

CICLO DE VIDA DE *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) EN
GENOTIPOS LOCALES DE FRIJOL COMÚN EN HONDURAS

P O R

Victoriano Moreira Guerra

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

:
:
:

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril - 1994

CICLO DE VIDA DE *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) EN
GENOTIPOS LOCALES DE FRIJOL COMUN EN HONDURAS

POR :

Victoriano Moreira Guerra

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



Victoriano Moreira Guerra.

MICROISIS:	7, 484
FECHA:	11/Julio/94
ENTIDAD:	Bethel, Olancho

BIBLIOTECA WILSON POPENEE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 99
TEGUCIGALPA HONDURAS

El Zamorano, Abril de 1994.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso.

A la memoria de mi abuelo Victoriano Moreira.

A mi madre Rosa de Moreira que me apoyo en todo momento,
a mi padre Juan A. Moreira que siempre me dio un consejo a
tiempo

a mis hermanas Ana, Elsa, Rosy, Coralia, mi hermano Manuel
por empujarme en los momentos difíciles.

A mi novia, Alicia, que con mucha paciencia y cariño estuvo
conmigo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A mi tío el Agr. Victoriano Moreira por todo el apoyo prestado para realizar esta difícil tarea.

A La familia Fiallos Salmerón, por brindarme su amistad desinteresada y apoyo en momentos difíciles, Dios les bendiga.

A la familia Dysli Rodríguez, por su paciencia, comprensión y más que todo por su cariño, Dios les bendiga.

A mis compañeros y amigos gracias por esos momentos tan agradables que compartimos y que quedarán para siempre en el recuerdo. Mil gracias y un hasta luego, colegas.

Al Dr. Juan José Alán por todos esos consejos y amistad desinteresada en el momento justo, Mil gracias.

Al Ing. Luis Pinel, Dr. Juan Carlos Rosas, Dr. Juan José Alán, que con su apoyo y consejos logre concluir esta difícil tarea, Gracias.

A Noemí Sevilla, Alfredo Robleto y Fernando Mendoza por su ayuda desinteresada en todo momento, lo mismo que a las personas que laboran en la sección Proyectos, Gracias.

Al personal de CITESGRAN que con mucha paciencia me brindaron su amistad y apoyo, Gracias.

RECONOCIMIENTO

A los compañeros que tanto en el Programa de Agrónomo (PA) como en el Programa de Ingeniero Agrónomo (PIA) no lograron alcanzar su sueño.

Al Dr. Leonardo Corral (Ecuador), quien de verdad me apoyo en los momentos más difíciles y quien dio mucho por los estudiantes y se le devolvió muy poco...

Al Centro Internacional de Tecnología de Granos y Semillas (CITESGRAN), al Departamento de Agronomía. Trabajo financiado con fondos proporcionados por el Programa PSTC/USAID (Donación No. DPE-5542-G-SS-8030-00). Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

INDICE

	PAG.
Título.....	i
Derechos de Autor.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Reconocimientos.....	v
Índice.....	vi
Índice de Cuadros.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Apéndices.....	ix
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION DE LITERATURA.....	5
III MATERIALES Y METODOS.....	19
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	27
V CONCLUSIONES.....	47
VI RECOMENDACIONES.....	48
VII RESUMEN.....	49
VIII LITERATURA CITADA.....	51
IX APENDICES.....	59
X DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR.....	73
XI APROBACION.....	74

INDICE DE CUADROS

	pag.
Cuadro 1. Genotipos de frijol común utilizados en el estudio de ciclo de vida y resistencia a <i>Z. subfasciatus</i> . Honduras, 1993.....	20
Cuadro 2. Promedio de huevos por hembra de <i>Z. subfasciatus</i> y promedio de huevos en 100g de frijol en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	28
Cuadro 3. Promedio de granos en 100g de frijol, número de granos con huevos y porcentaje de granos ovipositados por hembras de <i>Z. subfasciatus</i> en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	32
Cuadro 4. Número promedio de huevos, promedio de adultos emergidos y porcentaje de emergencia de <i>Z. subfasciatus</i> en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	34
Cuadro 5. Días a primera, máxima y última emergencia de los insectos de <i>Z. subfasciatus</i> en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	39
Cuadro 6. Promedio de adultos emergidos (hembras y machos) y relación hembra macho de <i>Z. subfasciatus</i> en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	42
Cuadro 7. Peso seco promedio individual de adultos emergidos de la primera generación después de la inoculación de 20 parejas de <i>Z. subfasciatus</i> en 100g de frijol común. Honduras, 1993.....	44

INDICE DE FIGURAS

	pag.
Figura. 1. Adultos de <i>Z. subfasciatus</i> vista dorsal Hembra a la izquierda y macho a la derecha. Honduras, 1993.....	8

INDICE DE APENDICES

	pag.
Apéndice 1. Tamaño del grano de 25 genotipos de frijol utilizados en el ensayo de resistencia de <i>Z. subfasciatus</i> . Honduras, 1993.....	60
Apéndice 2. Color de 25 genotipos de frijol utilizados en el ensayo de resistencia de <i>Z. subfasciatus</i> . Honduras, 1993.....	61
Apéndice 3. Tabla de clasificación de frijol por color y tamaño de CIAT, (Voysesst, 1983). Honduras, 1993.....	62
Apéndice 4. Distribución de las unidades experimentales completamente al azar en el ensayo de resistencia de genotipos de frijol a <i>Z. subfasciatus</i> . Honduras, 1993.....	63
Apéndice 5. Variables en estudio y observaciones tomadas en el transcurso del experimento. Honduras, 1993.....	65
Apéndice 6. Temperatura registrada durante el desarrollo del ensayo (Oct. - Nov.) de <i>Z. subfasciatus</i> en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	68
Apéndice 7. Humedad relativa registrada durante el desarrollo del ensayo (Oct. - Nov.) de <i>Z. subfasciatus</i> en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	68
Apéndice 8. Porcentaje de humedad del grano (base húmeda), registrado durante el desarrollo de el ensayo de resistencia de <i>Z. subfasciatus</i> en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	69
Apéndice 9. Análisis de varianza de promedio de huevos por hembra y promedio de huevos en 100g de <i>Z. subfasciatus</i> en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	69
Apéndice 10. Análisis de varianza para número de granos con huevos y promedio de huevos por grano de <i>Z. subfasciatus</i> en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	70

Apéndice 11. Análisis de varianza para el promedio de hembras y machos emergidos de <i>Z. subfasciatus</i> en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	70
Apéndice 12. Análisis de varianza para la relación hembras machos de <i>Z. subfasciatus</i> en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	71
Apéndice 13. Análisis de varianza para adultos emergidos en 100g de frijol y promedio de peso seco individual de la F ₁ de <i>Z. subfasciatus</i> en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	71
Apéndice 14. Análisis de varianza para días a máxima emergencia de <i>Z. subfasciatus</i> en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.....	72

I. INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un alimento esencial en la dieta de la población centroamericana y constituye la fuente principal de proteína para Honduras. En Honduras el 67% de la producción de frijol, proviene de las tres regiones más productoras de frijol: la región Nor Oriental, 28%, la región Centro Oriental, 21%, y la región Occidental con un, 18% (Unidad Poscosecha, Secretaría de Recursos Naturales (SRN), 1990).

Durante las fases de producción y de almacenamiento de este grano básico, el agricultor enfrenta una serie de factores que limitan la consecución de niveles de producción mayores y más estables (Chonay, 1977). En la fase de producción diversas especies de insectos atacan al frijol. En muchos casos existe la posibilidad de que, una vez combatido el insecto, la planta se recupere. Sin embargo, en la etapa de posproducción, cuando los insectos atacan el grano almacenado, no hay recuperación posible y el daño es irreversible. Por esto es importante conocer y saber combatir los insectos que atacan al grano de frijol almacenado.

Cotton y Wilbur (1982) afirman que los insectos son los mayores causantes de pérdidas en granos y semillas de frijoles almacenados. Los insectos no sólo consumen el grano sino que lo contaminan con fragmentos de su estructura física, sus excrementos y sus desechos metabólicos. También, ayudan a diseminar una gran variedad de microflora y constituyen el mayor problema de sanidad y control de calidad en granos

almacenados.

Las pérdidas económicas causadas por el ataque de los insectos al frijol almacenado son considerables en todos los países del mundo. En América Latina estos daños no han sido suficientemente evaluados (IICA, 1988). Estas pérdidas generalmente son mayores en los países en desarrollo ya que comúnmente carecen de una infraestructura de almacenamiento adecuada y pueden alcanzar niveles considerables (Schoonhoven et al., 1988).

Hall (1971) indica que en las regiones subdesarrolladas se presta muy poca atención al almacenamiento de granos y que en algunos países las pérdidas posteriores a la producción (almacenamiento y mercadeo) pueden ser del 50% o más. Estudios realizados por la FAO (1985) indican que para las leguminosas de grano almacenadas en forma tradicional en las zonas tropicales (en sacos, en barriles, etc.), se pueden esperar pérdidas de peso de 10 a 30% en un periodo normal de almacenamiento de tres a cuatro meses. McGuire y Grandall (1967) comprobaron que en frijol almacenado en México y América Central se han sufrido pérdidas por insectos de hasta el 35%. Según estudios realizados por la Unidad de Poscosecha-SRN en 1990, en Honduras se alcanzaron niveles de 4.7% en pérdidas de campo y almacén en frijol común, esto debido al pobre manejo que el agricultor da a sus granos.

El frijol, como otras leguminosas de grano, sufre daños especialmente debido al ataque de coleópteros de la familia

Bruchidae. Las especies más importantes de brúquidos en América Latina y Africa son *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) y *Acanthoscelides obtectus* (Say), conocidos comúnmente como gorgojos del frijol. Su daño afecta no sólo la cantidad sino la calidad del grano, obligando a los agricultores a vender su cosecha muy rápidamente, aun en épocas en las cuales la oferta es alta y los precios son bajos. Se estima que en América Latina las pérdidas ocasionadas por estas dos especies equivalen entre un 13 y un 15 % de la cosecha (Cardona y Posso, 1987).

El uso de técnicas que permitan al agricultor mantener el frijol almacenado libre del ataque de insectos durante largos periodos, reduciría las pérdidas permitiendo mayor disponibilidad de alimento para su familia y la obtención de mejores precios al vender su producto. Actualmente en Centro América, los productores de frijol conocen y utilizan una amplia variedad de métodos de combate, desde los más sencillos y económicos como el mezclar el frijol con ceniza y el uso de aceites vegetales, hasta la aplicación de costosos fumigantes químicos.

