

AGROECOLOGÍA DE Zabrotes subfasciatus (Boheman) y  
Acanthoscelides obtectus (Say).

P O R

*Crispin Jerónimo Blanco García*

TESIS

PRESENTADA A LA  
ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA  
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS

ABRIL. 1994

AGROECOLOGIA DE Zabrotes subfasciatus (Boheman) y  
Acanthoscelides obtectus (Say).

Por

Crispin Jeronimo Blanco Garcia

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

Crispin Blanco  
Crispin Jeronimo Blanco Garcia

Abril - 1994

MICROCISIS: 7, 458
FECHA: 4/Julio/94
ENCARGADO: Ruth Alicia

DEDICATORIA

A Dios.

A mi querida esposa Eva y a nuestros hijos Ada, Janin y Christian quienes siempre fueron fuente de amor cariño y comprensión.

Con mucho cariño a mis padres Rigoberto y Juanita y a todos mis hermanos especialmente Porfirio y Patty por su apoyo durante este ultimo año.

### AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos al Ing. Luis Pinel por toda su valiosa asesoría y colaboración prestada en la realización de este trabajo.

A mi comité de asesores, Dr. Juan Carlos Rosas, al Ing. Renan Pineda y al Ing. Rafael Caballero por su asesoría y colaboración.

A mis compañeros y amigos Gerardo Perez, Eric Alvarado, Franklin Fernandez, Alexis Espinoza, Fernando Guaman y Carlos Fuentes por brindarme su cariño y amistad en los momentos que lo necesitaba.

A todo el personal del CITESGRAN especialmente a Vilma, Marie, Camilo y Efraín por brindar su apoyo desinteresado en la realización de este estudio.

A todo el personal de Agronomía por el ambiente de camaradería tan agradable que senti durante todo el año.

Al Gobierno de Belice por haber financiado mis estudios durante este año.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 12  
TEGUCIGALPA HONDURAS

## INDICE

	Pag.
Titulo.....	i
Derechos de Autor.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Indice.....	v
Indice de Cuadros.....	vi
Indice de Figuras.....	viii
Indice de Anexo.....	ix
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION DE LITERATURA.....	5
III MATERIALES Y METODOS.....	26
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
V CONCLUSIONES.....	76
VI RECOMENDACIONES.....	78
VII RESUMEN.....	80
VIII ANEXOS.....	82
IX LITERATURA CITADA.....	86
X DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR.....	90
XI APROBACION.....	91

BIBLIOTECA WILSON POPENOS  
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
 APARTADO 83  
 TERUCIGALPA HONDURAS

## INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Primera generación de insectos provenientes de vainas de frijol recolectadas a los 60, 70 y 80 días después de la siembra, Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.....	44
Cuadro 2. Humedad del grano de frijol provenientes de vainas muestreadas a los 60, 70 y 80 días después de la siembra de primera, Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.....	47
Cuadro 3. Número de insectos adultos emergidos de vainas de frijol recolectadas durante la producción de postrera e incubadas por 30 días, Municipio de Moroceli, Honduras.1994.....	49
Cuadro 4. Número total de insectos emergidos de la primera generación de 50 parejas de <u>Acanthoscelides obtectus</u> , Municipio de Moroceli, Honduras 1994.....	51
Cuadro 5. Número total de insectos emergidos de la primera generación de 50 parejas de <u>Acanthoscelides obtectus</u> , inoculadas en jaulas. Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.....	52
Cuadro 6. Humedad del grano a diferentes días de madurez fisiológica al momento de recolectar muestras de vainas de campo y al instalar jaulas de inoculación. Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.....	53
Cuadro 7. Insectos vivos encontrados en los muestreos de frijol almacenado a diferentes días después de la cosecha, Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.....	55
Cuadro 8. Promedio de humedades de las muestras durante el periodo de almacenamiento entre Primera y Postrera, Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.....	57
Cuadro 9. Promedio total (Vivos y Muertos) de insectos emergidos en frijol Dorado en diferentes periodos de incubación. El Zamorano, Honduras, 1994.....	59
Cuadro 10. Porcentaje de daño causado por brúquidos durante intervalos de almacenamiento. El Zamorano, Honduras, 1994.....	63

- Cuadro 11 Porcentaje de germinación (emergencia) de frijol Dorado almacenado con dos especies de brúquidos y evaluado a intervalos de 30 días. El Zamorano, Honduras, 1994.....66
- Cuadro 12 Regresiones de germinación en función del nivel de daño y los porcentajes de daño para alcanzar el 80% de germinación. El Zamorano, Honduras. 1994.....67
- Cuadro 13 Porcentaje promedio de humedades de frijol Dorado y Danli 46 inoculado con Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfasciatus y almacenado durante 120 días. El Zamorano Honduras. 1994.....75

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Regresiones de germinación en función al nivel de daño de <u>Acanthoscelides obtectus</u> sin competencia y en competencia.....	69
Figura 2. Porcentaje de germinación a diferentes granos dañados por <u>Acanthoscelides obtectus</u> y <u>Zabrotes subfasciatus</u> bajo condiciones con y sin competencia. El Zamorano, Honduras, 1994.....	72

BIBLIOTECA WILSON POPENOE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 63  
TEGUIGALPA HONDURAS

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Guia para entrevista individual sobre sistemas de cosecha y manejo poscosecha.....	82
Anexo 2	Hoja de evaluación de pérdidas físicas en frijol almacenado.....	84

## I. INTRODUCCION

En Honduras, al igual que en los demás países latinoamericanos, el frijol forma parte de la dieta básica de la población. La importancia del frijol, es dada por su alto contenido proteínico el cual es alrededor del 20 % (FAO, 1982).

Según informes de la Unidad de Planificación Sectorial Agropecuaria (UPSA) del Ministerio de Recursos Naturales de Honduras (1992), la producción de frijol para el año agrícola 1991 - 1992 fue de 110.045 T.M. (2.421.000 qq), el cual representa un aumento del 4 % de la producción del año 1991. La superficie cultivada fue de 221.000 m<sup>2</sup>. (154.545 ha.).

El área del municipio de Moroceli y la aldea de Potrero Grande, departamento del Paraíso, Honduras, son conocidas como una zonas productoras de frijol. Sin embargo, la cosecha de primera de 1993 fue mínima en comparación con años anteriores debido a la alta precipitación pluvial de ese año. Los campesinos lograron hacer sus siembras normales pero éstas se perdieron a causa de la inundación de sus parcelas. Algunos agricultores abandonaron las parcelas totalmente descuidando el control de malezas y otras prácticas culturales. En algunos casos los agricultores trataron de recuperar por lo menos una pequeña cantidad para usar como semilla en la siguiente siembra (postrera).

Además de los factores mencionados que afectan la producción, existen aquí en Honduras, así como a nivel mundial serios problemas de pérdidas de postcosecha a causa de varios

factores físicos y biológicos. Entre estos se encuentran los roedores, insectos, pájaros y hongos; siendo los dos primeros los más importantes a nivel del pequeño productor.

Los gorgojos del frijol (Coleoptera: Bruchidae) son conocidos por su hábito de atacar los granos almacenados de leguminosas. Center y Johnson (1974) aseguran que algunas especies de esta familia atacan leguminosas silvestres y alrededor de otras 30 familias de plantas.

Existe poca información sobre la extensión de las pérdidas causadas por los insectos de almacén en Honduras, sin embargo, según el informe del Proyecto Postcosecha del Ministerio de Recursos Naturales, las pérdidas físicas representan un 4.7 % de la producción total del pequeño productor hondureño el equivalente de (Lps 23.617.520,00) a la tasa de cambio en 1992.

En general los métodos de control de los insectos de almacén recomendados a los pequeños productores se basan en el uso de silos metálicos y el control químico. Esto además de ser un costo adicional en instalaciones específicas y en químicos, significa un riesgo adicional de sufrir intoxicaciones por el uso inadecuado de plaguicidas fumigantes. Labeyrie (1981) recomienda que para un control eficiente de las plagas de almacén, es necesario conocer y entender la biología de estos brúquidos desde el punto de vista ecológico.

Es necesario conocer los factores que atraen al insecto

hacia el grano y los factores que conllevan a que oviposite en el campo permitiendo una infestación posterior en el almacén. Además existe cierta controversia en cuanto al comportamiento y clasificación de estos insectos. Utida (1974; citado por Labeyrie 1981) asegura que Zabrotes subfasciatus solamente ataca y vive en el almacén; sin embargo, Pimbert (1985) encontró en Costa Rica que éstos atacan el frijol en el campo y que sobrevivían las épocas de escasez (época fuera de producción) hospedándose en leguminosas silvestres, algunos de los cuales también atraen.

El municipio de Morocelí se encuentra en el departamento de El Paraiso, en la zona nororiental de Honduras, y se le conoce como un área fuerte productora de frijol. Se escogió este lugar por el hecho de que la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) presta asistencia técnica a los agricultores de las áreas circunvecinas, que incluye este municipio, con el fin de aumentar la producción del frijol a nivel familiar. Por otro lado recientemente se hizo un estudio de caracterización del sistema de producción en esta zona (Cárcamo, 1992), y este estudio viene a complementar la información ya conocida de la zona.

También a través de los últimos años estudiantes del programa de Ingeniero Agrónomo de la EAP han iniciado una serie de estudios dirigidos a conocer la biología de las dos plagas más importantes de frijol de almacén, Z. subfasciatus y A. obtectus. Esto par entender más a fondo su

comportamiento y control (Altamirano, 1992; Cárcamo, 1992; Cisneros, 1992; Robleto, 1990; y Teck, 1992).

Los objetivos del presente estudio fueron:

1) Determinar el inicio del ataque de brúquidos en el campo y almacén bajo condiciones de producción normal del pequeño productor; 2) Determinar el movimiento de estas especies de acuerdo a la estación o ciclo productivo; y 3) Determinar el efecto de brúquidos en el deterioro de la calidad de la semilla de frijol.

BIBLIOTECA WILSON POPENOÉ  
ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA  
APARTADO 63  
TEGUCIGALPA HONDURAS

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Problemática Poscosecha

Las leguminosas figuran entre los primeros productos alimenticios cultivadas por el hombre. Su historia se remonta a los tiempos neolíticos, en que el hombre pasaba de la caza y la recolección espontánea de los alimentos a la fase del desarrollo humano consistente en la producción de los alimentos, y adoptaba una forma de vida basada en las comunidades agrícolas. Una de las razones por lo cual las leguminosas han contribuido a la evolución del hombre es por su alto valor nutritivo y por su facilidad de almacenaje en las casas. De este modo aporta hacia la alimentación de la familia cuando ellos lo necesitan. Sin embargo, cuando las condiciones de almacenamiento son deficientes, pueden causar pérdidas intolerables (FAO, 1982).

Los insectos de la familia Bruchidae (gorgojo brúquido o gorgojo del frijol) causan graves pérdidas en las legumbres almacenadas. Según Center y Johnson (1974), Schoonhoven y Valenzuela (1985) y Smith (1986), las dos plagas más importantes del grano de frijol almacenado son los brúquidos A. obtectus y Z. subfasciatus, los cuales se encuentran desde Chile en Suramérica hasta el sur de los Estados Unidos de Norte América. Zabrotes subfasciatus es originario del nuevo mundo, desde donde se ha introducido al viejo mundo a través de exportaciones de granos de frijol infestados. Una vez introducido en un país este se propaga y

establece muy fácilmente si las condiciones ambientales son adecuadas. Según Davies (1972; citado por Meik y Debie, 1986), este brúquido se reportó por vez primera en Uganda en 1956. Para 1961 se encontraba establecido en varias zonas del país. En los años subsiguientes se convirtió en una de las plagas más comunes del frijol coupi en este país, causando pérdidas y fluctuación de precios al consumidor.

Generalmente, en las épocas de cosecha los precios ofrecidos a los agricultores son los más bajos, por lo tanto no es conveniente para el agricultor vender en esa época (Schoonhoven, 1976). Sin embargo, almacenar para aprovechar mejores precios más tarde en el año significa arriesgarse al ataque de estos brúquidos. Schoonhoven, (1976) encontró que al esperar dos o tres meses después de la cosecha el precio al productor aumentó en un 65 %. Sin embargo, la venta del producto no es la solución del problema, sino que es nada más pasar el problema de una persona a otra. En una encuesta hecha a 30 intermediarios en Colombia se encontró la presencia de brúquidos en sus almacenes. También se encontró que los intermediarios acostumbran comprar el frijol a precios bajos al momento de la cosecha y fumigarlo antes de almacenarlo para su venta posterior aumentando el precio de venta al consumidor. Esto es similar a lo encontrado por Cárcamo (1992) en la zona de Morocelí en Honduras en donde los intermediarios de la zona almacenan en silos, drones y sacos

y fumigan al notar la presencia de de Z. subfasciatus y A. obtectus.

### B. Biología y Daño

El A. obtectus y Z. subfasciatus son muy similares en su biología con muy poca diferencia entre si. A. obtectus oviposita sus huevecillos entre los granos, al emerger las larvitas se mueven libremente en el almacén antes de perforar el grano. Z. subfasciatus por su parte adhiere sus huevos al grano, al emerger las larvitas perforan el grano en que están adheridos. El Acanthoscelides. obtectus también es una plaga de las zonas altas templadas mientras que Z. subfasciatus solo causa problemas en las zonas cálidas (Schoohaven et al, 1988). Aún no existe una explicación biológica del porqué A. obtectus prefiere las zonas templadas mientras que Z. subfasciatus las zonas cálidas. En Honduras se encontró que las temperaturas de óptimo desarrollo de Z. subfasciatus son entre 27 y 30 °C y la de A. obtectus de 27 °C (Teck, 1992),

Estos brúquidos atacan prácticamente todas las variedades de frijol común. En estudios hechos por Larson y Fisher (1938; citados por Larthrop, 1954) creciendo gorgojos en 50 diferentes variedades de frijol, en ningún caso surgieron problemas de reproducción. También hicieron estudios recolectando muestras de frijol en el campo y luego se colocaron en envases a prueba de insectos dentro de un cuarto cálido; inspecciones subsiguientes mostraron que en algunas

muestras se desarrollaron de gorgojos, lo cual indica que ocurre infestación desde el campo. Resultados similares fueron reportados por Pimbert y Piere (1983).

El daño de estos brúquidos es causado por el estado larval del insecto. El adulto generalmente no se alimenta en el almacén y dura pocos días. En condiciones de campo, si encuentra azúcares en las hojas, la consume y toma líquidos del rocío o lluvia en las hojas (Dobie, 1991).

En condiciones de almacén los adultos de estos brúquidos no se alimentan. Sin embargo, se encontró que al suministrarles alimentos a base de azúcares tienden a consumirlo alargando así su periodo de oviposición comparado con los no alimentados (Lathrop, 1954). Se cree que este fenómeno también ocurre en las condiciones de campo con los insectos que si se alimentan.

En el almacén el gorgojo crece y se reproduce adecuadamente a temperaturas entre 16 y 21 °C o más. Una vez iniciado la infestación, el gorgojo se dispersa por todo el almacén y todo grano expuesto es susceptible al ataque. El ambiente de productos almacenados es generalmente aislado de la intemperie por lo tanto los factores de temperatura y humedad relativa son relativamente estables. La gran mayoría de frijoles son almacenados por su utilidad como fuente principal de proteína para humanos y sus animales domésticos. Por lo tanto estos insectos al estar en las condiciones óptimas para su desarrollo son altamente

competitivos en el consumo de estos productos con el ser humano (FAO, 1982).

Los daños causados por brúquidos no solamente se limita a la pérdida debido al consumo del insecto en su estado larval, sino que su excremento contamina los demás granos reduciendo su calidad. Además, los precios de granos infestados son drásticamente reducidos, y en casos extremos su compra es rechazada.

