

**COMPARACION DE LA BIOLOGIA DE Zabrotes subfasciatus Y
Acanthoscelides obtectus EN GRANO DE FRIJOL COMUN
(Phaseolus vulgaris) ALMACENADO**

P O R

Nolasco Simón Teck Noble

T E S I S

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROCISIS:	4585
FECHA:	7/7/92
ENCARGADO:	Jorge Pobles

El Zamorano, Honduras

Abril, 1992

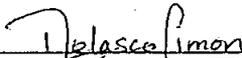
COMPARACION DE LA BIOLOGIA DE Zabrotes subfasciatus Y
Acanthoscelides obtectus EN GRANO DE FRIJOL COMUN
(Phaseolus vulgaris) ALMACENADO

Por

Nolasco Simon Teck Noble

BIBLIOTECA WILSON FOLIO 100
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
AGRICULTURA
TECNOLOGIA Y ECONOMIA

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.



Nolasco Simon Teck Noble

Abril-1992

DEDICATORIA

Ante todo a Dios por estar conmigo en todo momento y permitirme obtener otra meta en mi vida.

A mis padres Dahlia y Lucio Teck por haberme mostrado cariño y por haberme brindado su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de esta carrera.

A mis hermanos y hermanas por todas las muestras de afecto que me han mostrado.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer muy sinceramente:

Al Gobierno de Belice quien a través del Ministerio de Educación financió mis estudios en esta institución.

A mi comité de consejeros, Dra. Valerie Wright de Malo, Dr. Juan Carlos Rosas y Ing. Luis Pinel por todos sus consejos y apoyo logístico que me brindaron durante este año académico.

A todo el personal del CITESGRAN, en especial a la Lic. Brenda de Baide, por haberme brindado su ayuda desinteresada durante la realización de este trabajo.

A Camilo Valerio por su ayuda en la toma de datos y por su amistad incondicional que me brindó durante mi estadía en esta institución.

A mis amigos por todos los buenos y malos ratos que compartimos.

INDICE

	Pag.
Título.....	i
Derechos de Autor.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE ANEXOS.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
A. <u>Acanthoscelides obtectus</u>	
1. Descripción del insecto.....	9
2. Ciclo de vida y comportamiento.....	10
3. Origen y Distribución.....	13
B. <u>Zabrotes subfasciatus</u>	
1. Descripción del insecto.....	15
2. Ciclo de vida y comportamiento.....	18
3. Origen y Distribución.....	19
C. <u>Daños que han causado mundialmente</u>	23
III. MATERIALES Y METODOS.....	25
A. Localización del ensayo.....	25
B. Preparación de los materiales.....	25
C. Cria de insectos.....	26
D. Descripción de los tratamientos.....	27

E. Unidades experimentales e infestación.....	29
F. Variables calculadas.....	30
G. Analisis estadístico.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
A. Experimento 1	
1. <u>Acanthoscelides obtectus</u>	33
2. <u>Zabrotes subfasciatus</u>	41
B. Experimento 2	
1. <u>Acanthoscelides obtectus</u>	49
2. <u>Zabrotes subfasciatus</u>	56
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. RESUMEN.....	68
VIII. LITERATURA CITADA.....	71
IX. ANEXOS.....	75
X. DATOS BIOGRAFICOS.....	84
XI. APROBACION.....	85

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Observaciones de varios autores en los diferentes estados biológicos de <u>Acanthoscelides obtectus</u>	14
Cuadro 2. Características de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en estudios realizados por varios autores.....	14
Cuadro 3. Observaciones de varios autores en diferentes estados biológicos de <u>Zabrotes subfasciatus</u>	20
Cuadro 4. Características de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en estudios realizados por varios autores.....	20
Cuadro 5. Observaciones de diferentes variables en estudios de <u>Acanthoscelides obtectus</u> con cuatro temperaturas y humedad relativa de 70%.....	34
Cuadro 6. Frecuencia de perforaciones en semillas causado por <u>Acanthoscelides obtectus</u> , bajo cuatro diferentes temperaturas y 70% humedad relativa.....	37
Cuadro 7. Efectos de <u>Acanthoscelides obtectus</u> , en frijol almacenado bajo cuatro temperaturas y 70% humedad relativa.....	37
Cuadro 8. Rango de temperaturas óptimas para el mejor desarrollo de <u>Acanthoscelides obtectus</u> observadas en este experimento.....	40
Cuadro 9. Observaciones obtenidas para las diferentes variables en estudio con <u>Zabrotes subfasciatus</u> , con cuatro temperaturas y humedad relativa de 70%.....	42
Cuadro 10. Frecuencia de perforaciones en semillas causado por <u>Zabrotes subfasciatus</u> , bajo cuatro temperaturas y 70% humedad relativa.....	45
Cuadro 11. Efecto del insecto <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol almacenado bajo cuatro temperaturas y 70% humedad relativa.....	45
Cuadro 12. Rango de temperaturas óptimas para el mejor desarrollo de <u>Zabrotes subfasciatus</u> , observadas en este experimento.....	48
Cuadro 13. Observaciones de diferentes variables en estudio de <u>Acanthoscelides obtectus</u> , con cuatro humedades relativas y 28 °C.....	50

Cuadro 14.	Frecuencia de perforaciones en semillas causado por <u>Acanthoscelides obtectus</u> , bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.....	52
Cuadro 15.	Efecto del insecto <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado bajo cuatro humedades relativas y 28 °C....	53
Cuadro 16.	Diferencias en variables estudiadas bajo la misma temperatura (28 °C) y humedad relativa (70%) con <u>Acanthoscelides obtectus</u> en dos experimentos.....	56
Cuadro 17.	Diferencias en las variables estudiadas bajo la misma temperatura (28 °C) y humedad relativa (70%) con <u>Zabrotes subfasciatus</u> en dos experimentos.....	57
Cuadro 18.	Observaciones de diferentes variables en estudio de <u>Zabrotes subfasciatus</u> , a diferentes humedades relativas y 28 °C.....	59
Cuadro 19.	Frecuencia de perforaciones en semillas causado por <u>Zabrotes subfasciatus</u> , bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.....	61
Cuadro 20.	Efecto del insecto <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol almacenado bajo cuatro humedades relativas y 28 °C....	61

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Adulto de <u>Acanthoscelides obtectus</u> (a) y <u>Zabrotes subfasciatus</u> (b).....	6
Figura 2. Distribución mundial del gorgojo común del frijol, <u>Acanthoscelides obtectus</u> Say.....	16
Figura 3. Distribución mundial del gorgojo mexicano pintado, <u>Zabrotes subfasciatus</u> Boh.....	22
Figura 4. Efecto de temperatura en el número de adultos, de <u>Acanthoscelides obtectus</u> emergidos diariamente.....	39
Figura 5. Efecto de temperatura en el número de adultos, de <u>Zabrotes subfasciatus</u> emergidos diariamente.....	47
Figura 6. Efecto de humedad relativa en el número de adultos, de <u>Acanthosceleleis obtectus</u> emergidos diariamente.....	54
Figura 7. Efecto de humedad relativa en el número de adultos, de <u>Zabrotes subfasciatus</u> emergidos diariamente.....	63

INDICE DE ANEXOS

Pag.

Anexo 1. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento a cuatro temperaturas y 70% humedad relativa con <u>Acanthoscelides obtectus</u>	75
Anexo 2. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento a cuatro temperaturas y 70% humedad relativa con <u>Zabrotes subfasciatus</u>	76
Anexo 3. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento a cuatro humedades relativas y 28 °C con <u>Acanthoscelides obtectus</u>	77
Anexo 4. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento a cuatro humedades relativas y 28 °C con <u>Zabrotes subfasciatus</u>	78
Anexo 5. Hoja para anotar observaciones en el transcurso del experimento.....	79
Anexo 6. Número de adultos de <u>Acanthoscelides obtectus</u> emergidos diariamente bajo cuatro temperaturas y 70% humedad relativa.....	80
Anexo 7. Número de adultos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> emergidos diariamente bajo cuatro temperaturas y 70% humedad relativa.....	81
Anexo 8. Número de adultos de <u>Acanthoscelides obtectus</u> emergidos diariamente bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.....	82
Anexo 9. Número de adultos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> emergidos diariamente bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.....	83

I. INTRODUCCION

La gente necesita almacenar muchos de los productos vegetales, como los granos que utiliza como alimento, porque en la mayoría de los casos su producción es estacional. La principal preocupación es que durante el almacenamiento, diversos factores deterioran y destruyen los alimentos que guarda con tanto celo y que tanto esfuerzo le costó obtener.

Para más de diez millones de personas el consumo diario de frijol esta sobre los cien gramos. En los países en vía de desarrollo especialmente, el frijol parece ser la mejor y más rápida alternativa para aumentar la producción de alimentos productores de proteína (Tropical legumes, 1979).

Una protección eficiente no se puede esperar, por el simple hecho de recomendar a los pequeños agricultores, o a la población rural de los países tercer mundistas en general, el uso de productos químicos que involucran un costo adicional, instalaciones especiales y el uso de un equipo de sanidad mínimo que prevenga el envenenamiento. Además, aun cuando las cosechas son abundantes y parte se almacena, el producto con residuos químicos es despreciado en especial en países industrializados que reciben importaciones de otros países. Todo demuestra que solamente la prevención puede satisfacer estas restricciones económicas y realmente contribuir al

mejoramiento nutricional de la población rural. Es por esto que es de suma importancia el estudiar los problemas resultantes del ataque de gorgojos a las leguminosas en general.

De los factores que ocasionan el deterioro de los alimentos, los insectos en general ocupan un lugar muy importante ; su tamaño pequeño, capacidad de reproducción y su gran facilidad de adaptación a los diferentes medios, determinan que los métodos para su control no tengan el éxito deseado. Para aumentar la eficiencia de su control debemos identificarlos y estudiar las condiciones que favorecen su proliferación y biología.

Los brúquidos Zabrotes subfasciatus (Boh.) y Acanthoscelides obtectus (Say), conocidos como gorgojos de frijoles, son las plagas mas importantes del frijol almacenado en Africa y en América Latina; su daño afecta no solo la cantidad sino la calidad del grano, hecho que obliga a los agricultores a vender su cosecha muy rápidamente, aun en épocas en las cuales la oferta es alta y los precios son bajos. Aunque se han reportado varios insectos en el frijol almacenado, se les considera de poca importancia o solamente se encuentran accidentalmente en el frijol. Puede que hayan llegado de otros productos almacenados en la misma bodega; y no tienen importancia económica en el frijol almacenado. El ataque de insectos al frijol almacenado ocasiona una pérdida directa el cual se refleja en una pérdida de peso y una

disminución del valor nutricional; además, esta se puede incrementar ya que estos dejan una vía libre que pueden aprovechar hongos y bacterias para introducirse en el grano, por lo que su precio baja en el mercado (Schoonhoven, 1976).

Los objetivos de esta tesis fueron los siguientes: 1) Determinar las diferencias en la biología de Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus en grano de frijol común almacenado; 2) Evaluar el crecimiento y la reproducción de Z. subfasciatus y A. obtectus, en una variedad de frijol común de Honduras, bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa; y 3) Identificar la especie de insecto más dañino al grano almacenado bajo diferentes condiciones de desarrollo.

II. REVISION DE LITERATURA

La familia Bruchidae, consistente de aproximadamente 1400 especies de gorgojos de frijol, lentejas y arvejas, son la plaga mayor de semillas de leguminosas en todo el área trópicar (Taylor, 1981). De estas 1400 especies solamente 750 se consideran validas y se encuentran asignados en 40 generos (Kingsolver, 1990). La mayoría de las especies de la familia Bruchidae viven en semillas de leguminosas (Dell'Orto, 1985). Varios de estas especies ovipositan sobre el grano en desarrollo o en las vainas de los cultivos en el campo. A veces el ciclo de vida es completado hasta que la semilla haya madurado, y el gorgojo es traído a las estructuras de almacenamiento con el producto cosechado. Sin embargo, hay especies que ovipositan solamente sobre la semilla madura y estos son capaces de sobrevivir en semilla seca en almacenamiento, dando como resultado una destrucción de gran proporción de esta semilla (Howe y Currie, 1964).

Decelle (1981) menciona 7 generos detrimenales a los granos de leguminosas en el área Afrotrópicar:

A. Genero *Bruchus* L.

Este genero paleoartico comprende un cierto número de especies dañinos a los cultivos de las familias Fabaceae y Viciaeae. Este presenta especies, con una sola generación por

año, que ovipositan en vainas maduras y son incapaces de reproducirse en semillas secas.

B. Genero *Bruchidius* Schilsky

Parece ser de una sola generación por año y no es capaz de reproducirse en grano seco almacenado.

C. Genero *Callosobruchus* Pic

Este genero, con una distribución paleotrópica, comprende varias especies relacionadas a cultivos de la familia Fabaceae y mayormente Phaseolae. La mayoría de las especies presentan varias generaciones por año y son capaces de reproducirse en semilla almacenada.

D. Genero *Specularis* Bridwell

La biología de este genero no ha sido documentado exitosamente.

E. Genero *Acanthoscelides* Schilsky

Descrito en la pagina 9. Este genero incluye el mayor número de especies en el Nuevo Mundo (Kingsolver, 1990).

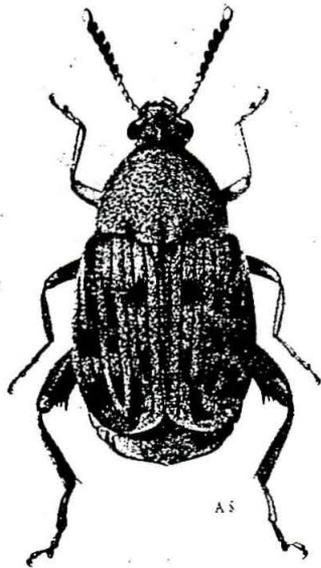
F. Genero *Caryedon* Schönherr

Genero con distribución paleotrópica. Mayormente se encuentra en maní.

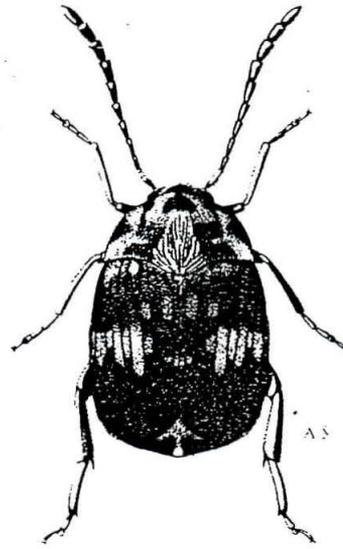
G. Genero *Zabrotes* G. Horn

Descrito en la pagina 15. El *Spermophagus subfasciatus* fue transferido a este genero en 1885 (Kingsolver, 1990).

A. obtectus y Z. subfasciatus, (Figura 1), son las plagas primarias más serias y exclusivas de las distintas variedades de frijol almacenado (Osuji, 1978; Howe y Currie, 1964;



a



b

Figura 1. Adulto de *Acanthoscelides obtectus* (a) y *Zabrotes subfasciatus* (b).

Fuente: (Dobie *et al.* 1991)

Schoonhoven, 1976). Los brúquidos ocasionan un daño considerable al frijol almacenado en América Latina, especialmente estas dos especies por los que los agricultores han dejado de producir este cultivo en forma comercial, aunque estimaciones cuantitativas en esta región no existen (Schoonhoven, 1976). Sin embargo, la FAO (1982) indica que la producción de este cultivo ha ido en aumento en los últimos años.

La actividad reproductiva y la longevidad del insecto son dos variables biológicas que juegan papeles importantes en la importancia económica de cualquier especie. La relación entre ambas no solo tiene un amplio significado biológico sino que también en muchos casos una importancia económica considerable; de aquí que los estudios sobre la biología de las especies particulares son de interés específico (Bushnell y Boughton, 1940). En condiciones ideales, dependiendo de la especie de insecto en cuestión, estas pueden variar; los brúquidos pueden completar su ciclo de vida entre los 25 y 30 días, causando grandes daños en poco tiempo, especialmente en climas cálidos (Nelson y Fisher, 1952).

Se ha encontrado que durante el primer instar de la larva, de los bruquidos en general, está presenta una espina en cualquier lado del abdomen en la orilla trasera del primer segmento abdominal, y dos grupos de dos o tres espinas más pequeñas que se encuentran dorsalmente en el plato tergal del pronotum. Estas espinas se han reportado como reventadores de

huevos (Van Emden, 1946). En contraste Howe y Currie (1964), no han observado que las espinas jueguen un papel en la eclosión de los huevos. Quizás sean utilizados por la larva para anclar la cascara del huevo para así poder empujar la cabeza contra el punto de emergencia. Una vez que la larva ha penetrado el grano, el primer instar perfora verticalmente dentro de la semilla por una corta distancia y luego, después que el cuerpo esta completamente dentro, cambia de dirección y perfora paralelo a la superficie. La larva continua perforando, consumiendo el cotiledon, y muda cuatro veces antes de convertirse en pupa. Durante el último instar la celda de empupamiento es perfeccionado, y los desechos, los cuales están libre de gránulos y son producidos en forma de alambre traslucido, son empujados contra la pared para formar una cobertura dura, brillante y lisa que cubre toda la celda. Casi a la mitad del ultimo instar larval las celdas, si son colocadas normalmente, se hacen visibles externamente en la semilla como pequeñas ventanas de color gris.

