meses de almacenamiento de maíz en mazorca en el Valle de Jamastrán, 1995 23
4. Dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en tres tratamientos diferentes durante ocho meses de almacenamiento de maíz en mazorca, Valle de Jamastrán, 1995 25
5. Coeficientes de variación y R^2 ajustado para las curvas de regresión 29
6. Promedio de *P. truncatus* y *S. zeamais* emergidos en dos tratamientos y un testigo evaluados en condiciones de laboratorio cada siete, 14, 21 y 28 días 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Pérdida de peso acumulada (%) y dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en el entrojado horizontal..... 27
2. Pérdida de peso acumulada (%) y dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en el entrojado horizontal con cal... 28
3. Pérdida de peso acumulada (%) y dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en el entrojado vertical con cal..... 28
4. Emergencias de *P. truncatus* y *S. zeamais* en condiciones de laboratorio en cada mes de muestreo, conteos realizados a los siete, 14, 21 y 28 días..... 32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Fórmula utilizada para calcular el porcentaje de pérdida
2. Análisis de varianza para la pérdida de peso acumulada, número de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* durante el experimento realizado en el Valle de Jamastrán en 1995
3. Resumen de la metodología de análisis de muestras en el laboratorio
4. Hoja de registro para las variables analizadas de las muestras en los tratamientos evaluados.
5. Gráficas de la pérdida de peso acumulada y número de insectos en los tres tratamientos evaluados en el Valle de Jamastrán, 1995
6. Gráficas de las ecuaciones de regresión observadas y estimadas para la pérdida de peso acumulada durante el experimento realizado en el Valle de Jamastrán en 1995.
7. Gráficas de las ecuaciones de regresión observadas y estimadas para el número de *P. truncatus* en el experimento realizado en el Valle de Jamastrán en 1995.
8. Gráficas de las ecuaciones de regresión observadas y estimadas para el número de *S. zeamais* durante el experimento realizado en el Valle de Jamastrán en 1995.
9. Parámetros estadísticos utilizados en las ecuaciones de regresión para los tratamientos evaluados en el Valle de Jamastrán, 1995.
10. Parámetros estadísticos utilizados en las ecuaciones de regresión para los tratamientos evaluados en el Valle de Jamastrán, 1995.

I. INTRODUCCION

En los países del Tercer Mundo existe una creciente escasez de alimentos debido al marcado crecimiento demográfico y al agotamiento de los recursos naturales. Por lo tanto, las formas adecuadas de almacenamiento de granos alimenticios son de vital importancia para la seguridad alimentaria de estos países.

Durante el almacenamiento los daños en los granos alimenticios son causados por factores bióticos como bacterias, hongos, insectos, pájaros y el hombre mismo y por factores abióticos como la humedad y la temperatura. Consecuentemente, se experimentan pérdidas económicas para los productores, haciéndose imperante la necesidad de crear y adoptar tecnologías que brinden una mayor protección al grano almacenado.

El maíz es la fuente principal de alimento para la población rural de Honduras. Durante el almacenamiento, es atacado por diferentes plagas insectiles. El gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae) y el gran barrenador de los granos *Prostephanus truncatus* (Coleóptera:Bostrichidae) ocurren simultáneamente causando pérdidas severas al maíz almacenado en mazorca. *P. truncatus* es originario de Mesoamérica y fue introducido accidentalmente a Africa. Sus primeras apariciones en Africa se observaron a principios de los años 80 en Tanzania (Golob y Hodges, 1982) y Togo (Harnish & Krall, 1984), extendiéndose luego a países de Africa Oriental (Golob, 1988; Giles, 1990) y Occidental (Dick *et al*, 1989).

Debido a los severos daños causados por este barrenador en Africa diferentes organismos internacionales han evaluado su comportamiento, su ecología y su biología en su lugar de origen para desarrollar posteriormente métodos de combate o estrategias de manejo. En México se identificó el depredador *Teretriosma nigrescens* (Coleóptera:Histeridae) (Haines, 1981), el cual, bajo ciertas circunstancias ambientales, es capaz de suprimir poblaciones de *P. truncatus*. Por lo cual, despertó el interés de utilizarlo como agente de control biológico de este barrenador.

Después de investigaciones previas, en los años 80 se diseñó un plan para introducir *T. nigrescens* de Centro América a Africa (Rees, 1985). Como parte de este plan en 1989 El Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) y La Escuela Agrícola Panamericana (EAP) iniciaron esfuerzos para

estudiar diferentes aspectos de la plaga en su lugar de origen.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las prácticas tradicionales de almacenamiento de maíz en Honduras (ej.: aplicación de cal y arreglo de las mazorcas) en la dinámica poblacional y daño causado por *P. truncatus*; así mismo, evaluar el impacto de estas prácticas en la dinámica poblacional de su enemigo natural *T. nigrescens*.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 DISTRIBUCION DE *P. truncatus*

La distribución de *P. truncatus* ha sido recopilada por Wright (1984), Dobie (1988) y Laborius (1988).

La especie es nativa del sur de Texas, México, Centroamérica, Panamá y Colombia (Wright, 1984) y solamente en Africa se ha establecido como una plaga destructiva. En México está distribuido en Yucatán y Quintana Roo (Herrera et al., 1989; Rees et al., 1990b) y en el sur del país (Ríos, 1991). En Honduras se encuentra en la Costa Norte y en el sur (Novillo, 1991), y en los valles productores de maíz ubicados en el interior del país (Hoppe, 1986).

En Africa originalmente se encontró en dos lugares, Tanzania (Golob y Hodges, 1982) y Togo (Harnisch & Krall, 1984). De Tanzania se ha difundido a Africa oriental en el sur de Kenya (Giles, 1990) y Burundi (Golob, 1988) y de Togo a Africa occidental en Benin y Ghana (Dick et al., 1989).

El transporte de productos en regiones del continente africano y el intercambio de viveres en mercados locales y regionales ha promovido la rápida propagación de la plaga, ya que ésta tiene una alta capacidad de vuelo (Richter y Biliwa, 1991).

En Asia se reportó en Tailandia (Sukprakam, 1976), pero aparentemente el informe fue basado en una identificación errónea. Sin embargo, se encontraron especímenes en China (Lesne, 1939) y más recientemente en flores de azucena en Honk kong (Zimmerman, 1990).

2.2 CICLO DE VIDA DE *P. truncatus*

Tanto las larvas como adultos de *P. truncatus* barren las mazorcas de maíz grano tras grano y producen gran cantidad de harina. La larva de *P. truncatus* tiene una forma recurvada, su cuerpo y apéndice de todos los instares es de color blanco-crema (Gardner, 1945). La pupa es de color blanco-crema aunque se vuelve café con la edad (Spilman, 1984). Los adultos tiene forma cilíndrica, de color café oscuro, de 1.5 mm de ancho y de 3 a 5 mm de largo (Hodges, 1982). Las hembras adultas ponen la mayoría de los huevos dentro del grano, en cavidades sin salida (llamados túneles ciegos) barrenadas en ángulo recto al túnel principal (Hodges, 1982; Howard, 1983).

Cada hembra perfora cerca de 35 túneles ciegos para distribuir sus huevos, 2.7 túneles por grano y aproximadamente 8.3 huevos por grano (Li, 1988). Shires (1980) encontró que a 30°C y 70%HR, el huevo, larva y pupa tuvieron en promedio un período de 4.9, 25.4 y 5.2 días, respectivamente, resultando un total de 35 días desde huevo hasta adulto. Hodges y Maik (1984) encontraron un ciclo de vida de 32 a 39 días a 30°C y HR de 70% mientras Li (1988) informó que *P. truncatus* puede completar su ciclo en 34.5 días a 30°C y 70% HR, con un rango de 31 a 38 días.

2.3 ACTIVIDAD DE VUELO DE *P. truncatus*

La actividad de vuelo está muy relacionada con la precipitación y con la hora, según estudios realizados en México durante un año (Ríos, 1991) y dos años en Honduras (Novillo, 1991). Para investigar la actividad de vuelo se utiliza trampas con feromonas de agregación Trunc-call 1 y Trunc-call 2 (T1/T2), que demuestran una efectividad hasta 3 a 6 días después de la exposición en el campo (Dendy, 1989b).

En Honduras, Novillo (1991) encontró que la mayor actividad de vuelo fue entre las 6:00 y 8:00 horas y 18:00 y 20:00 horas.

En sondeos realizados en 1995 en diferentes zonas en Honduras se observó un incremento en la actividad de vuelo en los meses de mayo y junio cuando se inicia la época lluviosa en estas zonas (Espinal, datos no publicados).

En Kenia encontraron la mayor actividad de vuelo de *P. truncatus* durante el período de las lluvias cortas entre septiembre y diciembre (Nangáyo, 1993).

2.4 CICLO DE INFESTACION DE *P. truncatus*

Estudios en Honduras y México, demuestran que un incremento poblacional de *P. truncatus* en el ambiente durante la estación lluviosa, causa un incremento en los niveles de infestación en los almacenes de maíz (Garduño, 1988). Además se encontró una mayor abundancia de *P. truncatus* en el grano al final del período de almacenamiento con respecto al inicio de almacenamiento (Novillo y Ríos, 1991) y durante la madurez fisiológica y período de cosecha del maíz, los niveles de *P. truncatus* encontrados en el ambiente fueron bajos (Garduño, 1998).

2.5 HOSPEDEROS DE *P. truncatus*

Este insecto puede reproducirse en diferentes cultivos como el trigo, el garbanzo y en harina de cereales (Howard, 1983; otros autores revisados por Hodges, 1986). La yuca seca también puede ser sustrato para el desarrollo de *P. truncatus* (Nyakunga, 1982), así como el camote seco (Li, 1988).

Sin embargo, se ha cuestionado que el gran barrenador de los granos como una plaga de maíz probablemente se originó de un barrenador de la madera o de otras partes de plantas (Chittenden, 1911).

El uso de trampas con feromonas ha demostrado el movimiento de *P. truncatus* fuera de sistemas de producción y almacenamiento de maíz (Herrera et al., 1989 & 1991; Rees, 1990; Ríos, 1991), por tanto existen posibles hospederos alternos en forma natural.

Infestaciones naturales en árboles de *Spondias purpurea* y *Bursera fagaroides*, incluyendo estados inmaduros del insecto, han sido observada en bosques deciduos secos en México (Ramírez, 1991). En Honduras, Cálix (1994) encontró en estudios de laboratorio que en sustratos de harina de madera de *S. purpurea* no hubo oviposición. En otro estudio se determinó que en harina de semilla de *Quercus peduncularis* la oviposición fue mayor que en *S. purpurea*, y que el sustrato de harina de maíz fue el más favorable para la oviposición de *P. truncatus*. La sobrevivencia y reproducción de *P. truncatus* fue mayor en trozos de madera de *S. purpurea* que en *Q. peduncularis*, aunque la plaga puede sobrevivir y reproducirse en madera de ambas especies.

2.6 DAÑOS Y PERDIDAS CAUSADAS POR *P. truncatus*

P. truncatus es una plaga con un alto potencial de daño a lo largo del período de almacenamiento.

Las pérdidas en los Neotrópicos es objeto de debate. Sin embargo, existe la impresión de que las pérdidas son más bajas que en África (Boeye, 1988; Laborius, 1989; Laborius, 1990).

Novillo (1991) evaluó almacenes de maíz infestados con *P. truncatus* en el valle del Zamorano en Honduras, encontrando pérdidas de 21.1% a los 10.5 meses después de iniciado el almacenamiento en el primer año de evaluación y en el segundo de 15.6% a los 4.5 meses. En Nicaragua, se ha reportado pérdidas de hasta un 40% en almacenes tradicionales con maíz en mazorca, durante un período de seis meses (Giles y León, 1974).

En Tanzania se observó que al inicio del almacenamiento el 20% de los almacenes estaban infestados por *P. truncatus* y al final del período (5 a 6 meses después) el 80% de los almacenes fueron infestados por *P. truncatus* (Hodges, 1984).

Después de 3 a 6 meses de almacenadas las mazorcas, presentaron pérdidas de peso mayores del 34%, donde el promedio de pérdida de peso antes de la aparición de *P. truncatus* era de 9% (Hodges *et al.*, 1983).

Pérdidas similares se presentaron en Togo. En varios almacenes hubo perforaciones de *P. truncatus* en 100% de las mazorcas después de nueve meses de almacenamiento. Un promedio de pérdida en peso de 30.2% ocurrió en maíz almacenado durante seis meses con la presencia de *P. truncatus*. El promedio anterior de la zona era de 7% (Pantenius, 1988).

P. truncatus también causa daños en yuca. En Tanzania, se encontraron pérdidas mayores de 70% en yuca fermentada y 50% en yuca no fermentada después de cuatro meses de almacenamiento (Hodges *et al.*, 1985).