Según Mobie (1991), estos insectos a temperatura normal de 70 a 75 °F se movilizan normalmente caminando. Al haber un aumento en temperatura se tornan muy activos vuelan más de lo que caminan. También ocurre lo opuesto al reducir la temperatura, reduciendo su actividad al mínimo en condiciones muy frías.

Un comportamiento muy interesante de sobrevivencia de este brúquido es que también tiene la tendencia de fingir muerto al menor disturbio o al ser tocado. Esta condición hace difícil determinar si están muertos o vivos. También los adultos tienen la tendencia a ser fototácticos positivos, es decir tienden a volar hacia las fuentes de luz, los insectos que tratan de escapar de un cuarto, tienden a volar hacia las ventanas y puertas. Ellos también son geotácticos negativos, es decir tienden a volar hacia arriba en contra de la fuerza de gravedad. Ambas reacciones aparentemente son más fuertes cuando los gorgojos están tratando de escapar de áreas altamente infestadas. Cuando los insectos que tratan de

escapar de las áreas de alta infestación son capturados y puestos en envases que contienen frijol fresco y libre de insectos frecuentemente tienden a introducirse dentro de la masa de grano. Esto nos indica que la tendencia de inmigrar es solamente un comportamiento de sobrevivencia (Dobie, 1991).

El proceso de oviposición de brúquidos generalmente se inicia de dos a tres días después de la emergencia de los adultos y continua a través de la longevidad de la hembra. Manter (1912; citado por Larthrop, 1954) observó la oviposición de 37 individuos de A. obtectus, su oviposición varió entre 3 a 18 días con una media de 8. Ocurrió una oviposición promedio de 67 huevos a una temperatura de 27 °C. Larthrop, (1954) observó 50 oviposiciones hasta los 21 días, con el 50% de la oviposición ocurridos en los primeros 6 días y 75% a los 8 días, lo cual indica que la actividad de oviposición mayor ocurre en los primeros 8 días.

Esto coincide con los resultados de estudios hechos en el Zamorano, Honduras, que indican que la mejor temperatura para el desarrollo óptimo de A. obtectus es de 27 °C y una humedad relativa del 80 % (Teck, 1992). Sin embargo, a temperaturas de 30 °C se presentó una emergencia temprana pero se mantuvo la misma población final. Z. subfasciatus presentó su desarrollo óptimo entre 27 - 32 °C con una humedad relativa del 70 % . Sin embargo, atrasa su emergencia en un promedio de 5 días a temperaturas de 27 °C.

Guiándose por estos resultados, Cisneros, (1993) sometió

a 40 °C diferentes instares de A. obtectus por diferentes periodos de tiempo. Encontró que a partir de los 60 minutos de tratamiento térmico se disminuye significativamente la infestación.

Pajni y Jabbal (1978) encontraron en la India que Z. subfasciatus ovipositó el mayor número de huevos a 30 °C y a 70 % de humedad relativa y el menor número de huevos ocurrió a 35 °C con 50 % de humedad relativa; presentando el fenómeno de forma anormal en condiciones muy cálidas y secas. Este fenómeno reduce el nivel de daño en épocas cálidas y secas. Teck (1992) corroboró esta información sobre Z. subfasciatus en el Zamorano, Honduras.

Al eclosionar el huevo, la larva de A. obtectus generalmente camina hasta encontrar un lugar adecuado para hacer su penetración dentro del grano. En la mayoría de los casos hace su penetración en el punto de contacto de dos granos o donde el grano hace contacto con la pared del envase de almacenamiento. Esto se debe a que la larva necesita un lugar firme donde apoyar sus patas toraxicas mientras trabaja perforando el grano. También puede hacer su penetración en lugares donde la cáscara del grano está quebrada. Larsoo y Fisher (1938; citado por Lathrop, 1954) observaron que dos o más insectos pueden penetrar por el mismo orificio. Una vez que ha penetrado en el frijol, la larva se mantiene consumiendo el grano mientras crece hasta llegar al estado pupal. Antes de empupar corta la cáscara o testa sin remover

la tapa. Después del periodo de empupado, el adulto remueve la capa cortada y emerge del grano donde vuelve a iniciar el ciclo.

Este ciclo es similar tanto en Z. subfasciatus como en A. obtectus los cuales atacan las mismas especies de leguminosas. Sin embargo, existen características particulares que los diferencian. Zabrotes subfasciatus tiene un dimorfismo sexual entre la hembra y el macho, lo cual no se presenta en A. obtectus.

Acanthoscelides obtectus tiene la capacidad de perforar las vainas de frijol aún en la planta, por lo tanto se le considera una plaga de almacén que puede iniciar su ataque desde el campo. Zabrotes subfasciatus tiene la característica de pegar sus huevos directamente al grano y no puede perforar las vainas del frijol, por lo tanto se limita en la mayoría de los casos a atacar los granos limpios almacenados. Por ende, algunas personas se refieren a él como una plaga netamente de almacén sin efecto en el campo (Utida, 1974). Sin embargo, cuando se encuentra con leguminosas altamente dehiscentes este es una plaga que ataca desde el campo (Schoonhoven, 1983). Pimbert y Piere difieren con Utida, asegurando que Z. subfasciatus puede ser una plaga importante en el frijol en el campo dependiendo de la variedad.

C. Ecología

Según Pimbert y Pierre (1980), Zabrotes subfasciatus al igual que Acanthoscelides obtectus tiene la capacidad de reproducirse en el campo antes que el grano sea cosechado y cuando éste aún se encuentre dentro de las vainas. Pimbert y Piere (1980) estudiaron la oogénesis de las hembras de 0 a 6 horas de edad en la presencia de vainas de diferentes grados de madurez. Usaron vainas verdes frescas, amarillas y amarillas secas encontrando que no hubo diferencia significativas en su comportamiento reproductivo (producción de óvulos) y copulación en los adultos.

Pimbert y Piere (1980) también observaron que la iniciación de la oogénesis de Zabrotes subfasciatus en la presencia de vainas aumenta gradualmente dependiendo del estado de madurez fisiológica de las vainas. En las amarillas secas más que en las amarillas, y en éstas más que en las verdes frescas. Esto nos indica que estas especies de brúquidos responden hasta cierto nivel a la presencia de vainas aún cuando estas están verdes pero no estimulan la oviposición. Sin embargo, cuando se expusieron al grano de frijol directamente, se facilitó la relación sexual induciendo la oviposición y un aumento en la producción ovarial del insecto.

Los adultos de Z. subfasciatus no pueden perforar la vaina del frijol, ni puede ovipositar en la vaina, por lo tanto tienen que buscar vainas secas y abiertas total o

parcialmente para llevar a cabo su oviposición. Esto indica que en la naturaleza este brúquido se mantiene en las especies de leguminosas silvestres que son parcial o totalmente dehiscentes, empezando la oogénesis cuando las vainas se tornan amarillas y culminando cuando la vaina se abre y el grano es accesible. Un ejemplo de esto es el frijol lima (Phaseolus lunatus), una leguminosa silvestre hospedera de Z. subfasciatus, encontrada en Costa Rica. Debido a la característica de esta especie de adherir su masa de huevos al grano, asegura que la especie se reproduzca aunque el grano caiga al suelo luego de la dehiscencia (Pimbert y Piere, 1980).

Estudios hechos por Pimbert (1985) en Costa Rica indican que P. lunatus es atacado por Z. subfasciatus. Esta es una especie de leguminosa dehiscente y el grano puede servir como reservorio de esta plaga mientras llega la próxima cosecha. Pimbert y Piere (1985) también observó que en la ausencia de frijol común en el campo Z. subfasciatus se mueve hacia el P. lunatus (silvestre) pero al haber nuevamente frijol común en el campo éste vuelve a infestarlo, lo cual da a entender que existe cierto grado de preferencia por el frijol común. Yoshida (1957; en et al; 1990) estudió el comportamiento poblacional y la competencia interespecífica entre otros brúquidos, Callosobrochus maculatus y Callosobrochus analis. Él enfatizó en sus hallazgos en que la ocupación temprana tiende a dar una considerable ventaja sobre

las demás especies y se le llamó a esta ventaja como el "efecto de preinvación".

Al estar C. maculatus, y C. analis juntos en el mismo envase de almacenamiento se mostró que ambos son afectados, el uno por la presencia del otro aunque no se observó una ventaja marcada de una especie sobre la otra. Esto demuestra que C. maculatus y C. analis ambos contienen las mismas características de competencia sin ninguna diferencia en su comportamiento ya sea con respecto a agresividad o sobrevivencia.

En el caso de Z. subfasciatus y A. obtectus, se encontró que el Z. subfasciatus es más predominante en condiciones de almacén. Sin embargo, mientras más baja son las temperaturas, mejor competidor es A. obtectus, aunque siempre es dominado por Z. subfasciatus.

#### D. Control

A pesar del alto volumen de frijol sembrado en Latinoamérica, y que además es considerada esta área como el centro de su domesticación, es sorprendente la poca información existente documentando las pérdidas de postcosecha de este grano. Sin embargo, existe cierta información de estudios orientados hacia medidas de control de brúquidos. En la EAP se han hechos varios estudios para medir el grado de control por medio de los métodos tradicionales usados por los

agricultores a través del tiempo. Rodríguez (1992) encontró que la ceniza a una dosis de 20 % por peso, presentó un control similar al control químico (Pirimifos metilo, con dosis de 20 g / qq). La sal a una dosis de 10 % por peso, ejerció cierto nivel de control pero esta afecta la calidad del grano. La broza no presentó protección significativa.

El uso de la broza se ha venido probando por mucho tiempo por los agricultores de varios lugares. Según Labeyrie (1957; citado por Schoonhoven, 1976) el almacenamiento de frijol en vainas enteras libres de daño, es una medida de control eficaz para Z. subfasciatus. Sin embargo, Labeyrie sugiere que el almacenar en vaina o retrasando la cosecha favorece al ataque por A. obtectus. También encontró que al almacenar el grano con 20% de broza, resultó en 88.4% de granos no dañados de Z. subfasciatus después de tres meses en comparación con 99.8% de granos dañados después de tres meses cuando se almacenó libre de todo desecho. Esto indica que las vainas funcionan como una barrera física el cual impide el ataque de Z. subfasciatus directamente al grano concordando con la información indicada por Pimbert (1985). También Labeyrie observó que un porcentaje muy bajo de larvas de Z. subfasciatus emergidos de huevos ovipositado en la pared de las vainas lograron penetrar la vaina pero fallecieron sin penetrar el grano.

Estudios hechos por Ishii (1952; citado por Gokhale et al, en Fujii 1990), descubrieron que Callosobrochus chinensis

no sobrevive en la presencia de frijol común. Pensó que lo liso de la testa del frijol y la curvatura tenía un efecto sobre este fenómeno. Para probar esta hipótesis molió el grano del frijol y luego hizo pastillas de ellos simulando un frijol sintético. Descubrió que alguna sustancia desconocida prohibió el desarrollo de la larva del brúquido. Luego hizo comparaciones de C. chinensis y Z. subfasciatus para comprobar que parte de la planta de Phaseolus vulgaris era el responsable de las propiedades inhibitorias y descubrió que era la broza. Sin embargo esto es contrario a lo que encontró Rodríguez (1992).

Otro método de control que tal vez sería la solución al problema de pérdidas de granos almacenados, podría ser el uso de resistencia varietal a los brúquidos. Rodríguez (1992), encontró que dos isolíneas de Porrillo 70 Arc. + 1 y Arc. + 4 ofreció alta resistencia al ataque de Z. subfasciatus bajo condiciones de campo y laboratorio. Algo similar fue reportado por Altamirano (1992) y Robledo (1992) en la Escuela Agrícola Panamericana.

El aceite vegetal también podría ser la solución para un control adecuado de estos brúquidos. Estudios hechos por Smith (1986) en el Ecuador, usando aceite comestible como un preservativo de semilla, encontró un 100% de efectividad en la emergencia de gorgojos de A. obtectus. Smith sugiere que su efecto se debe al hecho de que la larva de A. obtectus necesita apoyarse en algo al momento de perforar la testa del

grano. Esto sería práctico a nivel familiar pero a nivel comercial sería impráctico. También hay que considerar el enranciamiento del aceite, el cual dañaría la calidad del grano.

Algo similar fue hecho en la India por (Bhaduri, Gupta y Ram; 1990 en FUJII et al, 1990) y encontraron que diferentes dosis y tipo de aceite redujeron la oviposición de Callobrochus maculatus hasta un periodo de 90 días. Corroborando lo anteriormente dicho por Smith (1986).

La característica del Z. subfasciatus de buscar vainas dehiscentes o parcialmente dehiscentes para adherir su masa de huevos directamente al grano, nos permite implementar un control libre de insecticidas para controlar este insecto usando variedades de frijol no dehiscentes y eliminando leguminosas silvestres al contorno de la parcela de producción. Sin embargo, existen otras especies de insectos fitófagos que pueden hacer accesible la semilla dentro de las vainas ayudando a aumentar el ataque. Singh, (1989), menciona al lepidoptera: Heliothis zea entre uno de las plagas que atacan las vainas tiernas del frijol.

#### E. Coevolucion de las Leguminosas al Ataque de Bruquidos

Estudios hechos con 5600 genotipos cultivables de frijol para evaluar su resistencia al ataque de Zabrotes subfasciatus (CIAT, 1975; 1981), y aproximadamente 1000 genotipos de frijol evaluados para resistencia al ataque de A.

obtectus sugieren alta susceptibilidad a su ataque. Sin embargo, se pudo observar cierto grado de resistencia a Z. subfasciatus en 206 accesiones de frijoles silvestres. Se observó una baja sobrevivencia de la descendencia de Z. subfasciatus en las etapas inmaduras; un alargamiento en la duración del ciclo de vida y una disminución en el peso seco de los adultos emergidos. Esto es similar a los resultados obtenidos por Rodríguez (1992) en Z. subfasciatus en condiciones de laboratorio en la Escuela Agrícola Panamericana. Adicionalmente se han hecho algunos intentos para incorporar los genes resistentes a las variedades cultivables (CIAT, 1975; 1981).

Se cree que las plantas han evolucionado ciertas características como respuesta de defensa contra el ataque de los brúquidos. Según Center y Johnson (1974, citado por Fujii et al., 1990), el sistema de defensa de las plantas, dependiendo de la especie, podría afectar el comportamiento de oviposición de las hembras de brúquidos y el desarrollo de sus larvas. La presencia de barreras químicas o mecánicas en la testa de la semilla o el pericarpio (vainas), podría causar una alta mortalidad en la etapa de penetración del insecto como es el caso de Z. subfasciatus. Adicionalmente, la presencia de lignina en la testa de la semilla causa una alta mortalidad en el estado larval de A. obtectus. Sin embargo, falta comprobar que la coevolución de la lignina sea debido puramente a la relación planta insecto.

Adicionalmente cabe mencionar que las variedades de frijol silvestres que muestran alta resistencia a los instares de A. obtectus está correlacionada positivamente con su tiempo de cocción. El más susceptible (Diacol Calima) tomó 30 minutos para su cocimiento en comparación con el más resistente que tomó cuatro horas. Puede ser que la lignina a la vez que retrasa la penetración de la larva de A. obtectus, también retrasa el tiempo de cocción del frijol. Esta información fue presentada en un Taller de trabajo de el Apion en Jutiapa, Guatemala (Programa Apium godmani 1986).