La larva reduce el grosor de la ventana primeramente comiendo la superficie interior de la testa y luego comiendo aun mas alrededor de la circunferencia de la ventana. Cuando esta a punto de empupar, la larva se posiciona con las mandíbulas hacia la ventana, y los estados pupales son atravesados en esta posición. El adulto puede permanecer dentro de la celda por varios días antes de salir por la ventana, rompiéndola con la cabeza y patas. Puede ayudarse en

su escapatoria en una forma limitada comiendo la superficie inferior y las orillas de la ventana; consecuentemente si la ventana original era muy pequeña el gorgojo es incapaz de salir. Los adultos normalmente están sexualmente maduros y listos para aparearse al momento de la emergencia del grano y normalmente todos los huevos son ovipositados en forma rápida (Howe y Currie, 1964).

A. Acanthoscelides obtectus

1. Descripción del insecto

Uno de los enemigos del cultivo del frijol es el gorgojo común del frijol, Acanthoscelides obtectus, el cual ataca prácticamente todas las variedades de frijol común. El color del adulto es pardo, con pequeñas bandas negras transversales. Cuerpo ovoide, grueso, cubierto de pelos, con longitud total del cuerpo de tres a cinco mm. Tiene ojos grandes y salientes, los élitros no cubren totalmente el abdomen. Es capaz de volar. Su ciclo de vida dura de cuatro a seis semanas, dependiendo de las condiciones disponibles para su desarrollo desde la transformación de huevecillo a adulto.

La hembra deposita los huevecillos en las perforaciones que realiza en las vainas verdes en el campo y entre los granos de frijol almacenado. Luego se transforma en larvas que son pequeñas de color blanco y peludas al nacer, y blancas sin pelos después de que mudan. Perforan el grano permaneciendo en el interior de la semilla. La larva antes de transformarse en

pupa prepara el lugar por donde emergerá el adulto, haciendo una ventanilla circular en la cascarilla de frijol. Los adultos tienen vida corta y no se alimentan de frijol almacenado (Linbald y Druben, 1986). Se considera que las reservas de grasa en el cuerpo son suficientes para asegurar la reproducción exitosa de esta especie (Leroi, 1981). Sin embargo Sinha (1971) ha notado que el adulto de A. obtectus puede ingerir hongos que se encuentran creciendo en el producto almacenado.

Larson y Fisher (1938), en un estudio minucioso de A. obtectus comprobaron que en más de 50 variedades de frijol no había ninguno en la que el gorgojo no se desarrollara libremente.

Una hembra de A. obtectus en su vida adulta puede depositar en promedio 150 o más huevos ovoides que son esparcidos entre la semilla almacenada o insertadas dentro de los cortes en las vainas que están en crecimiento (Howe y Currie, 1964). En Colombia se ha reportado un promedio de 60 huevos por hembra (Shoonhoven et al., 1988).

2. Ciclo de vida y comportamiento

Cuando el tiempo es cálido la larva de A. obtectus se desarrolla rápidamente dentro del frijol, formando las pupas de las que se originan los adultos (Nelson y Fisher, 1952), los cuales son capaces de alimentarse de los granos de frijol (Bushnell y Boughton, 1940). En las zonas bajas, en donde la

temperatura es generalmente alta ($> 35^{\circ}\text{C}$) los machos de A. obtectus se vuelven estériles (Huignard y Biemont, 1974).

La oviposición normalmente comienza entre los dos o tres días después que emerge el adulto y continua a través de la vida de la hembra. Manter (1917), en Connecticut, observó que el período de oviposición de 37 hembras individuales varía de tres a 18 días con un promedio de ocho días. En sus estudios en Ithaca, New York, Menusan (1934) registró un promedio de 67 huevos por hembra, basado en 27 individuos a 27.1°C . A esa temperatura, 95 por ciento de los huevos fueron depositados durante los primeros seis días, y la oviposición continuó hasta los 12 días. Menusan (1935) también reportó períodos de oviposición de uno a 68 días, dependiendo de la temperatura, y el mayor número de huevos por hembra se depositó a temperaturas entre 21°C y 27°C . El peso promedio de hembras que se han observado es de 8 mg a 17.5°C y 22.5°C con 70 por ciento de humedad relativa, el peso promedio bajo estas condiciones fue de 6.5 mg. Se observó que el peso fue menor a humedades relativas mayores de 70 por ciento (Howe y Currie, 1964).

Howe y Currie (1964) han reportado que el primer adulto emerge 20 días después de que la larva penetra el frijol, a temperatura de 30°C y 70 por ciento de humedad relativa; este periodo fue de 21 días a 32.5°C y 70 por ciento de humedad relativa y de 23 días a 27.5°C con 70 por ciento de humedad relativa. Menusan (1934) encontró que un tercio de las larvas

a 34 °C alcanzaron el estado de adulto dos a tres días más tarde que las larvas a 30 °C.

Se encontró un 80 por ciento de eclosión en huevos que están dispersados en el grano almacenado a temperaturas de 17 - 30 °C a ambos 30 por ciento y 90 por ciento de humedad relativa, y también sobre el rango de 15 - 35 °C a 70 por ciento de humedad relativa. Las condiciones óptimas para un desarrollo rápido de los huevos esta cerca de 30 °C y 70 por ciento de humedad relativa en donde el huevo eclosionado esta por debajo de cinco días. El período de eclosión se aumenta a temperaturas mayores o menores también como a humedad relativa mayor o menor (Howe y Currie, 1964). La larva recién eclosionada de A. obtectus tiene que vagar libremente hasta que es capaz de penetrar la semilla, la eclosión y penetración siendo acciones separadas (Howe y Currie, 1964).

Estudios detallados del desarrollo larval (Larson y Fisher, 1938) muestran que la larva activa en el grano muda su piel tres veces, y luego otra vez para la cuarta y última vez, en la celda pupal, inmediatamente antes de empupar. El período de incubación del gorgojo del frijol ha sido reportado tan corto como 32 días (Larson y Fisher, 1938), y tan largo como 44 días (Menusan, 1934). Ninguno de estos dos autores menciona a que temperatura o humedad relativa se obtuvieron estos resultados.

Larson y Fisher (1938) observaron que el estado larval puede ser tan corto como 12 días, o puede continuar por seis

meses o más, dependiendo de la humedad y temperatura que los rodea y también en el tipo de semilla del cual se alimenta la larva. La duración del estado pupal ha sido reportada que se extiende de ocho a 25 días o más (Manter, 1917; Larson y Fisher, 1938).

Varios autores han realizado estudios que demuestran las diferencias y semejanzas. Es de gran importancia conocer las condiciones del estudio para poder entender la biología de esta especie de la familia Bruchidae Cuadro 1 y 2.

3. Origen y Distribución

El gorgojo comun de frijol, A. obtectus, tiene su origen en Sur y Centro América. La habilidad de esta especie a desarrollarse bajo condiciones de almacenamiento de frijol le ha permitido ser dispersado a diversas partes, por lo que ahora se reporta en todas partes del mundo (Southgate, 1978). Schoonhoven (1976) reporta que A. obtectus esta ampliamente distribuido desde Chile hasta el Norte de los Estados Unidos.

Los orígenes de A. obtectus son las regiones tropicales de Suramérica a altas latitudes y altitudes donde la temperatura es de 30 °C y 70 por ciento de humedad relativa siendo su ciclo de vida de 22 a 26 días (Dell'Orto, 1985; Schoonhoven, 1976). Hoffman (1945) reporta que A. obtectus se originó en las zonas equatoriales de Sur América. Según, Chittenden (1898) y Back (1925) este gorgojo ha sido encontrado en EE.UU., México, América Latina y Sur América.

Cuadro 1. Observaciones de varios autores en las diferentes estados biológicos de Acanthoscelides obtectus.

Promedio No. de días para estado	Howe y Currie (1964) (30 °C, 70%hr)	Menusan (1934)	Schoonhoven et al. (1988)	Lathrop (1954) (70%hr)
Huevo	5	4.4 (30 °C)	5	6-13 32-28°C
Larva	15-17		16	12
Pupa	5-7	8-25 (27 °C)	6-7	8-25
Período de desarrollo	25-29		27-28	28-61 32-26°C
Adulto	8-16		12	

Cuadro 2. Características de Acanthoscelides obtectus en estudios realizados por varios autores.

Variable	Howe y Currie (1964)	Menusan (1934)	Lathrop (1954) (27°C)
Huevos/hemb.	63	67	67

En Africa, *A. obtectus* se encuentra esencialmente distribuido en las zonas montañosas del este, Uganda, Zaire, Rwanda, Kenya y Tanzania, en Sur Africa, Angola, Zimbabwe, Madagascar y La Réunion. Casi no se observa en las áreas cálidas . Las especies mas antiguas que han sido estudiadas vinieron de Madagascar (1898), Transval (1904), Tanzania (1911), Angola (1922). Tan temprano como 1930 ya se encontraba establecido en las áreas montañosas del este de Sur Africa (Decelle, 1981).

Este gorgojo se encuentra también en Japón, China, un número de las islas del Pacífico y casi en toda Europa tan al norte como Polonia, la República Democrática Alemana y casi toda Francia (Southgate, 1978). La distribución de esta especie esta demostrada claramente en la Figura 2 (Southgate, 1978; Schoonhoven, 1976; Dell'Orto, 1985; Back, 1925; Decelle, 1981).

B. Zabrotes subfasciatus

1. Descripción del insecto

El gorgojo pintado o mexicano (Zabrotes subfasciatus) es otro de los insectos que son de gran importancia en los granos de frijol almacenado (Figura 1, b). El aspecto es de color negro con manchas blancas amarillentas en la hembra y en el macho es de color café pardo. Posee antenas largas y delgadas con longitud total de cuerpo de dos a tres mm; es capaz de volar. La transformación de huevecillos a adulto tarda de

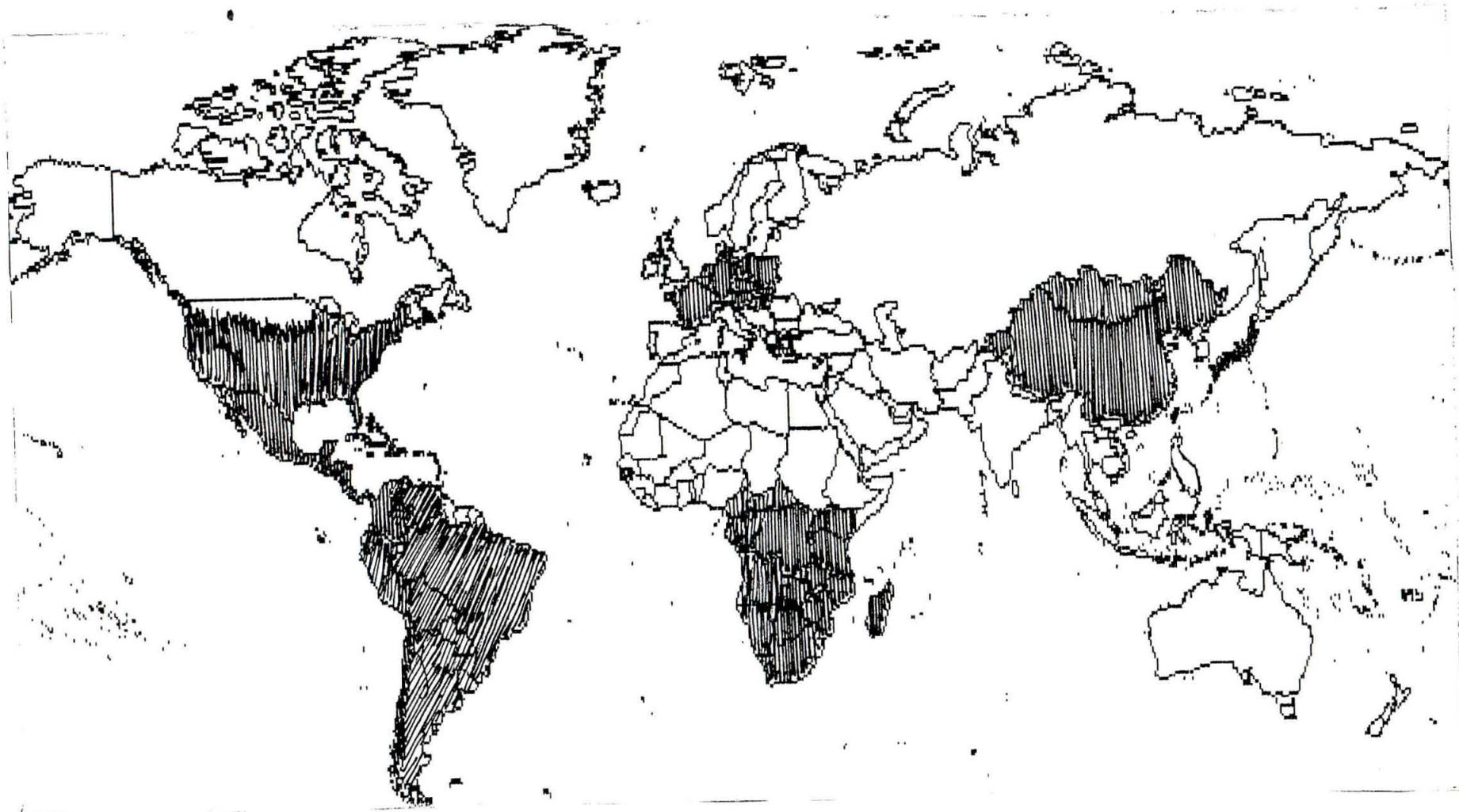


Figura 2. Distribución mundial del gorgojo común del frijol, *Acanthoscelides obtectus* Say.

cuatro a seis semanas, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad relativa a la cual se encuentre el insecto.

La hembra, a diferencia de *A. obtectus*, adhiere los huevecillos en la superficie del frijol. Al nacer la larva perfora la cascarilla del grano penetrando al interior en donde se alimenta y permanece. La pupa se desarrolla cerca de la cascarilla en el lugar preparado por la larva, dejando un orificio circular al emerger el adulto. El adulto no se alimenta de los productos almacenados (Linbald y Druben, 1986). Se considera que las reservas de grasa en el cuerpo son suficiente para asegurar la reproducción exitosa de esta especie (Leroi, 1978; citado por Leroi, 1981).

En América Latina *Z. subfasciatus* ataca el frijol arriñonado (Davies, 1972). Este insecto solo ataca en el almacén. Estudios realizados por Utida (1967) comprueban que el agua producida por el metabolismo de las larvas del primer instar provienen de huevos que son ovipositados en forma agregada, esta absorbida y ablanda el frijol en el área en el cual se encuentran agregados los huevos por lo que estos tienen mayor ventaja de llegar a ser adultos que las que provienen de una sola postura. Menciona que la hembra de *Z. subfasciatus* deposita los huevos en la superficie de los frijoles en grupos de dos o más y del 30 al 40 por ciento del total de los huevos que incuba los pone un día después de su emergencia.

2. Ciclo de vida y comportamiento

Cuando el Z. subfasciatus se encuentra a temperatura de 32.5 °C Y 70 por ciento de humedad relativa su ciclo de vida dura de 24 a 25 días (Dell'Orto, 1985; Schoonhoven, 1976). Howe y Currie (1964) han reportado que las condiciones óptimas para el desarrollo de Z. subfasciatus es de 32.5 °C y 70 por ciento de humedad relativa (25 días). Generalmente los adultos de Z. subfasciatus viven menos que los adultos de A. obtectus (7.6 y 11 días respectivamente).

Al igual que A. obtectus, Z. subfasciatus puede reproducirse tanto en el campo -antes de la cosecha- como en el almacén (Balachowsky, 1962). Sin embargo a diferencia del A. obtectus, Z. subfasciatus no puede perforar las vainas para ovipositar sus huevos y tampoco puede ovipositar sobre vainas. Las hembras deben buscar vainas que estén parcialmente o totalmente dehiscentes (Labeyrie, 1962).

Howe y Currie (1964) han encontrado que generalmente la eclosión de huevos es buena a 70 por ciento de humedad relativa en donde más de la mitad de los huevos ovipositados eclosionan aun a temperaturas de 17.5 °C y 37.5 °C. El rango de temperatura a la cual el desarrollo de esta especie es posible a 70 por ciento de humedad relativa se extiende desde un poco menos de 20 °C hasta 37.5 °C, pero a humedades relativas menores este rango es reducido drásticamente (Howe y Currie, 1964). El tiempo de desarrollo se alarga a humedades menores y se acorta conforme se acerca a la humedad de 70 por ciento,

siendo la diferencia de humedad poco significativa a la temperatura óptima y más marcada a temperaturas menores (Howe y Currie, 1964).

Zacher (1930, citado por Howe y Currie, 1964) obtuvo que el desarrollo más rápido ocurrió a 31.6 °C. Mendes-Ferreira (1960) reporta que el periodo de desarrollo fue de 27 días a 27 °C y 70 por ciento de humedad. Steffan (citado por Howe y Currie, 1964) reporta el periodo promedio de desarrollo, a esta temperatura, como 35.8 días y a 27.5 °C, con 75 por ciento de humedad relativa, obtuvo un promedio de 31.5 días.