Entre los métodos de combate, la búsqueda de variedades de frijol resistentes al ataque de *Z. subfasciatus* es una alternativa importante que varios investigadores consideran viable. Se ha ampliado la búsqueda de formas silvestres de frijol, encontrándose en México algunas que presentan diferentes niveles de resistencia a los brúquidos. Los

estudios indican que la resistencia es conferida por un mecanismo de antibiosis del grano que afecta la biología y la supervivencia del insecto. El efecto de resistencia identificado en las variedades silvestres se debe a la arcelina, una proteína que se encuentra en el grano (Schoonhoven, Cardona y García, 1988).

El gorgojo del frijol (*Zabrotes subfasciatus*), se considera una plaga primaria del frijol debido a que sus larvas perforan el grano, son muy voraces y pueden sobrevivir varias de ellas en un solo grano. También, tiene la capacidad de adherir los huevos al grano, asegurando con esto la supervivencia de la especie (Lindblad y Druben, 1986).

Dada la importancia de *Z. subfasciatus*, considerando su ecología y teniendo en cuenta que el factor de resistencia varietal no ha sido debidamente evaluado en Honduras, se condujo este estudio con el objetivo de evaluar variedades hondureñas de frijol para determinar si presentan algún nivel de resistencia al ataque de *Z. subfasciatus* y estudiar su ciclo de vida en ellas.

11. REVISION DE LITERATURA

Con el fin de mejorar la producción y conservación del frijol se ha estudiado la distribución de las plagas del grano almacenado. El conocimiento del hábitat, la biología, y la distribución de las plagas permite detectar su presencia y, consecuentemente, intentar su erradicación. Por tanto, uno de los aspectos fundamentales es saber cuáles son las plagas más frecuentes en nuestros almacenes. Brunner, Scaramuzza y Otero (1945) y Schoonhoven (1976) plantearon que *Z. subfasciatus* y *A. obtectus* son los insectos que más atacan al frijol almacenado en América Latina. En 1978, Sifuentes encontró que la plaga más importante en México era *Z. subfasciatus*, y Cruz (1975) determinó que la plaga principal en Puerto Rico era *A. obtectus*.

Las dos especies difieren en las condiciones óptimas para su desarrollo. Para *A. obtectus* son de 30° C y 70 % H. R. y la duración de su ciclo de vida es de 27.4 días y para *Z. subfasciatus* son 32.5° C y 68% H. R. para un ciclo de vida de 25 días. Generalmente, los adultos de *Z. subfasciatus* viven menos que los de *A. obtectus* (7.6 y 11.8, días, respectivamente) y ponen menos huevos (35.5 y 63, huevos/hembra, respectivamente) (Howe y Currie, 1964). Estudios realizados por Teck (1992), indican que para *A. obtectus* una temperatura de 27 °C y una humedad relativa de 80%, producen un alto desarrollo de la descendencia y una tasa de emergencia moderada, mientras que para *Z. subfasciatus* la temperatura óptima es de 28 a 32 °C y la humedad relativa de

70%. Bajo estas condiciones el insecto presenta un período de desarrollo corto, un número máximo de descendencia, y una tasa rápida de emergencia.

Biología del insecto

Zabrotes subfasciatus es originario del Nuevo Mundo donde es una plaga de *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus lunatus* en Centro y Suramérica. Fue introducida en muchos países del Viejo Mundo en frijol infestado proveniente de las Américas (Lucas, 1958).

Los factores que determinan que los brúquidos prefieran un hospedero a otro no son muy bien conocidos. *Z. subfasciatus* se asocia predominantemente con los frijoles, pero bajo ciertas circunstancias puede atacar también al caupí (*Vigna unguiculata*). En Suramérica, de donde *Z. subfasciatus* es originario, la mayor plaga poscosecha de caupí es *Callosobruchus maculatus* (F.), un miembro de los brúquidos originario del Viejo Mundo. Es posible que en otras circunstancias *Z. subfasciatus* sea incapaz de competir con otras especies de insectos en caupí (Meik y Dobie, 1986).

Las larvas de *Z. subfasciatus* se desarrollan dentro de las semillas y se informa que atacan a *P. vulgaris*, *P. lunatus* y *V. unguiculata* en regiones tropicales de Sur y Centroamérica, Asia y Africa (Davies, 1972; Mendes Ferreira, 1960; Schoonhoven, 1976; Singh, Kaur y Saini, 1979; Southgate, 1978 y Zacher, 1930).

Zabrotes subfasciatus ha sido ampliamente descrito en la literatura (Binaghi, 1956). Los adultos son de color café oscuro a negro y tienen marcas que permiten distinguir su dimorfismo sexual (Fig. 1). La hembra es más larga que el macho y presenta dos parches blancos prominentes en los élitros oscuros, y algunas veces parece que fuera una banda media en su cuerpo. El macho generalmente es de color café uniforme y pubescente (Davies, 1972). De acuerdo con Howe y Currie (1964) el peso de la hembra es aproximadamente una y media veces el peso del macho.

El comportamiento de postura de huevos de los brúquidos es complejo, variable y relativamente poco entendido. En general, las hembras de las especies de importancia económica tienen la capacidad de volar en búsqueda de semillas hospederas en el campo o en almacenamiento, o posiblemente desarrollarse en las proximidades de semillas hospederas. En ambos casos la hembra puede reconocer las semillas y depositar sus huevos. Es también sabido que las hembras de varias especies de brúquidos prefieren ovipositar en el hospedero del cual se alimentarán sus larvas inmaduros (Larson, 1927).

Sin embargo, son capaces de experimentar y poner huevos en semillas que posiblemente no soporten el desarrollo de las larvas (Janzen, 1976). Existen fuertes evidencias de que *Z. subfasciatus* prefiere poner huevos sobre frijoles que sobre caupí aunque las semillas se encuentren mezcladas. Se ha encontrado que lo liso de los costados de las semillas

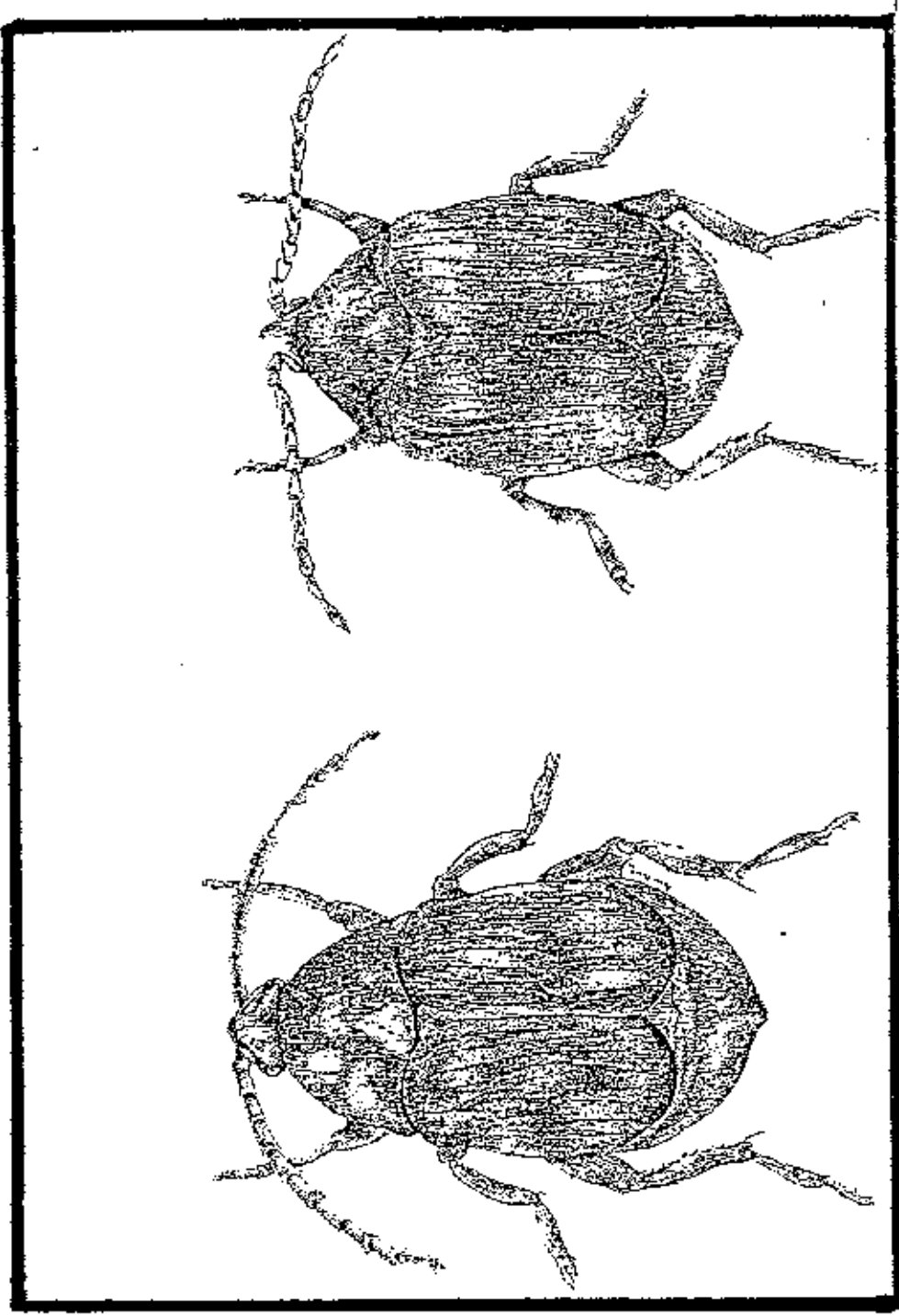


Figura. 1. Adultos de *Z. subfasciatus* vista dorsal Hembra a la izquierda y macho a la derecha.

facilitan la oviposición de los brúquidos y que el frijol es más suave que el caupí (Nwanze et al., 1975). Los huevos son puestos sobre la superficie de las semillas y los estados inmaduros se desarrollan dentro lo que reduce el uso para consumo humano.

Los ciclos de vida de *A. obtectus* y *Z. subfasciatus* son bastante similares y han sido estudiados en detalle por Howe y Currie (1964). La principal diferencia radica en el comportamiento durante la oviposición. En la etapa de almacenamiento, la hembra de *A. obtectus* coloca los huevos en la masa de semillas. Cuando infesta frijol en el campo, pone sus huevos en ranuras o cortes de la vaina y la larva que emerge tiene que buscar la semilla para penetrar en ella. En contraste, los huevos de *Z. subfasciatus* son firmemente adheridos a la superficie de la semilla y una vez que la larva emerge rompe la cáscara del huevo y corta la cubierta de la semilla en un solo proceso.