Se han hecho varios estudios para medir los factores responsables de resistencia. En años anteriores se ha documentado la antibiosis como el mecanismo principal de resistencia de los brúquidos. La no preferencia a ovipositar se estudió en 1986 por el programa Apium godmani en Centro América. Este estudio se llevó a cabo mezclando igual cantidad de semillas de variedades resistentes y susceptibles de diferentes tamaños. Zabrotes subfasciatus mostró una marcada preferencia por ovipositar en las semillas de tamaño grande, evadiendo la infestación de las semillas pequeñas. Existe la posibilidad que las plantas evolucionen hacia vainas con granos más pequeños como respuesta a este fenómeno.

Adicionalmente al estudio de arcelina del grano, se han evaluado toxinas que contienen algunas accesiones de leguminosas. Estas toxinas protegen las semillas de varios organismos depredadores y también son consideradas como una de

las causas de cierta especificidad de brúquidos y sus hospederos. Esto ha llevado a ciertos brúquidos a evolucionar la habilidad de atacar semilla que son muy tóxicas. Nelson y Johnson (1983; citado por Fujii et al; 1990), presentaron evidencia de que algunas especies de A. obtectus se alimentan de semillas de Astragalus que contienen selenio. También descubrieron que algunos brúquidos pueden alimentarse de semillas con alto contenido de selenio que podría ser tóxico para los mamíferos. Otros tienen la capacidad de tolerarlo y pueden evitarlo.

Esto se observa en el comportamiento de A. obtectus al atacar las semillas en el campo antes de la cosecha. La hembra adulta perfora las paredes secas de las vainas y deposita sus huevecillos adentro. Estudios hechos demuestran que solamente si no existe otras accesiones susceptibles esta especie ataca las accesiones resistentes, Aunque oviposita menos huevecillos por perforación.

Observaciones hechas por Center y Johnson (1974) revelan las adaptaciones y evoluciones de los brúquidos para vencer las defensas de las plantas leguminosas. Ellos observaron 38 especies de brúquidos y 44 especies de plantas hospederas. En respuesta hacia las toxinas, los brúquidos evitaron las toxinas o desarrollaron resistencia a ellas. Según Jansen (1969;1971;1972; citado por Center y Johnson, 1974) existen algunos posibles desarrollos evolutivos en los brúquidos debido a la posible respuesta de las plantas para evitar su

ataque en las semillas. Según Jansen (1969; citado por Center y Johnson, 1974) estas medidas generalmente son efectivas para especies específicas de brúquidos y no para todas las especies.

Otra evolución de las plantas para contrarrestar el ataque de brúquidos ha sido la capacidad de producir mayor número de semillas. Al producir mayor número de semillas, mayor es la posibilidad de que alguna semilla se salve del ataque de estos insectos. También han desarrollado la capacidad de rápida dehiscencia de las semillas como un medio de defensa al ataque del brúquido al grano. Mientras más precoz es la dehiscencia de la semilla menos expuesto está el grano al ataque de estos insectos (Center y Johnson, 1974).

Los brúquidos se cree según Jansen (1972; citado por Center y Johnson, 1974), también han evolucionado ciertas respuestas a estos comportamientos defensivos de las plantas hospederas. Una de las respuestas a la rápida dehiscencia que han desarrollado los brúquidos, en el caso de A. fraterculus, es la capacidad de adherir los granos unos con otros y también al interior inferior de la vaina mientras ellos se alimentan. Esto causa que al ocurrir la dehiscencia solo caigan al suelo los granos que no están adheridos, mientras que los granos adheridos se quedan en la planta y sirven para su alimentación y desarrollo.

También existen mecanismos de resistencia conferida por menor tamaño o menor número de vainas. Varias especies de Phaseolus contienen solamente un grano por vaina. También hay

casos donde la semilla es muy pequeña que apenas si puede soportar el desarrollo de un brúquido. Jansen (1971; citado por Center y Johnson, 1974) menciona que probablemente este fenómeno sea un periodo de transición a la evolución máxima para contrarrestar el ataque de brúquidos. Está máxima evolución podría ser el desarrollo de una especie de Phaseolus que produzca un grano muy pequeño por vaina, donde un grano no sea lo suficientemente grande para soportar el desarrollo de un brúquido y exista la necesidad de que la larva tenga que pasar de vaina en vaina, un fenómeno jamás observado en los brúquidos.

Otro fenómeno observado por Jansen (1971; citado por Center y Johnson, 1974), es que también existen variedades de frijol que producen granos suficientemente grandes como para poder dar desarrollo a más de un gorgojo. Por lo tanto, se observó que los gorgojos se desarrollan en un solo grano dándole la oportunidad a otros granos de salvarse del ataque de estas plagas.

#### F. Perspectivas en el Control de Brúquidos

Una protección eficiente de los cultivos no se puede esperar simplemente haciendo recomendaciones sobre el uso de control químico. Esto significaría un costo adicional al pequeño productor, además de significar un riesgo adicional de intoxicaciones causado por el manejo inadecuado de los productos químicos y (Center y Johnson, 1974).

Actualmente los métodos de control de plagas tiene una división polarizada en donde en un lado existe la protección de plagas de cultivos que atacan antes de la cosecha, y por el otro la protección de plagas de almacenamiento como dos actividades completamente separadas. Este fenómeno tiende a favorecer el método curativo del control químico para las condiciones de almacenamiento. Esta estrategia, dirigida al exitoso control de insectos, ignora las técnicas ajustadas dirigidas a reducir su agresividad. Algunos autores sugieren que los fracasos más que todo se han debido a los principios equivocados de su uso que a la pobre aplicación (Jansen, 1971; en Center y Johnson, 1974).

Este concepto considera la función, comportamiento y secuencia de vida como un fenómeno independiente al problema de daño de almacenamiento. Sin embargo, Mayr (1972), dice que debemos conocer la biología del insecto para poder diseñar una eficiente técnica represiva. Según Laberie (1981) no existe, ni puede haber tal cosa como insectos plagas de granos almacenados, pero sí insectos que pueden invadir e infestar productos almacenados. Entonces, debemos estudiar como prevenir infestaciones de los cultivos por insectos, que más tarde se puedan desarrollar en el almacén.

Labeyrie (1981) también sugiere que al aplicar medidas de control se debe analizar el porqué de la sobrevivencia de algunos insectos, ya que de aquellos sobrevivientes se inicia la selección de insectos resistentes a ese determinado método

de control, el cual a través del tiempo se torna en un paso evolutivo más de las plagas. Se recomienda que solamente el uso combinado de varios métodos protectivos tienden hacia una protección permanente, lo cual indica la integración de varios métodos que sean el resultado del conocimiento muy cercano de su biología en una determinada condición biocenótica para asegurar una eficiente protección.

El estudio del comportamiento de brúquidos desde un punto de vista ecológico es bastante complejo (Labeyrie, 1981). Nuestro planeta es heterogénea, el entres ecológico de un lugar a otro y las condiciones de cultivo nunca son exactamente iguales. Por lo tanto los mismos métodos preventivos no pueden ser advocados para un lugar en México como otro en Centro o Suramérica (Labeyrie 1981).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Localización del Estudio

El estudio de la agroecología de Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfasciatus se realizó en dos partes. La primera se hizo a nivel de campo en parcelas de pequeños productores del municipio de Moroceli, El Paraíso, con el propósito de identificar el punto de madurez fisiológica en que el frijol es atacado por A. obtectus en el campo. Este estudio también se realizó en las dos épocas de siembra de frijol que acostumbran hacer los agricultores de Moroceli. La siembra de primera (mayo a agosto) y la postrera (septiembre a diciembre). Comúnmente la siembra de primera es vendida prontamente posible después de la cosecha. El productor las hace con el propósito de obtener fondos para realizar la siembra de postrera, la cual consideran como la principal siembra del el año.

La segunda parte del estudio se hizo en el laboratorio de semillas y granos del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN) del Departamento de Agronomía, de La Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Francisco Morazan, Honduras. El objetivo de este ensayo fue evaluar el daño y pérdida del grano causada por A. obtectus y Z. subfasciatus en diferentes y su efecto en la calidad de la semilla, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa en diferentes periodos de tiempo.

### B. Identificación de Productores y Epocas de Siembra.

Con el fin de identificar pequeños productores dispuestos a participar en el estudio de campo, se realizaron tres viajes en los meses de junio y julio (1993) al municipio del Moroceli y Potrero Grande en compañía de los extensionistas del Departamento de Desarrollo Rural (PDR) de la EAP que prestan asistencia técnica en ese municipio. Debido al exceso de precipitación pluvial ocurrida en esa zona en los meses de junio y julio, fue un poco difícil localizar tres parcelas en condiciones normales de crecimiento para el estudio.

Después de identificar los colaboradores, se recavó la información pertinente en cuanto a sus prácticas de cultivo, cosecha, medios de almacenamiento, medidas de control de plagas de almacén y su fecha de siembra. El conocer la fecha de siembra fue de vital importancia para la programación del ensayo. Esta información fue recaudada a través de entrevistas personales, llevadas de la forma más objetiva posible (Anexo 1).

Las fechas de siembra de las parcelas de los tres agricultores donde se condujo el experimento fue del 22 al 30 de mayo en primera y del 22 al 30 de Septiembre en postrera y las variedades identificadas fueron: Catrachita y Zamorano. Por tal razón las fechas de instalación e inoculación de las jaulas se llevaron a cabo al mismo tiempo en todas las parcelas.

### C. Estudio de la Agroecología de Brúquidos

A. obtectus es la plaga más común del frijol, que inicia su ataque desde el campo y adhiere sus huevos a la vaina para que estos la penetren después de eclosionar (Schoonhoven et al; 1968). En cambio Z. subfasciatus por su necesidad fisiológica de tener que adherir sus huevos directamente al grano del frijol, es más común encontrarlo en el almacén (Yoshida, 1957; en Fujii et al; 1990). Sin embargo, cuando encuentra variedades altamente dehiscentes en el campo se le ha visto iniciar su ataque desde el campo (Pimbert Y Piere, 1985). Por estas razones y debido a la práctica de los agricultores de cosechar su grano de frijol lo más pronto posible después de su madurez fisiológica, evitando su dehiscencia natural (Cárcamo 1992), se decidió hacer el estudio solamente con A. obtectus .

Con el objetivo de estudiar la dinámica poblacional y la agroecología de brúquidos en frijol común cultivado por el pequeño productor, se realizaron estudios con los siguientes métodos: Ubicación de jaulas inoculadas, recolección de vainas, trampeo y muestreos de almacén.

El propósito primordial de las jaulas de tela metálica, fue el de identificar el punto de madurez fisiológica en que ocurre el ataque del frijol por A. obtectus en el campo. Se diseñaron seis jaulas para hacer liberaciones de A. obtectus a los 60 y 70 días después de la siembra, coincidiendo con el inicio de la madurez fisiológica del frijol y su cosecha.

### 1. Preparación de Jaulas y Cría de Insectos.

Las dimensiones de las jaulas fueron de 2.5 m de largo por 1.2 m de ancho por 0.5 m de alto, de acuerdo a la cantidad de frijol requerida para la muestra de aproximadamente 1 Kg. Estas dimensiones se calcularon en base a los datos de producción de frijol común: vainas por planta (entre 15 a 18); semilla por vaina (6 = 90 granos por planta); peso de 100 semillas (de 22 a 23 g) y densidad de siembra (de 5 a 10 cm entre planta y de 40 a 80 cm entre surcos). El marco de las jaulas fueron hechos con madera cubierta con tela metálica para evitar la dispersión y retener los A. obtectus dentro de las jaulas.

Los insectos utilizados en este ensayo fueron reproducidos en el cuarto de cría del CITESGRAN a una temperatura de  $27^{\circ}\text{C} \pm 2$  y una humedad relativa 70 del %  $\pm 5$ . Previo al ensayo los insectos se mantuvieron bajo cultivo en el laboratorio y fueron colocados en botes de vidrio de aproximadamente un litro de capacidad. La tapadera de los botes fue de papel filtro sujeta con un anillo metálico. Los botes contenían 500 g de frijol de la variedad Danlí 46, la cual es altamente susceptible a A. obtectus y Z. subfasciatus permitiéndoles un desarrollo normal (Robleto, 1990; Teck, 1992; Altamirano, 1992; Rodriguez, 1992).

### 2. Instalación de Jaulas y Liberación de Insectos

El propósito de las jaulas fue con el motivo de medir el

ataque de estos brúquidos bajo condiciones inducidas a edades conocidas. También para evitar que los brúquidos se dispersaran por toda la parcela causando daño a la cosecha de productor.

La instalación de las jaulas y su inoculación con adultos de A. obtectus fue hecha aproximadamente a los 60 y 70 días después de la siembra. Las jaulas se colocaron entre los surcos procurando no afectar el frijol y se distribuyó una jaula por parcela de frijol de cada agricultor.

Se liberaron 50 parejas de A. obtectus de tres días de edad (90 % de oviposición ocurre entre 3 y 8 días después de emergidos) dentro de las jaulas. La liberación se realizó a las 3:45 P M, cuando la temperatura del día empieza a disminuir reduciendo el efecto del sol y el calor sobre los insectos liberados.

### 3. Monitoreo de Poblaciones de Brúquidos En Epocas de fuera Producción

El propósito del sistema de trampeo fue monitorear los movimientos de A. obtectus y Z. subfasciatus en los alrededores de las parcelas de producción, entre la cosecha de primera y postrera. Las trampas se colocaron tanto dentro las casas de habitación de los productores como en las afueras, al contorno de las parcelas de producción de frijol.

Las trampas fueron hechas en forma de cono con tela metálica de 1/4 de pulgada. Dentro de este cono se introdujo

una pequeña bolsa de papel conteniendo 75 g de frijol. El frijol se utilizó como atrayente habiéndose refrigerado previamente a una temperatura de 5 °C por 72 horas. La refrigeración del frijol fue hecha para su desinfestación y para asegurar que cualquier plaga encontrada posteriormente fuera proveniente del campo.

Para evitar que el grano fuera humedecido por la lluvia, se utilizaron botellas plásticas de un litro de capacidad a las que se les cortó el fondo para hacer la introducción del grano. Estas se colgaron en las ramas de árboles en los alrededores de las parcelas. La variedad Danli 46 fue utilizado como atrayente por su alta susceptibilidad y fue reemplazada cada 14 días, fecha que coincidía con el muestreo de almacén. Las muestras removidas fueron traídas al laboratorio donde se incubaron por 30 días, tiempo suficiente para la emergencia de la F, en caso de estar presente.

#### 4. Recolección y Análisis de Vainas

Se colectaron muestras de vainas en el campo alrededor de las jaulas inmediatamente después de la instalación de las jaulas. También se muestreó el área en cada parcela con una red entomológica. Las vainas recolectadas de las muestras y la red entomológica fueron puestas en bolsas plásticas debidamente identificadas y transportadas al laboratorio. Las muestras se analizaron visualmente para determinar la presencia de adultos de A. obtectus y Z. subfasciatus a esa

edad fisiológica específica del frijol. Luego de la inspección de las recolecciones se tomó una pequeña cantidad de granos para el análisis de humedad y el resto se incubó en el cuarto de cría por 30 días a una temperatura de  $27^{\circ}\text{C} \pm 5$  y una humedad relativa de  $80\% \pm 10$ . La incubación se hizo en panas contenedoras con una tapa con agujeros finos que permitió la entrada de oxígeno pero evitó la salida de los insectos emergidos. Después de 30 días de incubación, se volvió a sacar las muestras y se inspeccionó nuevamente para observar la emergencia y contar los insectos vivos y los muertos.