Pajni y Jabbal (1978) encontraron que el promedio más alto de huevos ovipositados, 52 huevos por hembra, ocurrió a 30 °C y 70 por ciento humedad relativa. Contrario a esto Howe y Currie (1964) encontraron que la mayor oviposición por hembra, 41.4 huevos por hembra, ocurría a 30 °C y 100 por ciento de humedad relativa.

Varios autores han realizado estudios que demuestran las diferencias y semejanzas. Es de gran importancia conocer las condiciones del estudio para poder entender la biología de esta especie de la familia Bruchidae Cuadro 3 y 4.

3. Origen y Distribución

El gorgojo pintado mexicano del frijol, Z. subfasciatus, tiene su origen en Sur y Centro América. La habilidad de esta especie a desarrollarse bajo condiciones de almacenamiento de frijol le ha permitido ser acarreada a diversas partes, por lo

Cuadro 3. Observaciones de varios autores en las diferentes etapas biológicas de Zabrotes subfasciatus.

Promedio No. de días para estado	Howe y Currie (1964) 30°C, 70%hr	ICA (citado por Schoonhoven <u>et al.</u> (1988))	Carvahlo y Rossetto (1968)	Schoonhoven <u>et al.</u> (1988)
Huevo	4.9	4-5	4-5	5
Larva	16-18	14	15	16
Pupa	6-9	5-6	5-6	6-7
Período de desarrollo	25-26	23-25	24-26	27-28
Adulto	10-12	10-12	48	12

Cuadro 4. Características de Zabrotes subfasciatus en estudios realizados por varios autores.

Variable	Howe y Currie (1964)	ICA (1988)	Carvahlo y Rossetto (1968)	Pajni 1978 1986	
Huevos/hemb.	35	11	22	52	27

que ahora se reporta en todas partes del mundo (Southgate, 1978). Schoonhoven (1976) reporta que el Z. subfasciatus está ampliamente distribuido desde Chile hasta el Norte de los Estados Unidos (Figura 3). En el valle del Cauca (24 °C Y 1000 msnm) , el gorgojo más común es Z. subfasciatus; A. obtectus no se ha encontrado (Schoonhoven, 1976). Z. subfasciatus predomina sobre A. obtectus en lugares cálidos y cerca del nivel del mar (Dell'Orto, 1985; Schoonhoven, 1976).

Esta especie de origen neotropical ha sido recolectada desde hace algún tiempo en los países del Africa (Guinea-Bissau en 1899; Mozambique en 1914; Zaire en 1915; Tanzania en 1916). Z. subfasciatus ha sido reportado en la mayoría de las regiones tropicales de América Latina y probablemente se originó en una de estas regiones (Bondar, 1937). Parece ser que ha logrado establecerse y distribuirse considerablemente en los últimos 20-25 años.

Zabrotes subfasciatus es una plaga que está ampliamente distribuida por los países de Centro y Sur América, Africa, India, Sureste de Asia y también se ha encontrado en Europa. En las Américas normalmente se encuentra en frijol común, Phaseolus vulgaris L., y la mayoría de los registros en Africa son en esta especie (Southgate, 1964). Se le considera como detrimental en Angola, Zaire, Africa del Este (Kenya, Uganda, Etiopia, Tanzania). También se le encuentra con frecuencia en Madagascar y las islas de Mascareique (Decelle, 1981).

Esta especie se ha reportado en Italia y Portugal pero en

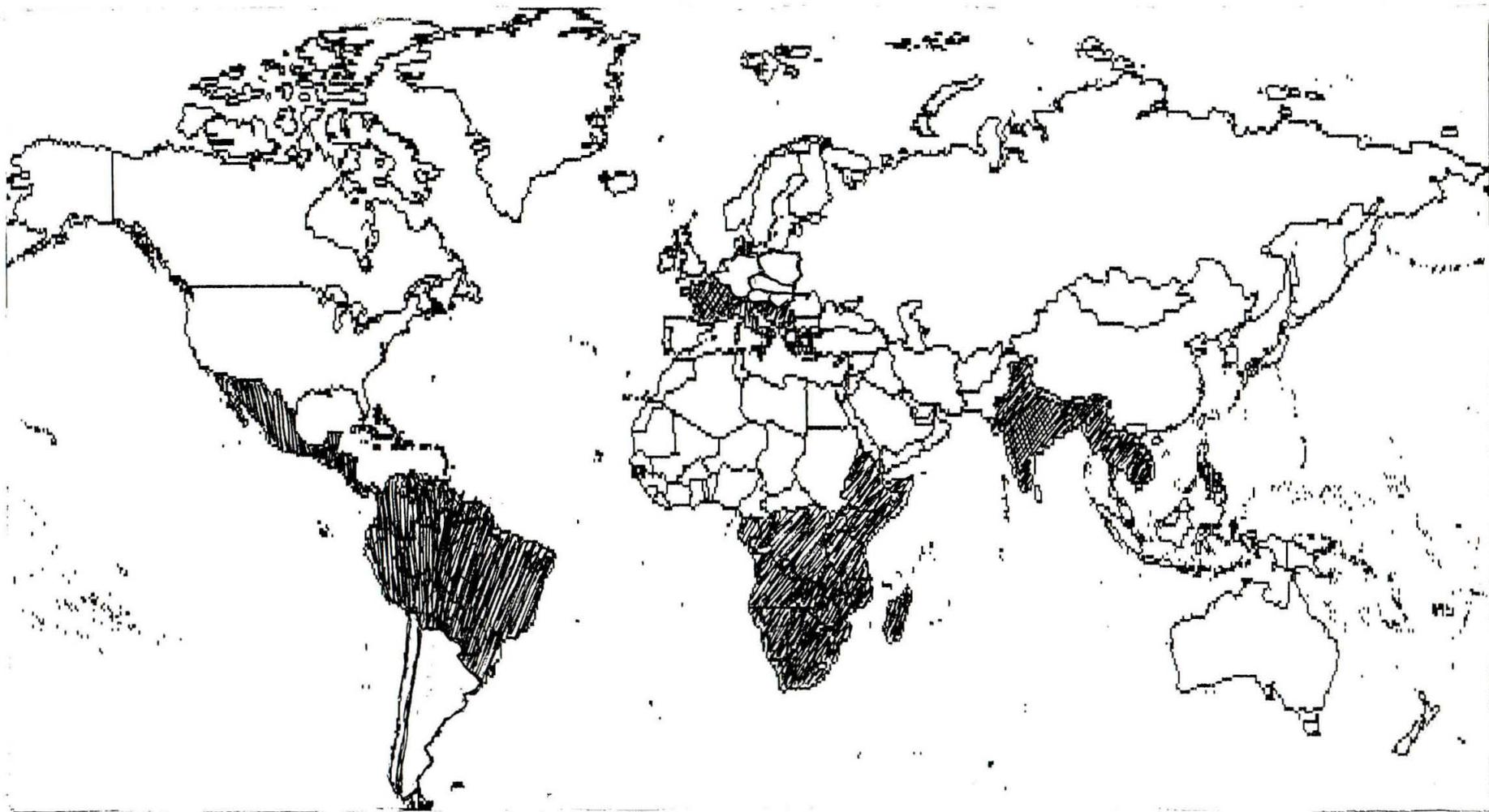


Figura 9. Distribución mundial del gorgojo mexicano pintado, Zabrotes subfasciatus Boh.

ninguna otra región del Mediterráneo (Southgate, 1978). La distribución mundial de esta especie se ve en la Figura 3 (Southgate, 1964; Decelle, 1981; Southgate, 1978; Bondar, 1937).

C. Daños que han causado estos insectos mundialmente

Giles (1977) reportó que en Nicaragua las pérdidas de pos-cosecha de 5240 toneladas metricas de frijol valorados en 24 millones de dólares, un 12 por ciento del total del producto; también hubo disminución en la calidad del frijol y una reducción en la aceptabilidad como resultado de la infestación por brúquidos, especialmente A. obtectus y Z. subfasciatus.

En Uganda, Davies (1954, citado por Osuji 1978) observó una pérdida de peso de 6.3 por ciento causada por A. obtectus en granos de frijol durante un período de seis meses, y los granos de caupí infestados por el gorgojo sufrieron en 63 días de almacenamiento una pérdida de peso de 68.7 por ciento.

Se ha encontrado que Z. subfasciatus puede ser tan dañino, que una muestra de caupí tomada en la estación experimental de Senoke, Sur Africa, presentó un 65 por ciento de perforaciones después de seis meses de almacenamiento (Davies, 1972).

Gerberg y Goldheim (1957) observaron una pérdida de 3.5 por ciento de peso de muestras de 90 frijoles blancos infestados con 50 gorgojos, A. obtectus, adultos en un período de 60 días. Mencionan también que el frijol blanco infestado

con gorgojo presentó una pérdida promedio de 14.7 por ciento por frijol. Esto se observó a los 60 días al tomarse muestras que presentaron un promedio de 4.2 insectos por frijol o 3.5 por ciento de pérdida de peso correspondiente a un insecto. En una pila de frijoles no tratados, conteniendo aproximadamente 100 sacos, la pérdida después de cinco meses de almacenamiento fue del 13.3 por ciento, atribuida principalmente a los insectos (Cockbill, 1953).

Edge (1984) dice que A. obtectus es capaz de destruir toda una cosecha de frijoles, en un período de dos o tres meses. Este gorgojo puede causar pérdidas entre el 40 y 50 por ciento en un período de almacenamiento (Lathrop, 1954).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, a 36 km al sur-este de Tegucigalpa, Honduras. La EAP está ubicada a 14 °LN y 87 °LO, y a 800 msnm. Se caracteriza por ser de clima monzónico con una precipitación promedio anual de 1367 mm distribuido entre los meses de mayo y diciembre. El rango promedio de temperaturas oscila entre los 20 °C - 34 °C en los meses de verano; en los meses de invierno las temperaturas mínimas pueden bajar hasta 5 °C durante la noche.

El ensayo tuvo una duración de cinco meses, comprendidos entre los meses de octubre y febrero. Los tratamientos se mantuvieron en cuartos de ambiente controlado que se encuentran en el Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN). Cada cuarto contaba con un distinto rango de temperatura y humedad relativa.

B. Preparación de los materiales

Se utilizó una sola variedad de frijol, siendo esta la de Danlí 46. Esta variedad fue seleccionada por ser considerada entre las más susceptibles al ataque de los gorgojos permitiendo así un desarrollo normal de los mismos. Esta variedad se encuentra entre las más cultivadas por los

pequeños agricultores de la zona.

Todo el material utilizado en el ensayo fue dejado bajo refrigeración a una temperatura de 4 °C por un periodo mínimo de cuatro días; esto se hizo con el objetivo de asegurar que estuvieran libres de cualquier tipo de insectos y acaros que pudiese afectar los resultados reales del ensayo. El frijol utilizado fue cosechado el 23 de agosto de 1991, para la fecha de iniciación del experimento ya tenia por lo menos dos meses de ser cosechado para los ensayos de temperatura y cinco meses para ensayos de humedad relativa. La humedad de este grano fue de 14 %.

La cantidad de grano utilizado en cada repetición fue de 100 gramos. En total la cantidad de grano utilizado fue de 12 kg. Se realizaron tres experimentos en total, cada uno con cuatro tratamientos; cada tratamiento conto con cinco repeticiones. El frijol fue proporcionado por el Programa de Investigaciones en Frijol (PIF), Departamento de Agronomía.

C. Cria de insectos

Previo al ensayo se procedió a obtener una cria de insectos en botes de vidrio, que tenian una tapa con un hoyo en el centro el cual se encontraba cubierto solamente con papel filtro para permitir el intercambio de gases. Los insectos utilizados inicialmente eran procedentes del municipio de Morocelí, Departamento de El Paraiso. Estos insectos fueron colocados en cuartos ambientales con

temperatura de 27 ± 2 °C y humedad relativa de 70 ± 3 por ciento. El medio de cultivo utilizado inicialmente fue el mismo que se utilizó para todo el experimento, Danlí 46. Para esto se obtuvo grano de frijol libre de infestación, esto se logró colocando el grano en refrigeración por no menos de cuatro días, y se inocularon los botes con un número de 200 insectos por cada kilogramo de frijol (Schoonhoven, 1988) . Esto se pudo realizar para la cria inicial de *Z. subfasciatus* pero en el caso de *A. obtectus* el número inicial de adultos utilizados fue de 15 ya que no había más a nuestra disponibilidad. Para la infestación de los tratamientos se utilizaron los insectos que emergieron de estos cultivos (29 días en promedio); los insectos eran de edad conocida (1 - 3 días) y se tomó como máximo una edad de cuatro días de emergidos.

D. Descripción de los tratamientos

El diseño experimental utilizado fue el de diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos en el primer experimento y cuatro tratamientos en los dos ensayos subsiguientes, cada tratamiento tenía cinco repeticiones.

Para el primer experimento, en donde se mantuvo la humedad relativa en 70 por ciento y solamente se varió la temperatura. Para el primer experimento se utilizó una humedad relativa estable de 70 por ciento ya que de acuerdo a la literatura (Schoonhoven, 1976; Howe y Currie, 1964; Pajni y

Jabbal, 1978) esta es la humedad relativa a la cual se obtiene un mejor desarrollo y se menciona que la temperatura es más importante que humedad relativa. Experimentando con los dos gorgojos del frijol, los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

Tratamiento	Temperatura	Humedad Relativa
1	28 +/- 1 °C	70 +/- 3%
2	30 +/- 1 °C	70 +/- 3%
3	32 +/- 1 °C	70 +/- 3%
4	34 +/- 1 °C	70 +/- 3%

Para el segundo experimento, con *Z. subfasciatus* y *A. obtectus*, los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento	Temperatura	Humedad Relativa
1	28 °C +/- 2	50% ± 8
2	28 °C +/- 2	60% ± 8
3	28 °C +/- 2	70% ± 8
4	28 °C +/- 2	80% ± 8

Para la realización del segundo experimento se procedio a tomar la temperatura que le permita el mejor desarrollo al insecto, esto es la temperatura a la cual se obtuvo un mayor

número de huevos ovipositados, un mayor número de adultos, una menor mortalidad, una rápida emergencia, un mayor daño al grano. Esta temperatura fue seleccionada después de consideraciones de los resultados del experimento 1. Ver discusiones en la página 33.

E. Unidades experimentales e infestación

Las unidades experimentales fueron frascos de vidrio de 500 ml de capacidad, en los cuales se colocaron 100 gramos de frijol. Toda la infestación fue hecha en el mismo día en que debería empezar el experimento. El número de adultos utilizados por cada frasco fue de 50 adultos (25 parejas). El sexado para cada especie se llevó a cabo en forma distinta; para el Z. subfasciatus se utilizó el dimorfismo sexual existente entre los adultos; para el caso de A. obtectus el sexado se realizó observando diferentes estructuras del insecto como ser la diferencia que existe en los segmentos abdominales de los diferentes sexos (Schoonhoven, 1988).

Estos adultos fueron removidos a los 16 días después de iniciado el experimento, se consideró 16 días ya que para este tiempo todos los adultos se habrían muerto. Al momento de sacar a los adultos muertos se procedió a contar el número de huevos ovipositados. A partir de este día se observó diariamente para saber exactamente el día del primer adulto emergido, esta observación se realizó sacando cada repetición y pasándolo por un tamiz (12/64") para ver si había emergido

algún adulto. Se procedió a contar el número de adultos emergidos diariamente a partir de la primera emergencia y se continuó hasta que no hubo más emergencia. Para asegurarse de que no habría más emergencia se dejó las repeticiones por un periodo mínimo de 3 días con cero emergencia.

F. Variables calculadas

Fecundidad: Este se observó dividiendo el número total de huevos ovipositados entre el número de hembras (25) en la infestación inicial.

Número de huevos por grano: El número total de huevos ovipositados se dividió entre el número total de granos que componen cada tratamiento, este número de granos fue variable para cada tratamiento, con un promedio de 529 granos por repetición.

Porcentaje de sobrevivencia de estados inmaduros: Este cálculo se realizó tomando el número de adultos emergidos dividido por el número de huevos ovipositados luego multiplicando por 100. En el experimento 2 se observó la mortalidad de huevos.

Número y peso de individuos (machos y hembras) emergidos por tratamiento: Se obtuvo separando las hembras emergidas y los machos emergidos por cada tratamiento. Se tomó el número de cada sexo y se les determinó el peso seco a cada grupo por separado. El peso seco se tomó utilizando un horno a 50 °C por un periodo de 3 días. Todas las repeticiones de cada

tratamiento se combinaron para obtener un dato general para cada tratamiento.

Relación entre macho y hembra: Se contaron los números totales de machos y hembras para cada tratamiento y se les relacionó para comparar la proporción de macho:hembra.

Promedio de número de perforaciones por grano: Se calculó contando el número total de perforaciones que se presentaron en el grano dividido entre el número total de granos que componen cada repetición por tratamiento, en promedio se obtuvieron 529 granos por repetición. Después se promedió el daño de todas las repeticiones para así obtener un daño ponderado para cada tratamiento. A partir de esta variable se calculo el número total de perforaciones , la media, la moda y su promedio.

Porcentaje de grano dañado: Se calculó dividiendo el número de grano dañado por los 500 granos que componen las muestras y luego multiplicando el resultado por 100.