2.7 METODOS DE COMBATE

2.7.1 Pesticidas sintéticos

Varios estudios han confirmado la eficacia de los piretroides (Makundi, 1985), especialmente deltametrina y permetrina aplicados al inicio del almacenamiento; aunque aparentemente, este último no fue muy eficiente en el combate de otras plagas de almacén (Golob, 1988a).

Las aplicaciones de polvos a las mazorcas fueron ineficaces, pero la utilización de concentrados emulsificables en mazorcas sin tuza disminuyó la infestación inicial de *P. truncatus* (Golob & Hanks, 1990).

Como resultado de esto, la recomendación básica para el combate a gran escala consistía en desgranar la mazorca, almacenar el grano en bolsas o recipientes cerrados y tratarlo con un 'Coctel' binario formado de 0,2% permetrina y 1,5% pirimifos metílico (Golob, 1988a).

El problema que presentan los piretroides sintéticos para el combate del barrenador es el alto riesgo de seleccionar resistencia a los pesticidas. Ya se han reportado casos de resistencia en el laboratorio (Golob *et al.*, 1990b; Haubruge, 1990); sin embargo este fenómeno no ha sido observado en estudios de campo.

Se espera que la existencia considerable de poblaciones de *P. truncatus* fuera del sistema de producción y almacenamiento de maíz, donde los insectos no son expuestos a la presión de selección de piretroides, así como el uso esporádico de estos productos en almacenes retrasará la aparición de resistencia.

Otro grupo de insecticidas estudiado es diflubenzuron y trifluron (Hell, 1988; Laborius 1990b). Estos productos demuestran poco o ninguna toxicidad (a insectos y mamíferos) pero interfiere en la metamorfosis de los insectos. En estudios de laboratorio durante 14 semanas

diflubenzuron (3ppm) redujo *P. truncatus* en 90%, comparado con el testigo (Hell 1988; Laborius 1990b). La fumigación con fosfina ha demostrado matar todos los estadios de *P. truncatus*, incluyendo los huevos, durante cinco días cuando existen condiciones adecuadas de fumigación (Taylor y Harris, 1989). La eficiencia de la fumigación con fosfina contra los huevos de *P. truncatus* fue confirmada por Hashem & Reichmuth (1989).

2.7.2 Prácticas culturales

Entre las prácticas culturales que se han evaluado se incluye el tiempo de cosecha en relación con el patrón de la actividad de vuelo de *P. truncatus*, y modificación en el proceso de selección y almacenamiento de las mazorcas de maíz. Cuando existen infestaciones altas de *P. truncatus* la selección de mazorcas limpias y con buena cobertura (tuza), pueden tener un efecto en la infestación inicial y por consiguiente en la pérdida de peso (Dick, 1990).

La selección de mazorcas de maíz es frecuentemente usada en Honduras para reducir pérdidas por insectos (Espinal, 1986). Otra práctica cultural recomendable para disminuir las pérdidas de peso es desgranar las mazorcas a los 5 meses después de iniciado el almacenamiento y aplicarles un protector de grano y, preferiblemente, fumigarlo en recipientes herméticos (Espinal, datos no publicados).

2.7.3 Productos minerales y extractos de plantas

Uno de los tratamientos usados en Centro América y México es la aplicación de cal, esparciéndola en las mazorcas (BUSQUEDA DE tecnología apropiada para el combate de plagas de maíz almacenado en condiciones rústicas, Rodríguez, 1990b). Experimentos controlados de aplicación de cal indican que puede reducir significativamente el daño de insectos, incluyendo el que causa *P. truncatus*, a dosis de 1% (WORKSHOP ON the containment and control of the larger grain borer, Arusha, Tanzania, Hoppe, 1986, Sánchez, 1987), de 2% (Sánchez, 1987), y 3% (y 0.5 kg/m³ de mazorcas (Espinal, 1986).

En Honduras, la cal resultó más eficaz que el malation en el combate de insectos, aunque menor que pirimifos metílico, tanto la cal como los insecticidas y en combinación con prácticas mejoradas de almacenamiento dan una ventaja económica a los agricultores (Espinal, 1986).

Otros tratamientos tradicionales en África incluyen la adición de arena y ceniza, o en combinación (Golob, 1988a).

Algunas veces se requieren de grandes cantidades lo que implica mucho trabajo tanto para tratar el grano como para limpiarlo antes del consumo.

También se probaron polvos derivados de plantas como *Hippocratea* spp., *Ricinus communis* y *Lavandula angustifolia* (Rodríguez, 1987; BUSQUEDA DE tecnología apropiada para el combate de plagas de maíz almacenado en condiciones rústicas). Se han obtenido resultados positivos en cuanto a la alta mortalidad y bajo porcentaje de emergencia de insectos (Rodríguez & Lagunes, 1990).

Aunque algunos de estos tratamientos muestran daños significativos menores que el testigo, su eficacia varía de año a año y fueron menos eficaces que los piretroides sintéticos (Golob & Hanks, 1990).

El efecto de la mayoría de los polvos minerales en los insectos se debe a características propias del producto como la tendencia a raspar la cutícula y causar desecación; además, en grandes cantidades son barreras de penetración al grano. No se observaron efectos tóxicos en mamíferos pero pueden irritar las mucosas, y probablemente dejen residuos tóxicos en el grano.

2.7.4 Combate biológico

El combate biológico clásico (importación y utilización de enemigos naturales) presenta la ventaja de requerir poco o ningún cambio en las prácticas de almacenamiento, se reducen los riesgos de seleccionar resistencia a los pesticidas y se evitan los residuos tóxicos en los granos.

La primera indicación de que *P.truncatus* puede ser combatido por medio de enemigos naturales se encontró en México, en estudios realizados con el histérico *T.nigrescens*, en asocio con la plaga en muestras de maíz (Haines, 1981).

Entre los enemigos naturales, dos insectos de la familia Pteromalidae, *Anisopteromalus calandrae* y *Choetospila elegans* (Westwood) se encontraron atacando al barrenador en Costa Rica. Además, se encontraron *Calliodis* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) y *T. nigrescens* (Col.: Histeridae).

Estudios comparativos de microorganismos patogénicos a *P. truncatus* en Tanzania y en Centroamérica fueron realizados. (Boeye et al., 1988, Laborius, 1990a), encontrándose hongos como *Aspergillus* spp. el que usado como agente de combate en maíz almacenado podría ser un riesgo por los metabolitos tóxicos que produce. Además se encontraron dos hongos (*Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*) obtenidos de insectos que no son plagas de almacén (Burde, 1988). También, dos incubaciones de bacterias *Bacillus thuringiensis* han sido evaluadas en México. Los resultados no han sido reportados (Ibarra y León, 1989). En togo, se están llevando a cabo

investigaciones sobre la utilización práctica de protozoarios para el combate de *P. truncatus* (Laborius, 1990a).

Se espera que el combate biológico pueda ser combinado con otros métodos compatibles para proveer una solución ambientalista y completa al problema.

2.8 BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE *T. nigrescens*

Este depredador pertenece a la familia Histeridae, en la cual existen unas 3700 especies; aproximadamente 80 de ellas son nativas de Europa Central (Jacobs & Renner, 1988). Evidencias de *T. nigrescens* atacando *P. truncatus* en granos almacenados solo se encontraron en Costa Rica y México (Boye 1988; Rees, 1990).

Los adultos de *T. nigrescens* miden aproximadamente 2.3 mm. Un rasgo sorprendente es su especializada quitina dura de color negro. Solo las alas posteriores aparecen con marcas rojizas, los élitros no cubren completamente el abdomen, dejando dos segmentos del abdomen descubiertos. Las antenas se agrupan hacia los extremos formando una masa en las puntas y las tibiae del primer par de patas son dentadas y las usan para detectar sus presas.

Todos estos escarabajos son depredadores. Atacan insectos que ovipositan en estiércol, huesos y desechos vegetales (Jacobs y Renner, 1988).

Algunas especies voladoras se han especializado en vivir en especies barrenadoras de la corteza de árboles, otros viven en nidos de pájaros alimentándose de ácaros, pulgas y larvas de insectos voladores (Hinton, 1945).

T. nigrescens es un depredador con una preferencia por *P. truncatus*. (Boye, 1988, Rees *et al.*, 1990). Además muestra la capacidad para reproducirse con *Dinoderus*, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* y *Tribolium castaneum* (Rees, 1987, 1991; Leliveldt, 1990).

T. nigrescens tarda ocho semanas (56 días) para completar su ciclo de huevo a adulto a 26°C y 70% de HR (Rees, 1985). Los huevos son relativamente grandes (1.1mm x 0.5mm) y son ovipositados directamente en el sustrato en forma individual. La larva (2 a 3mm) emerge después de siete días a 26°C (Rees, 1985).

A 30°C, una hembra de *T. nigrescens* oviposita un promedio de 1.5 ± 0.9 huevos diarios. El estado de huevo dura cerca de seis días, y el estado larval aproximadamente 26 (Leliveldt, 1990).

La cutícula de los histeridos en estado larval es de color blanco. Empupan en un hueco en la tierra en el que las paredes de la pupa son protegidas por una secreción emitida por el ano de la larva. En granos las larvas están listas para empupar cuando miden aproximadamente 1.0 a 1.2 cm de longitud y utilizan sus mandíbulas para preparar su cámara

pupal y colocarla dentro del grano que ha sido dañado (Rees, 1985). El estado de pupa toma de 17 a 18 días a 30°C (Leliveldt & Laborius, 1990).

Un patrón de comportamiento observado en *T. nigrescens* es un tipo de parálisis de contracción que realiza cuando está en peligro. A este patrón se le conoce como tanatosis. Sus extremidades, como patas y antenas, se ocultan en las ranuras debajo del cuerpo. Esta parálisis hace que el escarabajo pase desapercibido por muchos de sus enemigos naturales (Gunther et al., 1983).

2.9 CONTROL BIOLÓGICO CON *T. nigrescens*

Este depredador está adaptado a los hábitats y hábitos de *P. truncatus*. Debido a que su cuerpo presenta casi las mismas dimensiones que la plaga le facilita la entrada a los túneles barrenados y así alimentarse de la plaga. Durante investigaciones en condiciones naturales en México (Rees, 1990) y en Costa Rica (Boye, 1988), *T. nigrescens* se observó solamente en conexión con *P. truncatus*.

En el sur de Togo, después de realizar estudios de métodos adecuados de combate, *T. nigrescens*, fue liberado en enero de 1991 (Boye & Fischer, 1993). Después de un año, el insecto se encontró entre 2 y 10 Km del punto de liberación (Boye et al., 1992b). b c

Ocho meses después de su liberación, se observaron pérdidas menores en el sitio donde *T. nigrescens* estaba presente en el maíz almacenado (aproximadamente 20%) que en el sitio del testigo sin el depredador (aproximadamente 35%). La población de *P. truncatus* fue de 1340 adultos/100 mazorcas, en almacenes donde *T. nigrescens* estaba presente, la cual fue claramente menor que la densidad de población en los almacenes testigos (3198 adultos/100 mazorcas) (Richter et al., 1992).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 ESTUDIO I: DINÁMICA POBLACIONAL DE *Prostephanus truncatus* (HORN) (COLEOPTERA:BOSTRICHIDAE) Y *Taraxiosoma nigrescens* (LEWIS) (COLEOPTERA:HISTERIDAE) EN EL AMBIENTE DE ALMACENAMIENTO TRADICIONAL EN EL DEPARTAMENTO DE YORO Y EL VALLE DE JAMASTRÁN, HONDURAS.

3.1.1 Materiales y equipo usado

Durante este estudio se utilizaron los siguientes materiales y equipo:

Bolsas de plástico, etiquetas, marcadores, alcohol, pinzas, botes grandes (500g) y pequeños (250g), bandejas, aceite mineral, tamices No 10 mesh, 18 mesh y 40 mesh, malla metálica, tabla contadora de granos, desgranador, balanzas de precisión y analítica Burrows, medidor de humedad Motomco Aeroglide No 919, higrotermógrafo, esteroscopio y cuarto de cría con temperatura y humedad controlada.

3.1.2 Localización del estudio

Este estudio se realizó en dos localidades de Honduras; el Valle de Jamastrán, Departamento de El Paraíso, ubicado en la parte sur-oriental de Honduras con una altitud promedio de 500m; y en la comunidad Matagua, Yoro; Departamento de Yoro en la parte nor-oriental de Honduras con una altitud promedio de 680m.

Las localidades se seleccionaron por la presencia de *P. truncatus* y *T. nigrescens* en los almacenes tradicionales de maíz, por su accesibilidad, y por la disposición de agricultores de la zona de colaborar con este estudio.