El procedimiento de instalación, inoculación y muestreo de vainas se repitió nuevamente 10 días más tarde (70 días después de la siembra). La puesta de las jaulas a los 70 días coincidió con el arrancado y amontonado de las plantas de frijol para su secamiento. De nuevo se tomaron muestras de las gavillas para ser analizados para la presencia de Z. subfasciatus y A. obtectus y posteriormente su incubación en el cuarto de cría.

Con el fin de evitar el hecho de que nuestras inoculaciones de A. obtectus en las jaulas fueran un foco de infestación para los campesinos de la zona, se tomó en cuenta el hecho de que estas plagas solamente duran aproximadamente 10 a 12 días de vida en su estado adulto. Se hizo la recolección de las vainas secas 10 y 17 días después que las inoculaciones fueron hechas.

Algunos granos se sacaron de las vainas para evitar su germinación en el laboratorio debido al exceso humedad de las vainas y los granos.

#### 5. Muestreo de Almacén

Dieciocho días después de finalizado el proceso de cosecha, se inició un programa de muestreo a nivel de almacén para identificar la dinámica poblacional de los brúquidos bajo condiciones de almacenamiento del pequeño productor. El muestreo de almacén al igual que la inspección de las trampas se llevó a cabo cada 14 días, desde fines de agosto hasta finales de noviembre de 1993, cuando el frijol almacenado se agotó.

El muestreo de almacén se hizo en los sacos almacenados para el consumo familiar del cual los agricultores sacaron también su semilla de postrera. Esto se hizo con un muestreador de alvéolo el cual se introdujo dentro diferentes partes del saco para sacar una muestra representativa. Cuando los sacos se encontraban con menos de la mitad de su capacidad total se acostaban en el suelo para introducir el muestreador cómodamente. Las muestras de aproximadamente 1 Kg se pusieron en bolsas plásticas debidamente identificadas y llevadas al CITESGRAN para su inspección, incubación y análisis respectivo.

## 6. Variables Analizadas

### Prueba de Humedad

La humedad del grano fue una especie de guía de la madurez fisiológica del grano. Todas las muestras traídas del campo, jaulas, vainas, muestreo de trampas y almacén se les realizó una prueba de humedad. Esto se hizo en el horno de convección utilizando aproximadamente 10 gs de frijol. El procedimiento fue el siguiente: utilizando una balanza analítica se taró el envase; luego se pesaron aproximadamente 10 gs de frijol y se colocó dentro el horno a una temperatura de 40 °C por 72 horas. Después fue sacado del horno, se volvió a pesar la muestra y se procedió a calcular el porcentaje de humedad. fórmula.

### Número de Insectos

Las muestras de vainas recolectadas en el campo y en las jaulas en las diferentes épocas de madurez fisiológica y cosecha, fueron puestas en zarandas metálicas de fondo sellado y tapadera perforada que evitaron la salida de insectos pero que permitían el intercambio de gases para su respiración. Esto fue hecho con el propósito de permitir la emergencia de huevos y larvas de gorgojos en caso de estar presente en las vainas o los granos. A los 30 días después de ser traídas del campo se analizó y se hizo el conteo de adultos emergidos de la F.

En la siembra de postrera se volvió a repetir el mismo

procedimiento de inoculación de jaulas, muestreo de vainas, incubación de muestras y prueba de humedad, hechas en la siembra de primera. Las fechas de siembra en postrera coincidieron entre los 3 agricultores involucrados, siendo sus fechas de siembra entre el 22 y 30 del mes de septiembre de 1993. Las cosechas se finalizaron el 16 de diciembre del mismo año.

#### 7. Análisis Estadístico

Se utilizaron los días de inoculación en las jaulas como los tratamientos y los agricultores como repeticiones. Se utilizó un diseño de bloque completamente al azar. Las variables medidas fue número de insectos F, emergidos de vainas recolectadas dentro las jaulas después de 10 y 20 días y número de insectos emergidos de muestreos de vainas al momento de instalar las jaulas.

#### D. Estudio del Efecto de los Brúquidos en la calidad de la Semilla

Dos de las variedades más cultivadas en las zonas de Moroceli y Potrero Grande, son Danli 46 y Dorado. En este estudio se midió el grado de deterioro de ambas variedades al ser inoculadas con poblaciones de A. obtectus y Z. subfasciatus ambos por separados y también juntos en proporción de 1:1. Este ensayo fue hecho con el propósito de medir el grado de deterioro del grano almacenado con

infestaciones de estas dos especies de insectos por si solas y juntas para observar cual es la especie más dañina y cual es el efecto en el deterioro de la semilla de la competencia entre las dos especies.

Se colocaron 500 gs de frijol de ambas variedades en botes de vidrio de aproximadamente un litro de capacidad con tapadera de papel filtro sujeta con un anillo metálico. La humedad del grano al inicio del ensayo fue de 12 a 12.5 % de humedad.

Los granos fueron desinfestados en un congelador a 5 °C grados centígrados por 72 horas, para evitar infestaciones voluntarias. Luego se aclimatizó el grano poniéndolo dentro del cuarto de cría por 72 horas para que al inocular los insectos estos no sufrieran ningún estrés biológico.

Las inoculaciones de insectos fueron hechas de acuerdo a los tratamientos indicados más adelante. Los frascos inoculados manualmente se colocaron dentro del cuarto de cría de insectos ubicado en el CITESGRAN. La temperatura del cuarto de cría se mantuvo a 27 a 30 °C con una humedad relativa entre 70 y 80 %.

## 1. Variables Analizadas y Evaluaciones

### Contenido de humedad.

La variable humedad del grano de cada tratamiento fue medida utilizando el método del horno de convección. El procedimiento fue el mismo explicado en el punto A y se hizo

para cada tiempo de muestreo. La diferencia en peso del frijol fue convertido a porcentaje de humedad del grano.

#### Evaluación de Daño y Pérdida

Se realizó una evaluación de daño y pérdida ocasionada por los insectos para cada tratamiento y para cada tiempo de muestreo. Para este análisis se utilizó un homogenizador divisor de granos Boerner para la homogeneización de la muestra antes del análisis siguiendo la metodología utilizada y adaptada de la Unidad de Postcosecha del Ministerio de Recursos Naturales de Honduras (Anexo 3).

Utilizando las tablas cantadoras se obtuvieron 500 gs los cuales fueron pesados para conocer el peso exacto de la muestra. Después los granos dañados fueron separados de los sanos y fueron nuevamente pesados para saber el peso promedio de los granos sanos y dañados. Seguidamente los granos dañados se separaron en dos grupos clasificándolos en granos recuperables y no recuperables.

Para esta clasificación se utilizaron los agujeros hechos por los insectos como criterio de selección utilizando el número de dos o más agujeros como granos no recuperables y un agujero como un grano recuperable. Utilizando el peso promedio del grano no dañado se calculó el peso potencial del grano dañado, el peso potencial del grano recuperable y el peso potencial de la muestra. Finalmente, utilizando el peso potencial de la muestra y el peso potencial del grano no

recuperable se calculó la pérdida de la muestra.

Por esta razón no debe confundirse el porcentaje de daño con el porcentaje de pérdida ya que estos dos criterios no siempre coinciden. Sin embargo, hay que tomar en consideración que dependiendo de la disponibilidad de este grano, el criterio de daño y pérdida varía dependiendo de las necesidades de cada agricultor.

#### Prueba de Germinación y Emergencia

Para medir la germinación y emergencia (normal) de los granos se utilizaron 100 granos pasados por el homogeneizador y contados con las tablas contadoras (No. 6). Estos fueron envueltos en 3 pliegos de papel toalla húmeda colocando dos pliegos por debajo y uno por encima. Luego éstos fueron enrollados y puestos en el germinador de temperatura controlada de 28 a 30 °C y 85 % de humedad relativa para su germinación.

Los granos germinados fueron contados a los 5 y 9 días después de haber sido puestos a germinar, expresando los granos germinados normales como el porcentaje de germinación.

#### Conteo de Número de Insectos

El número de insectos vivos y muertos fueron contados manualmente al final de cada periodo de 30 días después de la inoculación inicial para medir la dinámica poblacional durante

la duración del experimento. El conteo de los insectos adultos se hizo utilizando un tamiz 12/64 el cual permite la separación de los insectos adultos del grano. Los insectos vivos y muertos fueron separados con un aspirador eléctrico y contados con la ayuda de un contador manual. Luego de contados se identificaron en bolsas plásticas, selladas y puestas en el congelador a una temperatura de 5 °C por 72 horas hasta su muerte para su posterior pesado.

#### Peso Seco de Adultos Vivos Y Muertos

Después de muertos los insectos en el congelador, se sacaron y fueron puestas en contenedores debidamente identificados y puestos dentro del horno por 72 horas a 16 °C para su secamiento. Luego se sacaron y se pesaron en una balanza analítica para conocer su peso seco.

#### E. Diseño Experimental y Aplicación de los tratamientos

Los datos se analizaron mediante el programa SAS utilizando análisis de varianza y pruebas SNK de diferencias de medias. También se hicieron pruebas de correlación entre las variables germinación, con daño y pérdida.

Se realizó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento más el testigo haciendo un total de 12 unidades experimentales. El factor tiempo (30, 60, 90, 120 días) introducida como variable

da un total de 48 unidades experimentales.

El tratamiento 1 consistió de 500 gs de frijol inoculados con 10 parejas de A. obtectus. El tratamiento 2 consistió de 500 gs de frijol inoculados con 10 parejas de Z. subfasciatus. El tratamiento 3 fue de 500 gs de frijol con 5 parejas de A. obtectus más 5 parejas de Z. subfasciatus dentro del mismo envase. El tratamiento testigo no fue inoculado. Este diseño fue empleado para ambas variedades: Dorado y Danlí 46.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### A. Estudio de La Agroecología de Bruquidos

###### 1. Caracterización de Producción.

A través de tres visitas de familiarización durante los meses de junio y julio de 1993, se seleccionaron tres agricultores del área de Moroceli quienes participaron en este estudio. Los agricultores se seleccionaron porque en la cosecha de primera ellos tienen la costumbre de almacenar el grano en sacos y no realizan prácticas de control químico (fumigación), esto fue necesario para realizar el estudio ya que se deseaba observar el movimiento poblacional de los brúquidos desde el campo hacia el almacén y viceversa. El control químico con fumigantes hubiese interferido en la dinámica del movimiento poblacional de los brúquidos. El almacenamiento en sacos, también fue un requisito debido al hecho de que no impide el acceso de los brúquidos al grano y es una práctica muy común en la zona.

Una encuesta realizada para los agricultores participantes, indica que en promedio siembran 1.7 has en la época de primera (Anexo 4). Esto es similar a los resultados obtenidos por Cárcamo (1992) quien obtuvo un promedio de 1.9 ha por agricultor para esta zona (Potrero Grande). Las fechas de siembra de primera para el año 1993 fueron del 22 al 30 de Mayo y las variedades sembradas fueron Catrachita y Zamorano. Esto se practicó en forma de monocultivo lo cual hace un ambiente agroecológico particular y quizás muy diferente al cultivo de frijol de relevo. Una característica de este

ultimo es su prolongada estadia en el campo y la diferencia en la maduración de las vainas. Probablemente las vainas inferiores se secan y abren permitiendo un posible acceso a Z. subfasciatus. Este sistema de cultivo debería ser objeto de evaluaciones particulares.

Las fechas de siembra coincidieron entre todos los agricultores debido a que el arado de las parcelas se llevó acabo mediante el uso de un tractor alquilado del Municipio de Moroceli. Los agricultores se pusieron de acuerdo en una fecha determinada y alquilaron el mencionado tractor. El tractor aró todas las parcelas en un periodo de 3 a 4 días. Según los aldeanos esta es una práctica que se acostumbra en todas las siembras. El surcado en su mayoría lo ejercieron mediante el uso de yuntas de bueyes y la siembra se hizo manualmente utilizando mano de obra local.

El proceso de cosecha se llevó a cabo en 3 etapas, empezando con el "arrancado" de la planta de frijol, el cual se realizó cuando la mayoría de las vainas estaban secas o amarillentas como indicio de madurez fisiológica. Segundo las plantas fueron colocadas en gavillas (grupos) de 20 y 30 y expuestas al sol con las raíces hacia arriba por 4 y 5 días para su secamiento. Después de este secamiento, colocaron las plantas sobre grandes lonas y luego fueron "aporreadas" (desgranada) manualmente con garrotes para desprender el grano de la vaina. Finalmente, los granos se limpiaron con la acción del viento levantándolo con un recipiente y dejándolo

caer sobre la lona, permitiéndole al viento soplar fuera de la lona los residuos. El grano limpio fue ensacado y trasladado a la casa del agricultor donde se terminó de secar al sol antes de ser puesto al almacén para su conservación y/o comercialización sin ninguna medida de control químico de brúquidos.

En observaciones visuales de campo, desde antes de la madurez fisiológica del frijol hasta su limpieza (60 - 80 días después de la siembra), solamente se observó la presencia de adultos de Zabrotes subfasciatus en las vainas secas de frijol a los 70 días. Esto podría indicar que existe cierta atracción de Z. subfasciatus hacia las vainas aún en el campo y pudiese atacar si se le presenta acceso directo al grano. No hubo observación visual de Acanthoscelides obtectus presente en el campo aunque, según Pouzat (citado por Fujii, et al., 1989), las hembras de A. obtectus son atraídas por las vainas aún estando verdes. Ocurren estimulaciones en la hembra que inducen la oogenesis y oviposición en el grano. Se cree que compuestos líposolubles y un compuesto hidrosoluble presente en la superficie de las vainas o semillas son los responsables de esta influencia. Durante la época de primera en 1993 no se observó la presencia de A. obtectus a nivel de campo, aunque en el Cuadro 1 se observa la emergencia de A. obtectus en las vainas recolectadas en esas fechas indicando su presencia en el campo.

## 2. Muestreo de Vainas de Frijol durante la Producción de Primera

En las muestras de vainas recolectadas al azar en las parcelas de los agricultores se recolectaron aproximadamente 500 g de frijol. Estas muestras fueron cosechadas al momento de instalar las jaulas de inoculación de A. obtectus. El Cuadro 1 muestra la presencia de adultos de Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfasciatus emergidos después de ser incubados por 30 días. La edad de la planta al realizar el muestreo fue de 60, 70 y 80 días después de la siembra. A los 60 días el frijol empezó a cambiar el color de verde a amarillo indicando su madurez fisiológica; adicionalmente, su porcentaje de humedad en esta fecha fue de 51 % el cual se aproxima al 50 % considerado como la humedad de madurez fisiológica (Caballero, 1988).

Cuadro 1. Primera generación de insectos provenientes de vainas de frijol recolectadas a los 60, 70 y 80 días después de siembra, Municipio de Moroceli. Honduras. 1994.

Días después de siembra	Estado de desarrollo	Número Total de Insectos * (Agricultor)			
		1	2	3	Total
60	MF	1 Ao	3 Ao	7 Ao	11 Ao
70	AR	1 Zs	0	0	1 Zs
80	RS	ND	ND	19 Ao	19 Ao

\* Ao = Acanthoscelides obtectus Zs = Zabrotes subfasciatus. ND = Datos no disponibles durante el muestreo, los agricultores ya habían cosechado el frijol en esta fecha.

y MF = Madurez Fisiológica, AR = Arrancado de vainas y RS: Recolectado y secado.

La presencia de Acanthoscelides obtectus durante la madurez fisiológica en las parcelas de frijol es un indicativo de la atracción de los brúquidos a la planta en las etapas tempranas de madurez. El Cuadro 1 presenta el ataque de Acanthoscelides obtectus durante la madurez fisiológica del frijol, a los 60 días. Sin embargo, no se observa presencia de Z. subfasciatus en esta misma fecha.