Viabilidad del grano: Se obtuvo realizando una prueba de germinación para cada tratamiento. Esto se realizó sembrando 100 semillas y luego después de un tiempo determinado, cinco días, se contaron el número total de semillas que germinaron. Esto se obtiene dividiendo el número total de semillas germinadas entre las 100 semillas sembradas y luego multiplicando por 100 para así obtener un porcentaje. Además se observo el efecto de las perforaciones en el grano sobre la germinación del mismo. También se calculo la frecuencia con la

que presentaron los números de perforaciones por grano.

G. Análisis estadístico

El diseño utilizado fue el de un Diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos para cada experimento, cada tratamiento tenía 5 repeticiones. Para realizar el análisis estadístico se utilizó el programa MSTAT. Se utilizó un ANOVA simple en donde la variable agrupada fue la de los tratamientos. Para las variables que presentaban una diferencia significativa en el ANOVA se procedió a realizar una separación de medias utilizando Duncan (5%). Para analizar las relaciones de macho:hembra se usó la opción de Chi cuadrado, la cual nos indicaba si las relaciones observadas fueron igual a 1:1.

Se realizó una transformación de $\text{Log}(\text{Var}(x)+1)$ para las variables medidas en porcentaje. Esto se hizo con el objeto de obtener un análisis más representativo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Experimento 1

1. Acanthoscelides obtectus

El número total de huevos ovipositados presentó un rango de 658 (a 27 ± 2 °C) hasta 363 (a 34 ± 2 °C) con una diferencia mínima significativa de 280.7, sin presentar diferencia significativa entre tratamientos. El número de huevos por hembra tampoco presentó diferencia significativa entre los tratamientos. Se pudo observar que la mayor producción de huevos se dió a 27 °C (26.3 huevos/hembra) y un mínimo de 14.5 huevos/hembra a 34 °C (Cuadro 5). Estos valores están muy por debajo de los observadas en otros trabajos (Cuadro 1), en donde varios autores encontraron un rango de 60-67 huevos por hembra.

Estas diferencias observadas entre otros autores y los resultados obtenidos en este ensayo puede deberse a que se utilizaron diferentes biotipos de insectos en la realización del ensayo o también a que las condiciones de desarrollo ó de manejo para el insecto fueron diferentes. Otra de las razones para las diferencias puede ser que los ensayos se realizaron en diferentes épocas del año. Pajni (1986) noto que diversidad en comportamiento ha sido registrado para A. obtectus en México, Francia y Colombia. Las formas difieren mayormente en

Cuadro 5. Observaciones de diferentes variables en estudio de Acanthoscelides obtectus con cuatro temperaturas y humedad relativa de 70 %.

Variable \mathcal{F}	Tratamientos (°C)			
	27	30	32	34
No. de huevos totales	658.0(±118.8)a	461.4(±107.8)a	515.0(±80.1)a	363.2(±53.9)a
No. huevos/hembra	26.3(±4.8)a	18.5(±4.3)a	20.6(±3.2)a	14.5(±2.2)a
No. días a primer emergencia	30.0(±0.0)a	30.0(±0.0)a	30.0(±0.0)a	-
No. adultos emergidos	614.4(±117.1)a	417.2(±102.9)ab	229.6(±45.4)bc	0.0(±0.0)c
Adultos emergidos (%)	93.4(±1.4)a	90.4(±2.2)a	44.6(±3.2)b	0.0(±0.0)c
Mortalidad de inmaduros (%)	6.6(±1.4)c	9.6(±2.2)c	55.4(±3.2)b	100.0(±0.0)a
No. de hembras	375.2(±100.4)a	266.4(±67.7)ab	132.0(±35.6)b	0.0(±0.0)c
No. de machos	239.2(±20.2)a	150.8(±35.4)b	97.6(±11.5)b	0.0(±0.0)c
Relación macho:hembra	0.64:1**	0.57:1**	0.74:1*	0:0**
Peso seco hembras (mg)	2.6(±0.01)cx	2.7(±0.02)bx	2.9(±0.01)ax	0.0(±0.0)dx
Peso seco machos (mg)	2.0(±0.01)cy	2.5(±0.01)bx	2.7(±0.01)ax	0.0(±0.0)dx

\mathcal{F} Números seguidos de la misma letras no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras.

Promedio de 5 repeticiones por tratamiento; 100g de frijol y 25 parejas de insectos.

** Significativo al nivel $P= 0.01$, * Significativo al nivel $P= 0.05$ (hipótesis; la relación sería 1:1). La prueba de significancia fue la de Chi Cuadrado.

fecundidad, el cual es más bajo durante las épocas secas. El presente estudio se realizó en el comienzo (Exp. 1) y a la mitad (Exp. 2) de la época seca.

El número de adultos emergidos presentó una diferencia significativa ($P= 0.01$) entre los tratamientos a 27 y 32 °C. A los 34 °C no se observó emergencia de adultos, debiéndose probablemente a que las altas temperaturas eliminaron al insecto en el estado larval o pupal ya que al momento de contar los huevos se observó una eclosión alta y similar a las otras temperaturas. Esto nos indica que a 34 °C los machos no son estériles, como lo sugieren Huignard y Biemont (1974) que indican que a temperaturas >35 °C los machos se esterilizan. A los 32 °C el número de adultos emergidos fue bastante bajo y el porcentaje de sobrevivencia fue de tan solo 44.6 %. Mientras que a 27 y 30 °C, más del 90 % de los huevos ovipositados sobrevivieron. Un porcentaje de alta mortalidad de estados inmaduros se presentó a 32 °C (55 %), y a 34 °C la mortalidad fue de 100 %. Estas dos variables están inversamente relacionadas por lo que a mayor mortalidad menor será el número de emergidos.

El número de hembras emergidas presentó una diferencia significativa ($P= 0.01$) entre los tratamientos a 27 y 32 °C. Y, para los machos a 30 °C y 32 °C también hubo diferencia estadística en relación a los demás tratamientos. La relación macho:hembra fue diferente a la observada por Howe y Currie (1964) de 1:1.

El peso seco de hembras y machos presentó una diferencia significativa ($P= 0.01$) para todos los tratamientos. A los 34 °C no se obtuvo peso alguno ya que no hubo ningún adulto emergido. La mayor diferencia en peso entre machos y hembras (0.6 mg) fue a 27 °C. El mayor peso tanto de hembra como de machos se dio a 32 °C, también se observó un mayor peso de hembras sobre el de machos, aunque la diferencia no fue tan marcada como en Z. subfasciatus (Cuadro 5).

El número de perforaciones por grano se presentó en un rango de 1-7 perforaciones por grano a 27 y 30 °C, pero se comenzó a disminuir a partir de los 32 °C indicando no solo menos emergencia de insectos sino también un menor número de perforaciones por semilla, a 34 °C no se obtuvo perforaciones (Cuadro 6). En general más del 90 % de las perforaciones estuvieron en el rango de 1 -3. El porcentaje de daño causado al grano, basado en el número de perforaciones por grano, presentó una diferencia significativa ($P= 0.01$) para el tratamiento a 34 °C con respecto a los demás (Cuadro 7). En estos tratamientos se presentaron menores números de perforaciones por grano y como resultado el porcentaje de daño causado fue menor.

El porcentaje de germinación (94 %) presentó una diferencia significativa ($P= 0.01$) a los 34 °C. Esto nos indica que el daño causado por el insecto si tuvo influencia sobre la viabilidad de la semilla, puesto que los tratamientos con más daño presentaron una menor germinación (Cuadro 7).

Cuadro 6. Frecuencia de perforaciones en semillas causado por Acanthoscelides obtectus, bajo cuatro temperaturas y 70 % de humedad relativa.

Tratamiento	Promedio de perforaciones/semilla							
	0	1	2	3	4	5	6	7
27°C	54	16	10	7	6	4	1	2
30°C	70	16	5	3	3	1	1	1
32°C	86	5	6	1	1	1	-	-
34°C	100	-	-	-	-	-	-	-

* Muestra tomada en base a 100 gramos.

Cuadro 7. Efectos de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado bajo cuatro temperaturas y 70 % de humedad relativa.

Variable ^ƒ	Tratamientos (°C)			
	27	30	32	34
No. perforaciones/grano	1.1(±0.2)a	0.8(±0.2)ab	0.5(±0.1)bc	0.0(±0.0)c
Daño al grano (%)	43.6(±5.1)a	31.1(±6.4)ab	19.5(±2.8)b	0.0(±0.0)c
Germinación (%)	77.0(±1.0)b	78.3(±4.6)b	82.0(±2.5)b	94.0(±0.9)a

^ƒ Números seguidos de la misma letras no son significativamente diferentes (P > 0.05). Promedio de 5 repeticiones por tratamiento; 100g de frijol y 25 parejas de insectos.

Se encontró que 32 °C es dañino al insecto y 34 °C es fatal. Sin embargo se observó que a ninguna temperatura se atraso la emergencia solamente que el número de adultos totales fueron menores a 32 °C.

En la Figura 4 observamos que en todos los tratamientos los adultos comenzaron a emerger en el mismo día, y de igual forma estos alcanzaron el final de la curva a los 15 días después. A los 27 y 32 °C observamos su pico de máxima emergencia a días diferentes, 6-7 días y 3-4 días, respectivamente. A los 30 °C la curva llega temprano a su máximo de emergencia en 2-3 días después de haber iniciado el conteo.

El Cuadro 8 nos indica los rangos de temperatura que fueron más favorables a las variables determinantes en la biología de A. obtectus. El número de días para la emergencia total fue de 45 días para todos los tratamientos. El máximo número de adultos emergidos se presentó a la temperatura de 27 °C. De aquí podemos observar que en la mayoría de los casos el mejor rango fue de 27-30 °C. Se habla de un rango óptimo ya que no siempre es posible indicar un óptimo exacto y en la mayoría de estudios biológicos el óptimo es mejor descrito como un rango. Entre cada rango no existió un efecto obvio sobre el desarrollo del insecto. En cuanto a los días para la emergencia del primer adulto se observó que a todas las temperaturas los primeros adultos se presentaron 30 días después de iniciado el experimento (Cuadro 5).

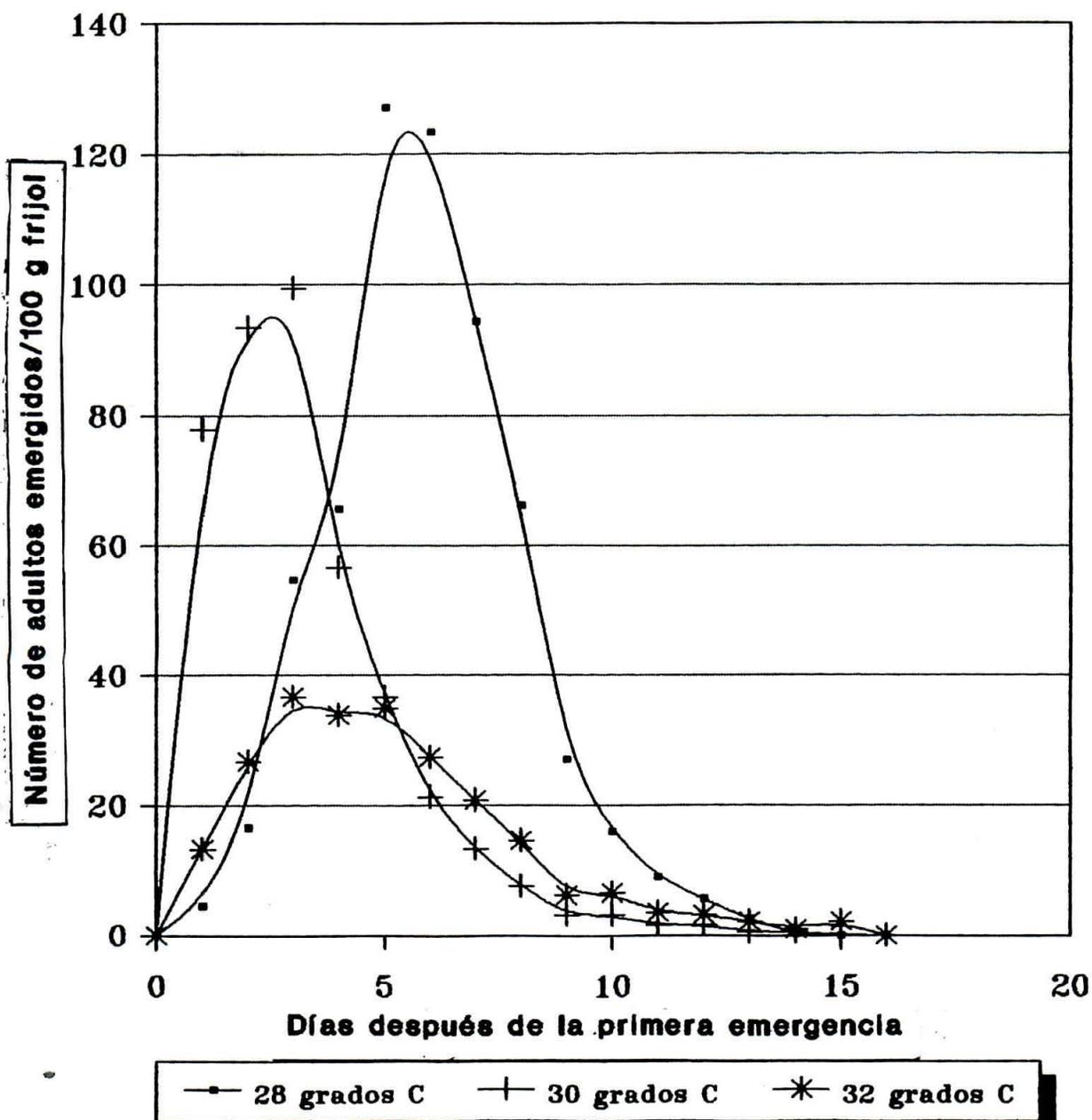


Figura 4. Efecto de la temperatura en el número de adultos de *Acanthoscelides obtectus* emergidos diariamente. A 34 °C no hubo emergencia de adultos.

Cuadro 8. Rango de temperaturas optimas para el mejor desarrollo de Acanthoscelides obtectus observadas en este experimento.

Variable	Rango óptimo (°C)	Punto óptimo (°C)
No. de huevos	27 - 34	27
No. de progenie	27 - 30	27
Sobrevivencia (%)	27 - 30	27
Daño (%)	27 - 30	27
Días a 1 ^{er} emerg.	27 - 32	27 - 32
Días para emergencia total	27 - 32	27 - 32
Máxima emergencia temprana	30	30

2. Zabrotes subfasciatus

En general Z. subfasciatus fue afectado significativamente solamente por la máxima temperatura de 34 °C aunque sobrevivió aceptablemente bajo esta temperatura. Y presentó un rango óptimo de 27-32 °C. A 34 °C, presentó una mortalidad de 65 % siendo más resistente que A. obtectus (100% mortalidad) (Cuadro 9 y 5). Z. subfasciatus oviposita un mayor número de huevos en todos los tratamientos, casi 200 huevos más que A. obtectus (Cuadro 9).

El número de huevos ovipositados totales fue de 717.6 ó sea 28.7 huevos por hembra para el tratamiento a 27 °C. Aquí se presentó el mayor número de huevos ovipositados en total y por hembra (Cuadro 9). El número de huevos por hembra obtenidos son muy inferiores a los observados por Pajni y Jabbal (1978) quienes encontraron una fecundidad de 52 huevos por hembra a 30 °C y 70 % de humedad relativa. Howe y Currie (1964) obtuvieron una fecundidad mayor (63 huevos por hembra); sin embargo Carvahlo y Rossetto (1968) obtuvieron números tan bajos (22 huevos por hembra) como los observados en este ensayo. Estas diferencias observadas por los distintos autores puede deberse a que se utilizaron diferentes biotipos de insectos para la realización de los ensayos o que los ensayos se realizaron en diferentes épocas del año. Pajni discute la presencia de dos formas distintas de hembras en Z. subfasciatus. La forma normal se encuentra presente a través del año pero varía su fecundidad de acuerdo a las diferentes

Cuadro 9. Observaciones obtenidas de diferentes variables en estudio para *Zabrotes subfasciatus* con cuatro temperaturas y humedad relativa de 70%.

Variable \bar{x}	Tratamientos (°C)			
	27	30	32	34
No. de huevos totales	717.6(\pm 27.6)a	712.4(\pm 13.7)a	675.4(\pm 30.2)a	554.4(\pm 2.9)b
No. de huevos/hembra	28.7(\pm 1.1)a	28.5(\pm 0.6)a	27.0(\pm 1.2)a	22.2(\pm 0.1)b
No. días a primer emergencia	28.0(\pm 0.0)a	23.0(\pm 0.0)b	23.0(\pm 0.0)b	23.3(\pm 0.2)b
No. de adultos emergidos	670.6(\pm 32.6)a	681.4(\pm 11.6)a	649.8(\pm 24.1)a	192.4(\pm 27.4)b
Emergencia de adultos (%)	93.5(\pm 1.3)a	95.6(\pm 0.9)a	96.2(\pm 1.5)a	34.7(\pm 5.0)b
Mortalidad de inmaduros (%)	6.5(\pm 1.3)b	4.4(\pm 0.9)b	3.8(\pm 1.5)b	65.3(\pm 5.0)a
No. de hembras	330.6(\pm 19.9)a	339.6(\pm 9.5)a	325.4(\pm 9.4)a	101.4(\pm 14.5)b
No. de machos	340.0(\pm 14.6)a	341.8(\pm 8.9)a	324.4(\pm 15.6)a	91.0(\pm 13.6)b
Relación macho:hembra	1:0.97 n.s.	1:0.99 n.s.	0.99:1 n.s.	1:0.90 n.s.
Peso seco hembras (mg)	1.6(\pm 0.02)ax	1.5(\pm 0.02)ax	1.6(\pm 0.02)ax	1.4(\pm 0.04)bx
Peso seco machos (mg)	0.8(\pm 0.02)ay	0.9(\pm 0.01)ay	0.9(\pm 0.01)ay	0.4(\pm 0.03)by

\bar{x} Números seguidos de la misma letras no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras.