La copulación de *Z. subfasciatus* dura de 14 a 32 minutos. Una hembra fertilizada oviposita un promedio de 12.3 huevos en 100 g de frijol en condiciones óptimas (30° C de temperatura y 70% de humedad relativa) (Huignar, 1975). Pajni y Jabbar (1986) informan que el periodo de oviposición es corto, dura por lo general 3.3 días y poseen una tasa alta de oviposición de 8.8 huevos por día, bajo condiciones de 35° C y 50% de humedad relativa. Una hembra pone varios huevos sobre la superficie de una sola semilla, pero un máximo de 21 larvas se

desarrollan hasta adultos en una sola semilla . La relación entre el número de larvas y la mortalidad durante los estados de larva dependen del modo de distribución de los huevos. La mortalidad es mayor cuando los huevos son colocados separadamente que cuando son colocados en una forma colectiva (Mitzuta, 1960; Utida, 1967).

El hábito de oviposición colectiva de *Z. subfasciatus*, junto con el de su alimentación, se consideran necesarios para la vida de esta especie en relación con las condiciones secas de frijol almacenado. Esto podría ser parte de la adaptación de esta especie al hábitat peculiar de productos almacenados (Utida, 1967). La distribución de los huevos de *Z. subfasciatus* pueden seguir patrones variados. Utida (1967), afirma que el 30 ó 40% de todos los huevos ovipositados por *Z. subfasciatus* pueden presentarse agrupados como "masas de huevos". Sin embargo, el comportamiento de la oviposición del insecto ha sido estudiado básicamente en semillas desgranadas y no en semillas dentro de las vainas. Jarry y Bonet (1981) observaron, en México, que las hembras raramente colocan sus huevos en masas sobre los granos que se encuentran dentro de las vainas dehiscentes de variedades silvestres de *Phaseolus vulgaris*.

Las larvas de *Z. subfasciatus* presentan cuatro estados antes de empupar. Durante el último estado larval, éstas crean una ventana circular externa en la semilla y después de empupar, el adulto puede permanecer en el grano por varios

días antes de empujar y salir por la ventana. El adulto presenta una capacidad limitada para salir de la semilla por lo que hay cierta mortalidad en esta etapa. Después de emerger se encuentran sexualmente desarrollados por lo que inmediatamente las hembras pueden ser copuladas y realizar la oviposición. Son de vida corta (Howe y Currie, 1964).

Como otros brúquidos de importancia económica, *Z. subfasciatus* puede reproducirse en el campo antes de que las vainas sean cosechadas mientras las semillas todavía están dentro de la vaina y también sobre las semillas en sitios de almacenaje (Labeyrie, 1981).

La infestación de campo la realizan de forma diferente a otros brúquidos. A diferencia de *A. obtectus*, las hembras de *Z. subfasciatus* no pueden perforar las vainas de la planta hospedera y depositar los huevos sobre las semillas. Las vainas atacadas por *Z. subfasciatus* deben ser parcialmente dehiscentes o tener orificios causados por otros insectos fitófagos (Bonnemaison, 1964; Labeyrie, 1962; Quedraogo, 1978; Van Emden, 1980). Esto le permite a la hembra de *Z. subfasciatus* ingresar dentro de la vaina y ponerse en contacto con las semillas sobre las cuales ovipositará. El contacto con las semillas dentro de las vainas es absolutamente necesario para estimular la producción de los ovarios y la inducción de la actividad de postura (Huignard, 1975; Leopold, 1976; Pimbert y Pierre, 1982, 1983). Estas adaptaciones presentadas anteriormente restringen al insecto a un rango de

hospederos cuyas vainas sean dehiscentes (Pimbert, 1985).

Finalmente, un punto importante en la adaptación de las plagas de almacén a su hábitat es la regulación del agua en su cuerpo, porque el contenido en los granos almacenados es siempre más bajo del que posee la semilla en la planta o al momento de la cosecha. Esta conclusión se debe a que la cantidad de agua que se encuentra contenida en el cuerpo de los adultos de *Z. subfasciatus* es alta en comparación con algunas especies que pertenecen a otras especies de la familia *Bruchidae* (Utida, 1966).

Resistencia de frijol al ataque de *Zabrotes subfasciatus*

Algunas especies de brúquidos infestan las leguminosas en el campo, donde su impacto puede ser mínimo, pero en las semillas almacenadas pueden causar daños severos. Las semillas de muchas especies silvestres de *P. vulgaris* son hospederas de *A. obtectus* y *Z. subfasciatus*, ambas del Nuevo Mundo y que son, generalmente, resistentes al ataque de las especies del Viejo Mundo (Birch, Southgate y Fellows, 1985). La capacidad de los brúquidos de América de utilizar semillas de especies silvestres se supone se debe a un proceso evolutivo por el cual su fisiología se ha adaptado en alguna forma, que les permite desarrollarse en presencia de algunas sustancias químicas que se encuentran en semillas de *Phaseolus*, tales como inhibidores de tripsina, lectinas, saponinas y heteropolisacáridos (Applebaum, Gestetner y Birk,

1965; Janzen, 1976; Southgate, 1978). Los brúquidos originarios del Viejo Mundo no han sido expuestos a las semillas de *Phaseolus* por tanto tiempo como lo han sido los del Nuevo Mundo y tampoco han estado bajo la misma presión de selección. Por otro lado, en las especies cultivadas de frijol existen ejemplos en los cuales ambos tipos de brúquidos pueden desarrollarse en las semillas. Estas especies difieren de sus parientes silvestres en que las semillas son más grandes, más largas, menos gruesas, tienen la testa suave y comúnmente contienen menos compuestos secundarios (Birch et al., 1988).

Se ha informado del control de brúquidos en semillas de leguminosas sin importancia económica. Este control, según Rosenthal, Hueghe y Janzen, (1982), se debe a la presencia de una toxina secundaria. Varios componentes tóxicos de las leguminosas no están presentes en las de importancia económica, lo que les confiere una considerable especificidad de hospederos (Janzen, 1976).

Algunos mecanismos de resistencia recientemente identificados se están incorporando en variedades comerciales por medio de mejoramiento genético. La resistencia debe ser heredable si se desea usar en estos programas. Comúnmente, las cruas interespecíficas entre especies resistentes y susceptibles han resultado en híbridos susceptibles. Algunos avances se han logrado en la transferencia de resistencia, ya que en algunas variedades se han encontrado altos niveles de

resistencia al gorgojo del frijol *Z. subfasciatus*. Esta resistencia ha sido detectada en frijoles silvestres originarios de México (Schoonhoven, Cardona y Valor, 1983). Estas variedades silvestres pueden ser usadas en programas de mejoramiento para aumentar la resistencia del frijol a los brúquidos (CIAT, 1987; Machado, Tai y Baker, 1982; Galway, Temple y Schoonhoven, 1985; Pratt, Bressan t Hasegawa, 1985).

En la interacción entre el brúquido y la planta se hallan etapas en las cuales el brúquido puede atacar o rechazar la semilla (Simmonds, Blaney y Birch, 1989). Las plantas presentan varios mecanismos de protección de su semilla contra los insectos predadores. Las proteínas son uno de los mayores componentes de las semillas de leguminosas que representan un factor potencial de antibiosis² que reduce el daño (Applebaum, Gestetner y Birk, 1965; Janzen, 1976).

Se han realizado varias investigaciones sobre el factor asociado con la resistencia. Osborn, Blake y Bliss, (1986) postularon que en el frijol existe una proteína, la arcelina, que podría estar asociada con la resistencia a los brúquidos.

Esta proteína está presente en las variedades silvestres resistentes y ausente en las variedades susceptibles tanto silvestres como cultivadas. Estudios posteriores confirmaron que la arcelina es la responsable de la resistencia a

² Producto del metabolismo de los organismos que inhibe el crecimiento o desarrollo normal de otros microorganismos o produce su muerte.

Z. subfasciatus (CIAT, 1987; Harmsen et al., 1988; Osborn et al., 1987).

Según Cardona et al. (1989), la arcelina alarga el ciclo de vida de *Z. subfasciatus* reduciendo la emergencia de adultos en variedades silvestres resistentes. Esto conduce a un efecto deletéreo significativo, en la sobrevivencia y el desarrollo de los primeros estadios del insecto. Sin embargo, según Fabon, Aguirre y Reyes, (1976), el desarrollo de la población total es el factor más importante para cuantificar la resistencia de la variedad al insecto, afectando el criterio de medición de resistencia. El alargamiento del ciclo de vida permitiría mayores posibilidades de conservación y consumo de dicho grano. Sin embargo, descendencias totales menores también son un factor importante al considerar la resistencia de un producto almacenado.

Se han identificado cuatro diferentes tipos de arcelina, (Osborn, Blake, Bliss, 1986), denominándolas de acuerdo con el nivel de concentración. Estas van desde la arcelina⁺ la cual presenta la mayor concentración de proteína, siendo ella la más resistente, hasta arcelina⁻, con la menor concentración. Estos cuatro tipos de arcelinas han sido transferidos de especies silvestres a líneas cultivadas (isogénicas) y las líneas pareadas se desarrollaron por presencia o ausencia de arcelina usando retrocruzas. El donador silvestre usado como fuente fue el padre recurrente (Harmsen et al., 1987). Las líneas pareadas se desarrollaron en retrocruzas de semillas

color negro (Porrillo 70), las que fueron probadas por su resistencia a *Z. subfasciatus* en ensayos de laboratorio (Harmsen *et al.*, 1987).

La presencia de las arcelina⁺¹ hasta arcelina⁺⁴, incrementó significativamente la duración del ciclo de vida de *Z. subfasciatus*. La línea de arcelina⁺¹ fue la más eficaz, ya que incrementó el ciclo de vida en nueve días; además de reducir la emergencia de *Z. subfasciatus* en más del 80%. La arcelina⁺⁴ prolongó el ciclo de vida del insecto, pero presentó un efecto reductivo muy bajo en la cantidad de insectos emergidos (Harmsen *et al.*, 1987).

Por otro lado estudios efectuados por Altamirano (1992), demostraron que la arcelina⁺¹ mantuvo una efecto positivo en un alto número de larvas muertas, menor número de adultos emergidos, porcentajes más bajos de pérdida de peso de las semillas, alargamiento del ciclo de vida de los insectos y menor número de huevos por hembra, mientras que los otros tipos de arcelina se relacionan con un tipo de resistencia intermedia.