3.1.3 Identificación y selección de los agricultores

Los agricultores se seleccionaron los agricultores por medio de sondeos realizados de enero a abril de 1995, además se consideró información adicional sobre prácticas de

almacenamiento, proporcionada por extensionistas de las zonas evaluadas.

Los criterios tomados en cuenta incluían: accesibilidad a la comunidad, colaboración por parte de los agricultores y presencia de *P. truncatus* y su depredador *T. nigrescens* en sus almacenes tradicionales de maíz. Se seleccionaron tres agricultores por localidad.

3.1.4 Muestreo

Se realizaron tres muestreos para cada agricultor a intervalos de 6 semanas (desde el 18 de mayo, 6 de julio hasta 15 de agosto). La muestra consistió de 30 mazorcas tomadas al azar del sitio de almacenaje.

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Entomología del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN) del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana. En cada muestra se determinó el contenido de humedad, la cantidad de *P. truncatus* y de *T. nigrescens* por Kg de muestra y la pérdida de peso.

El procedimiento de análisis en el laboratorio se detalla en el anexo 2.

3.1.5 Variables analizadas

3.1.5.1 Contenido de humedad

Se tomaron tres submuestras de maíz desgranado para medir el contenido de humedad utilizando el medidor de humedad (Mocomo Moisture Meter Aeroglide). Se estimó un promedio de las tres submuestras.

3.1.5.2 Número de insectos

Cada muestra se dividió en tres submuestras de 30 mazorcas, se desgranaron y tamizaron para realizar un conteo inicial de los insectos adultos. Éstos se separaron por especie utilizando pinzas, y se colocaron en alcohol por una hora para evitar el escape de insectos y realizar un conteo más eficiente, al día siguiente se tamizaron de nuevo para contar los insectos que permanecían dentro de los granos realizando el procedimiento anteriormente descrito.

El número de insectos se expresó en adultos/kg de muestra de maíz desgranado.

3.1.5.3 Evaluación de pérdida de peso

Se realizó una evaluación de la pérdida ocasionada por los insectos en cada tratamiento y mes de muestreo. Para este análisis se utilizó el método de conteo y pesado de los 1000 granos (Ver anexo 1).

3.1.6 Variedad de maíz

En Jamastrán las variedades de maíz utilizadas por los agricultores evaluados fueron Honduras Planta Baja (HBP), y un material criollo conocido como Tuza Morada. En Yoro, los agricultores utilizaron solamente Tuza morada.

3.1.7 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar(DCA), considerando como tratamientos los meses de muestreo para cada zona, usando tres repeticiones por tratamiento.

3.1.8 Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el programa "Statistical Analysis System" SAS, usando Anóva y separación de medias SNK al 0.1 ($P > 0.1$), para las variables de pérdida de peso, número de *P. truncatus* y *T. nigrescens*.

3.2 ESTUDIO II: IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL Y DAÑO OCASIONADO POR *Prostephanus truncatus* (HORN) (COLEOPTERA:BOSTRICHIDAE) Y EN *Taraxiosoma nigrescens* (LEWIS) (COLEOPTERA:HISTERIDAE)

3.2.1 Materiales y equipo usado

Durante este estudio se utilizaron los siguientes materiales y equipo:

Bolsas de plástico, etiquetas, marcadores, alcohol, pinzas, botes grandes (500g) y pequeños (250g), bandejas, aceite mineral, tamices No 10 mesh, 18 mesh y 40mesh, malla metálica, tabla contadora de granos, desgranador, balanzas de precisión y analítica Burrows, medidor de humedad Motomco Aeroglide No 919, higrotermógrafo, esteroscopio y cuarto de cría con temperatura y humedad controlada.

3.2.2 Localización del estudio

Este estudio se realizó en tres comunidades en el Valle de Jamastrán, departamento de El Paraíso. El Valle de Jamastrán tiene una área superficial de 200Km², ubicado a 14 latitud norte y 86 longitud oeste y con una altitud promedio de 600m. Esta área está caracterizada como un bosque húmedo semi-tropical, con una humedad relativa promedio anual de 75%, con temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación promedio anual de 979mm, la que está distribuida entre los meses de mayo y noviembre.

Las tres comunidades donde se ubicó el ensayo fueron La Música, La Florida y El Zapotillo. Estas comunidades se seleccionaron por estar relativamente cerca de la Escuela Agrícola Panamericana (aproximadamente 80Km); además, el maíz es comúnmente producido por pequeños agricultores que utilizan este cultivo para su dieta alimenticia básica. Investigaciones previas indicaban la presencia de *Prostephanus truncatus* y *T. nigrescens* durante el almacenamiento tradicional de maíz.

3.2.3 Identificación y selección de los agricultores

Siete agricultores se seleccionaron por medio de sondeos realizados de enero a abril de 1995. Además, se consideró

pérdida de peso, el número de insectos de la plaga y su depredador, y el contenido de humedad.

Cada muestra estaba compuesta de 90 mazorcas previamente organizadas al azar, y fueron colocadas en bolsas de plástico debidamente identificadas.

Cada muestra se dividió en tres submuestras de 30 mazorcas y se realizó un conteo inicial de insectos. Luego las mazorcas se destuzaron, se desgranaron y se pesó el grano. Los granos se tamizaron para separar los insectos adultos y contarlos. Al día siguiente, se tamizaron de nuevo para contar los insectos que permanecían dentro de los granos. De esta muestra, se obtenían tres submuestras de 500 g para estimar el contenido de humedad e incubarlas en el cuarto de cría a una temperatura de $27^{\circ}\text{C} \pm 2$ y una humedad relativa de $68\% \pm 2$. La incubación se hizo en botes cerrados con tapas para evitar la salida de insectos. Las tapas se perforaron para permitir el intercambio de oxígeno. Los botes se colocaron en bandejas con aceite mineral para evitar que los insectos pasaran de un bote a otro. Después de una semana de incubación, se sacó la muestra para observar la emergencia y contar los insectos vivos y muertos. Este procedimiento se realizó cada semana durante un mes.

El resto de la muestra se utilizó para obtener el porcentaje de pérdida usando el método de conteo y pesado de 1000 granos (Anexo 3).

3.2.6 Variables analizadas

3.2.6.1 Contenido de humedad

Se tomaron tres submuestras de maíz desgranado para medir el contenido de humedad, utilizando el medidor de humedad (Mottoco Moisture Meter Aeroglide). Se estimó un promedio de las tres submuestras.

3.2.6.2 Número de insectos

Cada muestra se dividió en tres submuestras de 30 mazorcas, se desgranaron y tamizaron para realizar un conteo inicial de los insectos adultos. Éstos se separaron por especie utilizando pinzas, y se colocaron en alcohol por una hora para evitar el escape de insectos y realizar un conteo más eficiente, al día siguiente se tamizaron de nuevo para contar los insectos que permanecían dentro de los granos realizando el procedimiento anteriormente descrito.

El número de insectos se expresó en adultos/kg de muestra de maíz desgranado.

3.2.6.3 Evaluación de pérdida de peso

Se realizó una evaluación de la pérdida ocasionada por los insectos en cada tratamiento y mes de muestreo. Para este análisis se utilizó el método de conteo y pesado de los 1000 granos (Ver anexo 1).

3.2.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). Se evaluaron dos tratamientos: arreglo horizontal de las mazorcas con aplicación de cal y arreglo vertical de las mazorcas con aplicación de cal. El testigo fue un arreglo horizontal sin cal. Se hicieron 8 repeticiones por tratamiento, para un total de 24 repeticiones.

3.2.8 Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el programa "Statistical Analysis System" SAS, usando modelos de Andeva y separación de medias SNK de 0.1 ($P > 0.1$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ESTUDIO I: DINÁMICA POBLACIONAL DE *Prostephanus truncatus* (HORN) (COLEOPTERA:BOSTRICHIDAE) Y *Taratriosoma nigrescens* (LEWIS) (COLEOPTERA:HISTERIDAE) EN EL AMBIENTE DE ALMACENAMIENTO TRADICIONAL EN EL DEPARTAMENTO DE YORO Y EL VALLE DE JAMAISTRÁN, HONDURAS.

4.1.1 Limitantes

No se realizó comparación estadística entre las zonas evaluadas porque no se obtuvieron suficientes muestras de los almacenes de maíz. Además, los agricultores de cada zona realizaron prácticas de manejo diferentes; aplicación de diversos insecticidas y productos naturales, y utilización de variedades distintas. Sin embargo, se realizó una comparación de medias a través de un análisis de varianza dentro de cada zona, haciendo inferencia estadística entre los meses de muestreo.

4.1.2 Resultados

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las pérdidas de peso acumuladas en Yoro y Jamastrán, respectivamente. Además, se incluyen el número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* por kg de muestra y la proporción resultante (T.n:P.t).

Cuadro 1. Porcentaje de pérdida, número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* por kg de muestra y proporciones depredador:presa, Departamento de Yoro, 1995.

Agricultores	Meses							
	May				Jul			
Variables	1	2	3	Prom ^a	1	2	3	Prom ^a
Pérdida de peso(%)	4.4	7.5	4.8	5.5 a	10	24	8.3	14.1a
Número de <i>P. truncatus</i>	84	285	18	129 a	218	67	38	108 a
Número de <i>T. nigrescens</i>	26	26	7	20 a	114	10	14	46 a
Proporción (T.n:P.t)	1:3	1:11	1:3	1:6	1:2	1:7	1:3	1:4

a Promedios seguidos por letras minúsculas iguales en cada fila no son estadísticamente diferentes ($P \geq 0.1$).

En el Cuadro 1 se observa que en Yoro, durante el mes de mayo, la pérdida de peso promedio en las muestras de los agricultores evaluados fue de 5.5%. La cantidad de *P. truncatus* y de *T. nigrescens* fue de 129 y 20 adultos/kg respectivamente. No se observó diferencia estadística comparado con el mes de julio para la pérdida de peso (14.1%), número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* (108 y 46 adultos/kg, respectivamente) ($P \geq 0.1$), a pesar que la pérdida se duplicó en este mes y el número de *P. truncatus* se redujo, y el depredador aumentó al doble. La proporción T.n:P.t se mantuvo similar en ambos meses (1:6 y 1:4, respectivamente).

Cuadro 2. Porcentaje de pérdida, número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* por Kg de muestra y proporciones de depredador:presa, Valle de Jamastrán, Departamento de El Paraíso, 1995.

Agricult	Mes											
	May				Jul				agost			
Variable	1	2	3	Pr ^a	1	2	3	Pr ^a	1	2	3	Pr ^a
Pérdida de peso%	4	4.9	2	3.4 _a	6	7.5	4.4	6 ab	7.7	10	8.9	9 b
Número de P.t.	34	558	14	202 _a	64	431	192	229 _a	200	405	177	261 _a
Número de T.n	0	11	0	3.7 _a	0	73	0	24 a	4	0	1	1.7 _a
Proporc. T.n:P.t	--	1:51	--	1:17	--	1:6	--	1:2	1:50	--	1:177	1:59

a Promedios seguidos por letras minúsculas diferentes en cada fila son estadísticamente diferentes ($P < 0.1$).

En el Cuadro 2 se observa que en Jamastrán, durante el mes de mayo la pérdida de peso de las muestras alcanzó un promedio 3.4%, el número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* fue de 202 y 4 adultos/kg, respectivamente. No se observó diferencia estadística en cuanto a pérdida y número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* entre mayo y julio a pesar que la pérdida se duplicó y el depredador aumentó seis veces en julio. Se obtuvo una proporción promedio depredador:presa de 1:2. En agosto, se obtuvo una pérdida estadísticamente significativa mayor (9%) que en mayo (3.4%) pero no hubo diferencia con la registrada en el mes de julio (6%). El número de *P. truncatus* y *T. nigrescens* fue de 261 y 1.7 adultos/kg, respectivamente. En agosto se observó *P. truncatus* aumentó en promedio 30 adultos/Kg con respecto al mes de julio, y la presencia del depredador disminuyó, hasta alcanzar una proporción promedio depredador:presa de 1:59. No hubo diferencia significativa en cuanto a densidad poblacional de *P. truncatus* y *T. nigrescens* comparando los datos de mayo. Se observa que la plaga aumentó en agosto, en promedio, 59 adultos/kg y el depredador disminuyó casi a la mitad.

4.1.3 Discusión

La presencia de *T. nigrescens* en los almacenes de Yoro pareció afectar la población de *P. truncatus*, aunque los porcentajes de pérdida en el maíz fueron altos en el mes de julio. Es necesario llevar a cabo estudios más detallados para verificar estos resultados.