Promedio de 5 repeticiones por tratamiento; 100g de frijol y 25 parejas de insectos.

n.s. no significativo, hipótesis; la relación sería 1:1. La prueba de significancia fue la de Chi Cuadrado.

épocas en el año. Pajni reportó que la fecundidad de las hembras normales en el mes de febrero era de 27-28 huevos pero se aumentaba a 45-51 huevos en agosto-septiembre en India.

El mayor número de adultos emergidos fue a 30 °C, aquí la sobrevivencia fue 95.6 %. Sin embargo, el tratamiento a 32 °C presentó la mayor sobrevivencia, 96.2 % (Cuadro 9). El número de hembras y machos emergidas no presentaron diferencia estadística para los tratamientos a 27 °C, 30 °C, y 32 °C; sin embargo, el tratamiento a 34 °C fue significativa ($P= 0.01$), siendo en este tratamiento en donde se observó el menor número de hembras emergidas (Cuadro 9). La relación entre macho y hembra observada fue casi de 1:1, lo cual está de acuerdo con lo observado por Howe y Currie (1968). Esta relación fue diferente a la observada en *A. obtectus* en donde se presentó una relación distinta a la esperada de 1:1.

El peso seco de hembras y machos presentaron una diferencia significativa ($P= 0.01$) para el tratamiento a 34 °C, observando que tanto para la hembra y el macho el peso fue menor, 1.4 mg y 0.4 mg, respectivamente (Cuadro 9). Debido al dimorfismo sexual existente en este insecto, los machos pesan solamente la mitad de lo que pesa una hembra. El peso seco de los machos se vió más afectado que el de las hembras a 34 °C. Los machos pesan 56 % menos a 34 °C que a 32 °C ó a temperaturas menores, mientras que las hembras pesaban 13 % menos que las otras que se desarrollaron a 27-32 °C.

El número de perforaciones por grano se presentó en un

rango de 1-6 perforaciones por grano a 27 y 32 °C, pero se comenzo a disminuir a partir de los 32 °C indicando no solo menos emergencia de insectos sino también un menor número de perforaciones por semilla (Cuadro 10). En general más del 90 % de las perforaciones estuvieron en el rango de 1 -3. El porcentaje de daño causado al grano, basado en el número de perforaciones, presentó una diferencia significativa ($P= 0.01$) para el tratamiento a 34 °C con respecto a los demás (Cuadro 11). Los niveles de daño presentados por Z. subfasciatus fueron mayores que los de A. obtectus por 16-38% (Cuadro 7 y 11).

El porcentaje de germinación no presentó diferencia para ninguno de los tratamientos y la germinación fue elevada en todos los tratamientos (Cuadro 11), esto nos indica que el número de perforaciones en el grano no afecto la viabilidad de la semilla. A 34 °C en donde A. obtectus no pudo sobrevivir y como resultado no presentó daño al grano, presentando una germinación similar de 94% en comparación con Z. subfasciatus (Cuadro 7 y 9).

Las temperaturas de 27 °C y 30 °C fueron las que enmarcaban el rango en donde se desarrollaba mejor el insecto. Pero a los 27 °C el insecto comenzaba su emergencia cinco días más tarde que en los otros tratamientos y la emergencia duró de 5 a 17 días, con un pico de máxima emergencia a 9-11 días. Todos los otros tratamientos iniciaron la emergencia en el mismo día durando aproximadamente 10 días, con un pico de

Cuadro 10. Frecuencia de perforaciones en semillas causado por Zabrotes subfasciatus, bajo cuatro temperaturas y 70% de humedad relativa.

Tratamiento	Promedio de perforaciones por grano						
	0	1	2	3	4	5	6
27°C	38	32	16	10	2	1	1
30°C	41	25	17	11	4	1	1
32°C	75	19	5	1	-	-	-
34°C	30	31	29	6	2	1	1

* Muestra de 100 granos.

Cuadro 11. Efecto de Zabrotes subfasciatus en frijol almacenado bajo cuatro temperaturas y 70 % de humedad relativa.

Variable ^ƒ	Tratamientos (°C)			
	27	30	32	34
Perforaciones/grano	1.3(±0.06)a	1.3(±0.04)a	1.2(±0.05)a	0.3(±0.05)b
Daño al grano (%)	60.2(±1.5)a	62.6(±2.6)a	57.7(±1.4)a	26.1(±2.7)b
Germinación (%)	91.4(±2.4)a	93.6(±1.5)a	91.4(±1.0)a	93.2(±0.66)a

^ƒ Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes.
Promedio de 5 repeticiones por tratamiento; 100g de frijol y 25 parejas de insecto

máxima emergencia a 3 o 4 días (Figura 5).

El Cuadro 12 nos indica los rangos de temperatura que fueron más favorables a las variables relacionadas a la biología del insecto. A todas las temperaturas los primeros adultos se presentaron 23 días después de iniciado el experimento, a excepción de 27 °C en donde la emergencia comenzo 28 días después de iniciado el experimento (Cuadro 9). El número de días para la emergencia total fue de 44, 38, 37 y 40 días para los tratamientos a 27, 30, 32 y 34 °C, respectivamente. El máximo número de adultos emergidos se presentó a los 30 °C. De esto podemos indicar que en la mayoría de los casos el mejor rango fue de 27-32 °C. Se habla de un rango óptimo ya que no siempre es posible indicar un óptimo exacto y en la mayoría de estudios biológicos el óptimo es mejor descrito como un rango óptimo. Entre cada rango no existió un efecto obvio sobre el desarrollo del insecto.

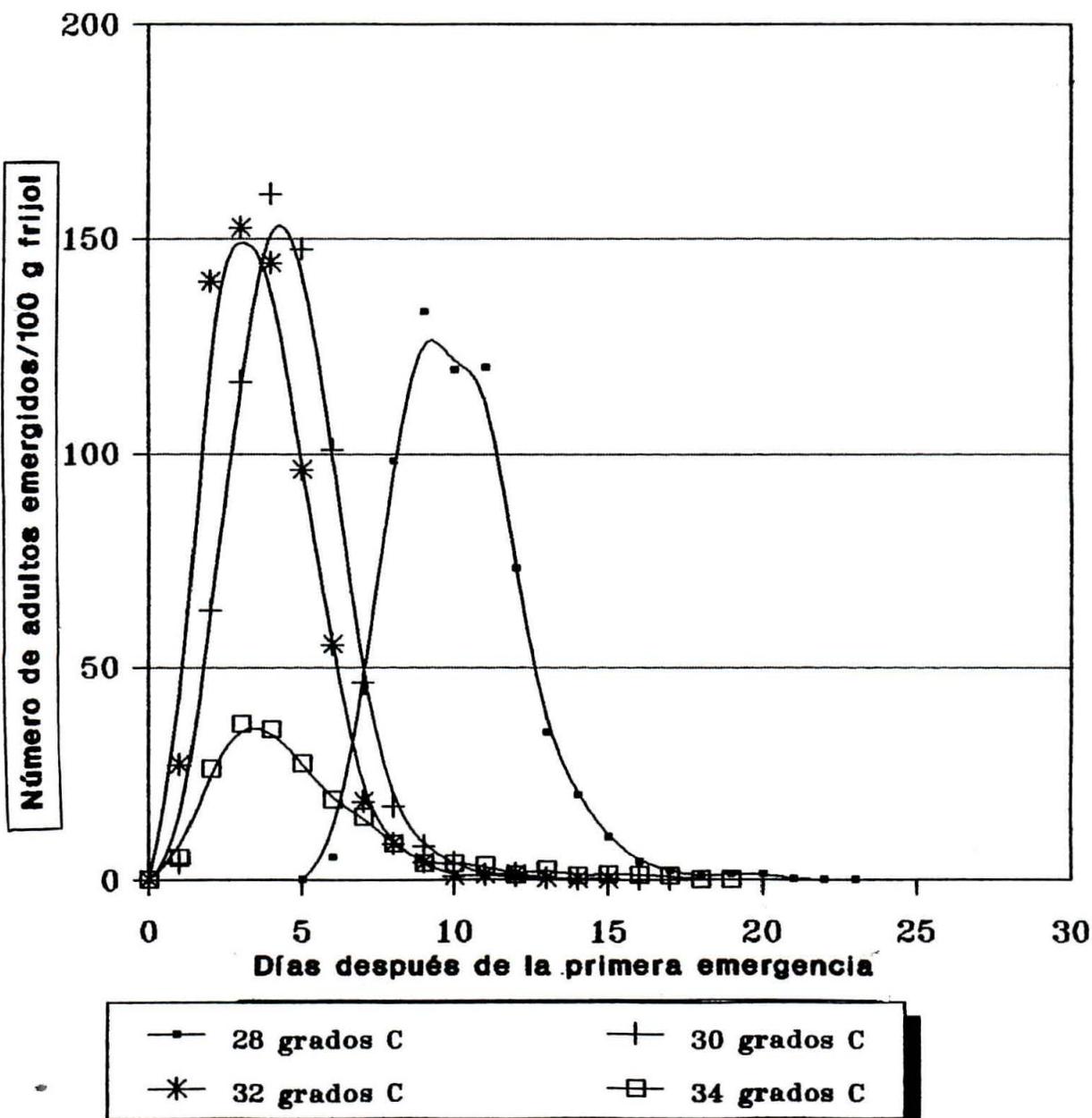


Figura 5. Efecto de la temperatura en el número de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos diariamente.

Cuadro 12. Rango de temperaturas óptimas para el mejor desarrollo de Zabrotes subfasciatus observados en el experimento.

Variable	Rango óptimo (°C)	Punto óptimo (°C)
No. de huevos	27 - 32	27 - 30
No. de progenie	27 - 32	27 - 30 (32)
Sobrevivencia (%)	27 - 32	30 - 32
Daño (%)	27 - 32	27
Días a 1 ^{er} emerg.	30 - 34	30 - 32
Días para emergencia total	30 - 32	30 - 32
Máxima emergencia temprana	30 - 32	30 - 32

B. Experimento 2

Se pudo observar que la temperatura de 34 °C era detrimental al Z. subfasciatus, por el cual fue descartada para el próximo experimento. Para ambos insectos se seleccionó la temperatura de 28 °C para ser utilizada en el segundo experimento. Esto se hizo ya que era el rango óptimo de desarrollo para ambos insectos. Para el cuarto que debió tener una temperatura de 28 °C la temperatura real experimentada fue de 27 ± 2 °C. Al final del ensayo se tomó el promedio de las fluctuaciones en temperatura que se habían presentado.

1. Acanthoscelides obtectus

La humedad relativa que a 28 °C favoreció más el desarrollo de A. obtectus fue de 80 % humedad relativa (Cuadro 13).

El número de huevos ovipositados totales presentó una diferencia significativa ($P= 0.01$) entre tratamientos, obteniéndose el mayor número de huevos (665) a 80 % de humedad relativa. El mayor número de huevos fue similar al Experimento 1 (658). El promedio total de huevos fue más o menos lo mismo que el número obtenido en el experimento anterior (499 vs. 521), aunque las diferencias no son significativas.

El número de adultos emergidos en total presentó diferencia significativa a 80 % humedad relativa aquí se

Cuadro 13. Observaciones de diferentes variables en estudio de Acanthoscelides obtectus con cuatro humedades relativas y 28 °C.

Variable ³	Tratamiento (% humedad relativa)			
	50	60	70	80
No. huevos total	457.8(±21.8)b	499.4(±61.2)b	460.8(±33.1)b	665.6(±44.3)a
No. de huevos/hembra	18.3(±0.88)b	19.9(±2.4)b	18.4(±1.3)b	26.6(±1.8)a
No. adultos emergidos	237.2(±18.2)b	252.4(±39.6)b	217.4(±23.5)b	413.8(±35.2)a
Emergencia de adultos (%)	51.6(±1.7)b	49.8(±3.5)b	46.7(±2.1)b	62.2(±3.9)a
Mortalidad de inmaduros (%)	48.4(±1.7)a	50.2(±3.5)a	53.3(±2.1)a	37.8(±3.9)b
No. días a primer emergencia	29.8(±1.2)a	27.8(±1.1)a	30.4(±0.2)a	27.8(±1.1)a
No. hembras	139.8(±9.9)b	155.8(±29.5)b	141.0(±16.9)b	267.2(±22.0)a
No. machos	97.4(±8.8)b	96.6(±10.5)b	76.0(±6.7)b	146.6(±14.3)a
Relación macho:hembra	0.70:1**	0.62:1**	0.54:1**	0.55:1**
Peso seco hembra (mg)	2.6(±0.04)bcx	2.5(±0.10)cx	2.8(±0.03)ax	2.7(±0.04)bx
Peso seco macho (mg)	2.4(±0.10)ax	2.3(±0.1)aby	2.5(±0.10)ax	2.1(±0.10)by

³ Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P > 0.05). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras.

Promedio de 5 repeticiones por tratamiento; 100g de frijol y 25 parejas de insectos.

** Significativo al nivel P= 0.01, * Significativo al nivel P= 0.05(hipótesis; la relación sería 1:1). La prueba de significancia fue la de Chi Cuadrado.

presentó el mayor número de adultos emergidos y un mayor porcentaje de sobrevivencia siendo casi el doble que las demás humedades relativas (Cuadro 13).

El número de hembras y machos emergidos presentaron una diferencia significativa ($P= 0.01$) a 80 % humedad relativa presentandose la mayor emergencia de hembras y machos (Cuadro 13). Se observó que la relación macho:hembra fue significativamente diferente ($P= 0.01$) a la esperada 1:1; en todos los casos, el número de hembras emergidas fue mayor al de machos emergidos. Esto también fue observado en el Experimento 1.

El mayor peso seco de hembras y machos fueron observados en el tratamiento a 70 % de humedad relativa, en el caso de los machos este peso no fue significativamente diferente a los pesos observados a 50 y 60 % humedad relativa (Cuadro 13). Sin embargo, los pesos observados para los tratamientos a 28 °C y 70 % de humedad relativa en ambos experimentos fueron distintos. Se pudo observar que los pesos en el Experimento 1 fueron inferiores a los obtenidos en el Experimento 2 (Cuadro 16).

El número de perforaciones por semilla se presentó en un rango de 1-7 (Cuadro 14). En general más del 80 % de las perforaciones estuvieron en el rango de 1 -3 por semilla. El porcentaje de daño causado al grano, basado en el número de perforaciones relacionadas, presentó una diferencia significativa ($P= 0.01$) para el tratamiento a 80 % humedad

Cuadro 14. Frecuencia de perforaciones en semillas causado por Acanthoscelides obtectus bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.

Tratamiento	Promedio perforaciones por semilla							
	0	1	2	3	4	5	6	7
50% H.R.	83	6	4	5	-	-	2	-
60% H.R.	80	7	7	2	3	-	1	-
70% H.R.	84	10	2	1	1	-	1	1
80% H.R.	75	12	5	4	1	-	-	3

* Muestra de 100 granos.

relativa, con respecto a 60 y 70 % pero similar a 50 % humedad relativa (Cuadro 15). El número de perforaciones por semilla fue diferente para la misma humedad relativa (70%) para ambos experimentos, pero fue similar entre 70% (Exp. 1) y 80% (Exp. 2). En el experimento 1 se presentó un mayor número de perforaciones por semilla y como resultado el porcentaje de daño fue mayor. Esta diferencia presentada fue significativa.

El porcentaje de germinación (99.2%) presentó una diferencia significativa para el tratamiento a 80 % de humedad relativa (Cuadro 15).

En la Figura 6 observamos que en la mayoría de los tratamientos los adultos comenzaron a emerger en el día 0 (27-30 días después de la infestación inicial) de iniciado el conteo, a excepción de 70 % de humedad relativa en donde la

Cuadro 15. Efecto Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.

Variable ³	Tratamiento (% humedad relativa)			
	50	60	70	80
Perforacion/grano	0.4(±0.03)b	0.5(±0.07)b	0.4(±0.04)b	0.8(±0.07)a
Daño al grano (%)	19.6(±1.6)ab	17.5(±2.5)b	17.3(±1.8)b	24.3(±1.0)a
Germinación (%)	95.0(±0.7)c	96.6(±0.5)b	98.4(±0.6)b	99.2(±0.6)a

³ Números seguidos de la misma letras no son significativamente diferentes.
Promedio de 5 repeticiones por tratamiento; 100g de frijol y 25 parejas de insecto

emergencia comenzó dos días después. De igual forma estos alcanzaron el final de la curva a los 15 días después de iniciado el conteo. El pico de máxima emergencia para la mayoría de los tratamientos fue a los 6-9 días. Podemos observar que la humedad relativa no afecta el tiempo de emergencia tanto como al número de adultos emergidos. Aproximadamente el mismo número de adultos emergieron en los tratamientos a 50, 60 y 70 % de humedad relativa. Todos los picos de máxima emergencia se encontraron debajo del de 80 % de humedad relativa.