Aunque solamente se observó un espécimen de Z. subfasciatus de la muestra tomada a los 70 días, se observó la presencia de adultos en las vainas secas aún en la planta antes de ser cosechadas. Esto es contrario a lo reportado por Schoonhoven et al. (1988) quienes sugieren que Z. subfasciatus no ataca en el campo. Sin embargo, nuestros resultados son similares a los encontrados por Pimbert (1985) y Labeyrie (1981) quienes señalan que Zabrotes subfasciatus tiene la capacidad de reproducirse en el campo antes de la cosecha. Esto siempre y cuando se presente la oportunidad de, tener acceso directamente al grano, como sucede en el almacén. A los 70 días los agricultores llevaron a cabo la práctica de arranque y amontonado de las plantas de frijol para el secamiento del grano en el campo previo al aporreo. Es probable que en esta época el grano fue expuesto al ataque de Z. subfasciatus mostrando su presencia, aunque baja pero notoria. También se observó que de las vainas recolectadas en el campo y de las jaulas inoculadas, aquellas que presentaban

daño mecánico por insectos fitófagos, como Heliothis zea (Sing, 1989), en la mayoría de los casos presentaban especímenes vivos de A. obtectus en el grano. Aparentemente, las hembras de A. obtectus prefieren ovipositar en vainas dañadas favoreciendo la penetración de las larvas al grano. Adicionalmente su vida larval es corta y frágil y aprovechan cualquier oportunidad para evitarse la labor mecánica de perforar la vaina.

Las variedades Catrachita y Zamorano son las que se cultivaron comúnmente en las parcelas de los agricultores y no se conocen como variedades altamente dehiscentes. Esta selección quizá se deba principalmente al factor de rendimiento o resistencia a enfermedades y plagas de campo y no obstante reduce el ataque de brúquidos por sus características de baja dehiscencia.

### 3. Contenido de Humedad del Grano en la Producción de Frijol de Primera.

El Cuadro 2 reporta las humedades del grano al momento de los muestreos de vainas y colocación de jaulas inoculadas. Estas humedades fueron obtenidas por métodos directos mediante la remoción de humedad a través del horno.

Cuadro 2. Humedad del grano de frijol provenientes de vainas muestreadas a los 60, 70 y 80 días después de la siembra de primera, Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.

Días después de siembra	Agricultor			
	1	2	3	Promedio (%)
60	51	52	49	51
70	38	36	34	36
80	43	43	45	44

Según Caballero (1988), la humedad de la variedad Catrachita al alcanzar la madurez fisiológica es de 50 % y se alcanza a los 30 días después de la floración. El observó el inicio de la floración a los 30 días después de la siembra y la madurez fisiológica 30 días más tarde. Encontró también que la humedad de cosecha de 12 y 13 % se alcanzó 8 días más tarde; sin embargo sugiere que este periodo está altamente ligado a las condiciones climáticas de temperatura y humedad relativa. La alta humedad al momento de la cosecha a los 80 días se debe a un periodo de tiempo lluvioso precisamente cuando el frijol estaba arrancado y secándose en gavillas en el campo. Este periodo duró aproximadamente de 6 a 7 días y los agricultores se vieron obligados a recolectar sus cosechas y colocarlas bajo techo dentro de sus casas para evitar la germinación del grano. De los 3 agricultores participantes solamente uno logró rescatar una parte de su cosecha y secarla antes que los granos iniciaran su proceso de germinación. Los otros dos agricultores sufrieron una disminución considerable

de la calidad de su grano debido a esto.

Al comparar los resultados de Cuadro 1 (número de insectos) con las humedades del cuadro 2, se observa que desde el momento que el grano de frijol alcanza la madurez fisiológica (50% de humedad) éste es atacado por A. obtectus. Aparentemente, el contenido de humedad no es limitante del ataque de A. obtectus considerando la rapidez con que el grano se seca después de la madurez fisiológica.

#### 4. Muestras de Vainas de Frijol durante la Producción de Postrera

En la siembra de postrera se logró hacer las inoculaciones de las jaulas a los 55 días después de la siembra y a intervalos aproximados de 7 - 10 días. En esta mismas fechas se recolectaron manualmente vainas de frijol de las parcelas seleccionadas. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en el Cuadro 3 y se refiere únicamente a A. obtectus. No se observó presencia de Z. subfasciatus en esta fecha y recomendamos hacer estudio en esta dirección.

Cuadro 3. Número de insectos adultos emergidos de vainas de frijol recolectadas durante la producción de postrera e incubadas por 30 días, Municipio de Morocelí, Honduras. 1994

Días después de siembra	Actividad <sup>y</sup>	Número de Insectos Emergidos <sup>z</sup> (Agricultor)			Total
		1	2	3	
55	MF	0	0	0	0a
65	MF	0	12	12	24b
71	AR	28	3	28	59b
81	RC	8	3	54	65b

<sup>z</sup>/ Números seguidos de la misma letra (a y b) en la columna de totales no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

<sup>y</sup>/ MF = Madurez Fisiológica, AR = Arrancado y aporreado, RC = Recolectado y Cosecha del frijol producido.

Comparando el total de adultos emergidos se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al número de adultos emergidos en vainas recolectadas a los 55 días y la emergencia de vainas recolectadas a los 65, 71 y 81 días. No hubo emergencia de insectos en ninguna muestra tomada a los 55 días después de la siembra. Esto puede sugerir que no hay estimulaciones de oogenesis y oviposición en esas épocas. Las primeras emergencias ocurrieron en las muestras tomadas a los 65 días. No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes agricultores lo cual indica que todos los agricultores fueron atacados con la misma intensidad y en la misma época. También no hubieron diferencias significativas en el número de insectos emergidos de vainas recolectadas a los 65, 71 y 81 días. Esto es de esperar ya que los insectos emergidos provienen de huevos de insectos que llegan al campo.

El origen de A. obtectus probablemente sea de los almacenes familiares de la comunidad o de especies de leguminosas silvestres aunque no se observó la presencia de éstos en los alrededores de las parcelas. El tiempo transcurrido entre 65 y 81 días (16 días), es decir de la madurez fisiológica a la cosecha, no es suficiente para permitir incrementos poblacionales de A. obtectus lo cual ocurriría en la naturaleza si el frijol no se cosechara en periodos cortos.

Al comparar los resultados de la producción de primera con la de postrera, se observa que las hembras de los brúquidos no atacan (ovipositan) antes de los 55 días después de la siembra. Sin embargo, a partir de los 60 y 70 días esta plaga ataca en el campo en especial A. obtectus, y se mantiene presente hasta la cosecha.

##### 5. Evaluación de Jaulas Inoculadas En Cultivo de Frijol de la Producción de Primera

En las vainas recolectadas de jaulas inoculadas, se observa un alto número de insectos emergidos (F1) (Cuadro 4). Esto es aún en las condiciones extremadamente húmedas del grano de frijol en esta época del año.

Cuadro 4. Número total de insectos emergidos de la primera generación de 50 parejas de Acanthoscelides obtectus, Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.

Días después de siembra	Días* Recoleccionados	Número de Insectos Emergidos (Agricultor)					Sig <sup>y</sup>
		1	2	3	Total		
60	17	394	276	294	964	NS	
70	10	333	27	18	438	NS	

<sup>1</sup>/ Días de recolección después de inoculación de las jaulas.

<sup>y</sup>/ NS indica que no hay diferencias significativas entre el número de insectos emergidos de las diferentes fechas de inoculación.

Ambas muestras de vainas inoculadas a diferentes edades fueron cosechadas a los 77 días. Esto debido a la extrema humedad del ambiente en esa época del año. No hubo diferencias significativas en cuanto al total de insectos emergidos de las inoculaciones hechas a los 60 y 70 días.

A los 30 días después de incubados las vainas se encontró un alto número de vainas perforadas. Esto coincide con lo mencionado por Pimbert (1985) quien dice que las hembras de A. obtectus ovipositan en las vainas y al eclosionar los huevos las larvas las perforan para penetrar.

#### 6. Muestras de Jaulas Inoculadas en la Producción de Postre

Se decidió instalar las jaulas iniciando a los 55 días después de la siembra para evaluar el ataque de estos brúquidos, aproximadamente 5 días antes de la madurez

fisiológica. El proceso de producción de los insectos; intalación de jaulas y las liberaciones se hicieron lo más similar posible al proceso seguido en la práctica de primera.

De las jaulas puestas en la siembra de postrera los resultados obtenidos también muestran que el ataque fue más constante a partir de los 65 días. Solamente en la parcela de un agricultor se vió un ataque significativo a la edad de 55 días (cuadro 5) pero éste también mostró un alto número de insectos muertos.

Cuadro 5. Número total de insectos emergidos de la primera generación de 50 parejas de *Acanthoscelides obtectus* inoculadas en jaulas Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.

Días des- pues de Siembra	Acti- vidad	Número de Insectos emergidos Agricultor <sup>1</sup>					
		1		2		3	
		V	M	V	M	V	M
55	MF	170ay	136ay	3ax	0ax	0ax	0ax
65	AR	306az	22bx	474bz	4ax	481bz	72bx
71	RC	276az	35bx	350bz	58bx	491bz	82bx

<sup>1</sup>/ Números seguidos de la misma letra (a, b, c) en la misma columna no son significativamente diferentes; números seguidos de la misma letra (x, y, z) en la misma fila no son significativamente ( $P < 0.05$ )

<sup>2</sup>/ MF = madurez fisiológica; AR = arrancado y aporeado de plantas y RC = recolección y cosecha de granos; V = insectos vivos y M = insectos muertos.

El número de insectos emergidos vivos a los 30 días presentó una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los días 55 en comparación con 65 y 71 días. A los 55 días, se observó una emergencia muy baja lo cual pudo haberse debido a dos posibles razones. La primera, es la posibilidad de que las

vainas estuvieron demasiado verdes y las hembras no ovipositaron en ellas o no fueron atraídas. La segunda, es que ellas hayan ovipositado pero que por algún motivo las larvas se hallan muertas. En el caso del agricultor donde sí existió oviposición y emergencia también ocurrió una alta mortalidad de adultos emergidos; no se sabe cuál fue la causa de esta mortalidad.

Doria et al. (1975) reporta algo similar en el comportamiento de Callosobrochus chinensis en donde las hembras adultas mostraron preferencia de oviposición en las vainas secas en comparación con las verdes y amarillas.

Las humedades del grano al momento de instalar las jaulas se pueden apreciar en el cuadro 6.

Cuadro 6. Humedad del grano a diferentes días de madurez fisiológica al momento de recolectar muestras de vainas de campo y al instalar jaulas de inoculación. Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.

Días de madurez fisiológica	Agricultor			
	1	2	3	Promedio
55	56.8%	58.3%	56.4%	57.2%
65	32.2%	28.9%	53.0%	38.3%
71	16.7%	17.1%	16.8%	16.8%
80	12.6%	12.8%	12.0%	12.4%

Al comparar el promedio de humedad del grano obtenido a los 80 días en la siembra de primera (44%) (Cuadro 2) y la humedad del grano de postrera a los 80 días (12.4%), se explica la razón de la germinación de los granos de primera.

## 7. Muestreo de Frijol Almacenado en Sacos

El primer muestreo de almacén se efectuó el 28 de Agosto y el último se efectuó el 31 de Octubre de 1993. Durante la primera visita de muestreo de almacén de la cosecha de primera se observó que un gran porcentaje de los granos almacenados habían germinado y luego murieron debido al secamiento. Por tal razón se realizó una prueba de germinación a los 18 días después de la cosecha y se obtuvieron los siguientes resultados: el agricultor 1 tuvo 93 % de germinación, el agricultor número 2 tuvo un 50% de germinación y el agricultor número 3 tuvo un 36% de germinación. Aunque se tuvo un bajo porcentaje de germinación los agricultores utilizaron este mismo grano para su semilla de postrera seleccionando los no germinados antes de sembrar. De los agricultores participantes, ninguno acostumbra el uso de silos metálicos para el almacenamiento. Estos mantienen la costumbre de separar una cantidad adecuada de grano para semilla, el consumo familiar y vender el resto. Cárcamo (1992) indica que una de las razones principales de la venta inmediata de las cosechas es para evitar el deterioro causado por los brúquidos. En este caso específico, la venta inmediata fue para aprovechar el buen precio en el mercado debido a que en esos momentos Honduras atravesaba por una escasez de frijol.

En el Cuadro 7 se observan los resultados de los muestreos realizados en los diferentes períodos después de la cosecha.

Al parecer las poblaciones en el almacén fueron más altas en los últimos muestreos, época cerca de la madurez fisiológica de frijol de la siembra de postrera (Cuadro 7). Si comparamos estos datos con los números de insectos emergidos de vainas recolectadas en el campo en postrera (Cuadro 3), observamos que hay un número considerablemente mayor de insectos atacando en el campo en la época de postrera en comparación con la siembra de primera (Cuadro 1). Al parecer las poblaciones altas en el almacén coincide con una mayor incidencia de daño en el campo en la época de postrera.

Cuadro 7. Insectos vivos encontrados en los muestreos de frijol almacenado a diferentes días después de la cosecha, Municipio de Moroceli, Honduras, 1994.

Días después de cosecha	Número de Insectos Encontrados <sup>1</sup> (Agricultor)							
	1		2		3		Total	
	AV	FI	AV	FI	AV	FI	AV	FI
18	0	0	0	1	0	72	0	73
37	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0
56	3	0	0	0	0	0	3	0
	0	25z	0	0	0	0	0	25z
70	2	1	1	0	0	0	2	1
	5z	0	0	0	0	0	5z	0
84		ND	17	0	5	0	22	0

<sup>1</sup>/ AV = número de especímenes vivos encontrados al muestrear, FI = número de especímenes emergidos después de 30 días de incubación de las muestras, z = especímenes de *Z. subfasciatus*, ND = no disponibilidad de muestras en el almacén.

El hecho de que hayan emergido insectos de *A. obtectus* de los muestreos hechos a los 18 días, indican que los

huevecillos de A. obtectus ya iban en el grano desde el campo. Nuevamente coincidimos con lo dicho por Pimbert y Pierre (1983) y Schoohoven (1988), que el ataque de A. obtectus se inicia en el campo.

A los 56 días aproximadamente, los sacos ya estaban medio vacíos lo cual causó una pequeña variación en el método de muestreo, obligándonos a acostar el saco para luego introducir el muestreador de forma acostada. Este movimiento causa que los insectos vivos y muertos al igual que los huevos de A. obtectus (si es que estaban presentes) se fueran al fondo evitando ser accesibles al muestreador. Sin embargo, al introducir la mano al fondo del saco se sacaban adultos vivos y muertos de A. obtectus, principalmente. La forma en que el muestreo fue realizado tuvo influencia en los resultados obtenidos.

Los últimos muestreos fueron hechos a los 84 días después de la cosecha debido a que los granos almacenados se agotaron. Los agricultores empezaron a consumir los granos de la cosecha de postrera de forma iamadura debido a la escasez de éstos durante esta época.

Es notable el hecho de que en el primer muestreo del agricultor número tres presentó un alto número de insectos y en los subsiguientes no se presentó el mismo caso. Esto pueda que se deba de nuevo a la forma del muestreo porque al momento de sacar las muestras se observaron especímenes vivas de estos insectos moviéndose dentro del saco. Sin embargo, estos

resultados (Cuadro 5) no lo demuestran, lo cual sugiere que la forma de hacer el muestreo tiene su efecto en los resultados obtenidos.

En el Cuadro 8 se muestran los promedios de humedades durante el periodo de muestreo de almacén.