Alternativamente, estas líneas pueden diferir en resistencia porque la semilla difiere en la concentración de la proteína. Estudios realizados por Harmsen *et al.*, (1987), en los cuales se utilizó arcelina purificada en semillas artificiales revelan una correlación entre la concentración de arcelina y la resistencia a *Z. subfasciatus*. Si se encontraran las dosis adecuadas para cualquiera de estos tipos

de arcelinas, sería posible incrementar los niveles de resistencia mediante mejoramiento para incrementar la cantidad de la proteína en las semillas.

En estudios recientes, se encontró que los genes que controlan la expresión de la arcelina y la fitohemaglutinina están completamente ligados (Osborn, Blake y Bliss, 1986) y que la arcelina⁺ tiene ciertas propiedades en común con fitohemaglutinina (Osborn et al., 1987). Dos posibles explicaciones para la acción insecticida en la arcelina y la presencia de fitohemaglutinina pueden ser las siguientes: primero, la arcelina puede tener algunas características bioquímicas únicas que son responsables de la acción insecticida sobre *Z. subfasciatus* y, segundo, la acción insecticida puede estar relacionada con altos niveles de arcelina en la semilla. La arcelina⁺ representa cerca del 10% del peso total de la semilla, donde el nivel máximo de fitohemaglutinina encontrado en frijol solo es del 3% del peso total de la semilla (Osborn, Blake y Bliss, 1986, 1986). Las semillas de frijol que presentan niveles bajos de arcelina, no son tóxicas para *Z. subfasciatus* (Osborn et al., 1987).

El desarrollo y establecimiento de la resistencia a los brúquidos del frijol depende del uso del componente de resistencia mencionado, el cual podría prevenir el desarrollo de una infestación epidémica, y simultáneamente prevenir la adaptación de nuevos insectos que provienen de hospederos homólogos. Posiblemente, los diferentes tipos de arcelinas

emergieron por coevolución con los brúquidos, incrementando los niveles de resistencia, o simplemente por evolución divergente. El resultado del mecanismo de evolución es la presencia de una serie de alelos de arcelina con una oportunidad para el desarrollo de multilíneas. Sin embargo, los estudios que involucren líneas con los diferentes tipos de arcelinas y su mezcla deben extenderse al campo y los lugares de almacenamiento para determinar su potencial de resistencia actual (Harmsen et al., 1987).

Finalmente, King, Pusztai Clarke, (1982) en estudios iniciales indicaron que la arcelina⁺ no tiene efectos adversos en el crecimiento y metabolismo de los ratones cuando se les suministra frijol común cocido en su dieta, aunque que antes de ser desnaturalizada por el calor, es tóxica para los mamíferos porque puede deshacer células epiteliales de los intestinos.

III. MATERIALES Y METODOS

Localización del ensayo

El ensayo se realizó en el Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN) del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano. Está situada a 36 km al sureste de Tegucigalpa a 14° latitud norte y 87° longitud oeste, a 800 msnm. Se caracteriza por tener clima monzónico con una precipitación promedio anual de 1100 mm distribuidos entre los meses de mayo y diciembre. La temperatura varía entre los 20° C y 34° C en los meses de verano; en los meses de invierno las temperaturas mínimas pueden bajar hasta 5° C.

El ensayo tuvo una duración de tres meses comprendidos entre los meses de septiembre a noviembre de 1993. Los tratamientos se mantuvieron en cuartos de ambiente controlado

Genotipos de frijol utilizadas en el ensayo

Los veinticinco genotipos utilizados en el ensayo se obtuvieron del Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) del Departamento de Agronomía de la EAP (Cuadro 1).

Preparación de los tratamientos

Las muestras que constituyen los tratamientos se colocaron en bolsas plásticas herméticas (Ziploc), para evitar el intercambio de gases y ubicadas en un congelador a temperaturas de -10° C o menores, donde permanecieron por ocho días para destruir cualquier infestación de insectos.

Cuadro 1. Genotipos de frijol común utilizados en el estudio de ciclo de vida y resistencia a *Z. subfasciatus*. Honduras, 1993.

Número	Genotipo	Origen y
1	Chingo R	Colombia
2	Desarrural IR	Colombia
3	Dorado	Guatemala
4	DOR 391	Guatemala
5	Don Silvio	Guatemala
6	Yequare	Honduras
7	Don Víctor	Honduras
8	Frijol Chile	Honduras
9	Hnd. 43-40	Honduras
10	Oriente	Honduras
11	Catrachita	Honduras
12	SRCO 9-7	Honduras
13	SRCO 21-4	Honduras
14	SRCO 3-39	Honduras
15	Danli 46	Honduras
16	Porrillo Sintético	El Salvador
17	San Cristóbal 83	Honduras
18	Zacorano	Honduras
19	Cuarenteño	Honduras
20	Cincuentaño	Honduras
21	Porrillo 70 Arc- 2	Wisconsin/EU
22	Porrillo 70 Arc+1	Wisconsin/EU
23	Porrillo 70 Arc+2	Wisconsin/EU
24	Porrillo 70 Arc+3	Wisconsin/EU
25	Porrillo 70 Arc+4	Wisconsin/EU

y Aunque su origen es diverso, todas las variedades fueron proporcionadas por el Proyecto de Investigaciones en Frijol. Depto. Agronomía, EAP.

z Porrillo 70 y todas sus isolíneas se diferencian por su contenido de arcélina.

Preparación de los materiales para el cultivo del insecto y desarrollo del experimento

Para producir el inóculo se utilizaron frascos (Masson jars) de vidrio de 500 g de capacidad y para el experimento frascos de vidrio de 227 g de capacidad. Los frascos fueron lavados tres veces con agua y jabón y se enjuagaron con agua pura, dejando luego que se secaran al ambiente. Las tapas de estos frascos poseen un agujero central donde se coloca un papel filtro el cual actúa como barrera para otros insectos y permite el intercambio de gases, evitando así la muerte de los insectos por falta de oxígeno.

Los frascos de vidrio se colocaron sobre platos petri en bandejas de plástico con una capa de aceite mineral de alrededor de 1 cm de espesor, para evitar la entrada de hormigas, termitas u otros insectos.

Cultivo del insecto

La muestra original de *Z. subfasciatus* provino del cuarto de cultivo del CITESGRAN el cual se mantuvo a una humedad relativa promedio de $70.6\% \pm 9\%$ y una temperatura promedio de $28.8^{\circ} \text{C} \pm 2.5^{\circ} \text{C}$. Para asegurar abundante inóculo de edad conocida se infestaron seis frascos de cultivo cada tres días, produciéndose generaciones F1 que emergieron aproximadamente 28 a 30 días después de la infestación. Estos produjeron el cultivo parental de insectos que se utilizó en el estudio.

Para producir el inóculo se utilizó la variedad Danlí 46, a razón de 250g de semillas por frasco, ya que esta variedad es altamente susceptible al ataque de *Z. subfasciatus* (Robleto, 1990).

Cada frasco fue infestado con 50 parejas (100 adultos sexados) de *Z. subfasciatus*. Las hembras se reconocieron por sus cuatro manchas blancas en los élitros y por el tamaño mayor que el del macho y éstos se reconocieron por su color gris plomo y las antenas de mayor tamaño.

Dieciocho días después de la inoculación se removieron todos los adultos vivos y muertos, por medio de mallas de orificios redondos de 12/64 pulgadas, para asegurar que al emerger los nuevos adultos, veintiocho días después de la inoculación, solo tendríamos vivos y no una mezcla de vivos y muertos.

Infestación

La infestación se realizó con insectos parentales de tres días de edad de la primera generación obtenida en los botes de cría (ver cultivo del insecto). Una vez colocados los insectos en las unidades experimentales, se trasladaron a un cuarto de cría. Dieciocho días después se removieron los adultos parentales por medio de mallas de orificios redondos de 12/64 pulgadas, para comenzar los conteos requeridos.

Unidad experimental

Como unidad experimental se utilizaron 100 g de frijol de cada genotipo. Se prepararon cuatro repeticiones de cada tratamiento colocando 20 parejas sexadas de *Z. subfasciatus*, distribuidas completamente al azar (Apéndice 4). El frijol al momento de realizar la inoculación tenía un contenido de humedad promedio de $10.5\% \pm 0.15\%$ (base húmeda).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño distribuido completamente al azar con cuatro repeticiones. La fuente de variación independiente fueron los genotipos. Para evaluar la cantidad de adultos emergidos (F_1) se realizaron ocho muestreos desde el día 28 hasta el día 49 después de la inoculación, con intervalos de tres días entre muestreos.

Para analizar las variables se utilizó el programa MSTAT 4.0 (MSTAT, 1988), y para la variable relación entre hembras y machos se utilizó el programa SAS (SAS Institute Inc, 1988).

Características del frijol

El color y el tamaño de las semillas de los diferentes genotipos se clasificaron de acuerdo con la tabla utilizada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Voysesst, 1983) (Apéndices 1 y 2).

Variables estudiadas

Número de huevos por hembra

Los datos de esta variable se obtuvieron tomando el total de huevos ovipositados en los 100 g de frijol de cada tratamiento, para luego dividirlos entre el número total de hembras inoculadas en cada variedad.

Número total de huevos en 100g de frijol

Este conteo se realizó visualmente 20 días después de la infestación. Se contó el número de huevos en los 100 g de frijol de cada una de las unidades experimentales. En el examen de los granos se utilizaron pinzas para evitar el contacto directo del frijol con las manos, lo que podría alterar la cantidad total de huevos y la humedad del grano.

Número de granos con huevos

Los datos para número de granos con huevos se obtuvieron cuando se calculó la variable número de huevos totales en 100g de frijol.

Porcentaje de granos ovipositados

No analizado estadísticamente, sirvió para observar la actividad de oviposición de las hembras y para medir si se presenta algún tipo de resistencia en los genotipos evaluados.

Total de adultos emergidos en 100 g de frijol

Para tomar este dato se realizaron muestreos cada tres días desde el día 24 hasta el día 49 después de la infestación. Se utilizaron mallas de orificios redondos de 12/64 pulgadas para remover todos los gorgojos presentes en las muestras. Estos se colocaron en una bandeja, la que a su vez fue colocada sobre hielo, para inmovilizarlos y facilitar su conteo (Schoonhoven et al., 1988). Para el recuento se utilizó un aspirador mecánico. Se separaron los adultos manualmente y luego se aspiraron primero los machos y después las hembras, tomando en cuenta las características morfológicas de cada sexo.