Las diferencias observadas entre el Experimento 1 y el Experimento 2 para los tratamientos a 28 °C y 70 % de humedad relativa pueden deberse a las diferentes estaciones en las que se realizó el ensayo (noviembre y febrero).

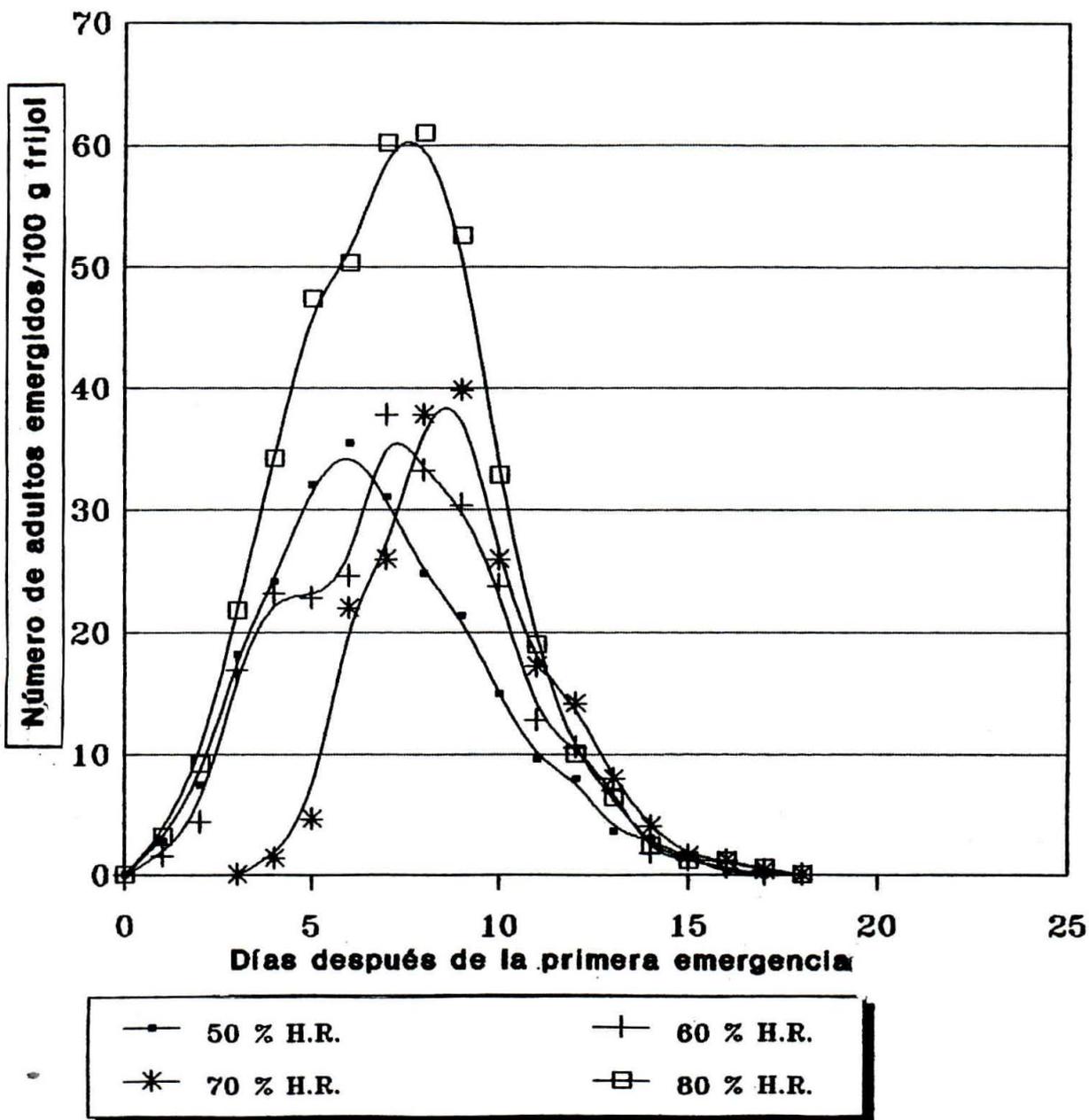


Figura 6 . Efecto de la humedad relativa en el número de adultos de Acanthoscelides obtectus emergidos diariamente.

Para comparar los resultados del Experimento 1 y 2, en donde tenemos las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa, (28 °C y 70 % humedad relativa). Se encontró diferencias significativas entre los dos experimentos. De las variables comparadas se observó que la única que no presentó diferencia significativa fue la de número total de huevos (Cuadro 16). Aunque en el Experimento 2, este número tiende a ser mucho menor. Ya que para ambos experimentos se utilizó frijol de una misma cosecha, las únicas diferencias que existieron fueron: las épocas del año en las que realizaron ambos experimentos y la generación de los brujidos en la cría. Diferencias estacionales y polimorfismo se encuentran bien documentadas para Callosobruchus (Utida, 1981; Quedrigo y Huignard, 1981) pero existe menos información sobre Acanthoscelides. Nuestros datos demuestran un efecto de las épocas del año sobre algunos aspectos importantes de la biología de A. obtectus, incluyendo el número de huevos por hembra, número de adultos emergidos y el porcentaje de sobrevivencia. De esto que el daño a la semilla igualmente sería menor en las épocas secas. Con menos daño presente el porcentaje de germinación de la semilla aumentó a 98 %, demostrando nuevamente que el daño de A. obtectus es responsable por la disminución en la viabilidad de la semilla.

Cuadro 16. Diferencias en las variables estudiadas bajo la misma temperatura (28 °C) y humedad relativa (70 %) con Acanthoscelides obtectus en dos experimentos.

Variable	Experimento 1	Experimento 2
No. huevos totales	658.0a	460.8a
No. adultos emergidos	614.4a	217.4b
Sobrevivencia (%)	93.4a	46.7b
Peso seco hembra (mg)	2.6b	2.8a
Peso seco macho (mg)	2.0b	2.5a
No. perforaciones/grano	1.1a	0.4b
Germinación (%)	77.0b	98.4a

Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferente ($P > 0.05$).

2. Zabrotes subfasciatus

Para comparar los resultados obtenidos en las variables en el Experimento 1 y el Experimento 2 bajo las mismas condiciones de estudio ,(28 °C y 70 % H.R.), se vió que existían diferencias entre estas mismas. De las variables comparadas se observó que las únicas que no presentaban diferencia significativa fueron las de peso seco de hembras y machos (Cuadro 17). Los cambios estacionales parecieron afectar la biología de Z. subfasciatus más que a A. obtectus. La disminución en el número de huevos ovipositados por hembras

Cuadro 17. Diferencias en las variables estudiadas bajo la misma temperatura (28 °C) y humedad relativa (70 %) con Zabrotes subfasciatus en dos experimentos.

Variable	Experimento 1	Experimento 2
No. huevos totales	717.6a	153.2b
No. adultos emergidos	670.6a	107.2b
Sobrevivencia (%)	93.5a	69.0b
Peso seco hembra (mg)	1.6a	1.6a
Peso seco macho (mg)	0.8a	0.8a
No. perforaciones/grano	1.3a	0.2b
Germinación (%)	91.4b	98.4a

Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferente ($P > 0.05$).

es drástico (de 26 a 6) y la sobrevivencia de la progenie al estado adulto disminuyó en un 24 %. Pajni (1986) encontró que las formas distintas en polimorfismo en Z. subfasciatus difieren en número de huevos por hembra de 27 en la forma "normal" a 7 en la forma "anormal". El describió las diferencias en las formas en términos de color de setae en el pygidium. La forma "normal" o más fecunda de las épocas húmedas, tiene un pygidium negro cruzado con una línea de setae blanquecino. La forma "anormal" o menos fecunda de las épocas secas, tiene un pygidium casi uniformemente cubierto por setae claro.

En el cultivo parental del CITESGRAN alrededor de 16 % de las hembras parecían ser de la forma con setae claro en marzo, 1992. Sin embargo, la coloración del pygidium presentó continuidad desde negro a manchado con negro en cantidades variables a café claro. Los diferentes colores demuestran polimorfismo en vez de dimorfismo.

La mejor humedad relativa para el buen desarrollo de este insecto bajo estas condiciones de estudio fue la de 70 % humedad relativa. A esta humedad se presentaron mayores resultados positivos en cuanto al desarrollo del insecto.

El número de huevos ovipositados en total se presentó en un mayor número a 70 % de humedad relativa (153.2 huevos) (Cuadro 18). De acuerdo con esto el número de huevos por hembra también fue mayor a esta humedad relativa (6.1 huevos por hembra). Sin embargo, estos números son muy inferiores a los observados por Pajni y Jabbal (1978) y Howe y Currie (1964). Esto puede deberse a que durante los meses calurosos Z. subfasciatus presenta una forma "anormal" en la hembra que es menos fecunda.

El número de adultos emergidos no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, pero de acuerdo con lo observado se notó que a 70 % humedad relativa hubo una mayor emergencia (Cuadro 18). De igual manera en este tratamiento se observó un porcentaje de sobrevivencia mayor que el resto de los tratamientos. Al igual que la variable anterior se observaron diferencias al comparar los dos experimentos con

Cuadro 18. Observaciones de diferentes variables en estudio de *Zabrotes subfasciatus* con cuatro húmedades relativas y 28 °C.

Variable \bar{x}	Tratamiento (% humedad relativa)			
	50	60	70	80
No. huevos total	97.2(\pm 30.8)ab	82.0(\pm 26.3)ab	153.2(\pm 29.9)a	61.4(\pm 22.6)b
No. de huevos/hembra	3.9(\pm 1.2)ab	3.3(\pm 1.1)ab	6.1(\pm 1.2)a	2.5(\pm 0.9)b
No. días a primer emergencia	29.4(\pm 0.2)a	30.4(\pm 1.5)a	29.0(\pm 0.0)a	28.8(\pm 0.6)a
No. adultos emergidos	55.0(\pm 27.0)a	50.0(\pm 23.3)a	107.2(\pm 23.2)a	44.2(\pm 20.7)a
Mortalidad de inmaduros (%)	54.7(\pm 9.8)a	54.1(\pm 13.9)a	31.0(\pm 2.4)a	40.3(\pm 9.8)a
No. hembras	26.4(\pm 13.9)a	24.8(\pm 11.8)a	55.8(\pm 11.7)a	20.0(\pm 8.9)a
No. machos	28.6(\pm 13.2)a	25.2(\pm 11.5)a	51.4(\pm 11.8)a	24.2(\pm 11.8)a
Relación macho:hembra	1:0.92n.s.	1:0.98n.s.	1:0.92 n.s.	1:0.83*
Peso seco hembra (mg)	1.6(\pm 0.05)ax	1.2(\pm 0.22)bx	1.6(\pm 0.05)ax	1.6(\pm 0.02)ax
Peso seco macho (mg)	0.7(\pm 0.03)ay	0.8(\pm 0.23)ay	0.8(\pm 0.04)ay	0.9(\pm 0.09)ay

\bar{x} Números seguidos de la misma letras no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras.

Promedio de 5 repeticiones por tratamiento; 100g de frijol y 25 parejas de insectos.

* Significativo al nivel $P= 0.05$, n.s. no significatio(hipótesis; la relación sería 1:1). La prueba de significancia fue la de Chi Cuadrado.

las mismas condiciones. Se pudo observar que hubo un menor número de adultos emergidos y porcentaje de sobrevivencia en el Experimento 2 (Cuadro 17).

El número de machos y hembras emergidos no fue significativamente diferente. Pero, la relación macho:hembra fue significativamente inferior al 1:1 a 80 % humedad relativa. El número de hembras y de machos fue bastante bajo por lo que la posibilidad de error experimental fue mayor. De igual manera la diferencia significativa en el peso seco de hembras y machos a 60 % H.R. pudo haber sido afectado por el pequeño número de individuos (Cuadro 18). Cuando se comparo los pesos obtenidos en el Experimento 1 con los obtenidos en el Experimento 2 se observo que no hubo diferencia entre los machos o hembras (Cuadro 17).

El número de perforaciones por semilla en un rango de 1-3, (Cuadro 19), con cerca del 80 % de las semillas con una perforación o menos, y porcentaje de semilla dañada no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos. Nuevamente se pudo observar que tratamiento a 70 % humedad relativa presentó un mayor número de perforaciones por semilla (Cuadro 20) y como resultado el daño causado al grano igualmente fue mayor en este tratamiento (13.4%).

La germinación fue significativamente diferente según los tratamientos, obteniendose la mayor germinación a 80 % de humedad relativa (99.2 %) pero similar a 70 % H.R. (Cuadro 20).

Cuadro 19. Frecuencia de perforaciones en la semilla causado por Zabrotes subfasciatus bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.

Tratamiento	Promedio de perforaciones por grano			
	0	1	2	3
50% H.R.	93	7	—	—
60% H.R.	93	7	—	—
70% H.R.	87	7	5	1
80% H.R.	95	3	2	—

* Muestra de 100 semillas.

Cuadro 20. Efecto de Zabrotes subfasciatus en frijol almacenado bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.

Variable ³	Tratamiento (% humedad relativa)			
	50	60	70	80
Perforación/grano	0.1(±0.05)a	0.1(±0.04)a	0.2(±0.04)a	0.1(±0.04)a
Daño al grano (%)	7.4(±2.9)a	6.9(±2.7)a	13.4(±2.9)a	5.9(±2.6)a
Germinación (%)	95.0(±0.5)c	96.6(±0.5)b	98.4(±0.2)a	99.2(±0.4)a

³ Números seguidos de la misma letras no son significativamente diferentes.

Promedio de 5 repeticiones por tratamiento; 100g de frijol y 25 parejas de insectos.

Se pudo observar que en la mayoría de los tratamientos los adultos comenzaron a emerger en el día 0 (día 29 después de la infestación inicial) de iniciado el conteo, a excepción a 50 y 70 % de humedad relativa en donde la emergencia comenzo dos días después. Todos los tratamientos alcanzaron el final de la curva a los 15 días después de comenzado el conteo. El pico de máxima emergencia para los tratamientos a 50, 60, 70 y 80 % de humedad relativa fue a los 5, 4, 3 y 4 días después de iniciado el conteo. Podemos observar que la humedad relativa no afecta el tiempo de emergencia sino solamente el número de adultos emergidos. Aproximadamente el mismo número de adultos emergió en los tratamientos a 50, 60 y 80 % de humedad relativa. Todos los picos de máxima emergencia se encontraban entre la de 70 % de humedad relativa (Figura 6).

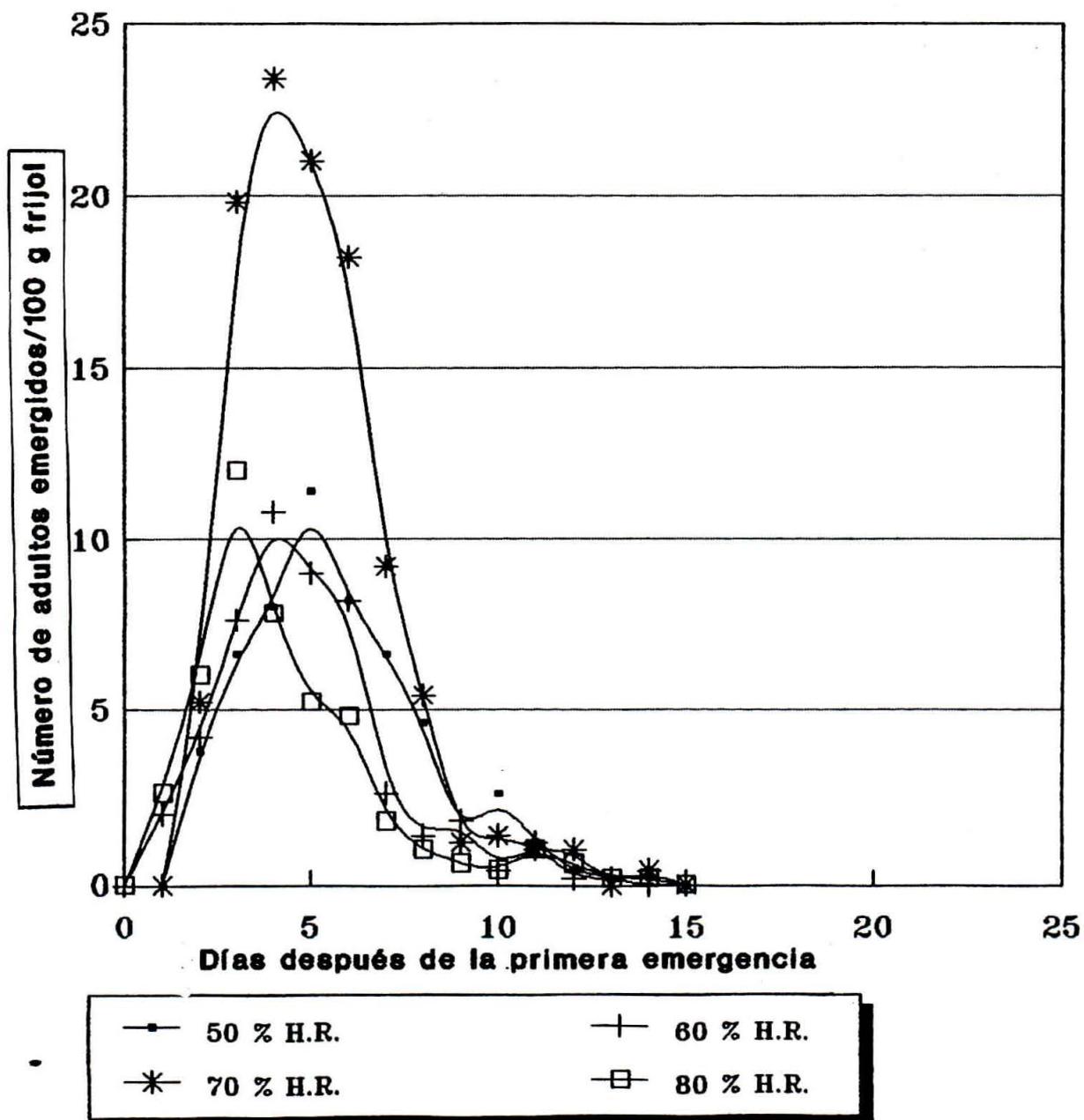


Figura 7. Efecto de la humedad relativa en el número de adultos de Zabrotes subfasciatus emergidos diariamente.