Estas pérdidas de peso fueron producto de la presencia, además de *P. truncatus*, de otros insectos primarios (*Sitophilus spp.* y *Sitotoga cerealella*) e insectos secundarios (*Tribolium castaneum*, *Carpophilus spp.*, *Cathartus quadricollis*). Aunque el depredador puede sobrevivir y alimentarse de estas plagas (Leliveldt, 1990; Rees, 1987) no afectó sus dinámicas poblacionales, probablemente por los niveles bajos del depredador en comparación con el complejo de estas plagas de almacén.

El número de *P. truncatus* en Yoro durante los meses de mayo y julio se mantuvo relativamente alto. Lo cual confirma que la actividad de vuelo de la plaga y su actividad en el maíz almacenado alcanza su mayor expresión en los meses de mayo a julio (Espinal, datos no publicados; Nang'ayo, 1993; Novillo, 1991). La misma situación ocurre con *T. nigrescens*. Existe la posibilidad de que el depredador arrive un poco tarde, por lo que la supresión de la plaga no se hace eficazmente.

Se deben implementar estudios dirigidos a inocular artificialmente el depredador antes de que la plaga se establezca para evaluar la su eficiencia como agente de control biológico en el manejo integrado de la plaga. Los niveles de *T. nigrescens* en Yoro fueron mayores (Cuadro 1 y 2) que en Jamastrán (Cuadro 1 y 2), aunque no se realizó análisis estadístico comparativo. Datos de la actividad de vuelo de la zona de Yoro (Espinal, datos no publicados) confirman la presencia de *T. nigrescens* en niveles mayores que en el resto del país, lo cual hace suponer que debe existir un mayor control de la plaga por el depredador en la naturaleza.

En el Valle de Jamastrán, *T. nigrescens* no pareció influir en la dinámica poblacional y en el daño ocasionado por *P. truncatus*. Este valle es uno de los mayores productores de maíz en Honduras.

Los datos obtenidos en Yoro no se pudieron comparar estadísticamente con los de Jamastrán, ya que el muestreo en Yoro fue incompleto por falta de maíz en los almacenes. Sin embargo, se observó que en mayo las pérdidas fueron similares en ambas zonas, pero la proporción entre *P. truncatus* y *T. nigrescens* fue más baja en Jamastrán.

En Yoro, en el mes de julio, a pesar que se encontró una proporción alta de *T. nigrescens* y *P. truncatus* (1:2), las

pérdidas de peso fueron más elevadas. Contrario a lo sucedido en Jamastrán. Estas diferencias se pueden deber al azar por el número reducido de agricultores muestreados o a las diferentes prácticas de manejo implementadas por ellos (aplicación de insecticidas, productos naturales y utilización de variedades distintas).

Este estudio debe realizarse incluyendo mayor número de productores en cada zona y estratificados de acuerdo con criterios definidos (cantidad almacenada, variedad, etc.)

4.2 ESTUDIO II: IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL Y DAÑO OCASIONADO POR *Prostephanus truncatus* (HORN) (COLEOPTERA:BOSTRICHIDAE) Y EN *Taratriosoma nigrescens* (LEWIS) (COLEOPTERA:HISTERIDAE)

La aplicación de cal es una práctica cultural frecuentemente usada en Honduras para proteger el grano contra los insectos de almacén (Espinal, 1986; Postcosecha, 1984).

En este estudio, se evaluó la influencia de aplicación de cal y forma de arreglo de las mazorcas en la dinámica poblacional y daño ocasionado por *P. truncatus* y el comportamiento de *T. nigrescens*.

Se identificaron cuatro plagas en las muestras de almacén: *P. truncatus*, *Sitophilus zeamais*, *Cathartus quadricollis* y *Carpophilus* spp. Se cree que estos dos últimos, aunque fueron abundantes, contribuyen poco en la pérdida de peso total.

4.2.1 Evaluación de los tratamientos

Los tratamientos se evaluaron con base en porcentaje de pérdida acumulada, dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens*.

Se observó una diferencia significativa en los tratamientos (<0.0761) (Cuadro 3). La interacción entre los tratamientos y los meses evaluados fue significativa (0.0650) (Anexo 2).

Los tratamientos evaluados fueron significativos (<0.0848) aunque no se detectaron diferencias significativas (<0.1) entre las medias del número de *P. truncatus* en los diferentes tratamientos. La interacción entre los

tratamientos y los meses no fue significativa (0.3751) (Anexo 2).

En cuanto a los tratamientos evaluados, se observó diferencia significativa (<0.1) en el número de *S. zeamais*. La interacción entre los tratamientos y los meses fue significativa (0.0151). Por lo tanto, el cambio del número de insectos de los tratamientos evaluados durante el ensayo depende del mes (Anexo 2).

En cuanto a los tratamientos evaluados, no se observó diferencia significativa (<0.1) en el número de *T. nigrescens*. La interacción entre los tratamientos y los meses tampoco fue significativa (0.6076), por lo tanto, no hubo diferencia en el número de insectos de los distintos tratamientos durante el ensayo (Anexo 2).

4.2.2 Pérdida acumulada para cada tratamiento

En el Cuadro 3 se observa el porcentaje de pérdida de peso por mes en cada tratamiento.

Cuadro 3. Pérdidas de peso asociadas con *Prostephanus truncatus* en tres diferentes tratamientos durante ocho meses de almacenamiento de maíz en mazorca en el Valle de Jamastrán, 1995.

Tratamiento	Pérdida de peso (%) ¹			
	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre
Vertical+cal	2.3 Aa	6.1 Ab	15.9 Ac	22.1 Ad
Horizontal+cal	2.1 Aa	7.1 Ab	13.9 Ac	39.3 Bd
Horizontal(testigo)	1.9 Aa	7.5 Ab	15.7 Ac	37.8 Bd

¹ Pérdidas seguidas por letras mayúsculas diferentes en cada tratamiento (columnas) son significativamente diferentes ($P < 0.1$). Pérdidas seguidas por letras minúsculas diferentes en cada mes (filas) son significativamente diferentes ($P < 0.1$)

En marzo se observaron pérdidas bajas (1.9 - 2.3%); no hubo diferencia estadística entre los tratamientos. En mayo, la pérdida aumentó a niveles intermedios (6.1 - 7.5%); nuevamente no se encontraron diferencias estadísticas entre

los tratamientos. En julio se observó que las pérdidas se duplicaron con respecto al mes de mayo, sin embargo, no se encontraron diferencias entre los tratamientos. En septiembre, el entrojado vertical con cal experimentó menor pérdida (22.1%) que el entrojado horizontal con cal (39.3%) y el testigo (37.8%). La pérdida experimentada por el entrojado vertical con cal fue estadísticamente menor que el entrojado horizontal y el testigo. No se observó diferencias estadísticas entre estos dos últimos.

El arreglo vertical de las mazorcas posiblemente tuvo un efecto sobre la pérdida debida a la plaga después de siete meses de almacenamiento. Sin embargo este efecto es contraproducente ya que los niveles de pérdidas en este período son críticos (22%). Por lo tanto, es recomendable realizar otras prácticas culturales de manejo complementarias al arreglo vertical y aplicación de cal (ej. desgranarlo y/o fumigarlo) para evitar el incremento de pérdida de peso.

En el Cuadro 4 se observa el incremento poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en cada tratamiento.

Cuadro 4. Dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en tres tratamientos diferentes durante ocho meses de almacenamiento de maíz en mazorca, valle de Jamastrán, 1995.

Adultos por Kilogramos ¹				
	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre
Tratamiento				
Vertical + cal				
<i>P. truncatus</i>	4.5 a	29.5 b	327.2c	0.5 d
<i>S. zeamais</i>	10.4 a	24.4 b	170.1c	12.3 a
<i>T. nigrescens</i>	0	0	2.2	0
Proporcion(T.n:P.t)	---	---	1:149	---
Horizontal+cal				
<i>P. truncatus</i>	0.6 a	118.6b	162.1c	150.9c
<i>S. zeamais</i>	9.9 a	80.1 b	140.3c	101.9d
<i>T. nigrescens</i>	0	0.1	3.5	0.1
Proporcion(T.n:P.t)	--	---	1:46	---
Horizontal(testigo)				
<i>P. truncatus</i>	5.1 a	193.1b	377.7c	220.7d
<i>S. zeamais</i>	10.2 a	73.2 b	295.8c	81.8 b
<i>T. nigrescens</i>	0	0.1	12.7	0
Proporcion(T.n:P.t)	--	---	1:30	---

1 Pérdidas seguidas por letras minúsculas diferentes en cada mes(filas) son significativamente diferentes($P < 0.1$)

Respecto a la dinámica poblacional de *P. truncatus* y *S. zeamais* se observó que en el mes de marzo se presentó la menor densidad de insectos, de 4.5 a 5.1 y de 9.9 a 10.4 adultos/kg de maíz *P. truncatus* y *S. zeamais* respectivamente, y fueron significativamente menores que las densidades encontradas en mayo. No se observó la presencia del depredador *T. nigrescens*. En mayo la densidad poblacional de los insectos que atacan al grano incrementó hasta alcanzar entre 29.5 a 193.1 y 24 a 73.2 adultos/kg de maíz de las dos especies, respectivamente, y fue significativamente mayor que el mes de marzo y menor que en julio. El depredador estuvo ausente durante este período. En julio, se presentó la mayor densidad de insectos entre 162 y 377 y entre 140 y 295 adultos/kg de maíz de *P. truncatus* y *S. zeamais* respectivamente, y fue estadísticamente mayor a las cantidades de maíz los meses de mayo y septiembre. En este período, se detectó la presencia del depredador en niveles bajos (de 2.2 a 12.7 adultos/kg). Las proporciones resultantes fueron de 1:30- 1:149 (T.n:P.t).

En septiembre, la densidad de los insectos disminuyó, presentando niveles de 0.5 a 220.7 y de 12.3 a 81.8 adultos/Kg de *P. truncatus* y *S. zeamais* respectivamente, y fueron significativamente menores que en el mes de julio. No se encontró adultos de *T. nigrescens* en este período.

4.2.3 Discusión

La pérdida de peso durante los dos primeros meses de almacenamiento fue baja en todos los tratamientos, probablemente, debido a las bajas poblaciones de *P. truncatus* y *S. zeamais*, las dos principales plagas de maíz almacenado, encontradas en este estudio. En marzo, se observó una mayor cantidad de *S. zeamais* que de *P. truncatus*, ya que la infestación de *S. zeamais* comienza en el campo a madurez fisiológica. *P. truncatus* aparece hasta que el grano ya está almacenado en mazorca (Novillo, 1991) y según estudios en Honduras, la infestación de *P. truncatus* en el campo ocurre

a niveles bajos, lo que hace difícil detectarlos en los primeros tres o cuatro meses del almacenamiento (Novillo, 1991; Espinal, datos no publicados). Aunque se ha encontrado que esta plaga también puede infestar al maíz en el campo (Quintana *et al.*, 1960a; Ríos, 1986).

En mayo, se observaron pérdidas de peso intermedias. La población de *P. truncatus* incrementó en forma más acelerada que *S. zeamais*. Varios estudios, en Honduras, han demostrado que la actividad de vuelo de *P. truncatus* está correlacionada con el inicio de las lluvias, lo que sugiere que la aparición de nuevas generaciones y los incrementos poblacionales significativos de la plaga ocurren hasta este momento (Novillo, 1991).

En el mes de julio, se presentó la mayor densidad de insectos y consecuentemente las pérdidas se duplicaron comparadas con las de los meses anteriores. En este momento, el incremento de las plagas estaba en su máximo punto. Las fuentes de alimento eran aún suficientes para sostener las diversas poblaciones presentes en el grano. Además, en julio *P. truncatus* ya se había establecido en el grano y los niveles poblacionales eran altos. La presencia del depredador natural de *P. truncatus* se detectó en este período.

La población del depredador no fue suficiente para combatir adecuadamente a *P. truncatus* y se encontraron, encontrando relaciones de 1:30 y 1:149 (T.n:P.t). Una razón podría ser que *P. truncatus* cumple su ciclo en menor tiempo (un mes)

mientras que *T. nigrescens* lo hace en dos meses (Bell y Watters, 1982; Rees, 1985). Además, se ha reportado que *T. nigrescens* es capaz de alimentarse de otras especies como *S. zeamais* y *T. castaneum* (Rees, 1987). También existe falta de sincronización de *T. nigrescens* depredador con la plaga ya que el depredador podría encontrarse en esos momentos en hospederos alternos naturales (Poschko et al., 1992 b). La temperatura y la humedad relativa pudieron tener también una influencia en el establecimiento del depredador (Poschko, 1994).

En septiembre, la densidad de la plagas disminuyó significativamente, probablemente por la competencia intra e interespecífica y por el desgaste de la fuente de alimento disponible. Cuando, la tasas de reproducción se reducen puede ocurrir depredación entre las larvas de *S. zeamais* y *P. truncatus* (Novillo, 1991). Los porcentajes de pérdida de peso son mayores en el mes de septiembre ya que no solo *P. truncatus* y *S. zeamais* están presente sino que actúa un complejo de plagas (primarias y secundarias). Además durante los muestreos realizados en las trojas, *T. nigrescens* estuvo ausente en la mayor parte de este período.