Porcentaje de emergencia

Aunque no analizado estadísticamente, se obtuvo para poder apreciar mejor los niveles de resistencia. La operación matemática para obtener dicho dato es: el número de adultos emergidos se multiplica por cien y luego se divide por el total de granos ovipositados.

Número total de machos y hembras emergidos en 100 g de frijol

Para tomar los datos de estas dos variables se utilizó la metodología de la variable total de adultos en 100g de frijol.

Relación entre hembras y machos

Se contaron los números totales de hembras y machos para cada tratamiento y se les relaciono para comparar la proporción entre machos y hembras. Se realizó una prueba de Ji-Cuadrado para determinar estadísticamente en cuales variedades se presentaban diferencias significativas en número de hembras y machos.

Peso seco individual de la F_1 de *Z. subfasciatus*

Esta variable se midió al finalizar el ensayo. Se tomaron todos los insectos (F_1) y fueron colocados en un horno de flujo continuo durante 72 horas a temperatura de 60° C para obtener el peso seco final, éstos datos se dividen luego para el número de adultos emergidos para obtener el peso seco individual.

BIBLIOTECA WILSON FORBES
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 33
FERREÑALDE HONDURAS

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Promedio de huevos por hembra

Al observar los resultados obtenidos (Cuadro 2), notamos que la oviposición de las hembras de *Z. subfasciatus* fue afectada significativamente por el genotipo (Apéndice 9). En los primeros dieciocho genotipos (Cuadro 2) se encontró un promedio general de 28 huevos por hembras, a temperatura promedio de $28.83^{\circ} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa promedio de $70.55\% \pm 9\%$. Estos resultados son similares a los de Teck (1982) que encontró 28.7 huevos por hembra bajo las mismas condiciones de desarrollo. Esta similitud es posible ya que ambos ensayos se realizaron de Agosto a Noviembre. Sin embargo, Huignar (1975) encontró promedios de 12.3 por hembra bajo las mismas condiciones de estudio. Pajni (1986), informó sobre la presencia de dos biotipos de hembras de *Z. subfasciatus* que llamo normales y anormales. La fecundidad de las hembras normales en el mes de Febrero fue de 27 a 28 huevos y en los meses de Agosto a Septiembre se incremento de 45 a 51 para las anormales, en la India. Pajni y Jabbal (1986) encontraron promedios de 29 huevos por hembra a temperatura de 35°C y 50% de humedad relativa. Las diferencias observadas por estos autores, posiblemente se deban a que los ensayos se realizaron en diferentes épocas del año y que se utilizaron diferentes biotipos de insectos. En nuestro caso consideramos el grupo de hembras como oviposición normal.

Cuadro 2. Promedio de huevos por hembra de *Z. subfasciatus* y promedio de huevos en 100 g de frijol en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Genotipos	Promedio de huevos por hembra	Promedio de huevos en 100 g
Porrillo 70 Arc+3	33 ± 6 a	642 ± 102 a
SRCO 9-7	32 ± 4 a	629 ± 78 a
Porrillo Sintético	31 ± 6 a	625 ± 115 a
Hnd. 43-40	30 ± 4 a	603 ± 90 a
Oriente	29 ± 4 a	586 ± 80 a
San Cristóbal 83	29 ± 3 a	572 ± 50 a
SRCO 21-4	28 ± 3 a	565 ± 50 a
Zamorano	28 ± 2 a	562 ± 40 a
Porrillo 70 Arc-	28 ± 1 a	551 ± 27 a
Catrachita	27 ± 1 a	541 ± 25 a
SRCO 3-39	27 ± 4 a	534 ± 78 a
Cuarenteño	27 ± 4 a	534 ± 73 a
Porrillo 70 Arc+1	26 ± 4 a	527 ± 73 a
Danlí 46	26 ± 7 a	524 ± 133 a
Porrillo 70 Arc+4	26 ± 2 a	516 ± 32 a
Cincuentaño	26 ± 6 a	512 ± 121 a
Porrillo 70 Arc+2	24 ± 1 ab	480 ± 15 ab
Frijol Chile	22 ± 9 abc	447 ± 188 abc
DOR 391	15 ± 3 bcd	303 ± 59 bcd
Chingo R	15 ± 5 cd	290 ± 102 cd
Yequare	14 ± 6 cd	279 ± 120 cd
Dorado	14 ± 4 cd	275 ± 87 cd
Desarrural 1R	13 ± 8 cd	260 ± 153 cd
Don Silvio	13 ± 3 cd	251 ± 69 cd
Don Victor	12 ± 2 d	241 ± 40 d

-Porrillo 70, son isoclinas de color negro, que las diferencia su contenido de la proteína arcelina.

-Separación de medias con base en la prueba Duncan (MSTAT, 1988), promedios seguidos de diferentes letras en cada columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.01$).

En los siete genotipos restantes, las hembras ovipositaron un promedio 14 huevos. Esto coincide con Huignar (1975), quien obtuvo 12.5 huevos por hembra, bajo las condiciones similares en que trabajamos. En ambos casos, los insectos fueron sometidos a un hospedero determinado (Dobbie, 1974) y no a una mezcla de semillas de distintos genotipos donde las hembras pudieran seleccionar su estrato preferencial de oviposición. Se observó un a baja oviposición de las hembras en estos genotipos en comparación con los otros. Se sabe que el contacto de las hembras con los granos de su preferencia es necesario para estimular la producción en los ovarios y la inducción de la actividad de postura. Esto se considera básico para la vida de esta especie en relación con las condiciones secas del frijol almacenado (Utida, 1967).

Para esta diferencia de huevos por hembra (disminución de oviposición) se evaluó las características físicas de los granos y su posible efecto. Sin embargo, los veinticinco genotipos (Apéndice 2), presentan una gama de colores variada. Los siete genotipos en los cuales las hembras tuvieron baja oviposición, presentan colores similares a los dieciocho genotipos restantes. Adicionalmente, es sabido que los insectos no reconocen colores por lo que se descarta como posible causante de la baja oviposición de las hembras. Al revisar el tamaño de los granos (Apéndice 1), se observó que todos los genotipos presentan grano pequeño (Voysest, 1983). Presumimos, entonces, que no es un factor importante que afecte

el comportamiento de las hembras en su oviposición. Sin embargo, Schoonhoven, Cardona y Valor, (1983) informan que al comparar genotipos silvestres de frijol común que producen semillas pequeñas con genotipos silvestres y cultivados que presentan semillas medianas o grandes, las de tamaño pequeño generalmente están asociadas con resistencia al ataque de *Z. subfasciatus*. En estudios realizados encontraron una alta correlación estadística entre el tamaño de los granos y la cantidad de huevos ovipositados. Por otro lado, tampoco creemos que la forma de los granos fue un factor determinante, porque todos los genotipos están catalogados de forma arriñonada. También se descartó el contenido de humedad de los granos pues ésta se mantuvo constante durante todo el ensayo (Apéndice 8).

El frijol en su contenido bioquímico presenta sustancias químicas como inhibidores de tripsinas, lectinas, saponinas y heteropolisacaridos (Applebaum, Gestetner y Birk, 1965), que pueden afectar el comportamiento complejo de los insectos, en especial, en sus patrones de postura y la selección del hospedero (Rosenthal, Hueghez y Janzen, 1982). La reducción de la oviposición en los genotipos DOR 391, Chingo R, Yeguaré, Dorado, Desarrural 1R, Don Silvio y Don Victor, se podría deber a la presencia de algún compuesto químico presente en estos genotipos, que provocarían en la hembra de *Z. subfasciatus* una reducción en su actividad de oviposición y hasta una posible repelencia a los granos. Esta repelencia

también se podría reflejar en el promedio de huevos ovipositados en 100 g de semillas (Cuadro 2), ya que entre el grupo de dieciocho genotipos y el grupo con baja oviposición podemos ver diferencias de más de 150 huevos en 100g de grano. Esta diferencia es altamente significativa (Apéndice 9).

Entre los siete genotipos con baja oviposición se presentó un rango de granos ovipositados que va desde 26 a 52% de los granos disponibles en 100 g de frijol. Comparado éste con un porcentaje mayor obtenido en los otros dieciocho genotipos restantes con un rango desde 50 a 77% de granos ovipositados (Cuadro 3). En general, se observaron dos factores en el comportamiento de las hembras: 1) baja oviposición y 2) baja preferencia a ovipositar los granos disponibles. Esto hace suponer que posiblemente presenten algún compuesto químico que afecta la oviposición y la preferencia de las hembras de *Z. subfasciatus*. Janzen (1977) y Birch *et al* (1989) mencionados por Fujii *et al* (1990), informaron que en varios estudios realizados se presentó una toxina o compuesto químico en la testa de ciertas semillas de leguminosas la cual afectó el comportamiento de algunas especies de la familia *Bruchidae*.

Por otra parte Gokhale, Honda y Yamamoto, (1989) informa que en estudios realizados con *Callosobruchus maculatus* los resultados les sugirieron que la oviposición de las hembras fue más estimulada por un agente químico en la semilla que por un estímulo de las características físicas del grano.

Cuadro 3. Promedio de granos en 100 g de frijol, número de granos con huevos y porcentaje de granos ovipositados por hembras de *Z. subfasciatus* en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Genotipos	Promedio de granos	Número de granos con huevos	Porcentaje de granos ovipositados
Porrillo 70 Arc+3	509	326 ± 44 a	65%
Porrillo Sintético	422	298 ± 13 ab	71%
Porrillo 70 Arc-	510	295 ± 18 ab	58%
San Cristóbal 83	424	284 ± 19 ab	70%
Cuarenteño	460	278 ± 31 ab	60%
Zamorano	396	273 ± 21 ab	69%
Porrillo 70 Arc+2	554	272 ± 10 ab	50%
Oriente	380	268 ± 7 abc	71%
Porrillo 70 Arc+4	541	266 ± 23 abc	50%
Porrillo 70 Arc+1	508	263 ± 12 abc	52%
Hnd. 43-40	411	263 ± 36 abc	64%
Cincuentaño	425	255 ± 34 abcd	60%
Danlí 46	337	251 ± 37 abcd	75%
Catrachita	385	248 ± 26 abcde	64%
Frijol Chile	482	247 ± 75 abcde	51%
SRCO 3-39	316	244 ± 9 bcde	77%
SRCO 9-7	439	240 ± 64 bcdef	55%
SRCO 21-4	372	220 ± 62 bcdefg	60%
Chingo R	459	190 ± 36 cdefg	41%
DOR 391	442	185 ± 36 defg	42%
Desarrural 1R	355	184 ± 10 defg	52%
Yeguaré	448	173 ± 54 efg	39%
Dorado	412	168 ± 42 fg	41%
Don Silvio	440	163 ± 34 g	37%
Don Victor	589	153 ± 21 g	26%

-Separación de medias con base en la prueba de Duncan (MSTAT, 1988), promedios seguidos de diferentes letras en cada columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.01$).