V. CONCLUSIONES

Segun los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones bajo las cuales se efectuó estos ensayos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1.- La mejor temperatura para el óptimo desarrollo de A. obtectus fue a 27 °C; sin embargo, se deben probar temperaturas menores para observar el efecto sobre las variables estudiadas. De igual manera se determinó que la humedad relativa óptima que favorece el desarrollo de este insecto es 80 %. Este insecto presenta un tiempo de desarrollo igual en todas las temperaturas, y un máximo número de progenie (pero no una tasa de emergencia rápida y temprana la cual se presento a 30 °C) bajo condiciones de temperatura de 27 °C con una humedad relativa de 80 %.

2.- La mejor temperatura para el óptimo desarrollo de Z. subfasciatus esta determinado por un rango entre 27-32 °C. Dentro de este rango no existe diferencia estadística entre las variables estudiadas a excepción de que a 27 °C la emergencia se atrasa por 5 días. La óptima humedad relativa que favorece el desarrollo de este insecto fue 70 %. Este insecto presenta un menor tiempo de desarrollo, máximo número de progenie, y una tasa de rápida emergencia, bajo condiciones de temperatura entre 27-32 °C con humedad relativa de 70 %.

3.- El insecto que más daño causo al grano, en términos de perforaciones por grano, en el Experimento 1 fue Z. subfasciatus, mientras que en el Experimento 2 el más dañino fue A. obtectus debido a que el número de adultos emergidos de Z. subfasciatus fue mucho menor que en Experimento 1. Se observó que si Z. subfasciatus no presentara la forma anormal en las épocas de calor este sería el insecto más dañino a través del año. Si Z. subfasciatus presenta la forma anormal en los meses calurosos y secos entonces A. obtectus pasaría a ser más importante en los meses más calurosos.

4.- Se observó una diferencia en la relación macho:hembra (promedio de 0.65:1 comparada con la esperada de 1:1), para el insecto A. obtectus. Z. subfasciatus presentó una relación bastante cercana a la esperada de 1:1.

5.- Ambos A. obtectus y Z. subfasciatus presentan una forma del insecto que era menos fecunda al realizar el Experimento 2. Las formas de las hembras descritas por Pajni (1986) estuvieron presentes en las poblaciones de Z. subfasciatus en Honduras.

6.- La humedad relativa no juega un papel tan importante como la temperatura en el desarrollo del insecto. Sin embargo, la H.R. parece afectar al A. obtectus durante las épocas secas, ya que a 80 % la fecundidad se aumentó.

VI. RECOMENDACIONES

1.- Realizar estudios con A. obtectus y Z. subfasciatus utilizando temperaturas inferiores a 28 °C y superiores a 34 °C. Esto para lograr determinar el mínimo y máximo de temperatura que podrían tolerar estos insectos, ya que en este experimento se determinó que a temperaturas mayores de 34 °C el desarrollo del insecto se vería seriamente afectado. Estos deben realizarse en las épocas secas y húmedas para asegurar el efecto en las formas estacionales en ambas especies.

2.- De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento el uso de temperaturas elevadas parece ser un medio de control eficaz contra estos insectos. Se recomienda realizar ensayos en los cuales se prueben diferentes métodos de calentamiento del grano previo a su almacenamiento. Si el grano es calentado adecuadamente existe la posibilidad de eliminar la infestación inicial y de esta forma se podría almacenar el grano en una estructura hermética como silos o drones metálicos. Estas estructuras herméticas evitan la reinfestación del grano prolongando así su almacenamiento para permitirle al agricultor vender en épocas donde la demanda es alta y la oferta es baja, sin el uso de químicos.

3.- Es de notar que bajo las condiciones ambientales presentes tanto en esta área como en Morocelí, ambos insectos

presentarían un desarrollo aceptable debido a que las temperaturas oscilan entre los 20 y 34 °C. Esto nos hace recomendar la realización de estudios bajo las condiciones de almacenamiento del pequeño agricultor, ya que para poder controlar la temperatura ó humedad relativa en almacenamiento se requiere de estructuras de almacenamiento más sofisticadas que las bolsas ó sacos utilizados por ellos.

4.- Sería recomendable el menor uso de fumigantes bajo las estaciones secas, en comparación con las estaciones húmedas, ya que el insecto tiende a disminuir su progenie en estas estaciones. Se deberían realizar estudios para determinar si el daño ocasionado en estas estaciones ameritan el uso de fumigantes y desarrollar una base económica para el uso de fumigantes y pesticidas. La base económica se decide en base a que punto de daño es rentable fumigar y bajo este punto no sería rentable fumigar.

5.- Realizar ensayos en las cuales se hagan infestaciones mixtas de estos dos insectos. Esto con el propósito de observar si existe algún tipo de competencia entre estos y el cual pueda ser utilizado como una forma de control. Esto se recomienda ya que se ha observado que el insecto se presenta en forma mixta en el campo (Carcamo, 1992).

VII. RESUMEN

Los brúquidos Zabrotes subfasciatus (Boh.) y Acanthoscelides obtectus (Say), conocidos como gorgojos del frijol, son las plagas más importantes del frijol almacenado, y es por esto que siempre se esta buscando la mejor forma de controlar estos insectos. Los objetivos de esta tesis fueron los siguientes: 1) Determinar las diferencias en la biología de Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus del biotipo presente en Honduras; 2) Evaluar el crecimiento y la reproducción de Z. subfasciatus y A. obtectus, en una variedad de frijol común de Honduras, bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa; y 3) Identificar la especie de insecto más dañino al grano almacenado bajo diferentes condiciones de desarrollo. Los insectos fueron colocados bajo los siguientes tratamientos: 27, 31, 32 y 34 °C y a una humedad relativa de 70 por ciento. Posteriormente se colocaron a 50, 60, 70 y 80 por ciento de humedad relativa y una temperatura de 28 °C. Las unidades experimentales fueron 100 gramos de frijol y 25 parejas de adultos. El primer experimento se llevó a cabo en la época lluviosa de primera (octubre-noviembre), y el segundo experimento se llevó a cabo en la época seca (febrero-marzo).

La mejor temperatura para el óptimo desarrollo de A.

obtectus fue a 27 °C. De igual manera se determinó que la óptima humedad relativa que favorece el desarrollo de este insecto fue 80 % durante la época seca. Este insecto presenta un tiempo de desarrollo igual en todas las temperaturas, y un máximo número de progenie (pero no una tasa de emergencia rápida y temprana la cual se presentó a 30 °C) bajo condiciones de temperatura de 27 °C con una humedad relativa de 80 %. La mejor temperatura para el óptimo desarrollo de Z. subfasciatus está determinada por un rango entre 28-32 °C. Dentro de este rango no existe diferencia estadística entre las variables estudiadas a excepción de que a 28 °C la emergencia se atrasa por 5 días. La óptima humedad relativa que favorece el desarrollo de este insecto fue 70 %. Este insecto presenta un menor tiempo de desarrollo, máximo número de progenie, y una tasa de rápida emergencia, bajo condiciones de temperatura entre 28-32 °C con humedad relativa de 70 %.

El insecto que más daño causó al grano, en términos de perforaciones por grano, en el Experimento 1 fue Z. subfasciatus, mientras que en el Experimento 2 el más dañino fue A. obtectus debido a que el número de adultos emergidos de Z. subfasciatus fue mucho menor que en Experimento 1. Se observó que si Z. subfasciatus no presentara la forma anormal en las épocas de calor este sería el insecto más dañino a través del año y dejaría al A. obtectus en segundo plano. Si el Z. subfasciatus presenta la forma anormal en los meses calurosos y secos entonces A. obtectus pasaría a ser más

importante en los meses de calor.

Nuestros datos demuestran un efecto de las épocas del año sobre algunos aspectos importantes de la biología de A. obtectus, incluyendo el número de huevos por hembra, número de adultos emergidos y el porcentaje de sobrevivencia. Los cambios estacionales parecieron afectar la biología de Z. subfasciatus más que a A. obtectus. La disminución en el número de huevos ovipositados por hembras es drástica (de 26 a 6) y la sobrevivencia de la prole al estado adulto disminuyó en un 24 %.

VIII. LITERATURA CITADA

- BACK, E.A. 1925. Weavils in beans and peas. USDA Farmers' Bulletin no. 1275: 35p.
- BALACHOWSKY, A.D. 1962. Tratados de la entomología aplicada a la agricultura. pp 434-494. Mason, Paris. 559p.
- BONDAR, G. 1937. Notas biológicas sobre bruchidos observados en Brasil. Archeological Institute of Biological Vegetation 3(1): 1-44.
- BUSHNELL, R.J. y BOUGHTON, D.C. 1940. Longevity and egg production in the common bean weevil, Acanthoscelides obtectus (Say). Annals of Entomological Society of America. Vol. XXXIII(no. 2): 361-370.
- CARCAMO, R.N. 1992. Caracterización del sistema post-cosecha en frijol a nivel del pequeño agricultor e intermediario en el municipio de Morocelí, Honduras. Tesis I.A., Escuela Agrícola Panamericana. En vias de publicación.
- CARVALHO, R.P.L. y ROSSETTO, C.J. 1968. Biology of Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera, Bruchidae). Revista Brasileira de Entomologia 13: 105-117.
- CHITTENDEN, F.H. 1898. Insects injuries to beans and peas. Yearbook of the Department of Agriculture for 1898: 233-260.
- COCKBILL, G.G. 1953. Investigations on the control of insect pests of the stored grains and pulses. Rhodesia Agricultural Journal 50: 294-323.
- DAVIES, J.C. 1972. A note on the occurrence of Zabrotes subfasciatus Boh., Coleoptera, (Bruchidae) on legumes in Uganda. East African Agricultural and Forestry Journal 37(4): 294-299.
- DECELLE, J. 1981. Bruchidae related to grain legumes in the Afro - tropical area. Series Entomologica, Tours, France, 19: 193-197.
- DE LA TORRE, G. 1973. Conservación técnica de granos almacenados. 2ed. AID; México. 22p.

- DEL-ORTO, T.H. y ARIAS, V.C.J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Tecnología Postcosecha. FAO. Serie n°4. Santiago, Chile. 142p.
- DOBIE, P.; HAINES, C.P.; HODGES, R.J. y PREVETT, P.F. 1991. Insects and arachnids of tropical stored products, Their biology and identification. (A training manual). Tropical Development and Research Institute, Slough, England. 273.
- EDGE, O.T. 1984. Effects of storing bean seeds with bean pod ash and other insecticides. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative (Geneva, New York) 27: 145-147.
- FAO. 1982. Las leguminosas en la nutrición humana. Serie FAO 20, Roma, Italia. 136p.
- GERBERG, E.J. y GOLDHEIM, S.L. 1957. Weight loss in stored corn and beans caused by insect feeding. Journal of Economic Entomology 50: 391-393.
- GILES, P.H. 1977. Bean storage problems in Nicaragua. Tropical Stored Products Information 34: 63-67.
- HOFFMAN, A. 1945. Colepteros Bruchidae y Anthribides, Fauna de Francia. 44: 90-92. Le Chevalier, Paris, France.
- HOWE, R.W. y CURRIE, I.E. 1964. Some laboratory observations on rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. Bulletin of Entomological Research 55: 437-477.
- HUIGNARD, J. y BIEMONT, J.C. 1974. Influencia del aumento de la temperatura sobre la capacidad reproductiva de los machos del gorgojo del frijol, Acanthoscelides obtectus (Say). Annals de Zoologia y Ecologia Animal 6: 561-574.
- KINGSOLVER, J.M. 1990. New world Bruchidae past, present, future. In Bruchids and legumes: Economics, Ecology and Coevolution, Academic Press, Netherlands. 121-129.
- LABEYRIE, V. 1962. Evidencia de las influencias múltiples de la planta hospedera sobre la estimulación de oviposición de Acanthoscelides obtectus Say. Central Research of the Society of Biology 156 (8-9): 1473-1477.
- LARSON, A.O. y FISHER, C.K. 1938. The bean weevil and the southern cowpea weevil in California. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin. 593p.
- LATHROP, F.H. 1954. The bean weevil and its control. Bulletin Maine. Experiment Station. N° 532. 34p.

- LEROI, B. 1981. Feeding, Longevity and Reproduction of adults of Acanthoscelides obtectus Say in Laboratory Conditions. Series Entomologica, Vol 19: ed. by V. Labeyrie. Tours, France.
- LINBALD, C. y DRUBEN, L. 1986. Almacenamiento del grano. Manejo, Secado, Silos y Control de insectos. Traducido por J. Jimenez 1979. México D.F. Ed. Concepto. 331p.
- MANTER, J.A. 1917. Notes on the bean weevil (Acanthoscelides [Bruchus] obtectus Say). Journal of Economical Entomology 10: 190-193.
- MENDES-FERREIRA, A. 1960. Subsídios para el estudio de un plaga de frijol, (Zabrotes subfasciatus Boh. -Coleoptera, Bruchidae) de dos climas tropicales. Garcia de Orta, Sao Paulo, Brasil 8(3): pp 559-581.
- MENUSAN, H. Jr. 1934. Effects of temperature and humidity on the life processes of the bean weevil, Bruchus obtectus Say. Annals of the Entomological Society of America, 27: 515-526.
- _____. 1935. Effects of constant light, temperature and humidity on the rate and total amount of oviposition of the bean weevil, Bruchus obtectus Say. Journal of Economical Entomology 28: 448-453.
- NELSON, H.D. y FISHER, C.K. 1952. Control of insects that attacks dried beans and peas in storage. USDA Bureau of Entomology. Washington D.C. 12p.
- OSUJI, F. 1978. Post-harvest losses in grain legumes: A review and annotated bibliography. Kansas State University, Food and Feed Grain Institute, Special report no. 7. 136p.
- PAJNI, H.R. y JABBAL A. 1978. Some observations on the biology of Zabrotes subfasciatus (Boh.) (Bruchidae: Coleoptera). Research Bulletin (Science) of the Punjab University. 37: pp 11-16.
- PAJNI, H.R. 1986. Ecological status of host-range and polymorphism in Bruchidae. Proceedings of the 4th International Working Conference Stored Products Protection, Tel Aviv, Israel. pp 506-516.
- QUDRAGO, A.P. y HUIGNARD, J. 1981. Polymorphism and ecological reactions in Callosobruchus maculatus F. (Coleoptera, Bruchidae) in upper volta. In the ecology of bruchids attacking grain legumes (pulses)(Ed. V. Labeyrie)Dr. Junk Publishers, The Hague.

- ROBLETO, G.A. 1990. Comparación de métodos de almacenamiento para control de Zabrotes subfasciatus en frijol común. Tesis I.A., Escuela Agrícola Panamericana. 58p.
- SCHOONHOVEN, A. VAN. 1976. Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. Proceedings of the XV International Congress of Entomology. Washington D.C., 691- 698.
- SCHOONHOVEN, A. VAN., CARDONA, C. y GARCIA J. 1988. Principales insectos que atacan el grano almacenado y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiovisual sobre el mismo tema. 3ed. Cali, Colombia. CIAT. pp 15-24.
- SINHA, R.N. 1971. Fungus as Food for some Stored-Product Insects. Journal of Economic Entomology 64: 3-6.
- SOUTHGATE, B.J. 1964. Distribution and host of certain Bruchidae in Africa. Tropical Stored Products Information 7: 277-280.
- _____. 1978. The importance of the Bruchidae as pests of grain legumes, their distribution and control. In: Pests of Grain Legumes: Ecology and Control (s.R. Singh, H.F. Van Emden y T.A. Taylor eds.) Academic Press, London. 454p.
- TAYLOR, T. 1981. Distribution, Ecology and Importance of Bruchids attacking grain Legumes in Africa. Series Entomologica, Tours, France 19: pp 199-203.
- TROPICAL LEGUMES: Research for the future. 1979. National Academy of Science, Washington, 326p.
- UTIDA, S. 1967. Collective Oviposition and larval aggregation in Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera, Bruchidae). Journal of Stored Products Research 2: 315 - 322.
- UTIDA, S. 1981. Polymorphism and phase dimorphism in Callosobruchus. In the ecology of bruchids attacking legumes (pulses) (Ed. V. Labeyrie)Dr. Junk Publishers, The Hague.
- VAN EMDEN, F.I. 1964. Some egg-busters in some families of Polyphagous beetles and some general remarks on egg-busters. Proceedings Research Entomological Society. London (A) 21: 89 - 97.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento a cuatro temperaturas y 70% humedad relativa con Acanthoscelides obtectus.