Las Figuras 1, 2, 3 y Anexo 5 detallan estos resultados.

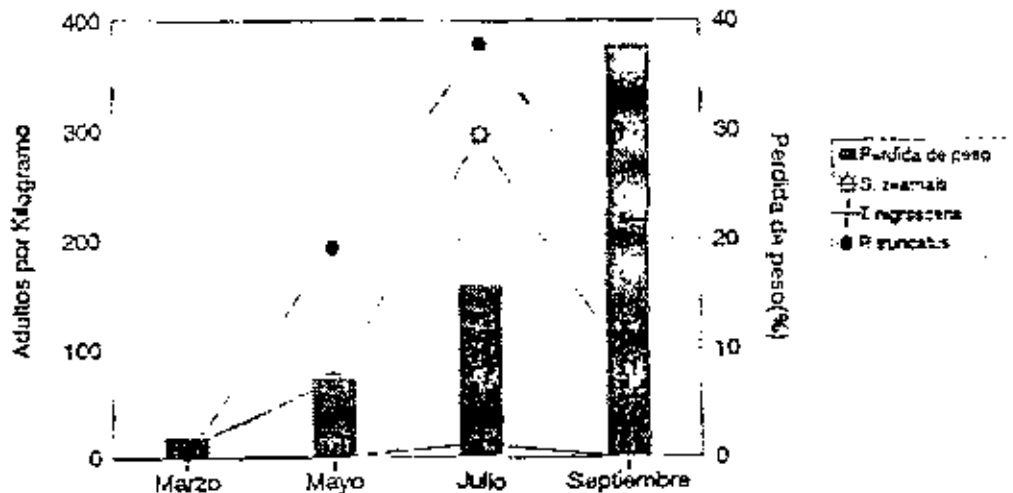


Figura 1. Pérdida de peso acumulada (%) y dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en el entrojado horizontal.

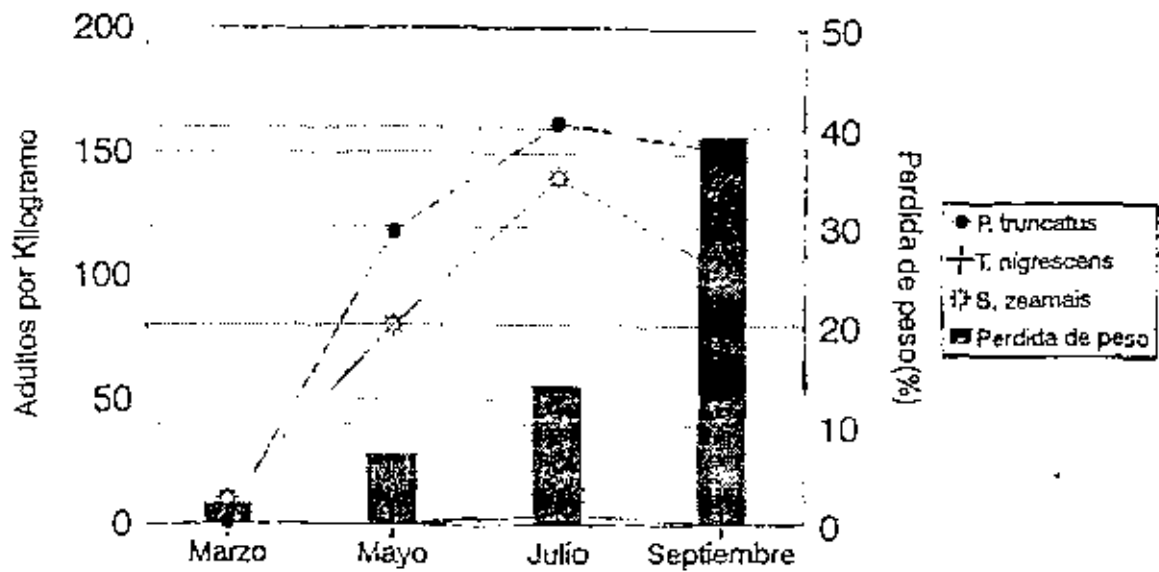


Figura 2. Pérdida de peso acumulada (%) y dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en el entrojado horizontal con cal.

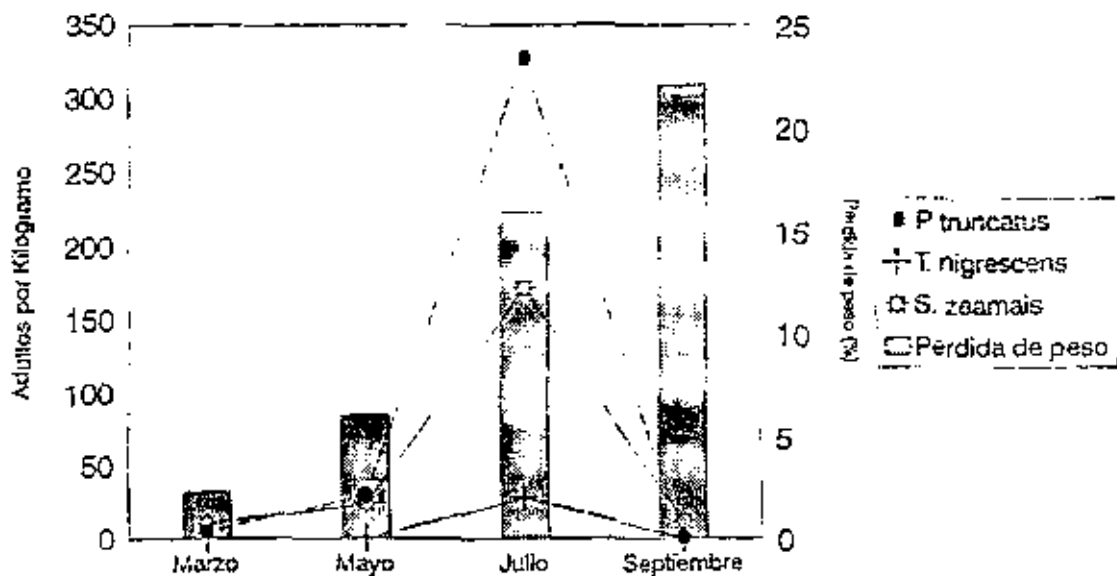


Figura 3. Pérdida de peso acumulada (%) y dinámica poblacional de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* en el entrojado vertical con cal.

4.2.5 Emergencia de *P. truncatus* y *S. zeamais* en el laboratorio

Las emergencias en el laboratorio pueden ser consideradas como una población potencial de *P. truncatus* para estimar su dinámica poblacional y pérdidas del grano (Novillo, 1991). En cuanto a los tratamientos evaluados, no se observó diferencia significativa (<0.1) en el número de *P. truncatus* emergidos del grano incubado por un mes. El tratamiento en el que más insectos se encontró fue en el entrojado horizontal (testigo), observándose un promedio de 11.5 insectos/kg. En el entrojado vertical emergieron un promedio de 6.7/kg y en el entrojado horizontal con cal 5.2/kg. (Cuadro 6).

En cuanto a los tratamientos evaluados, no se observó diferencia significativa (<0.05) en el número de *S. zeamays*. El tratamiento en el que más insectos se encontró fue en el entrojado horizontal (testigo), observándose un promedio de 62.7/kg. En el entrojado vertical un promedio de 42/kg y en el entrojado horizontal con cal 47.5/kg (Cuadro 5). Estos resultados sugieren que ni la aplicación de cal ni la posición de la mazorca en forma vertical tiene un efecto en la cantidad de insectos que emergieron en el laboratorio.

En ningún momento se observó emergencias de *T. nigrescens* ni de posibles antagonistas de la plaga. Pudo ocurrir que la densidad de adultos observada en las muestras de maíz del almacén fue baja y probablemente las muestras incubadas en el laboratorio estaban libres del depredador o se encontraba en niveles tan bajos que no pudieron competir con las altas densidades poblacionales de *P. truncatus* y *S. zeamais*.

Cuadro 6. Promedio de *P. truncatus*^a y *S. zeamais*^a emergidos en dos tratamientos y un testigo evaluados en condiciones de laboratorio cada siete, 14, 21 y 28 días.

	<i>Sitophilus zeamais</i> ^b	<i>Prostephanus truncatus</i> ^b
Tratamiento		
E.horizontal	62.7 A	11.6 A
E.horizontal+c	47.5 A	6.7 A
E.vertical	42.1 A	5.3 A

a Los promedios de los insectos es por un Kg. de muestra.

b Medias seguidas de la misma letra y en la misma columna no son significativamente diferentes al 0.1 de probabilidad.

En las muestras incubadas en el laboratorio se observó que existe un predominio de *S.zeamais* sobre *P.truncatus*. Se sabe que en condiciones de laboratorio la presencia de *S.zeamais* puede afectar negativamente la población de *P.truncatus* (Haubruge y Verstraeten, 1987). Si el maíz se encuentra almacenado en mazorca o desgranado puede determinar el predominio de una u otra especie. *P.truncatus* es predominante cuando el maíz se encuentra en mazorca. *S.zeamais* tiene más posibilidad de predominio cuando el maíz se encuentra desgranado (Boeye, 1990) (Figura 4).

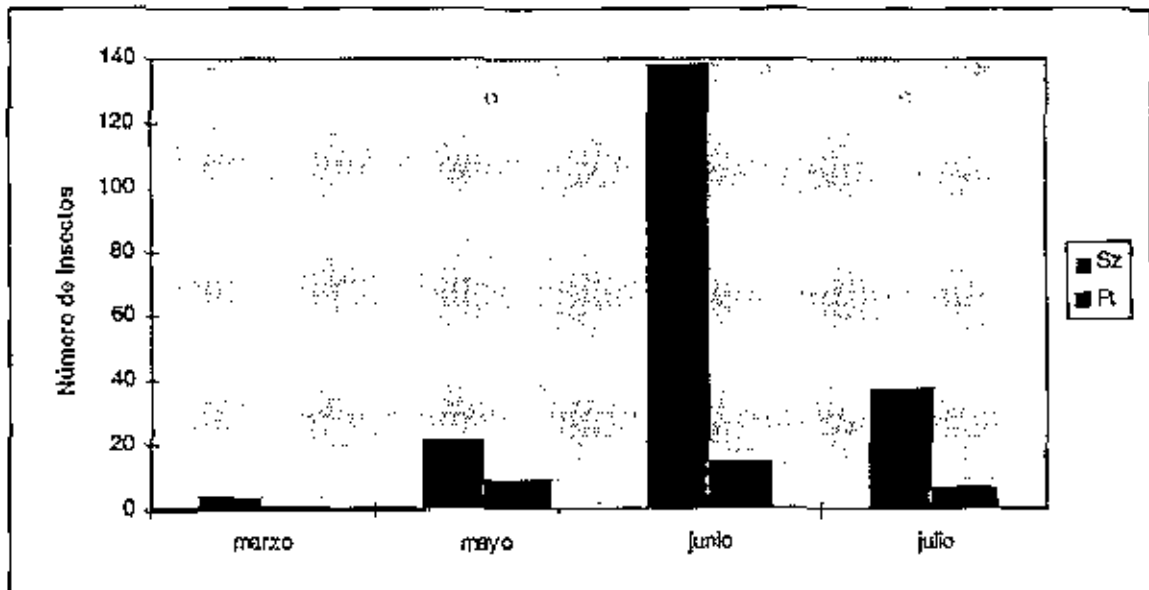


Figura 4. Emergencias de *P. truncatus* y *S. seamaís* en condiciones de laboratorio en cada mes de muestreo, conteos realizados a los siete, 14, 21 y 28 días.

V. CONCLUSIONES

1. En el Departamento de Yoro y en el Valle de Jamastrán, hubo muy poca evidencia para determinar la influencia del depredador natural sobre la plaga.
2. No se detectó el efecto de las prácticas de almacenamiento en la dinámica poblacional de *T. nigrescens* por su bajo nivel poblacional en los almacenes de maíz.
3. En los primeros siete meses de almacenamiento, el arreglo de las mazorcas no tuvo efecto sobre la dinámica poblacional y los niveles de daño causado por *P. truncatus*.
4. A los ocho meses de almacenamiento el arreglo vertical de mazorcas redujo la pérdida de peso.
5. La aplicación de cal no afectó el ciclo de infestación y el daño ocasionado por *P. truncatus*.