-Promedio de granos en 100 g sólo están colocados para demostrar el porcentaje de granos ovipositados.

Honda (1979) informa que la actividad de distribución de los huevos sobre los granos podría estar afectada por una mezcla de lípidos tales como ácidos grasos y triglicéridos los cuales fueron denominados "marcadores de oviposición".

Las hembras de *Z. subfasciatus* son capaces de poner huevos en semillas que presenten alguna característica bioquímica deseable la cual podría ser detectada principalmente por el tacto sensorial con las antenas o por el aire al respirar. Mitzuta (1960), informa que los brúquidos no se alimentan en los estados de adulto pero pueden tomar agua y néctar; se presume que el componente de reducción en la oviposición es detectado por las hembras al depositar sus huevos. Además, una vez que las larvas penetraron en el grano se desarrollaron normalmente como se observa en el porcentaje de emergencia de adultos (Cuadro 4), con baja mortalidad de inmaduros.

Las hembras de *Z. subfasciatus* en su mayoría colocaron los huevos en los costados y hacia los polos del grano, ovipositando muy pocos huevos en el centro o los bordes de estos. Esto coincide con datos de Utida (1967) y Mitzuta (1960), que informaron que los huevos son colocados en un 30% a 40% en forma colectiva ya que hay mayor sobrevivencia de larvas que cuando son colocados separadamente. Estos grupos de huevos son denominados "masas de huevos". En el Cuadro 3, notamos dos grupos de porcentajes de granos ovipositados, uno que comprende los dieciocho primeros genotipos con promedios

Cuadro 4. Número promedio de huevos, promedio de adultos emergidos y porcentaje de emergencia de *Z. subfasciatus* en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Genotipos	Número de huevos ovipositados	Adultos emergidos promedio	Porcentaje de emergencia
Porrillo Sintético	625	598 ± 55 a	96%
SRCO 9-7	629	557 ± 75 a	89%
Oriente	586	551 ± 90 a	94%
SRCO 21-4	565	515 ± 48 a	91%
Zamorano	562	511 ± 58 a	91%
Cincuentaño	512	510 ± 85 a	99%
Catrachita	545	507 ± 43 a	93%
San Cristóbal 83	572	497 ± 69 a	87%
SRCO 3-39	534	496 ± 71 a	93%
Danlí 46	524	495 ± 142 a	94%
Porrillo 70 Arc-	551	489 ± 78 a	89%
Porrillo 70 Arc+3	642	482 ± 82 ab	75%
Cuarentaño	534	480 ± 30 ab	90%
Hnd. 43-40	603	477 ± 25 ab	79%
Porrillo 70 Arc+4	516	449 ± 47 ab	87%
Frijol chile	447	430 ± 192 abc	96%
Desarrural IR	360	327 ± 18 bc	91%
Porrillo 70 Arc+1	527	295 ± 39 c	56%
Chingo R	290	282 ± 80 c	97%
DOR 391	303	269 ± 77 c	89%
Yeguares	279	264 ± 99 c	95%
Dorado	275	245 ± 63 c	89%
Porrillo 70 Arc+2	480	234 ± 12 c	49%
Don Silvio	251	230 ± 44 c	92%
Don Victor	241	228 ± 40 c	95%

Número promedio de huevos en 100g de grano se presentó en el Cuadro 3, aquí se presenta para demostrar el porcentaje de emergencia.

-Separación de medias con base en la prueba de Duncan (MSTAT, 1988), promedios seguidos de diferente letra en cada columna son estadísticamente significativos ($P \leq 0.01$).

de 62% y otro grupo de siete genotipos con promedio de 40% de granos ovipositados. Los genotipos del primer grupo y que fueron "más preferidos" por las hembras, presentaron este fenómeno de masas de huevos. Mientras que los genotipos del segundo grupo los huevos fueron agregados en la misma forma pero en un número menor de granos que el anterior. También, la oviposición, en promedio, fue de dos huevos por grano.

Promedio de adultos emergidos y porcentaje de emergencia

Al observar los resultados del promedio de adultos emergidos en los 25 genotipos (Cuadro 4), notamos que en esta variable podemos dividir los genotipos en dos grandes grupos, similares a los de las variables número promedio de huevos por hembra y número total de huevos, presentando diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos (Apéndice 13).

Los promedios de adultos emergidos en Desarrural 1R, Chingo R, DOR 391, Yeguaré, Dorado, Don Silvio y Don Victor fueron similares a los Porrillo 70 Arc⁺¹ y Arc⁺². En las isoclinas de Porrillo 70 Arc⁺¹ y Arc⁺², es sabido que los niveles de resistencia son conferidos por la presencia de arcelina (Schoonhoven, 1976; Pajni y Jabbal, 1986; Robleto, 1990; Rodríguez, 1992; Teck, 1992; y Altamirano, 1992). Esta resistencia se observa en una alta mortalidad de insectos inmaduros a pesar de un nivel de oviposición normal de 28 huevos realizado por las hembras de *Z. subfasciatus*, Teck

(1992). Al revisar el porcentaje de adultos emergidos de los siete genotipos restantes, se observa un promedio de emergencia de 93%. Esto sugiere que el bajo porcentaje de emergencia en Porrillo 70 Arc+1 y Arc+2 (56% y 49%, respectivamente) es causado por las concentraciones de arcelina y no por una baja oviposición. El alto porcentaje de emergencia en los siete genotipos restantes probablemente no se deba a factores que ocasionan la mortalidad de inmaduros. Este resultado nos permite pensar nuevamente que el posible compuesto químico que afectó a las hembras y produjo su baja oviposición y en una posible repelencia del grano se encuentre probablemente presente en estos granos. Esta proposición concuerda con la de Simmonds, Blaney y Birch, (1989) quienes informan que el comportamiento de oviposición de la hembra de *Z. subfasciatus*, sobre el genotipo silvestre *P. filliformis*, se reduce considerablemente debido a un factor posiblemente químico. Además, sugieren que la interacción que favorece o no la relación entre el bruquido y la planta puede ser caracterizada en dos posibles formas: 1) presencia de una sustancia química repelente asociada con la superficie de la testa o 2) falta de un estímulo químico para la actividad de oviposición.

En efecto hay mucha literatura iconcerniente con el área de compuestos químicos eficaces en la defensa de las leguminosas contra los brúquidos. Esto refleja la importancia del efecto, la búsqueda y la identificación de estos

compuestos, según sugiere Janzen, (1976). Alternativamente, el efecto químico más importante no ha sido todavía detectado en relación con los brúquidos del Nuevo Mundo, los cuales son depredadores más eficientes que los brúquidos del Viejo Mundo. Esto se puede deber a dos factores la adaptación o la coevolución de las defensas químicas de las leguminosas del Nuevo Mundo (Simmonds, Blaney y Birch, 1989). Esto debe seguirse evaluando para caracterizar la fuente o fuentes específicas de resistencia al ataque de los brúquidos. La conservación de la variabilidad a través de las colecciones y el mejoramiento de los niveles de resistencia como principal objetivo en el área de fitomejoramiento, podrían llevar a obtener los resultados deseados en la lucha contra las plagas más importantes de frijol almacenado en Latinoamérica.

El efecto de la arcelina sobre el desarrollo final de la población de *Z. subfasciatus*, está marcado según las medias de población de adultos emergidos. Obtuvimos porcentajes de emergencia de adultos en orden ascendente desde 49%, 56%, 75%, 87%, y 89% para Arc⁻², Arc⁺¹, Arc⁺³, Arc⁺⁴ y Arc⁻, respectivamente (Cuadro 4). Este orden ascendente de adultos emergidos coincide con los resultados de Pabón, Aguirre y Reyes, (1978), Schoonhoven (1976) y Altamirano (1992).

El porcentaje de adultos emergidos de Arc⁺¹ (56%) y el de Arc⁺² (49%), es aproximadamente la mitad de los porcentajes en los 23 genotipos restantes. Por otro lado, el porcentaje promedio de emergencia que presentaron el resto de los 23

genotipos evaluados fue de 91%, siendo similar al informado por Teck (1992), bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa. Adicionalmente los ensayos también fueron desarrollados durante la misma época del año (Agosto - Noviembre), por lo que se podría considerar como un porcentaje de emergencia normal generado por la oviposición de hembras con comportamiento normal.

Ciclo de vida de *Z. subfasciatus*

Según se observa en el Cuadro 5, el ciclo de vida de *Z. subfasciatus* fue de 28 días en todos los genotipos bajo las condiciones de temperatura y humedad relativa evaluados. Este período es similar a lo encontrado por Mendes-Ferreira (1980) y Teck (1992) quienes informan un ciclo de vida de 27 y 29 días respectivamente, bajo las mismas condiciones de estudio.

En cuanto a días de máxima emergencia se presentaron dos grupos de genotipos. Un grupo cuya máxima emergencia de adultos se presentó el día 31 después de la inoculación y otro grupo, con presencia de arcelina, que tardó de 34 hasta 43 días después de inoculados para presentar una máxima emergencia.

Simmonds, Blaney y Birch, (1989) sugieren seis etapas para calificar la resistencia de un genotipo de frijol al ataque de *Z. subfasciatus*, en formas físicas como químicas han sido identificadas, las cuales son: 1) Adultos emergidos (bajo número de adultos emergidos y alargamiento del ciclo de vida),

Cuadro 5. Días a primera, máxima y última emergencia de los insectos de *Z. subfasciatus* en genotipos de frijol común, Honduras, 1993.