Lista de Variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC	Tratamientos 1=28 2=30 3=32 4=34
2	NUMERIC	Repeticiones
3	NUMERIC	No. de huevos ovipositados en total
4	NUMERIC	No. de huevos por hembra
5	NUMERIC	No. de adultos emergidos
6	NUMERIC	Mortalidad de inmaduros (%)
7	NUMERIC	No. de perforaciones por grano
8	NUMERIC	Daño al grano (%)
9	NUMERIC	No. de hembras
10	NUMERIC	No. de machos
11	NUMERIC	Peso seco de hembras
12	NUMERIC	Peso seco de machos
13	NUMERIC	Germinación (%)
14	NUMERIC	Peso seco final del grano

CASE

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	483	19.32	450	6.83	0.83	37.8	223	227	2.01	2.58	79	88.70
2	1	2	680	27.20	655	3.67	1.24	48.0	376	279	2.05	2.60	74	88.72
3	1	3	550	22.00	500	9.10	0.93	40.6	283	217	1.97	2.56	79	88.68
4	1	4	468	18.72	414	11.54	0.78	31.0	232	182	2.03	2.56	76	88.74
5	1	5	1109	44.36	1053	5.04	1.98	60.8	762	291	1.99	2.60	75	88.66
6	2	1	426	17.04	400	6.10	0.74	32.8	250	150	2.50	2.74	64	88.89
7	2	2	118	4.72	99	16.10	0.19	10.4	58	41	2.47	2.77	79	88.91
8	2	3	436	17.44	378	13.30	0.71	31.0	245	133	2.54	2.71	90	88.88
9	2	4	788	31.52	744	5.58	1.43	51.0	482	262	2.40	2.73	80	88.92
10	2	5	539	21.56	485	13.73	0.88	30.4	297	168	2.45	2.75	88	88.90
11	3	1	394	15.76	211	46.45	0.39	19.4	100	111	2.74	2.90	75	89.58
12	3	2	423	16.92	175	58.63	0.38	16.3	83	92	2.70	2.92	84	89.62
13	3	3	444	17.76	162	63.51	0.35	13.6	90	72	2.76	2.89	90	89.64
14	3	4	830	33.20	408	50.84	0.76	30.2	273	135	2.76	2.93	79	89.56
15	3	5	484	19.36	192	60.33	0.36	17.8	114	78	2.74	2.91	83	89.60
16	4	1	285	11.40	0	100.00	0.00	0.0	0	0	0.00	0.00	93	89.50
17	4	2	380	15.20	0	100.00	0.00	0.0	0	0	0.00	0.00	96	89.47
18	4	3	567	22.68	0	100.00	0.00	0.0	0	0	0.00	0.00	91	89.53
19	4	4	295	11.80	0	100.00	0.00	0.0	0	0	0.00	0.00	95	89.54
20	4	5	289	11.56	0	100.00	0.00	0.0	0	0	0.00	0.00	94	89.46

Anexo 2. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento a cuatro temperaturas y humedad relativa de 70 % con Zabrotes subfasciatus.

Lista de Variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC	Tratamientos 1=26 2=30 3=32 4=34
2	NUMERIC	Repeticiones
3	NUMERIC	No. de huevos ovipositados en total
4	NUMERIC	No. de huevos por hembra
5	NUMERIC	No. de adultos emergidos
6	NUMERIC	Mortalidad de inmaduros (%)
7	NUMERIC	No. de perforaciones por grano
8	NUMERIC	Daño al grano (%)
9	NUMERIC	No. de hembras
10	NUMERIC	No. de machos
11	NUMERIC	Peso seco de hembras
12	NUMERIC	Peso seco de machos
13	NUMERIC	Germinación (%)
14	NUMERIC	Peso seco final del grano

CASE

CASE NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	731	29.24	671	8.21	1.29	62.2	345	326	0.55	0.26	96	88.15
2	1	2	619	24.76	554	10.50	1.03	55.0	253	301	0.46	0.21	90	88.45
3	1	3	719	28.76	671	6.68	1.25	59.8	335	336	0.54	0.29	97	88.35
4	1	4	790	31.60	750	5.06	1.39	64.2	360	390	0.57	0.33	90	88.30
5	1	5	729	29.16	707	3.02	1.33	60.0	360	347	0.57	0.29	84	88.45
6	2	1	721	28.84	678	5.97	1.26	61.0	349	329	0.54	0.28	97	87.93
7	2	2	736	29.44	686	6.79	1.28	59.2	360	326	0.47	0.29	96	88.67
8	2	3	745	29.80	723	2.95	1.46	72.2	352	371	0.56	0.32	90	88.20
9	2	4	680	27.20	659	3.09	1.21	57.6	330	329	0.56	0.29	90	88.85
10	2	5	680	27.20	661	2.79	1.26	62.8	307	354	0.47	0.31	95	89.25
11	3	1	679	27.16	675	0.59	1.25	58.4	340	335	0.53	0.29	92	89.85
12	3	2	591	23.64	568	3.89	1.04	52.4	292	276	0.46	0.25	94	86.65
13	3	3	774	30.96	704	9.04	1.31	60.0	346	358	0.55	0.32	92	86.95
14	3	4	691	27.64	677	2.03	1.26	59.2	325	352	0.51	0.29	88	86.35
15	3	5	641	25.64	625	2.50	1.20	58.4	324	301	0.57	0.26	91	86.65
16	4	1	561	22.44	92	84.00	0.18	16.0	51	41	0.06	0.03	95	88.85
17	4	2	552	22.08	227	58.90	0.43	32.4	131	962	0.30	0.09	92	89.10
18	4	3	560	22.40	251	55.20	0.47	29.0	129	122	0.13	0.19	91	89.10
19	4	4	545	21.80	207	62.00	0.40	26.2	101	106	0.15	0.10	93	89.05
20	4	5	554	22.16	185	66.60	0.34	27.0	95	90	0.09	0.13	93	89.00

Anexo 3. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento a cuatro humedades relativas y 28 oC con Acanthoscelides obtectus.

Lista de Variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC	Tratamientos
2	NUMERIC	Repeticiones
3	NUMERIC	No. de huevos ovipositados en total
4	NUMERIC	No. de huevos por hembra
5	NUMERIC	No. de adultos emergidos
6	NUMERIC	Mortalidad de inmaduros (%)
7	NUMERIC	No. de perforaciones por grano
8	NUMERIC	Dano al grano (%)
9	NUMERIC	No. de hembras
10	NUMERIC	No. de machos
11	NUMERIC	Peso seco hembras
12	NUMERIC	Peso seco machos
13	NUMERIC	Germinación (%)
14	NUMERIC	Peso seco final del grano

CASE	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	420	16.80	212	49.50	0.40	19.60	130	82	2.69	2.56	90	90.25	
2	1	2	435	17.40	214	50.80	0.39	17.20	133	81	2.70	2.22	93	90.27	
3	1	3	512	20.50	263	48.60	0.50	21.20	150	113	2.53	2.35	94	90.23	
4	1	4	413	16.50	201	51.30	0.38	15.20	114	87	2.54	2.52	92	90.25	
5	1	5	509	20.40	296	41.80	0.55	24.80	172	124	2.73	2.34	93	90.25	
6	2	1	509	20.36	236	53.60	0.45	19.60	145	91	2.26	2.09	95	89.45	
7	2	2	339	13.56	128	62.20	0.25	8.40	67	61	2.67	2.34	96	89.48	
8	2	3	564	22.56	300	46.80	0.57	17.00	195	105	2.46	2.10	94	89.42	
9	2	4	686	27.44	366	46.60	0.67	23.80	241	125	2.49	2.80	93	89.45	
10	2	5	399	15.96	232	41.90	0.44	18.60	131	101	2.60	2.08	94	89.45	
11	3	1	372	14.88	165	55.60	0.32	14.00	101	64	2.80	2.50	97	86.05	
12	3	2	399	15.96	167	58.10	0.32	18.80	108	59	2.87	2.36	99	86.08	
13	3	3	471	18.84	213	54.80	0.41	12.00	138	75	2.74	2.67	96	86.02	
14	3	4	519	20.76	281	45.80	0.54	21.00	188	93	2.75	2.36	96	86.06	
15	3	5	543	21.72	259	52.30	0.49	20.60	170	89	2.87	2.47	97	86.04	
16	4	1	616	24.64	414	32.80	0.80	24.80	256	158	2.66	2.06	94	84.90	
17	4	2	527	21.08	296	43.80	0.56	21.20	198	98	2.78	2.14	94	84.88	
18	4	3	671	26.84	500	25.50	0.95	27.60	315	185	2.59	2.07	95	84.92	
19	4	4	778	31.12	468	39.80	0.91	24.20	315	153	2.59	2.03	96	84.91	
20	4	5	736	29.44	391	46.90	0.74	23.60	252	139	2.78	2.30	97	84.89	

Anexo 4. Variables y observaciones tomadas en el transcurso del experimento a cuatro humedades relativas y 28 oC con Zabrotes subfasciatus.

Lista de Variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC	Tratamientos 1=50% 2=60% 3=70% 4=80%
2	NUMERIC	Repeticiones
3	NUMERIC	No. de huevos ovipositados en total
4	NUMERIC	No. de huevos por hembra
5	NUMERIC	No. de adultos emergidos
6	NUMERIC	Mortalidad de inmaduros (%)
7	NUMERIC	No. de perforaciones por grano
8	NUMERIC	Daño al grano (%)
9	NUMERIC	No. de hembras
10	NUMERIC	No. de machos
11	NUMERIC	Peso seco hembras
12	NUMERIC	Peso seco de machos
13	NUMERIC	Germinación (%)
14	NUMERIC	Peso seco final del grano

CASE	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	69	2.76	28	59.40	0.05	4.60	14	14	1.43	0.71	94	90.83	
2	1	2	57	2.28	23	59.60	0.04	3.00	9	14	1.67	0.71	96	90.83	
3	1	3	212	8.48	157	25.90	0.30	17.80	80	77	1.50	0.84	95	90.83	
4	1	4	108	4.32	61	43.50	0.12	10.20	26	35	1.54	0.71	94	90.83	
5	1	5	40	1.60	6	85.00	0.01	1.60	3	3	1.67	0.67	96	90.83	
6	2	1	105	4.20	65	38.10	0.12	10.20	35	30	1.43	1.00	97	90.00	
7	2	2	170	6.80	131	22.90	0.25	15.20	65	66	1.46	0.83	95	90.00	
8	2	3	54	2.16	10	81.50	0.02	2.40	3	7	0.33	1.43	96	90.00	
9	2	4	15	0.60	1	93.30	0.01	0.20	1	0	1.00	0.01	98	90.00	
10	2	5	66	2.64	43	34.80	0.08	6.40	20	23	1.50	0.87	97	90.00	
11	3	1	110	4.40	71	35.40	0.13	11.40	31	40	1.61	0.88	98	87.40	
12	3	2	115	4.60	73	36.50	0.13	9.00	43	30	1.67	0.67	99	87.40	
13	3	3	129	5.20	88	31.80	0.17	9.20	51	37	1.39	0.84	98	87.40	
14	3	4	141	5.60	108	23.40	0.20	12.60	54	54	1.57	0.76	99	87.40	
15	3	5	271	10.80	196	27.70	0.37	24.80	100	96	1.60	0.86	98	87.40	
16	4	1	17	0.68	8	52.90	0.02	1.20	4	4	1.64	1.25	98	85.60	
17	4	2	53	2.12	34	35.80	0.06	4.20	16	18	1.56	0.94	99	85.60	
18	4	3	70	2.80	52	25.70	0.09	7.80	25	27	1.62	0.84	100	85.60	
19	4	4	24	0.96	7	70.80	0.01	1.40	3	4	1.67	0.75	100	85.60	
20	4	5	143	5.72	120	16.10	0.23	15.00	52	68	1.54	0.88	99	85.00	

Anexo 5. Hoja para anotar observaciones en el transcurso del experimento.

Insecto en estudio_____

25 Hembras Temperatura_____ Peso inicial del grano
 ___ 25 Machos Humedad relativa_____ Fecha de inicio___

Rep	# semilla	# huevos totales	# huevos/hembra	#adultos emergidos
1				
2				
3				
4				
5				

Rep	# perf/grano	# semilla dañada	# hembras	# machos	Peso seco grano
1					
2					
3					
4					
5					

Rep	Peso seco hembras	Peso seco machos	Germinación %
1			
2			
3			
4			
5			

Anexo 6. Número de adultos de Acanthoscelides obtectus emergidos diariamente bajo cuatro temperaturas y 70% humedad relativa.

Días después de inoculación inicial	Temperaturas (°C)			
	27	30	32	34
30	4.6	77.8	13.4	-
31	16.6	93.4	26.6	-
32	54.6	99.4	36.6	-
33	65.6	56.6	33.8	-
34	127.2	36.6	34.8	-
35	123.4	21.2	27.4	-
36	94.4	13.4	20.8	-
37	66.2	7.6	14.6	-
38	27.1	3.2	6.0	-
39	16.0	3.2	6.6	-
40	9.0	1.6	3.6	-
41	5.6	1.6	2.2	-
42	2.6	0.6	1.0	-
43	0.2	0.6	2.2	-
44	0.0	0.0	0.0	-

Anexo 7. Número de adultos de Zabrotes subfasciatus emergidos diariamente bajo cuatro temperaturas y 70% humedad relativa.

Día después de infestación inicial	Temperaturas (°C)			
	27	30	32	34
23	0.0	4.0	27.0	5.2
24	0.0	63.4	140.0	26.2
25	0.0	116.8	152.4	36.6
26	0.0	160.2	144.2	35.4
27	0.0	147.4	96.2	27.4
28	5.4	101.0	55.2	18.8
29	44.2	46.4	18.4	14.8
30	98.4	17.2	8.6	8.6
31	133.0	8.0	4.2	4.0
32	119.6	4.0	0.8	3.8
33	120.2	1.2	1.2	3.4
34	73.2	0.8	1.4	1.2
35	34.6	0.2	0.0	2.4
36	20.0	0.2	0.2	1.0
37	10.2	0.2	0.0	1.4
38	4.4	0.0	-	1.2
39	2.2	-	-	1.0
40	0.8	-	-	-
41	1.4	-	-	-
42	1.4	-	-	-
43	0.2	-	-	-

Anexo 8. Número de adultos de Acanthoscelides obtectus emergidos diariamente bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.

Día después de inoculo inicial	Humedad relativa (%)			
	50	60	70	80
28	0.0	1.6	0.0	3.2
29	0.0	4.4	0.0	9.2
30	2.8	17.0	1.4	21.8
31	7.4	23.2	4.6	34.2
32	18.2	22.8	22.0	47.4
33	24.2	24.6	37.8	50.4
34	32.0	37.8	40.8	60.2
35	35.4	33.2	39.8	61.0
36	31.0	30.4	26.0	52.6
37	24.8	23.8	17.2	32.8
38	21.4	12.8	14.2	19.0
39	15.0	10.6	8.0	10.0
40	9.6	7.0	4.0	6.4
41	8.0	1.8	1.6	2.4
42	3.6	1.2	1.2	1.2
43	3.0	0.6	0.4	1.2
44	1.4	-	0.0	0.6
45	0.2	-	-	-

Anexo 9. Número de adultos de Zabrotes subfasciatus emergidos diariamente bajo cuatro humedades relativas y 28 °C.

Día después de inoculación inicial	Humedad relativa (%)			
	50	60	70	80
29	3.8	2.0	5.2	2.6
30	6.6	4.2	19.8	6.0
31	8.0	7.2	23.4	12.0
32	11.4	10.8	21.0	7.8
33	8.2	9.0	18.2	5.2
34	6.6	8.2	9.2	4.8
35	4.6	2.6	5.4	1.8
36	1.2	1.4	1.2	1.0
37	2.6	1.8	1.4	0.6
38	1.2	0.4	1.0	0.4
39	0.4	1.2	1.0	1.0
40	0.2	0.2	0.0	0.6
41	0.2	0.2	0.4	0.2
42	0.0	0.0	0.0	0.2
43	-	-	-	0.0

DATOS BIOGRAFICOS

Nombre: Nolasco Simon Teck Noble

Fecha de nacimiento: 28 de octubre de 1969.

Lugar de nacimiento: Corozal Town, Belize C.A.

Nacionalidad: Beliceña

Educción primaria

Saint Francis Xavier School: 1974 - 1982

Educación secundaria

Corozal Community College: 1983 - 1987

Educación superior

Escuela Agrícola Panamericana: 1988 - 1990 Agrónomo
1991 - 1992 Ingeniero Agrónomo