**Cuadro 8. Promedio de humedades de las muestras durante el periodo de almacenamiento entre Primera y Postrera, Municipio de Moroceli, Honduras. 1994.**

Días después de cosecha	Porcentaje de Humedad
18	16.2%
38	13.03%
42	17.3%
56	14.52%
70	16.4%
84	15.9%

Estas humedades, según Teck (1992) y Dobie *et al.* (1991), están dentro del rango apropiado para el desarrollo ideal de estos insectos, siendo el rango entre 11 y 18 por ciento el óptimo.

#### 8. Monitoreo del movimiento de las poblaciones

Los agricultores participantes en este estudio almacenaron su grano en una esquina dentro de su casa de habitación. Las trampas fueron colgadas en el techo directamente sobre los sacos de granos almacenados. También se colocaron trampas en los alrededores de las parcelas de la siembra de primera para monitorear la presencia de brúquidos en los alrededores en la época fuera de producción. De las

trampas colocadas en las casas de los agricultores solamente una presentó 5 especímenes de Z. subfasciatus y 2 de A. obtectus después de ser incubado por 30 días. De las trampas colocadas en el campo, solamente tres presentaron 1 espécimen de A. obtectus cada una y emergidas después de ser puestas a incubar por 30 días. Una de estas trampas se encontraba en el solar del agricultor número 3 quien tuvo un alto nivel de infestación durante su almacenamiento aunque esto no se refleja en el Cuadro 7 de resultado. Esto es similar a los resultados encontrados por Cárcamo (1992) en que solamente encontró especies de Z. subfasciatus en trampas sobre los almacenes de los intermediarios y no en el de los agricultores. También algo similar es reportado por Dobbie et al. (1991), que dice que los insectos tienden a volar hacia afuera del almacén en busca de nuevas fuentes de alimento solamente cuando las poblaciones son extremadamente altas.

El trapeo se inició el 28 de Agosto de 1993 y finalizó el 13 de Noviembre del mismo año y se realizó a intervalos de aproximadamente 14 días. Dobbie et al. (1991) recomienda el uso de trampas de succión para el trapeo de estos insectos en el campo.

#### B. Estudio del Efecto de los Brúquidos en la calidad de la Semilla

Este estudio se realizó utilizando las variedades Morado y Danli 46, dos variedades susceptibles al ataque de estos brúquidos y disponibles para el cultivo de los pequeños

agricultores.

### 1. Número Total de Insectos (Variedad Dorado)

Con el propósito de estudiar el desarrollo poblacional y los niveles de daño en condiciones con y libres de competencia interespecífica, se inocularon 50 parejas de brúquidos solas por separados y juntas en frascos conteniendo frijol común.

El Cuadro 9 presenta números totales de insectos emergidos y contados a intervalos de 30 días, durante 4 meses.

Cuadro 9. Promedio total (Vivos y Muertos) de insectos emergidos en frijol Dorado en diferentes períodos de incubación. El Zamorano, Honduras, 1994.

Número Total de insectos Vivo <sup>1</sup>				
(D I A S)				
Tratamiento <sup>2</sup>	30	60	90	120
Ao (Solo)	20ax	53ax	793ay	1955az
Ao (Competencia)	11ax	33ax	82bx	643by
Zs (Solo)	62ax	656bxy	1616cy	2133az
Zs (Competencia)	23ax	225bx	762ay	2304az

<sup>1</sup>/ Números seguidos de la misma letra (a, b, c,) en la misma columna no son significativamente diferentes; número seguido de la misma letra (x, y, z) en la misma fila no son significativamente diferentes (P < 0.05).

y/ Ao = Acanthoscelides obtectus, solo o en competencia y Zs = Zabrotes subfasciatus, solo o en competencia.

Se observó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.0001$ ) entre el número total de insectos, siendo Z. subfasciatus el que presenta mayor total de individuos emergidos en condición libre de competencia durante 120 días (4467 especímenes). A. obtectus en competencia mostró el menor número total de adultos emergidos durante los 120 días con 769 especímenes ( $P < 0.05$ ). Esta diferencia en la que Zabrotes subfasciatus mostró mayor número de insectos vivos como en el número total de insectos vivos y muertos, de cada tratamiento (Cuadro 9).

La diferencia en el número total de insectos se notó a los 60 días, siendo Z. subfasciatus sin competencia el primero que incrementó su población total significativamente ( $P < 0.05$ ). Este incremento mantuvo su secuencia con aumentos poblacionales significativos ( $P < 0.05$ ) a los 90 y 120 días. A. obtectus sin competencia al contrario, demuestra ser más lento en su desarrollo poblacional mostrando un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) hasta los 90 días y con otro aumento poblacional total significativo ( $P < 0.05$ ) a los 120 días (Cuadro 9). Sin embargo, A. obtectus en competencia solamente presenta un aumento poblacional significativamente diferente ( $P < 0.05$ ) hasta los 120 días.

Aunque A. obtectus en condición libre de competencia es más lento en su desarrollo poblacional, que Z. subfasciatus, a los 120 días se encontró al mismo nivel poblacional de Z. subfasciatus, con y sin competencia. Sin embargo, al estar

en competencia con Z. subfasciatus por la misma fuente alimenticia, su población total fue significativamente ( $P < 0.05$ ) menor que la carente de competencia y también significativamente ( $P < 0.05$ ) menor que Z. subfasciatus con y sin competencia.

Esto indica que Z. subfasciatus mantiene su nivel poblacional relativamente estable aún en competencia de A. obtectus. Lo anterior coincide con lo observado por Oliveira et al. (1978) en Brasil en un estudio similar con estas dos especies. Ellos encontraron que cuando ambas especies se encuentran en el mismo almacén, compitiendo por el mismo alimento, la población final después de un año de Z. subfasciatus fue significativamente mayor que la de A. obtectus, aunque en aquella situación el ciclo de vida de A. obtectus fue más corto que el de Z. subfasciatus. Esto indica que el factor de competencia influye en el comportamiento reproductivo especialmente en Z. subfasciatus de acuerdo a lo que encontramos en un periodo de 120 días. Adicionalmente según trabajos de Oliveira en 1978, el hecho de que Z. subfasciatus adhiere sus huevos al grano le da una considerable ventaja sobre A. obtectus, el cual oviposita entre los granos. Las larvas de A. obtectus son obligadas a ejercer el trabajo mecánico de salir de entre los granos, en perforar la testa del frijol en su primer instar y muchos de ellos no sobreviven. A. obtectus aparentemente compete reduciendo el tiempo que tarda en producir una nueva

generación de adultos. Varley et al. (1973, citado por Oliveira, 1978), menciona que la ecología de poblaciones de insectos, normalmente demuestra que el resultado final de una competencia entre especies que compiten por el mismo recurso alimenticio, a menudo parecen coexistir de una manera estable. Sin embargo, Park (1948 citado por Oliveira, 1978) menciona que en un estudio de competencia entre Tribolium castanum (Herbst 1797) y Tribolium confusum (Duval 1868) encontró que una de las dos especies se extingue después de un año y el otro alcanzaba densidades poblacionales que normalmente alcanzaría sin el efecto de competencia. Sin embargo, las condiciones experimentales y aspectos de comportamiento y canibalismo influyen en la determinación de cual plaga terminaría reemplazando la otra como el caso de lo reportado por Oliveira (1978). En este estudio particular la temperatura utilizada era más adecuada para el desarrollo de A. obtectus (27 °C) en comparación con Z. subfasciatus (30 °C), lo cual demuestra que Z. subfasciatus es un competidor más fuerte que A. obtectus en condiciones de almacén a pesar de que las condiciones sean las óptimas para el desarrollo de A. obtectus.

## 2. Evaluación de Daño y Pérdida (Variedad Dorado)

La variable pérdida está altamente correlacionada con la variable  $R = 0.97$ . Esto se debe al hecho de que toda pérdida tuvo un nivel de daño considerada como irreuperables (Pérdida). La diferencia se da en que los granos con una

perforación se consideran como granos dañados y los granos con dos o más perforaciones se consideran como perdidos e irrecuperables. El testigo no presenta incrementos en los niveles de daño ya que este no fue inoculado con brúquidos.

El Cuadro 10, muestra los niveles de daño causados por A. obtectus y Z. subfasciatus en diferentes períodos en condiciones de competencia de especies y sin competencia.

Cuadro 10. Porcentaje de daño causado por brúquidos durante intervalos de almacenamiento. El Zamorano, Honduras, 1994.

Tratamiento	Porcentaje de Daño <sup>z</sup> (D i a s)			
	30	60	90	120
Ao	0.5aw	2aw	24ax	56ay
Zs	17bw	32bx	53by	86bz
Ao/Zs	1aw	10ax	32ay	79bz

z/ Números seguidos con la misma letra (a, b, c) en la misma columna son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ); número seguido de la misma letra (w, x, y, z) en la misma fila no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Para la variable porcentaje de daño existe una diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre el porcentaje de daño causado por las especies solas a partir de los 30 días después de su inoculación con 10 parejas de las especies. También existe diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los días de infestación a partir de los 90 días después de la inoculación

de las especies. Adicionalmente existe una marcada diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre el daño de granos infestados y los no infestados del testigo.

El daño causado por Z. subfasciatus libre de competencia mostró una diferencia altamente significativa ( $P < 0.05$ ) en comparación con el daño causado por A. obtectus libre de competencia desde el primer mes de almacenamiento. El daño alcanzado por Z. subfasciatus después de 120 días asciende a un 86% de la muestra comparado con un 56% alcanzado por A. obtectus. Inclusive después de 30 días de inoculación Z. subfasciatus mostró un nivel de daño cerca del 20 %.

El daño causado por A. obtectus y Z. subfasciatus en competencia fue significativamente ( $P < 0.05$ ) menor que el daño causado por Z. subfasciatus libre de competencia a partir de los 30 días hasta los 90 días. Sin embargo, a los 120 días los niveles de daño no fueron significativamente diferentes entre estos dos tratamientos.

El daño causado por A. obtectus y Z. subfasciatus en competencia fue estadísticamente mayor que el daño de A. obtectus sin competencia hasta los 120 días después de la inoculación ( $P < 0.05$ ). Aparentemente, Z. subfasciatus es más agresivo que A. obtectus en condiciones de almacenamiento libre de competencia. Esto es similar a lo observado por González et al. (1985), quien no encontró diferencias significativas en el daño causado por estas dos especies después de 3 meses de competencia por el mismo alimento.

Las diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los daños causados por ambas especies solas y bajo competencia se notaron a los 30 días para Z. subfasciatus. Esto indica que en el caso de los insectos en competencia; probablemente sea Z. subfasciatus el que más influye en el porcentaje de daño encontrado.

El crecimiento exponencial de las poblaciones de estos insectos se observa después de la segunda generación (60 días), lo cual se refleja en el nivel de daño de Z. subfasciatus a los 90 días y se retrasa hasta los 120 días en el caso de A. obtectus. Similar al caso de A. obtectus ocurre cuando ambas especies se encuentran en competencia.

Una aplicación práctica a estos resultados sería suponer que los granos cosechados en primera llevan menos riesgo de sufrir daño de ataque de estos brúquidos debido a las bajas poblaciones que se encuentran en esa época y también debido a que solamente se almacenan por un periodo aproximado de 4 meses (agosto a noviembre). Sin embargo, al momento de cosechar la postrera las poblaciones de brúquidos generalmente son elevadas especialmente si no se han tomado algunas medidas apropiadas de control durante la cosecha y almacenamiento de primera, y que la cosecha de postrera se almacenan por un periodo de 6 meses (diciembre a mayo).

## 3. Análisis de Germinación.

El Cuadro 11 indica los promedios de germinación (emergencia) de semillas a diferentes fechas después de la inoculación con brúquidos.

Cuadro 11. Porcentaje de germinación (emergencia) de frijol Dorado almacenado con dos especies de brúquidos y evaluado a intervalos de 30 días. El Zamorano, Honduras, 1994.

Tratamiento <sup>1</sup>	Porcentaje de Germinación <sup>2</sup> (Días)			
	30	60	90	120
Ao	89ax	88ax	45ay	30ay
Zs	91ax	87ax	25ay	3bz
Ao/Zs	92ax	91ax	28ay	15by
TESTIGO	96ax	93ax	92bx	91cx

<sup>1</sup>/ Números seguidos de la misma letra (a, b, c) en la misma columna no son significativamente diferentes; número de la misma letra (x, y, z) en la misma fila no son significativamente diferentes (P<0.05).

<sup>2</sup>/ Ao = Acanthoscelides obtectus; Zs = Zabrotes subfasciatus

Se observó una diferencia significativa alta (P<0.0001) entre los tratamientos y el testigo en los porcentajes de germinación. La variable germinación está altamente correlacionada con los niveles de daño para cada especie de brúquidos (R = 0.86). A los 90 días se mostró una marcada diferencia en los tratamientos y el testigo denotando el efecto geométrico de aumento poblacional.

Zabrotes subfasciatus sin competencia, muestra el mayor número de insectos totales (Cuadro 9), y fue el que redujo al

máximo la germinación ( $P < 0.05$ ) a partir de los 90 días aumentando su disminución significativamente a los 120 días. Nuevamente A. obtectus sin competencia fue el que menos daño causó al final del experimento.

Los niveles de daño y germinación fueron medidos cada 30 días y de esto se tomó un perfil de la reducción de la germinación en función del nivel de daño con una regresión lineal para cada tratamiento (Figura 1). Gráficamente, se observa que Z. subfasciatus sin competencia reduce la germinación en relación a su daño más rápido que A. obtectus sin competencia y que ambos en competencia. No se conoce las razones de este hecho y se sugiere investigar en este sentido.

El Cuadro 12 contiene las funciones de regresión de la germinación en función del nivel de daño.

Cuadro 12. Regresiones de germinación en función del nivel de daño y los porcentajes de daño para alcanzar el 80% de germinación<sup>z/</sup>. El Zamorano, Honduras, 1994.

Tratamiento	DM	Germinación	Función	r <sup>2</sup>
Ao	14.0%	80%	$Y=92 - 0.85X$	0.9
Zs	12.0%	80%	$Y=95 - 0.85X$	0.9
Ao/Zs	11.0%	80%	$Y=95.9 - 0.13X$	0.8

z/ Ao = Acanthoscelides obtectus y Zs = indica Zabrotes subfasciatus;  
DM = porcentaje de daño mínimo de bríquidos capaz de reducir la germinación al 80%.

En Honduras el 80% de germinación es el mínimo para

considerar una semilla de frijol apropiada para su venta (Ley de semillas, decreto 1042, 1980). Según las funciones de regresión y la comparación con los porcentajes de daño (Cuadro 10), podemos apreciar lo siguiente: A. obtectus reduce la germinación a menos del 80% a los 90 días después de la inoculación con un porcentaje de daño de 25% (Cuadro 11). El daño causado por A. obtectus es difícil de diferenciar con el de Z. subfasciatus; sin embargo, según McFarlane (1967), existe una diferencia en el anillo de la ventana pupal el cual nos puede indicar cual especie es la causante del daño. La diferencia más visible está en la periférica del anillo pupal en la testa. Esta es más ancha y más prominente en el caso de Z. subfasciatus que en la del A. obtectus. No se hicieron evaluaciones en este sentido en el presente estudio.