Genotipos	Número total de adultos emergidos	Días a primer emergencia	Días a máxima emergencia	Días a última emergencia
Chingo R	282	28	31 a	40
Desarrural 1R	327	28	31 a	40
Dorado	245	28	31 a	40
DOR 391	269	28	31 a	40
Don Silvio	230	28	31 a	40
Yeguaire	264	28	31 a	40
Don Victor	228	28	31 a	40
Frijol Chile	430	28	31 a	40
Had. 43-40	477	28	31 a	40
Oriente	551	28	31 a	40
Catrachita	507	28	31 a	40
SRCO 9-7	557	28	31 a	40
SRCO 21-4	515	28	31 a	40
SRCO 3-39	496	28	31 a	40
Danlí 48	495	28	31 a	40
Porrillo Sintético	598	28	31 a	40
San Cristóbal 83	497	28	31 a	40
Zamorano	511	28	31 a	40
Cuarenteño	480	28	31 a	40
Cincuentaño	510	28	31 a	40
Porrillo 70 Arc-	489	28	34 ab	49
Porrillo 70 Arc+2	234	28	37 ab	49
Porrillo 70 Arc+4	449	28	40 ab	49
Porrillo 70 Arc+3	483	28	40 ab	49
Porrillo 70 Arc+1	295	28	43 b	52

- Días después de inoculación de veinte hembras de *Z. subfasciatus* en 100 g de frijol.

- Separación de medias con base en la prueba de Duncan (MSTAT, 1988), promedios seguidos de diferente letra en cada columna son estadísticamente significativos ($P < 0.05$).

2) Desarrollo de la larva aunque muera la pupa o falle el adulto al momento de emerger, 3) Muerte de la larva aunque pasen la testa hasta el cotiledón, 4) Oviposición aunque la larva desarrollada muera sin haber penetrado la testa, 5) Oviposición aunque los huevos no se desarrollen y 6) No oviposición. El desarrollo total de la población es considerado como el factor más importante para calificar la resistencia de un genotipo de frijol (Schoonhoven, Cardona y Valor, 1983; Osborn, Blake y Bliss, 1986; CIAT, 1987; y Birch, *et al.* 1988). El siguiente factor es la prolongación en el desarrollo del ciclo de vida del insecto (Cardona *et al.*, 1989 y Altamirano 1992). Esta prolongación confiere una conservación de la calidad del frijol por un período más largo, permitiendo reducir las aplicaciones de sustancias químicas y otros medios curativos de combate de insectos.

De acuerdo con nuestros datos, el efecto de la arcelina, retarda, además, el ciclo de vida de *Z. subfasciatus* en aproximadamente 10 a 12 días en Porrillo 70 Arc⁺. Estos resultados coinciden con los informados por Harmsen *et al.*, (1987) y Osborn *et al.* (1987), en que el ciclo de vida encontrado por ellos fue de 9 y 10 días, respectivamente. Considerando el atraso de 12 días producido en el ciclo de *Z. subfasciatus* por Porrillo 70 Arc⁺ y si al ciclo normal de *Z. subfasciatus* (28 días) le sumamos este atraso, tendríamos un ciclo total en 40 días (días a primera emergencia). En un ciclo normal de almacenamiento de frijol de primera, que dura

alrededor de cinco meses, significaría que el productor en vez de tener cinco ciclos normales de *Z. subfasciatus* tendría alrededor de tres ciclos, equivalente a un tercio del ciclo normal por mes. Si a este hecho se le adiciona la presencia de algún producto químico presente en el grano y que provoque una baja oviposición de las hembras o una posible repelencia, tendríamos daños inferiores considerables. Esto nos daría la ventaja del alargamiento de la calidad del frijol almacenado y la reducción del uso del combate químico.

En el resto de las isoclinas de Porrillo 70 se observó un atraso entre 4 y 9 días del ciclo de vida de *Z. subfasciatus*, sugiriendo una resistencia intermedia con estos niveles de arcelina que es, similar a lo informado por Harmsen *et al.* (1988) y Altamirano (1992).

Promedio de hembras y machos emergidos en 100 g de frijol

Las hembras y machos emergidos de *Z. subfasciatus*, en general presentaron comportamientos diversos en cuanto a su nivel de población y emergencia en cada tratamiento (Cuadro 6), según resultados se presentaron dos grupos de genotipos.

El primero formado por los primeros 18 genotipos que presentan promedios de hembras y machos emergidos que varía desde 296 y 302 en el genotipo Porrillo Sintético hasta 215 y 218, respectivamente, en el genotipo Frijol Chile. El segundo grupo con los nueve genotipos restantes presentan promedio de hembras y machos emergidos alrededor de 50%

Cuadro 6. Promedio de adultos emergidos (hembras y machos) y relación hembra macho de *Z. subfasciatus* en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Genotipos	Promedio de hembras emergidas	Promedio de machos emergidos	Relación hembra:macho
Porrillo Sintético	295 ± 32 a	302 ± 25 a	0.98:1
SRCO 9-7	275 ± 46 a	283 ± 30 a	0.97:1
Oriente	265 ± 26 a	286 ± 66 a	0.93:1
SRCO 21-4	260 ± 29 a	255 ± 20 a	1:0.98
Zamorano	257 ± 29 a	254 ± 33 a	1:0.99
Danlí 46	253 ± 68 a	242 ± 77 a	1:0.96
Porrillo 70 Arc-	249 ± 41 a	240 ± 44 a	1:0.97
Catrachita	248 ± 26 a	259 ± 20 a	0.96:1
Cincuentaño	247 ± 42 a	263 ± 47 a	0.94:1
Cuarentaño	244 ± 13 a	236 ± 22 ab	1:0.97
SRCO 3-39	239 ± 31 a	257 ± 43 ab	0.93:1
Porrillo 70 Arc+3	238 ± 37 a	245 ± 46 ab	0.97:1
San Cristóbal 83	238 ± 43 a	259 ± 28 ab	0.92:1
Porrillo 70 Arc+4	229 ± 19 ab	220 ± 29 ab	1:0.96
Hnd. 43-40	225 ± 4 ab	252 ± 23 ab	0.89:1
Frijol chile	215 ± 95 abc	216 ± 96 ab	0.99:1
Desarrural 1R	156 ± 18 bo	172 ± 10 c	0.90:1
Chingo R	146 ± 42 c	137 ± 39 c	1:0.94
Porrillo 70 Arc+1	136 ± 12 c	159 ± 27 c	0.85:1
Yeguares	134 ± 52 c	130 ± 51 c	1:0.97
DOR 391	134 ± 46 c	135 ± 33 c	0.99:1
Don Victor	115 ± 23 c	113 ± 19 c	1:0.98
Dorado	114 ± 29 c	131 ± 35 c	0.87:1
Porrillo 70 Arc+2	114 ± 9 c	120 ± 10 c	0.95:1
Don Silvio	108 ± 22 c	122 ± 32 c	0.89:1

-Separación de medias con base en la prueba de Duncan. (MSTAT, 1988), promedios seguidos de diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.01$)

-La relación entre hembras y machos se analizó mediante la prueba de Chi Cuadrado (SAS, 1988), resultando no significativo (ns).

inferior y van desde 156 y 172 en el genotipo Desarrural 1R, hasta 108 y 122 en el genotipo Don Silvio. Notamos que se presentaron más machos que hembras, lo mismo que en trabajos de Howe y Currie (1988), Teck (1992) y Espinal (1993), aunque estas diferencias no fueron significativas según se observó en el análisis (Apéndice 12).

Asumimos que la relación entre hembras y machos de *Z. subfasciatus* es independiente del genotipo donde se desarrollen. Esta relación y la presencia del sexo está controlada directamente a nivel de genes y herencia sin ser influidos por factores de resistencia varietal.

Peso seco individual de adultos emergidos

Los pesos secos individuales de los adultos emergidos de *Z. subfasciatus* en los veinticinco genotipos de frijol evaluados, nuevamente dejan ver dos grupos en cuanto a sus diferencias (Cuadro 7).

Los adultos emergidos en los Porrillos 70 Arc+2 y Arc+1 presentaron los pesos secos más bajos 0.50 y 0.65 mg, respectivamente. Aunque el resto de isolíneas de Porrillo 70 presentaron pesos de individuos un poco más elevados, estadísticamente estos no presentan diferencia, lo mismo que los 19 genotipos siguientes. La única diferencia estadística es el peso de los insectos que se desarrollaron en Yeguaré ya que presentaron un peso que sobrepasa los 2.0 mg. Se sabe que las larvas que se desarrollan en genotipos de frijol que

Cuadro 7. Peso seco promedio individual de adultos emergidos de la primera generación de 20 parejas de *Z. subfasciatus* en 100g de frijol común. Honduras, 1993.

Genotipos	Promedio de adultos emergidos	Promedio peso seco final en gramos	Peso seco individual en miligramos
Porrillo 70 Arc+2	480	0.24	0.50 a
Porrillo 70 Arc+1	527	0.32	0.65 a
Porrillo 70 Arc+3	642	0.46	0.75 a
Porrillo 70 Arc+4	516	0.43	0.85 a
Porrillo 70 Arc-	551	0.47	0.85 a
DOR 391	303	0.24	0.85 a
Frijol chile	447	0.41	0.91 a
SRCO 21-4	566	0.59	1.00 ab
Oriente	586	0.60	1.00 ab
Chingo R	290	0.29	1.00 ab
San cristóbal 83	572	0.60	1.00 ab
Hnd. 43-40	603	0.62	1.02 ab
Don Silvio	251	0.29	1.10 ab
Zamorano	562	0.63	1.10 ab
SRCO 3-39	534	0.60	1.10 ab
SRCO 9-7	629	0.67	1.10 ab
Catrachita	541	0.62	1.10 ab
Cuarenteño	534	0.60	1.10 ab
Danlí 46	524	0.59	1.10 ab
Don Victor	241	0.27	1.10 ab
Dorado	275	0.30	1.10 ab
Porrillo sintético	625	0.71	1.10 ab
Cincuentaño	512	0.63	1.20 ab
Desarrural 1R	260	0.39	1.50 ab
Yeguaré	279	0.60	2.15 b

Peso seco de los insectos se obtiene colocando estos en un horno de flujo continuo durante 72 horas a 60 C. La diferencia en peso inicial y peso final se asume es ocasionado por evaporación de agua.

- Separación de medias con base en la prueba de Duncan (MSTAT, 1988), promedios seguidos de diferente letra en cada columna son estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$).

presentan niveles altos de arcelina en sus cotiledones, se ven afectadas por una baja de peso. Este efecto es considerado como uno de los componentes de resistencia, además de los ya conocidos, como son el retraso del ciclo de vida y baja emergencia total de adultos (Mitzuta, 1980; Schoonhoven, 1976; CIAT, 1986 y Altamirano, 1992). Sin embargo, nuestros resultados presentaron pesos secos individuales similares estadísticamente en todos los genotipos.