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el arreglo de mazorcas por medio de un diseño factorial. Arreglo de las mazorcas con y sin aplicación de cal.
2. Estudiar en detalle el efecto del arreglo de las mazorcas y aplicación de cal en la dinámica poblacional del depredador.
3. Estudiar el efecto varietal en el ciclo de infestación, dinámica poblacional y pérdidas de peso ocasionadas por el complejo de plagas *P. truncatus*, *S. zeamais*.
4. Realizar un estudio en condiciones más controladas para determinar el comportamiento de *T. nigrescens* en diferentes poblaciones de *P. truncatus* y su eficacia para controlar la plaga.
5. Implementar un estudio de campo utilizando inoculaciones artificiales de *T. nigrescens* para evaluar su efecto en la dinámica poblacional y daño causado por *P. truncatus* en almacenes tradicionales de maíz.

VII. LITERATURA CITADA

- BOEYE, J.; BURDE, S.; KEIL, H.; LABOTIUS, G.A.; SCHULZ, F.A. 1988. The possibilities for biologically integrated control of the larger grain borer (*Prostephanus truncatus* [Horn]) in Africa, 110-139. Ed. por G.G.M. Schulten y A.J. Toet. Workshop on the containment and control of the larger grain borer, Arusha, Tanzania, [16-21 May 1988]. Ministry of Agriculture and Livestock Development [Tanzania] with assistance from Food and Agriculture Organization of the United Nations [Rome, Italy] Report II Technical papers presented at the workshop [Unpublished]. ii + 209pp.
- BOEYE, J.; FISCHER, H.U., BILIWA, A. 1992b. Response of *Tereosoma nigrescens* Lewis (Col.:Histeridae) to the pheromone of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.:Bostrichidae). Anz. Schadlingskde. Pflanzenschutz, Umweltschutz 65, 153-157.
- BURDE, S. 1988. Microbial antagonist of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) - basis for a biological treatment in tropical store protection. GTZ, Hamburg [Unpublished final report]. 97pp.
- BOEYE, J. 1990. Autecological investigations on the behaviour of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) in Costa Rica. Universitat zu Kiel. xiii + 195pp.
- CALIX RUBIO, L.C. 1995. Variación en el potencial biótico de *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) en Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 59p.
- CHITTENDEN, F.H. 1911. Papers on insects affecting stored products. A list of insects affecting stored products cereals. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Entomology, Bulletin No. 96(1): 1-7.
- DENDY, J.P.; DOBIE, J. SAIDI; SHERMAN, C. 1989a. The design of trap for monitoring the presence of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) in maize field. Journal of Stored Products Research 25(4): 187-191pp.

- DENDY, J.P.; DOBIE, J. SAIDI; SHERMAN, C. 1989b. Trapping the larger grain borer *Prostephanus truncatus* in maize field using synthetic pheromone. *Entomologia Experimentails et Applicata* 50(3): 241-244.
- DICK, K.M.; REES, D.P., 1989. Report on a visit to Ghana to provide training in pheromone trapping techniques for the larger grain borer (*Prostephanus truncatus*). 7-22 January 1989. Overseas Development Natural Resources Institute, United Kingdom. 30pp.
- DICK, K.M.; REES, K.K. 1989. Ocurrence of larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn), in Ghana. *FAO Plant Protection Bulletin* 37(3): 132.
- DICK, K.M. 1990. Biological control of the larger grain borer in Africa: a component of an integrated pest management strategy, pp.5-15. Ed. by R.H. Markham y H.R. Herren. Biological control of the larger grain borer. Proceedings of an IITA/FAO coordination meeting, Cotonou, Republic of Benin, 2-3 June 1989. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan Nigeria. viii + 177pp.
- DOBIE, P. 1988a. The distribution and biology of *Prostephanus truncatus*, pp. 17-27. Ed. por G.G.M. y A.J. Toet. Workshop on the containment and control of the larger grain borer, Arusha, Tanzania, 16-21 May 1988. Pest Control Services, Ministry of Agriculture and Livestock Development (Tanzania) and Food and Agriculture Organization of the United Nations, (Rome, Italy), Report II Technical papers presented at the workshop. ii + 209pp.
- ESPINAL, J.R. 1986. Comparison of traditional and improved methods on farm maize storage in Honduras. Master of Science Thesis, Kansas State University, Manhathan, Kansas. v + 58pp.
- GARDUÑO HERNANDEZ, L.M.P. 1988. Fluctuación poblacional de la entomofauna asociada al maíz almacenado, comparación de dos métodos de muestreo e infestación de campo. Tesis de Biólogo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. 85 + viipp.
- GILES, P.H. LEON, V. 1974. Infestation problems in farm-stored maize in Nicaragua, pp.68-76. In Proceedings of the First International, Working Conference On Stored-Products entomology, Savannah, Georgia, USA, October 7-11, 1974. 705pp.

- GOLOB, P. 1988a. Chemical control of the larger grain borer, pp. 53-69. Ed. por G.G.M. Schulten y A.J. Toet. Workshop on the containment and control of the larger grain borer, Arusha, Tanzania, [16-21 May 1988]. Ministry of Agriculture and Livestock Development [Tanzania] and Food and Agriculture Organization of the United Nations [Rome, Italy] Report II Technical papers presented at the workshop [Unpublished]. ii + 209pp.
- GOLOB, P. 1988b. Current status of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) in Africa. *Insect Science and its Application* 9(6): 737-745.
- GOLOB, P.; HANKS, R. 1990. Protection of farm stored maize against infestation by *Prostephanus truncatus* (Horn) and *Sitophilus* species in Tanzania. *Journal of Stored Products Research* 26(4): 187-198.
- GOLOB, P. WRIGHT, M. 1990. Susceptibility of *Tetramesa nigrescens* Lewis (Coleoptera:Histeridae) to insecticide, p.150. In abstract volume, 5th International Working Conference on Stored-Product Protection, Bordeaux, France, September 9-14, 1990. 264pp.
- GOLOB, P.; HODGES, R. 1982. Study of an outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn), in Tanzania. Report of the Tropical Products Institute, G164. 23pp.
- GUNTHER, K.; HANNEMANN H.J.; HIEKE, F. KONIGSMANN, E. ; SCHUHMAN, H. 1983. Die grobe Enzyklopedie des Tierreichs, Insekten. VMA-Verlag, Wiesbaden, veranstaltete Aufl., 631pp.
- HAINES, C.P. 1981. Insects and Arachnids from stored products: A report on specimens received by the Tropical Products Institute Centre 1972-1973. Report of the Tropical Products Institute., L54. 73pp.
- HARNISH, R.; KRALL, S. 1984. Togo: Further distribution of the larger grain borer in Africa. *FAO Plant Protection Bulletin* 32: 113-114.
- HAUBRUGE, E. 1990. Permethrin resistance of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae), p.119. In abstract volume, 5th International Working Conference on Stored Products Protection, Bordeaux, France, September 9-14, 1990. 264pp.

- HELBIG, J. 1995. The ecology of *Prostephanus truncatus* in Togo with particular emphasis on interaction with the predator *Teretriosoma nigrescens*. Eschborn, Ger., GTZ. 54p.
- HELL, K. 1988. Influence of insect growth regulators on *Prostephanus truncatus* and *Teretriosoma nigrescens* as storage pests of maize. Diplomarbeit, Institut für Phytopathologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 207 + 2pp.
- HENNING-HELBIG, S. 1995. Recommendations on the use of *Teretriosoma nigrescens* for biological control of *Prostephanus truncatus*. Eschborn, Ger., GTZ. 54p.
- HERRERA, R.; RODRIGUEZ RIVERA, R.; REES, D.P. 1989. Distribution of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) and the predator *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera:Histeridae) in yucatan State, Mexico. pp. 43-55. In Primer Simposio Problemas Entomológicos de Granos Almacenados, XXIV Congreso Nacional de Entomología, Oaxtepec, Morelos, 24 mayo 1989. Sociedad Mexicana de Entomología. 172pp.
- HINTON, H.E. 1945. The histeridae associated with stored products. Bulletin Entomology Res. 35, 309-340.
- HODGES, R. J. 1983. A review of the biology of the greater grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). Tropical Stored Products Information 43: 3-9.
- HODGES, R.J.; HALL, D.R.; GOLOB, P.; MEIK, J. 1983b. Response of *Prostephanus truncatus* to components of the aggregation pheromone of *Rhyzopertha dominica* in the laboratory and the field. Entomologia experimentalis et applicata 34(3): 266-272.
- HODGES, R.J.; MEIK, J. 1984. Infestation of maize cobs by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) aspects of biology and control. Journal of Stored Products Research 20(4): 205-213.
- HODGES, R.J.; MEIK, J.; DENTON, H. 1985. Infestation of dried cassava (*Manihot esculenta* Crantz) by *Prostephanus truncatus* (Coleoptera:Bostrichidae). Journal of Stored Products Research 21: 73-77.
- HOPPE, T. 1986. Storage insects of basic food grains in Honduras. Tropical Science 26(1): 25-38.

- HOWARD, D.C. 1983. The population biology of the greater grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn). Doctoral Thesis, University of Reading, United Kingdom. 180pp.
- IBARRA, J.; LEON, T. DE. 1989. Efecto de *Bacillus thuringiensis tenebrionis* y *B. thuringiensis sandiego* sobre algunos coleópteros de productos almacenados. In: Effect of *Bacillus thuringiensis tenebrionis* and *B. thuringiensis sandiego* on various stored products beetles. p.200. In XXIV Congreso Nacional de Entomología, Oaxtepec, Morelos, 21-24 mayo 1989. 454pp.
- JACOBS W.; RENNER M. 1988. Biologie und Ökologie der Insekten, Verlag Guatav Fischer, Stuttgart, New York, 2. Aufl., 690 pp.
- LABORIUS, G.A. 1988. Biological control of the larger grain borer *Prostephanustruncatus*(Horn) (Coleoptera:Bostrichidae), in Africa evaluation of the present status. *Gesunde Pflanzen* 40(1): 49-52.
- LABORIUS, G.A. 1990a. Biologically integrated control of the larger grain borer: GTZ project research programme, pp. 15-24. Ed. by R.H. Markham y Herren H.R. Biological control of the larger grain borer. Proceedings of an IITA/FAO coordination meeting, Cotonou, Republic of Benin, 2-3 June 1989. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan Nigeria. viii + 177pp.
- LABORIUS, G.A. 1990b. Studies on the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) conducted by GTZ and its collaborators, pp.55-72. Ed. by R.H. Markham y Herren H.R. Biological control of the larger grain borer. Proceedings of an IITA/FAO coordination meeting, Cotonou, Republic of Benin, 2-3 June 1989. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan Nigeria. viii + 177pp.
- LELIVELDT, B.; LABORIUS G.A. 1990. Effectiveness and specificity of the antagonist *Terebrimosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera:Histeridae) on the larger grain borer *Prostephanus truncatus*(Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) pp. 87-102. Ed. por R.H. Markham y H.R. Herren. Biological control of the larger grain borer. Proceedings of an IITA/FAO coordination meeting, Cotonou, Republic of Benin, 2-3 June 1989. Institute International Tropical Agricultural, Ibadan Nigeria. viii + 177pp.
- LELIVELDT, B.; LABORIUS G.A.; SHULZ, F.A. 1988. The distribution of *Mattesia* sp. (Neogregarinida: Ophryocystidae), a pathogen of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) in Togo. *Journal of Stored Products Research* 24(4). 241-243.

- LI, L. 1988. Behavioural ecology and life history evolution in the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn). Doctoral Thesis, University of Reading, United Kingdom. vii + 299pp.
- MAKUNDI, R.H. 1986. The toxicity of deltamethrin and cyfluthrin to the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) International Pest Control 28(3): 79-81.
- MARKHAM, R.H.; WRIGHT, V.F.; RIOS IBARRA, R.N. 1991. A selective review of research on *Prostephanus truncatus* (Col.:Bostrichidae) with an annotated and updated bibliography. CEIBA (Hon) 32(1):1-26.
- NOVILLO RAMEIX, P. 1991. *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) en el ambiente de almacenamiento tradicional de maíz en el Valle de El Zamorano, Honduras, C.A. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras., 129p.
- NANG'AYO, F.L.; HILL, M.; CHANDI, E.; CHIRO, C.T.; OBIERO, J. 1993. The natural environment as a reservoir for the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) in Kenya. Journal of African Crop Science 1(1): 39-47.
- NYAKUNGA, Y.B. 1982. the biology of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) on cassava. Master of Science thesis, University of Reading, England. 76pp.
- OBANDO SOLIS, S.R. 1991. Ciclo de vida, infestación de campo e incremento de daño en almacén de *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera:Curculionidae), en Veracruz. Tesis de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buena Vista, Coahuila. 51p.
- PANTENIUS, C.U. 1998. Storage losses in traditional maize granaries in Togo. Insect Science and its Application 9(6): 727-735.
- POSCHKO, M; LABORIUS, G.A.; SCHULZ, F.A. 1992b. The significance of plant material for nourishment and development of the predator *Teretriusoma nigrescens*. Ed. by J. Boeye, M. Wright y G.A. Laborius: Implementation of further research on biological control of the larger grain borer. Proc. FAO/GTZ Coord. Meet., Lomé, Togo, 48-57.
- POSCHKO, M. 1994. Research into the biology and host-specificity of *Teretriusoma nigrescens*, a potential natural antagonist of *Prostephanus truncatus*. Eschborn, Ger., GTZ. 85p.