BIBLIOTECA WILSON POPPINO  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO #3  
TEGUCIGALPA HONDURAS

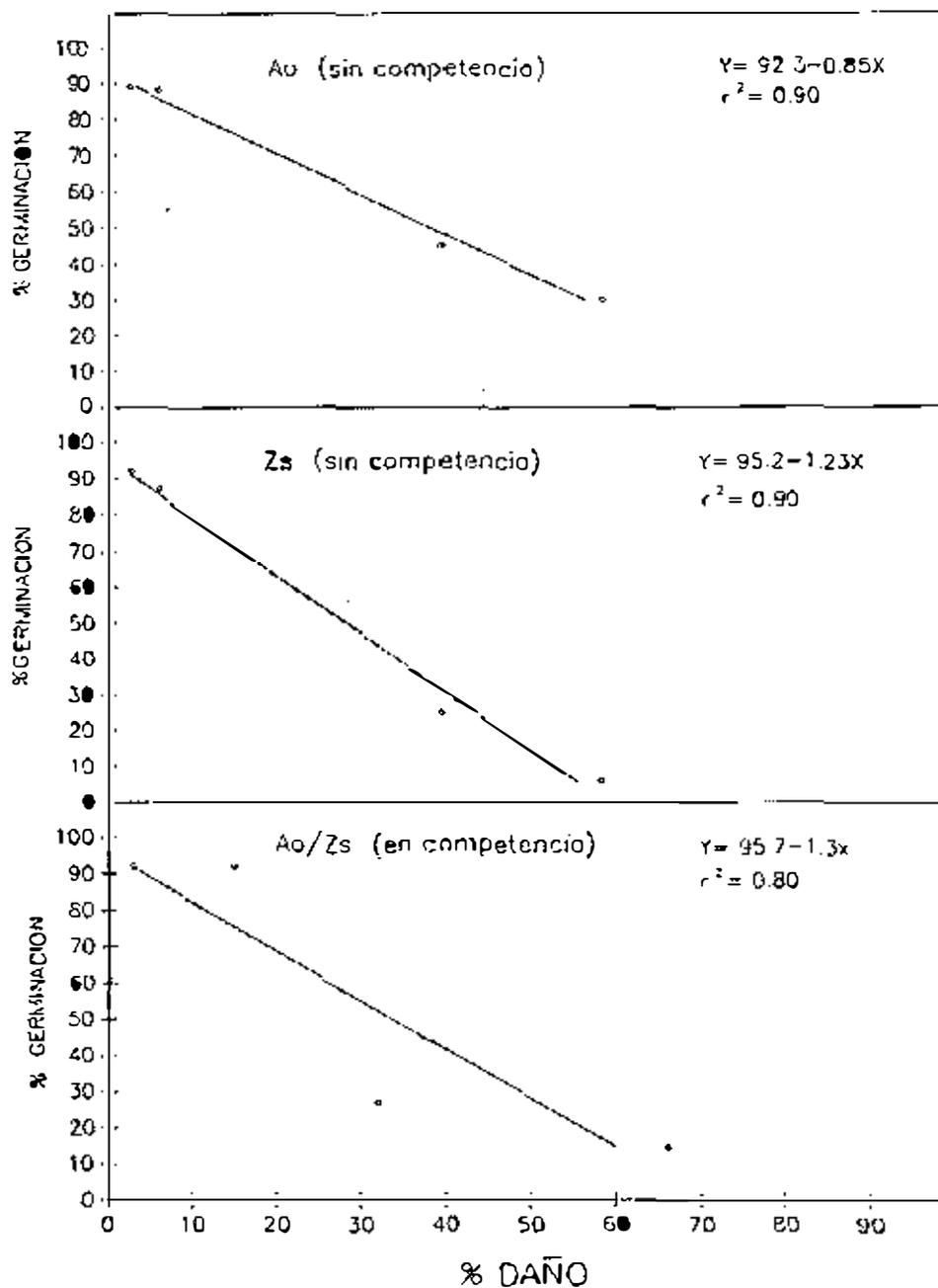


Figura 1. Regresiones de germinación en función al nivel de daño de Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfasciatus sin competencia y en competencia

Zabrotes subfasciatus a los 30 días ya tenía 17% de daño (Cuadro 10), muy por arriba del 12% que requería para bajar la germinación al 80% (Cuadro 12). En cambio, A. obtectus y Z. subfasciatus en competencia a los 30 días solamente tenía 1% de daño; sin embargo, a los 60 días alcanzaron el 10%, el cual sobrepasa el 8.0% necesario para bajar la germinación al 80%. El Zabrotes subfasciatus sin competencia mostró ser la especie que más pronto reduce la germinación (Cuadro 11).

#### 4. Número Total de Insectos (Variedad Danli 46)

Acanthoscelides obtectus sin competencia mostró un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) en el número total de insectos emergidos a los 90 días, con un nuevo incremento significativo ( $P < 0.05$ ) a los 120 días similar a lo observado en el frijol Dorado. Z. subfasciatus sin competencia mostró su primer aumento significativo ( $P < 0.05$ ) en número de insectos totales a los 60 días con aumentos significativos a los 90 y 120 días consecutivos. Finalmente, A. obtectus y Z. subfasciatus en competencia mostraron un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) hasta los 120 días. En esta fecha las poblaciones totales de ambas especies sin competencia fueron significativamente ( $P < 0.05$ ) mayores que la población total en condición de competencia. A los 120 días no se encontró diferencia significativa entre el número total de insectos en condiciones libre y o en competencia.

Según Dobie et al. (1991), cuando dos especies se

encuentran bajo las mismas condiciones de competencia, generalmente predomina la que tiene las condiciones óptimas de temperatura y humedad adecuadas. Sin embargo, a medida que una especie va aumentando su dominio sobre la otra, se reduce el daño potencial que ocurriría en caso de que no existiera la competencia. Es decir, el efecto de la competencia reduce el daño potencial del grano.

#### 5. Evaluación de Daño Y Pérdida (Variedad Danlí 46).

El porcentaje de pérdida nuevamente estuvo directamente correlacionada con el porcentaje de daño con un valor de  $R = 0.96$ . Se observó una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en los niveles de daño entre el testigo y los tratamientos. El efecto de días fue también altamente significativo ( $P < 0.0001$ ). Es decir que a medida que aumentó el número de días aumentaron los niveles de daño y pérdida.

El nivel de daño máximo significativo ( $P < 0.05$ ) fue causado por Z. subfasciatus sin competencia seguido por A. obtectus también sin competencia a los 120 días. Finalmente, el nivel de daño mínimo significativo ( $P < 0.05$ ) fue causado por A. obtectus y Z. subfasciatus en competencia a los 120 días. No sabemos el porque de estos resultados.

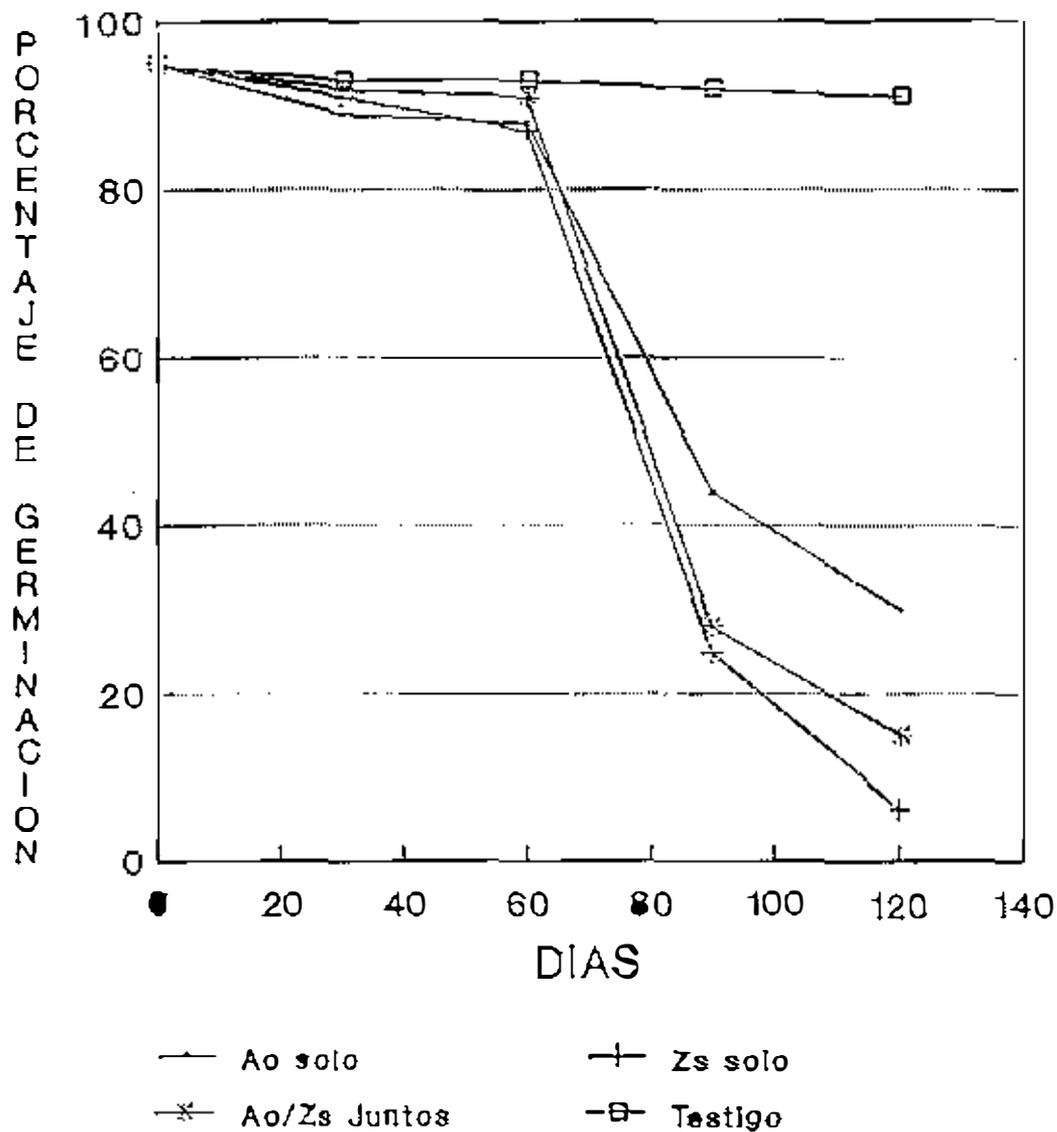


Figura 2. Porcentaje de germinación a diferentes granos dañados por Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfasciatus bajo condiciones con y sin competencia. El Zamorano, Honduras, 1994.

El aumento significativo ( $P < 0.05$ ) en los niveles de daño a los 60 días, con aumentos significativos ( $P < 0.05$ ) a los 90 y 120 días de Z. subfasciatus nuevamente refleja el efecto multiplicador de las plagas de almacén a través del tiempo, lo mismo fue observado en frijol Dorado.

#### 6. Análisis de Germinación (Variedad Danlí 46).

La variable germinación no mostró diferencia significativa entre las muestras de frijol con A. obtectus o Z. subfasciatus con y sin competencia. Sin embargo, las muestras de Danlí 46 provienen de un lote que estuvo mayor tiempo en almacenamiento que en el caso de Dorado. Al comparar los tratamientos con el testigo se observó una diferencia significativa ( $P > .0001$ ) entre éste y los demás tratamientos a partir de los 90 días (Figura 2). También se notó una correlación negativa entre el porcentaje de daño y la reducción en el porcentaje de germinación  $R = -0.85$ .

La variable germinación tuvo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) con tendencias similares a la del daño demostrando una reducción significativa a los 60 días y con otras reducciones drásticas significativas ( $P < 0.05$ ) a los 90 y 120 días.

#### 7. Evaluación de Peso Seco de Insectos Vivos (Danlí 46 y Dorado)

Se observó que las especies mantuvieron un peso promedio

similar estadísticamente a través de la duración del experimento. El peso promedio de 100 Z. subfasciatus vivos fue de 1.9 g y el peso de 100 A. obtectus fue de 1.1 g. La competencia no indujo a mayores o menores pesos en estas dos especies de brúquidos cuando se comparan los pesos de ellos en competencia con los pesos sin competencia. Sin embargo, lo sobresaliente de las condiciones de competencia, es que el daño es significativamente menor en competencia que el daño causado por Z. subfasciatus sin competencia, especialmente en los primeros días lo cual significa que disminuye la tasa reproductiva de ambas especies.

#### 8. Humedad del Grano (Danlí 46 y Dorado)

La humedad del grano de la variedad Dorado no mostró diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, las humedades variaron significativamente ( $P < 0.01$ ) a través del tiempo que duró el experimento. Las humedades más altas ocurrieron a los 120 días (14.1%) y las más bajas a los 60 días (12.7%). Estas humedades se encuentran entre el rango mencionado por Dobic et al. (1991) de 11 y 18 % con un óptimo de 15 % de humedad.

El Cuadro 13, muestra el porcentaje promedio de las humedades de los tratamientos durante el período que duró el experimento de evaluación del deterioro de la calidad de la semilla.

## V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. En las condiciones climáticas de la aldea de Potrero Grande, Acanthoscelides obtectus inicia su ataque en la etapa de madurez fisiológica.

2. Zabrotes subfasciatus se presenta en el campo a los 70 días después de la siembra.

3. Acanthoscelides obtectus se presenta en el almacén a los 18 días después de la cosecha de primera indicando que inicia su ataque desde el campo.

4. Independientemente de cual insecto sea el causante del daño en el grano, esto tiene serias repercusiones en la germinación de la semilla del frijol, reduciendo la germinación de la semilla por debajo del 80 % después de 60 días de iniciado el ataque.

5. Zabrotes subfasciatus es sin duda el insecto más dañino en las condiciones de almacén, esto por tener una alta tasa reproductiva y un ciclo de vida más corto.

6. Zabrote subfasciatus inicia su ataque en el almacén alrededor de dos meses después de la cosecha.

7. El método de muestreo de almacén tiene alta influencia en los resultados de monitoreo de insectos.

8. Los insectos incrementaron y mantuvieron una mayor humedad en el grano infestado.

9. Zabrotes subfasciatus sin competencia es la especie la mayor tasa de reducción del porcentaje de germinación. Es seguida por Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus ambos en competencia, y finalmente Acanthoscelides obrectus sin competencia.

10. Acanthoscelides obtectus es la plaga más problemática en la aldea de Potrero Grande porque inicia su ataque desde el campo e infesta el almacén rápidamente.

11. Las trampas con cebo (frijol) utilizadas no fueron del tipo las más apropiado para este estudio.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Debido a que es comprobado que Acanthoscelides obtectus ataca y se reproduce en el campo, se recomienda limpiar y remover el grano lo más pronto posible de las parcelas de producción.

2. Antes de llevar una nueva cosecha al almacén, se debe eliminar y quemar todo material infestado y evitar la mezcla de nuevas cosechas con las viejas, para evitar infestación temprana.

3. Antes de almacenar la nueva cosecha, se recomienda hacer una limpieza general del almacén y quemar todos los residuos de insectos vivos y muertos.

4. Se recomienda hacer un estudio de inoculación de Zabrotes subfasciatus en jaulas, a diferentes días de madurez fisiológica, para determinar si bajo condiciones inducidas éstos atacan en el campo y cuál sería su nivel de sobrevivencia.

5. Debido a que los niveles elevados de población Zabrotes subfasciatus se presenta entre los 60 y 90 días, se recomienda hacer una fumigación de los granos almacenados antes de este periodo.

6. Se recomienda hacer nuevos estudios probando aplicaciones de insecticidas a las vainas a los 55 y 60 días después de la germinación en el campo, o hacer una fumigación del grano previo al almacenamiento, especialmente en la cosecha de postrera.

7. Se recomienda repetir este estudio en el sistema de bicultivo de maíz y frijol para observar si este sistema tiene algún efecto en el comportamiento de ataque de estos brúquidos.

8. Se recomienda realizar un estudio de manejo integrado de brúquidos utilizando silos metálicos, fumigación a tiempo y cosecha temprana.