- QUINTANA R.; WILBUR, D.A.; YOUNG, W.R. 1960a. Insectos del grano almacenado que infestan al maíz en el campo. *Agricultura Técnica en México* 10: 40-43.
- RAMIREZ MARTINEZ, M. 1990. Morfología, anatomía, ciclo de vida, infestación y daños del barrenador grande de los granos, *Prostephanus truncatus*(Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). Tesis de Doctor en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. vii + 74 + cxlv pp.
- RAMIREZ MARTINEZ, M.; NOGUERA, R.; FLORES-RICO, Z.; MORENO ARTINES, E.; ALBA AVILA, A DE. 1991. Ecología de *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae), el gran barrenador de los granos en selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia, pp. 490-491. In XXVI Congreso Nacional de Entomología, 19-22 de Mayo de 1991, Veracruz, Veracruz, México. Sociedad Mexicana de Entomología. 544pp.
- REES, D.P. 1985. Life history of *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera:Histeridae) and its ability to suppress populations of *Prostephanus truncatus*(Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). *Journal of Stored Products Research* 21: 115-188.
- REES, D.P. 1990. *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera:Histeridae) a predator of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae): Current status of Knowledge, pp. 103-111. Ed. by R.H. Markham y H.R. Herren. Biological control of the larger grain borer. Proceedings of an IITA/FAO coordination meeting, Cotonou, Republic of Benin, 2-3 June 1989. Instituto Internacional de Agricultura Tropical, Ibadan Nigeria. viii + 177pp.
- RITCHER, J. BILIWA, A. 1991. A countrywide survey with pheromone traps for the presence of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) in Togo. *Anzeiger für Schadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 64(5): 89-92.
- RIOS IBARRA, R.M. 1991 Ecología de *Prostephanus truncatus*(Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) en el altiplano de México. Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. v + 85pp.

- RODRIGUEZ LAGUNES, D.A. 1987. Evaluación de polvos vegetales, y minerales para el combate del barrenador mayor de los granos, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) en maíz almacenado. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Veracruzana, H[é]roica Córdoba, Veracruz. xiv + 69pp.
- RODRIGUEZ RIVERA, R. 1990. The on farm storage of maize and pest status of larger grain borer in southern México, pp. 25-29. Ed. by R.H. Markham y H.E. Herren. Biological control of the larger grain borer. Proceedings of an IITA/FAO coordination meeting, Cotonou, Republic of Benin, 2-3 June 1989. Instituto Internacional de Agricultura Tropical, Ibadán Nigeria. viii + 177pp.
- SANCHEZ ARROYO, H. 1987. Actividad de polvos minerales para el combate de *Prostephanus truncatus*(Horn) y *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en maíz almacenado. Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapinco, México. viii + 67pp.
- SHIRES, S.W. 1980. Life history of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) at optimum conditions of temperature and humidity. Journal of Stored Products Research 16: 147-150.
- SUKPRAKARN, C. 1976. Insect pests of stored products found in Thailand. Journal of Agricultural Science 1: 501-504.
- TAYLOR, R.W.D.; HARRIS, A.H. 1989. Control of the egg stage of the larger grain borer, of *Prostephanus truncatus*(Horn) (Coleoptera:Bostrichidae), with fosfine. FAO Plant Protection Bulletin 37(2):67-70.
- 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) GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany. 139pp.
- ZIMMERMAN, M.L. 1990. Coleoptera found in imported stored-food products entering southern California and Arizona between December 1984 through December 1987. The coleopterists Bulletin 44(2): 235-240.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Fórmula utilizada para calcular el porcentaje de pérdida

PGS= Peso de granos sanos

NGD= Número de granos dañados

NGS= Número de granos sanos

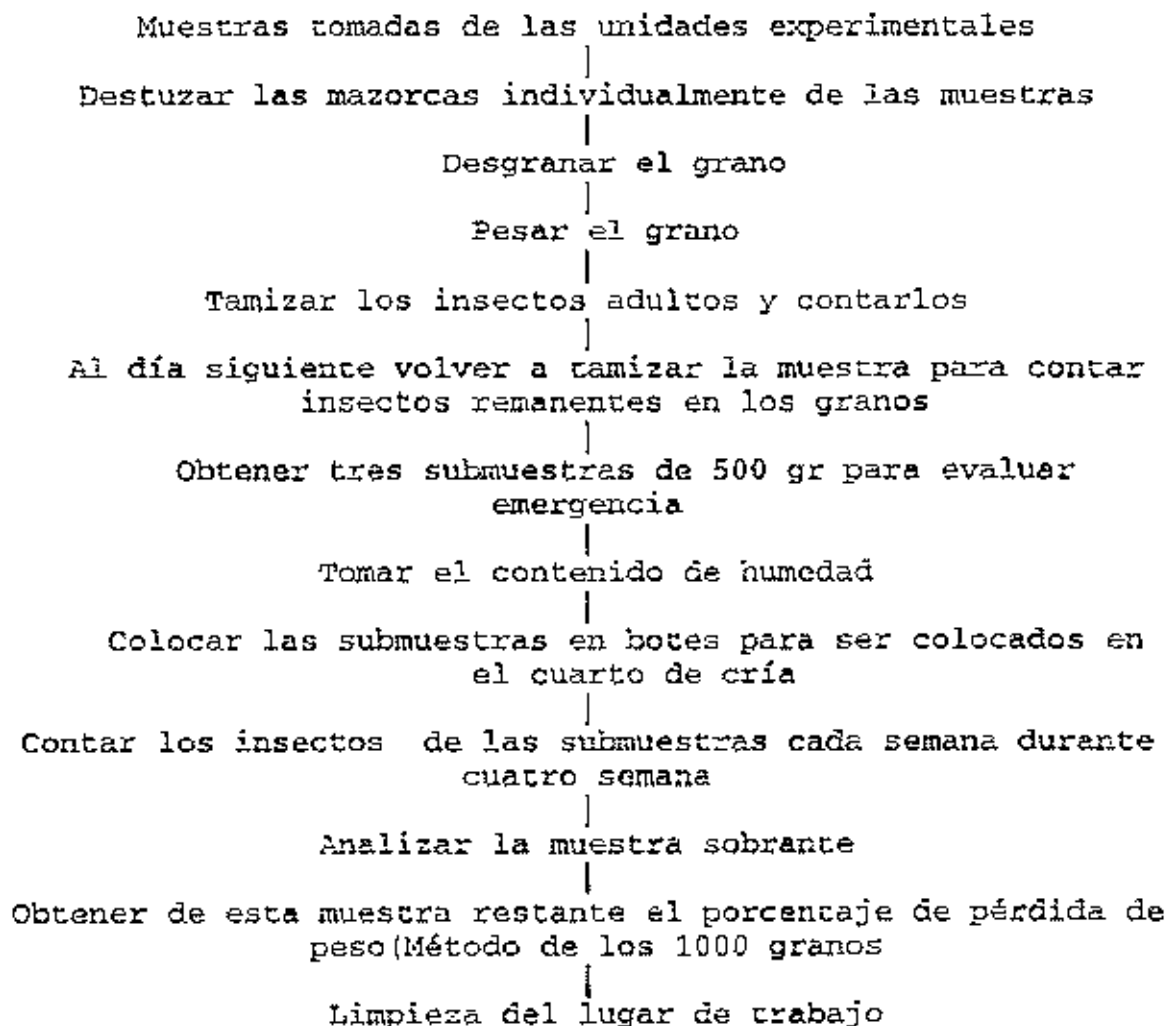
PGD= Peso de granos dañados

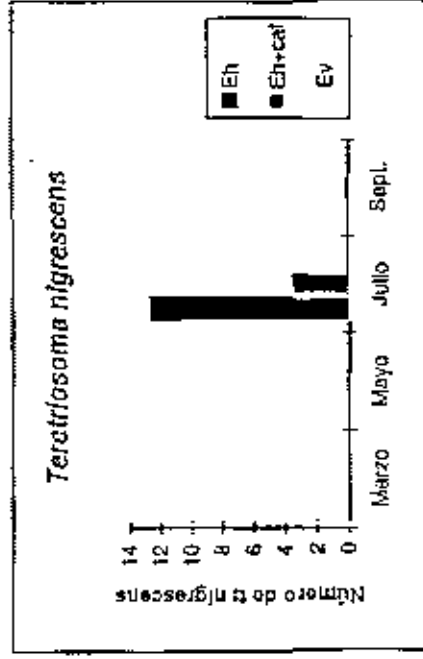
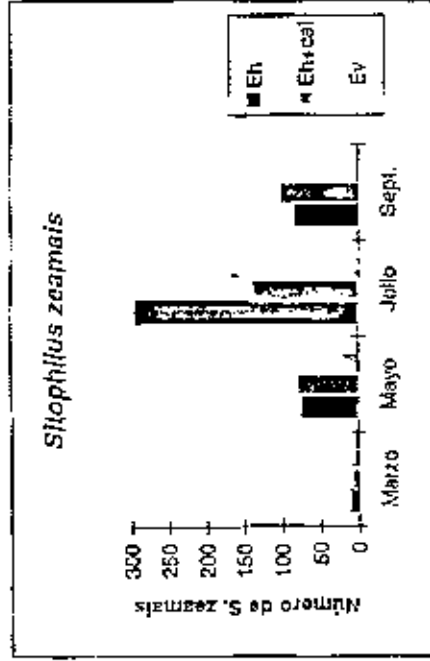
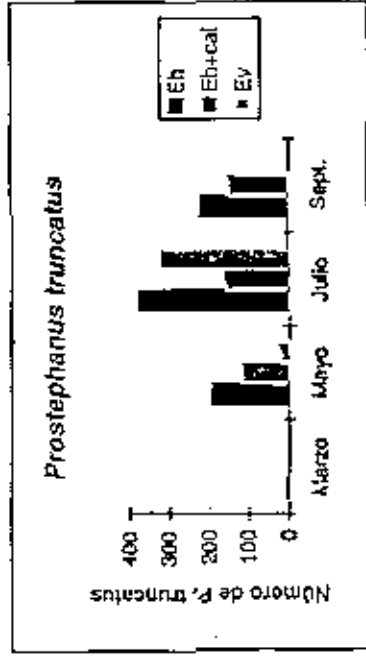
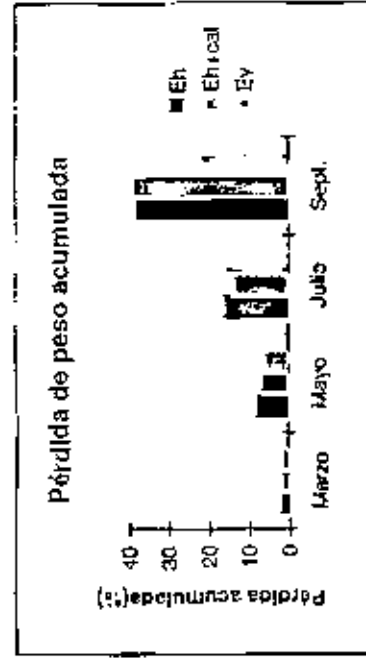
$$\frac{(PGS \times NGD) - (NGS \times PGD)}{PGS \times 1000} \times 100 = \text{Porcentaje de pérdida de peso}$$

Anexo 2. Análisis de varianza para la pérdida de peso acumulada, número de *P. truncatus*, *S. zeamais* y *T. nigrescens* durante el experimento realizado en el Valle de Jamastrán en 1995.

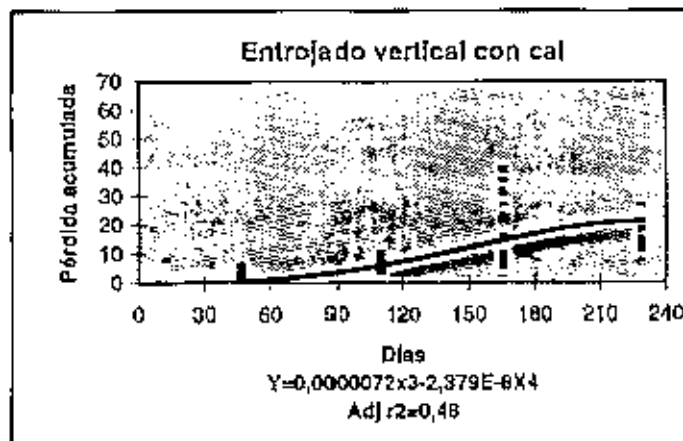
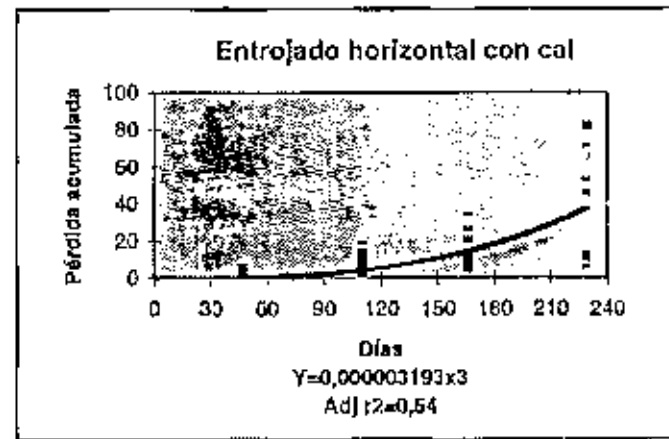
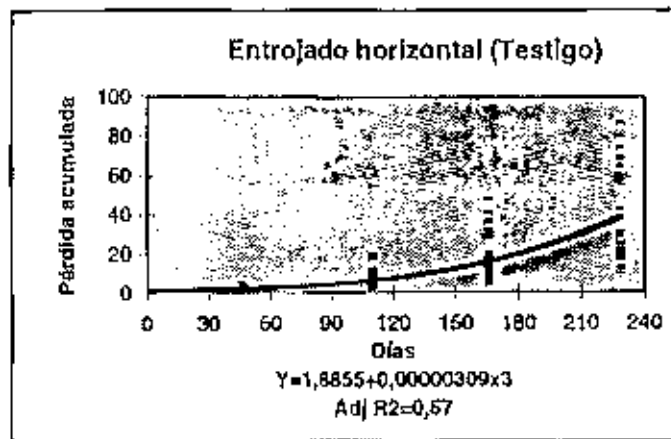
	Pérdida Acumulada		<i>Prostephanus truncatus</i>	
Fuente	Valor F	Pr>F	Valor F	Pr>F
Mes	67.21	0.0001	9.34	0.0001
Tratamiento	2.6	0.0761	2.49	0.0848
Mes*	1.87	0.0650	1.08	0.3351
Tratamiento				
	<i>Sitophilus zeamais</i>		<i>Teretriosoma nigrescens</i>	
Fuente	Valor F	Pr>F	Valor F	Pr>F
Mes	30.46	0.0001	3.28	0.0121
Tratamiento	4.42	0.0129	0.81	0.4466
Mes*	2.43	0.0151	0.79	0.6070
Tratamiento				

Anexo 3. Resumen de la metodología de análisis de muestras en el laboratorio

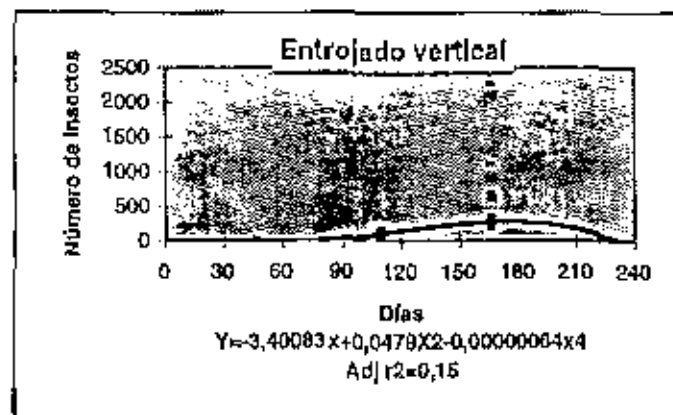
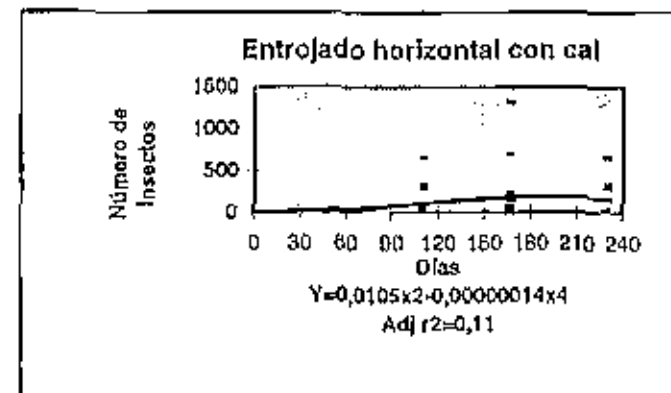
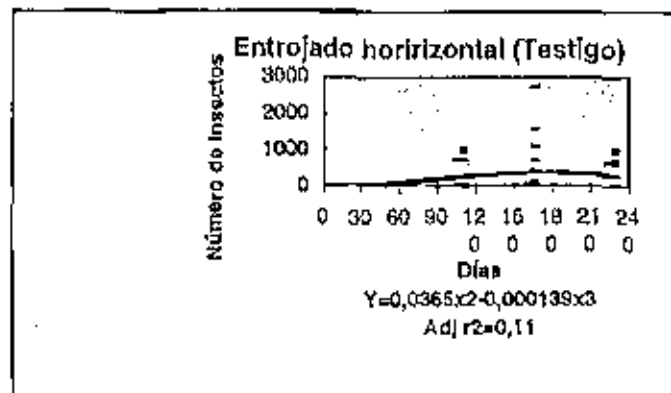


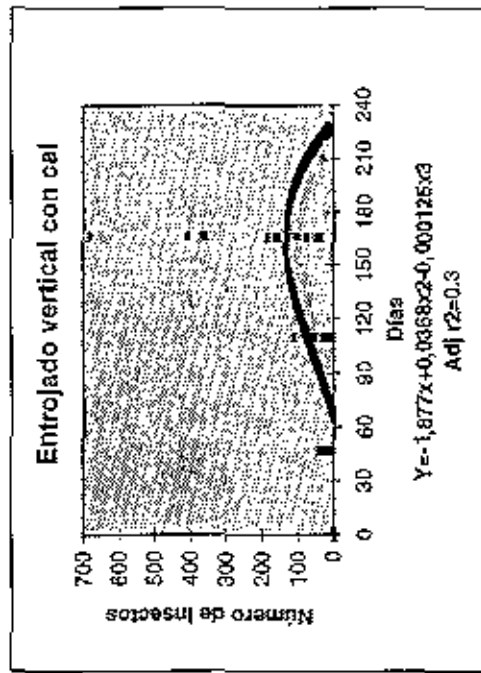
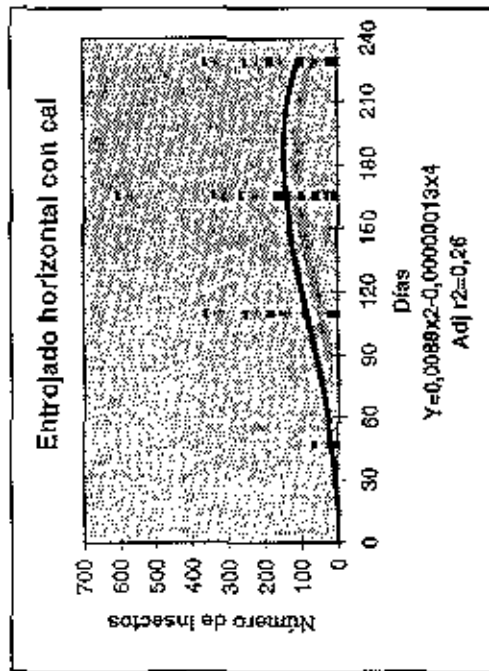
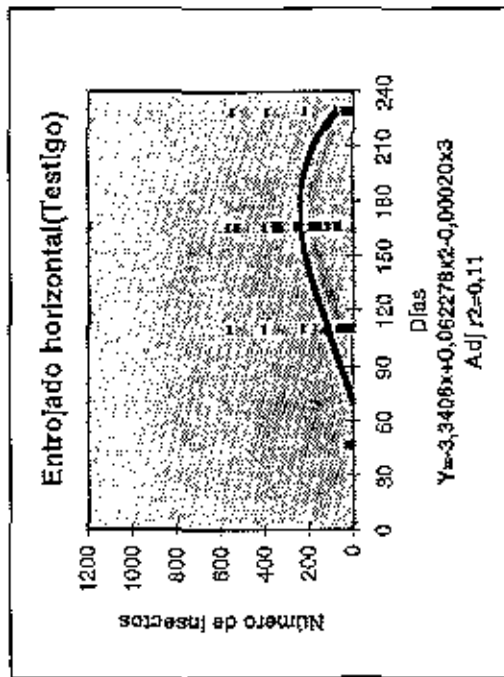


Anexo 6. Gráficas de las ecuaciones de regresiones observadas y estimadas para la pérdida de peso acumulada durante el experimento realizado en el Valle de Jamastrán en 1995.



Anexo 7. Gráficas de las ecuaciones de regresión observadas y estimadas para el número de *P. truncatus* en el experimento realizado en el Valle de Jamastrán en 1995.





Anexo 9. Parámetros estadísticos utilizados en las ecuaciones de regresión para los tratamientos evaluados en el Valle de Jamastrán, 1995.

Entrojado horizontal
 Dependent Variable: Pérdida de peso
 Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob> T
INTERCEP	1	1.885516	1.32509654	1.42	0.1577
DIAS3	1	0.000003098	0.00000026	11.958	0.000

Entrojado horizontal con cal
 Dependent Variable: Pérdida de peso
 Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob> T
INTERCEP	1	1.324745	1.41941120	0.933	0.3532
DIAS3	1	0.000003193	0.00000031	10.221	0.0001

Entrojado vertical
 Dependent Variable: Pérdida de peso
 Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob> T
INTERCEP	1	1.020922	1.13221489	0.902	0.3698
DIAS3	1	0.000007207	0.00000172	4.191	0.0001
DIAS4	1	-2.379939E-8	0.00000001	3.080	0.0028

Anexo 10. Parámetros estadísticos utilizados en las ecuaciones de regresión para los tratamientos evaluados en el Valle de Jamastrán, 1995.

Entrojado horizontal

Dependent Variable: Prostephanus truncatus

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimates	Standar Error	T for HO: Parameter=0	Prob> T
INTERCEPT	1	-31.016931	57.18592745	-0.542	0.5887
DIAS2	1	0.036520	0.01164539	3.136	0.0022
DIAS3	1	-0.000139	0.00005100	-2.716	0.0077

Entrojado horizontal con cal

Dependent Variable: Prostephanus truncatus

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimates	Standar Error	T for HO: Parameter=0	Prob> T
INTERCEPT	1	-6.612137	28.01614750	-0.236	0.8140
DIAS2	1	0.010592	0.00381001	2.780	0.0067
DIAS4	1	-0.000000147	0.00000008	-1.913	0.0578

Entrojado vertical con cal

Dependent Variable: Prostephanus truncatus

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimates	Standar Error	T for HO: Parameter=0	Prob> T
INTERCEPT	1	17.626999	54.40644841	-0.324	0.7468
DIAS	1	-3.408328	2.28829578	-1.489	0.1401
DIAS2	1	0.047987	0.01872405	2.563	0.0122
DIAS4	1	-0.000000641	0.00000020	-3.158	0.0022

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES
 CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 VENEZUELA
 CAROLINA, GUAYANA FRANCESA

Entrojado horizontal
 Dependent Variable: Sitophilus zeamais
 Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimates	Standard Error	T for HO: Parameter=0	Prob> T
INTERCEPT	1	12.711408	28.66913305	0.443	0.6584
DIAS	1	-3.340648	1.40086908	-2.385	0.0189
DIAS2	1	0.062788	0.01595082	3.931	0.0002
DIAS3	1	-0.000205	0.00004661	-4.398	0.0001

Entrojado horizontal con cal
 Dependent Variable: Sitophilus zeamais
 Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimates	Standard Error	T for HO: Parameter=0	Prob> T
INTERCEPT	1	-3.702973	13.87635991	-0.267	0.7902
DIAS2	1	0.008828	0.00188709	4.678	0.0001
DIAS4	1	-0.000000131	0.00000004	-3.462	0.0008

Entrojado vertical con cal
 Dependent Variable: Sitophilus zeamais
 Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimates	Standard Error	T for HO: Parameter=0	Prob> T
INTERCEPT	1	8.254770	17.74305051	0.465	0.6430
DIAS	1	-1.877087	0.86377934	-2.173	0.0326
DIAS2	1	0.036882	0.00974149	3.784	0.0003
DIAS3	1	-0.000125	0.00002886	-4.316	0.0001