Cuadro 13. Porcentaje promedio de humedades de frijol Dorado y Danli 46 inoculados con Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfasciatus y almacenado durante 120 días. El Zamorano Honduras 1994.

Tratamiento	Porcentaje Promedio de Humedad <sup>z</sup>	
	Dorado	Danli 46
Ao	15.0 a	12.3% a
Zs	13.3 a	12.3% a
Ao/Zs	13.0 a	11.5% a
Testigo	12.7 a	10.2% b

z. Número seguidos con la misma letra (A y B) no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

En la variedad Danli 46 no se observaron diferencias significativas en las humedades de los grano infestado por las diferentes especies. Sin embargo, si se observó una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre el testigo y los granos infestados por A. obtectus y Z. subfasciatus (Cuadro 13).

Aunque en la variedad Dorado no hubo diferencia significativa, la humedad del testigo fue más baja. Es decir que la tendencia de las plagas es mantener la humedad del grano infestado debido probablemente a residuos metabólicos..

## VII. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue identificar el punto de desarrollo fisiológico de la planta de frijol en el cual es atacado por brúquidos en el campo. También se evaluó el efecto de los daños causado en el deterioro de la calidad de la semilla del frijol.

Se tomaron muestras de vainas en el campo a diferentes periodos después de la formación de las vainas y se incubaron para observar las emergencias de insectos, particularmente especies de brúquidos. Se inocularon 50 parejas de Acanthoscelides obtectus bajo jaulas de tela metálicas antes de la madurez fisiológica; durante y después. Esto para observar el número de individuos F<sub>1</sub> emergidos de padres inoculados en esas épocas.

Adicionalmente se tomaron muestras de los almacenes de pequeños productores para evaluar los movimientos poblacionales de estos brúquidos del campo al almacén y viceversa. Además se instalaron trampas utilizando el frijol común como atrayente en los alrededores de las parcelas en épocas fuera de producción para monitorear su presencia en el campo.

La fase de inoculación de jaulas se hizo para la siembra de primera y se repitió en la postrera. El muestreo en los almacenes de frijol y el trapeo se realizó desde la cosecha de primera hasta la cosecha de postrera. Este experimento de campo se llevo acabo desde el mes de julio hasta el mes de

diciembre de 1993.

En la fase de laboratorio se inocularon 10 parejas de Acanthoscelides obtectus en frascos de vidrio con 0.500 g de frijol; 10 parejas de Zabrotes subfasciatus en frascos de vidrio separados con 0.500 g de frijol y 5 parejas de ambas especies en otro botes, de vidrio conteniendo 0.500 g de frijol. Estos fueron mostreados cada 30 días durante 4 meses para analizar y evaluar los niveles de daño, pérdida, humedad y germinación.

Se encontró que Acanthoscelides obtectus sí ataca el frijol en el campo desde los 60 días después de la siembra de la variedad Catrachita. Esto se observó que ocurre en condiciones naturales con y sin inoculación. Se observó la presencia de Zabrotes subfasciatus en el campo antes de la cosecha aunque no se observó mayor ataque de este en el campo.

En el laboratorio se encontró que Zabrotes subfasciatus es el que mayor daño causa reduciendo la germinación y la calidad del grano mas pronto que Acanthoscelides obtectus. Se encontró que cuando estas especies se encuentran bajo competencia se reduce el nivel de daño de Z. subfasciatus.

ANEXO 1

DATOS PERSONALES DE AGRICULTORES PARTICIPANTES EN ESTUDIO DE TESIS

Municipio: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aldea: \_\_\_\_\_ Encuestador: \_\_\_\_\_

Nombre del agricultor: \_\_\_\_\_

1. Cuanto frijo cultiva al año? \_\_\_\_\_

1.1 Cultivo de Primera \_\_\_\_\_

1.2 Cultivo de Postrera \_\_\_\_\_


2. Usa usted el sistema de rotación de cultivo?

Si

No

3. Que variedad de frijol cultiva?

3.1 Catrachita \_\_\_\_\_

3.2 Dorado \_\_\_\_\_

3.3 Zamorano \_\_\_\_\_

3.4 Otros \_\_\_\_\_


4. Cual es el rendimiento promedio de esta (s) variedad (es)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Cuanto frijol cultivo este año? \_\_\_\_\_

5.1 Que variedad \_\_\_\_\_

5.2 Por que \_\_\_\_\_

6. Ha notado presencia de gorgojos del frijol en las plantas o vainas tiernas?

No  Si

6.1 Que hizo para controlar? \_\_\_\_\_

7. Que método de cosecha utiliza usted? \_\_\_\_\_

8. Que método de desgrane utiliza usted? \_\_\_\_\_

9. Que método de secado utiliza usted? \_\_\_\_\_

10. Como almacena su frijol cosechado? \_\_\_\_\_

10.1 Sacos \_\_\_\_\_

10.2 Drones \_\_\_\_\_

10.3 Silos metálicos \_\_\_\_\_

10.4 Silos + Sacos \_\_\_\_\_

10.5 Dron + Sacos \_\_\_\_\_

11. Cuanto almacena ?

11.1 Primera.

a. Consumo \_\_\_\_\_

b. Semilla \_\_\_\_\_

c. Venta \_\_\_\_\_

11.2 Postrera.

a. Consumo \_\_\_\_\_

b. Semilla \_\_\_\_\_

c. Venta \_\_\_\_\_

12. Que manejo le da al grano para semilla? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ANEXO 2  
HOJA DE EVALUACION DE PERDIDAS  
FISICAS

FRIJOL ALMACENADO

Nombre del Agricultor \_\_\_\_\_

Lugar \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Variedad \_\_\_\_\_

Fecha de almacenamiento \_\_\_\_\_

Fecha de analisis \_\_\_\_\_

Tamaño de muestra tomada en el almacén del agricultor 1 Kg

Tamaño de muestra usada para análisis: 500 granos

Contenido de humedad:

Aparato:

# de no dañados (#nd) \_\_\_\_\_ Peso de no dañados (Pnd) \_\_\_\_\_

# de dañados (#d) \_\_\_\_\_ Peso de dañados (Pd) \_\_\_\_\_

# Por insectos (#DI) \_\_\_\_\_ Pd Insectos (PdI) \_\_\_\_\_

    Campo (#DIC) \_\_\_\_\_ Pd Insectos de campo \_\_\_\_\_

    Almacén (#DIA) \_\_\_\_\_ Pd Insectos de almacén \_\_\_\_\_

#d por hongos (#DH) \_\_\_\_\_ Pd por hongos (Pf) \_\_\_\_\_

Peso Promedio nd ( $\bar{X}_{nd}$ ) \_\_\_\_\_ Peso promedio d ( $\bar{X}_d$ ) \_\_\_\_\_

# Granos recuperables(Nr) \_\_\_\_\_ Peso recuperable (Pr) \_\_\_\_\_

Peso potencial d

(PPd)=#d x  $\bar{X}_{ND}$  \_\_\_\_\_ PP muestra (PPm)=500 x  $\bar{X}_{ND}$  \_\_\_\_\_

Peso real muestra

(PRm)=Pnd+Pd \_\_\_\_\_

#d

% DAÑO DE LA MUESTRA=  $\frac{\text{-----}}{500} \times 100$  \_\_\_\_\_%

PPd-pr

% PERDIDA DE LA MUESTRA=  $\frac{\text{-----}}{PPm} \times 100$  \_\_\_\_\_%

#DI

DAÑO POR INSECTOS:  $\frac{\text{-----}}{500} \times 100$  \_\_\_\_\_%

$$\text{DAÑO POR INSECTO DE CAMPO: } \frac{\#DIC}{500} \times 100$$

\_\_\_\_\_ 100

$$\text{DAÑO POR INSECTO DE ALMACEN: } \frac{\#DIA}{500} \times 100$$

\_\_\_\_\_ 100

PERDIDA POR INSECTOS:

Peso potencial granos dañados por insectos

$$(PPI) = \bar{X}_{nd} \times \#DI - Pr$$

$$\% \text{ PERDIDA} = \frac{PPI}{PPM} \times 100$$

\_\_\_\_\_ 100

$$\text{PERDIDA POR INSECTOS DE CAMPO: } \bar{X}_{nd} \times \#DIC - Pr = PPIC$$

$$\frac{PPIC}{PPM} \times 100$$

\_\_\_\_\_ 100

$$\text{PERDIDA POR INSECTOS DE ALMACEN: } \bar{X}_{nd} \times \#DIA - Pr = PPIA$$

$$\frac{PPIA}{PPM} \times 100$$

\_\_\_\_\_ 100

PERDIDA POR HONGOS:

Peso potencial granos dañados por hongos ( $\%Ph$ ) =  $\bar{X}_{nd} \times \#DH$

$$\% \text{ PERDIDA} = \frac{Ph}{PPM} \times 100$$

\_\_\_\_\_ 100

## VIII LITERATURA CITADA

- ALTMIRANO, C.R. 1992. Efecto de arcelina en la tasa de crecimiento y reproducción de Zabrotes subfasciatus (Boh). Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 100 p.
- CABALLERO, A. F. 1988. Algunos aspectos en el desarrollo y la maduración de la semilla de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 40 p.
- CARCAMO, R. 1992. Caracterización del sistema postcosecha en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) a nivel del pequeño agricultor y del intermediario en el Municipio de Moroceli, Honduras. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 125 p.
- CENTER, D. T., JOHNSON, D. C. 1974. Coevolution of some seed beetles (Coleoptera: Bruchidae) and their hosts. Department of Entomology, University of Florida, Gainesville, Fl. pp. 1096-1103.
- CISNEROS, A. R. 1992. Comparación de sistemas tradicionales y mejorados de almacenamiento de granos en el control de Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 169 p.
- DOBIE, P., HAINS, C. P., HODGES, R. J. Y REES, P. F. 1991. Insects and Arachnids: Their biology and identification. (A training Manual). Tropical Development and Research Institute, Slough, England. 246 p.
- DORIA, R. C., RAROS, R. S. 1975. Varietal Resistance of Mungo to the Bean Weevil Callosobrochus chinensis and some Characteristics of Field Infestations. The Phillipine Entomologist.
- ESPINAL, J. R. 1993. Economic losses associated with Zabrotes subfasciatus (Boheman) and Acanthoscelides obtectus (Say) infestation on stored dry red beans (Phaseolus vulgaris L.) in Southeastern Honduras. Ph. D. thesis. Department of Entomology, Kansas State University. 197 p.
- FAO. 1982. Alimento y Nutrición: Las Leguminosas en la Alimentación Humana. 3 p.

- GOKHALE, G. V., HONDA, H. y YAMAMOTO, I. 1990. Role of physical and chemical stimuli of legume host seeds in comparative ovipositional behaviour of Callosobruchus maculatus (Fab.) and Callosobruchus chinensis (Linn.). In: Economics, Ecology and Coevolution. Academic Press, Netherlands. pp 45-51.
- GONZALEZ, M. ROCHE, R. y SIMANCA, M. E. 1985. Valoración de los daños causados por Zabrotes subfasciatus (Boheman) and Acanthoscelides obtectus (Say) feeding on the same food source.
- LABEYRIE, V. 1981. Ecological problems arising from weevil infestations of food legumes. Series Entomológicas, vol 19. pp 1-15.
- LARTHROP, F. H. 1954. The bean weevil and its control. Bulletin Main. Experiment Station. No. 532. 34 p
- MCFARLANE, A. J. y WEARING, J. S. A. 1967. A means of differentiating between Acanthoscelides obtectus (Say) and Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera, Bruchidae) in White Haritcot beans at the pupal stage. Vol.3 261-262 pp.
- MURILLO, G. J. 1991. Comparaciones entre métodos tradicionales y mejorados de secado de maiz (Zea mays) a nivel de finca. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 55 p.
- OLIVEIRA, M. A. y SUDO, S. 1978. Competition between populations of bean weevils Zabrotes subfasciatus (Boh), and Acanthoscelides obtectus (Say), feeding on the same food source. Anais Da S.E.B., 8 (1): 57-62.
- PAJNI, H.R. y JABBAL, A. Some observations on the biology of Zabrotes subfasciatus (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). Research Bulletin (Science) of the Punjab University. 37: pp 11-16.
- PIMBERT, M. 1985. A model of host plant change of Zabrotes subfasciatus (Boh.) (Coleopter:Bruchidae) in a tradicional bean cropping system in Costa Rica. Biological Agriculture and Horticulture. Academic Publishers, Great Britain 3: 39-54.

- PIERRE, D. y PIMBERT, M. 1980. Some data on the reproductive activity of Zabrotes subfasciatus in the laboratory. In Ecology of bruchids (Ed. V. Labeyrie) Tours France. pp 113-123.
- PIERRE, D. y PIMBERT, M. 1983. Ecophysiology of bruchid reproduction: The influence of pod maturity and seeds of Phaseolus vulgaris and the influence of insemination on the reproductive activity of Zabrotes subfasciatus. Institut de Biocenotique Experimentale des Agrosystemes, Tours France. pp 87-94.
- MEIK, J. y DOBIE, P. 1986. The ability of Zabrotes subfasciatus to attack cowpeas. Tropical Development and Research Institute, London. 27: 145-147.
- TOQUENAGA, Y. 1990. The mechanisms of contest and scramble competition in bruchids species. In Bruchids and legumes: Economics, Ecology and Coevolution, Academic Press, Netherlands. pp 341-341.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT<sup>®</sup>. 1988. User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028p.
- SCHOONHAVEN, A. V. 1976. Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. Proceedings of XV International Congress of Entomology. Washington D. C. pp 691-698.
- SCHOONHAVEN, A. V. 1977. Insectos asociados con el frijol en America Latina, su distribución, biología, importancia y control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 329 p.
- SCHOONRAVEN, A.V. Y CARDONA, C. y VALOR, J.E. 1983. Resistance to the bean weevil and the mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in non cultivated common bean accesions. Journal of Economic Entomology 76: 1255-1259.
- SCHOONHAVEN, A. V., CARDONA, C. y GARCIA, J.E. 1988. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control. Guia de estudio; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 46p.
- SCHOONHOVEN, A. V. y VOYSEST, O. 1991. Common Beans Research for Crop improvement. C.A.B, International Association with (CIAT), Cali Colombia, 9p.
- SINGH, R.S. 1989. Insect pests of tropical food legumes. International Institute of Tropical Agriculture, Great Britain, 159 p.

- SMITH, H. J. 1986. Reducción de las pérdidas de frijol seco almacenado del pequeño agricultor en la sierra ecuatoriana. Tesis Msc. Universidad de Cornell.
- RODRIGUEZ, A. A. 1992. Evaluación de sistemas de almacenamiento en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) para controlar Zabrotes subfasciatus (Boh). Tesis Ing Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 90 p.
- TECK, S. N. 1992. Comparación de la biología de Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus en frijol común (Phaseolus vulgaris) almacenado. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 83 p.

## IX DATOS BIOGRAFICOS

Nombre:

Crispin Jeronimo Blanco Garcia

Lugar de Nacimiento:

Yo Creek, Orange Walk District, Belize, C. A.

Fecha de Nacimiento:

5 de diciembre, 1958.

Educación Primaria:

Sacred Heart Roman Catholic School. Yo Creek.

Orange Walk District.

Educación Secundaria:

Muffles College, Orange Walk Town.

Educación Superior:

Escuela Agrícola Panamericana,

El Zamorano, Honduras.

Título de Agrónomo, 1982.

Experiencia Profesional:

- Banana Control Board.

Técnico de campo: Enero, 1983 - Junio 1985.

- United States Department of Agriculture.

Animal and Plant Health Inspector: Junio, 1985 hasta la fecha.