Los adultos de *Z. subfasciatus* lograron emerger en todos los genotipos evaluados, pero esto no quiere decir que los emergidos en isolíneas de Porrillo 70 tengan la misma capacidad de realizar actividades normales comparados con los insectos emergidos de los genotipos susceptibles. Según Simmond, Blaney y Birch, (1989) y Southgate (1978), el efecto de la arcelina sobre los adultos emergidos de *Z. subfasciatus*, no es de una forma aguda sino más bien en una forma crónica sobre su sistema hormonal dando como resultado un desarrollo anormal. Este efecto, posiblemente, es el que induce, en *Z. subfasciatus*, un proceso continuo de bajar el número de adultos emergidos en cada generación hasta llegar al punto de desaparecer por completo (Pabon, Aguirre y Reyes, 1976; Rosenthal, Hughes y Janzen, 1982; Schoonhoven, Cardona y Valor, 1983; Osborn, Blake y Bliss, 1986 y CIAT, 1987).

Los resultados de pesos individuales no presentaron diferencias estadísticas marcadas, sin embargo se notan diferencias de dos o hasta cuatro veces más peso de los

insectos en algunos genotipos. Diferentes autores han reportado que las larvas que se desarrollan en presencia de arcelina presentan bajo peso en los adultos (Schoonhoven, Cardona y Valor, 1983; Robleto, 1990; Teck, 1992 y Altamirano, 1992).

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos y de acuerdo con las condiciones bajo las cuales se desarrolló el ensayo, se definieron las siguientes conclusiones:

1.- Los genotipos Don Silvio, Don Victor, Yeguaré, Dorado, DOR 391, Chingo R y Desarrural 1R, posiblemente contienen un compuesto químico, que puede ser detectado por los adultos de *Z. subfasciatus*, la que provoca una baja oviposición.

2.- En los restantes genotipos incluyendo las isolíneas de Porrillo 70, la oviposición de las hembras no fue afectada.

3.- La resistencia presentada por las isolíneas de Porrillo 70 sobre *Z. subfasciatus*, se traduce en una baja emergencia.

4.- Las isolíneas de Porrillo 70 retrasan la emergencia de *Z. subfasciatus*, lo cual sugiere una prolongación de la calidad del grano durante su almacenamiento.

5.- Los pesos secos individuales no fueron afectados por el genotipo en el cual se desarrollaron los insectos.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARADO 92
TEGUIGALPA HONDURAS

VI. RECOMENDACIONES

- 1.- Evaluar el efecto de baja oviposición de *Z. subfasciatus* en los genotipos Don Silvio, Don Víctor, Yeguaré, Dorado, DOR 391, Chingo R y Desarrural 1R.
- 2.- Realizar pruebas de electroforesis en los genotipos para determinar si contienen arcelina.
- 3.- Continuar con la recolección de genotipos de frijol y evaluar sus posibles niveles de resistencia.
- 4.- Evaluar posible ruptura de la resistencia conferida por arcelina en *Z. subfasciatus*.
- 5.- Evaluar las concentraciones críticas y la recidivalidad de resistencia de los diferentes tipos de arcelinas.
- 6.- Incorporar en los programas de mejoramiento de frijol variedades en las cuales *Z. subfasciatus* presente una baja oviposición, una vez se confirme esta característica como heredable.
- 7.- Desarrollar un sistema para evaluar la textura de los genotipos de frijol y estudiar su efecto en la oviposición de las hembras de *Z. subfasciatus*.

VII. RESUMEN

La búsqueda de genotipos de frijol resistentes al ataque de *Z. subfasciatus* es una alternativa importante que varios investigadores consideran viable. Los objetivos de este estudio fueron evaluar la resistencia de genotipos hondureños de frijol común a *Z. subfasciatus* y estudiar el ciclo de vida del insecto. Frascos con 100g de cada genotipo fueron utilizados como unidad experimental. Las muestras fueron infestadas con 20 parejas de gorgojos las cuales tenían aproximadamente tres días de emergidas y fueron colocados bajo condiciones de temperatura de $28.8^{\circ} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $70.6 \pm 9\%$. A los 18 días de inoculados se separaron los adultos parentales. La oviposición fue evaluada visualmente a los 20 días y posteriormente se realizó conteos de adultos emergidos a los días 28, 31, 34, 37, 40, 43, 46 y 49 días después de infestados los frascos. Los resultados sugieren que todos los genotipos presentaron un alto número de huevos ovipositados, con excepción de Don Silvio, Don Víctor, Yeguaré, Dorado, DOR 391, Chingo R y Desarrural 1R, que presentaron una reducción de la oviposición de un promedio del 40%. Estos genotipos presentan un nivel de resistencia que se presume no conferido por arcelina, ni por características físicas como color, forma y tamaño. Se presume la presencia de sustancias químicas que posiblemente afecten la actividad de oviposición o la posible repelencia de las hembras hacia los granos. El promedio de huevos obtenidos por hembra de *Z. subfasciatus* fue de 23.8 y un promedio de 474 huevos en 100g

de frijol en genotipos sin reducción de oviposición. Con la excepción de las isolíneas de Porrillo 70 Arc⁺¹ y Arc⁺², todos los demás genotipos e isolíneas presentaron un alto porcentaje de emergencia de adultos. El ciclo de vida de *Z. subfasciatus*, bajo las condiciones de desarrollo del ensayo presentó una duración de 28 días, con 31 días a máxima emergencia y 40 días a última emergencia en genotipos susceptibles. La relación obtenida entre hembras y machos fue de 1:1. Esta relación es independiente del genotipo donde se desarrolle el insecto de *Z. subfasciatus*. El peso seco individual de los insectos de F₁ obtenido en todos los genotipos son similares estadísticamente, pero con un rango de 0.5 mg en Porrillo 70 Arc⁺¹ hasta 2.15 mg en el genotipo Yeguaré. El comportamiento de las isolíneas de Porrillo 70 se presentó de acuerdo con el nivel de resistencia conferido por el contenido de proteína (arcelina). Las isolíneas de Porrillo 70, según su contenido de arcelina, en orden de mayor resistencia a menor resistencia fue el siguiente: Arc⁺¹, Arc⁺², Arc⁺³, Arc⁺⁴ y Arc⁻.

VIII. LITERATURA CITADA

- ALTAMIRANO, R. C. 1992. Efecto de arcelina en la tasa de crecimiento y reproducción de *Z. subfasciatus* (Boheman). Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 96p.
- APPLEBAUM, S.W.; GESTETNER, B. y BIRK, Y. 1965. Physiological aspects of host specificity in the Bruchidae IV. Developmental incompatibility of soybeans for *Callosobruchus*. *Journal of Insect Physiology* 11:611-6.
- BINAGHI, G. 1956. Sulla ricomparsa in Italia della *Spermophagus subfasciatus* Boh. (Col. Bruchidae) e raffronti con un altro bruchidae nostrano de fagiolo. *Boll. Lab. Ent. agr. Portici*, 14, 83, 93. (Seen in abstract only).
- BIRCH, N.; SOUTHGATE, B. J.; y FELLOWS, L. E. 1985. Wild and semi-cultivated legumes as potential sources of resistance to bruchid beetles for crop breeders: study of *Vigna/Phaseolus*, *Plants for arid lands*, Royal Botanic Gardens, Kew. United Kingdom. pp. 303-320.
- _____, SIMMONDS, M. S. J; BLANEY, W. M. y FELLOWS, L. E. 1988. Chemical interactions between bruchids and legumes. In *Biology of the Leguminosae*. Ed by C.H. STIRTON y J.L. ZARUCCHI, Missouri Botanical Gardens, St. Louis, Missouri. 45p.
- BONNEMAISON, L. 1964. Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. Editorial Occidente, Barcelona, vol. 1, 605p.
- BRUNNER, S.C.; SCARAMUZA, L. C. y OTERO, A. R. 1945. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. *Boletín Estación Experimental Agrícola*, Santiago de las Vegas, Cuba 63: p. 1-246.
- CARDONA, C. y POSSO, C.E. 1987. Resistencia de variedades de frijol a los gorgojos del grano almacenado. *Boletín Informativo del Programa de Frijol del CIAT*. 9 (2): p. 1-4.
- _____, POSSO, C. E; KORNEGARY, J; VALOR, J. y SERRANO, M. 1989. Antibiosis effects of wild dry bean accessions on the mexican bean weevil and the bean weevil (Coleoptera: *Bruchidae*). *Journal of Economic Entomology*. 82(1): p. 310-315.
- CIAT. 1988. 1985 Bean Program Annual Report. p. 61-64.

- _____. 1987. Annual Report 1986. In Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 96-117
- COTTON, R.T. y WILBUR, D.A. 1982. Storage of Cereal Grains and Their Products. American Association of Cereal Chemists, Inc. Minnesota, USA. Volumen V-3rd ed. p. 281-317.
- CRUZ, C. 1975. Daño y combate de insectos en frijol común, *Phaseolus vulgaris* y en frijol costa, *Vigna unguiculata*. En Resumen Analíticos sobre el Frijol, CIAT, Ser. O85 B-3, vol 3, p. 232-233.
- CHONAY, J.J. 1977. Relación del nitrógeno aplicado al suelo y la variación del contenido de proteína en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Thesis. Universidad de San Carlos, Guatemala. 82p.
- 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: p. 294-299.
- DOBIE, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *S. zeamais* Mostch. (Coleoptera, Curculionidae). Journal of Stored Products Research 10: p. 183-197.
- ESPINAL, J. R. 1993. Economic losses associated with *Zabrotes subfasciatus* (Bohemian) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) infestation on stored dry red beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Southeastern Honduras. Ph. D. thesis. Department of Entomology, Kansas State University. 196 p.
- FAO. 1985. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: manual de capacitación. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 128 p.
- FUJII, K.; GATEHOUSE, A. M. R.; JOHNSON, C. D.; MITCHEL, R. y YOSHIDA, T. 1990. Bruchids and Legumes: Economics, ecology and coevolution. Proceedings of the Second International Symposium on *Bruchidae* and Legumes. Okayama, Japon. 407 p.
- GALWAY, M.W.; TEMPLE, S. R. y SCHOONHOVEN, A. V. 1985. The resistance of genotypes of two species of *Phaseolus* beans to the leafhopper *Empoasca kraemeri*. Annals of applied Biology 107. P. 147-50.

- GOKHALE, V. G.; HONDA, H. y YAMAMOTO, I. 1989. Role of physical and chemical stimuli of legume host seeds in comparative ovipositional behaviour of *Callosobruchus maculatus* (fab.) and *C. chinensis* (Linn.) (Coleoptera: Bruchidae). In Fujii, K. et al. 1990. Bruchids and Legumes: Economics, Ecology and coevolution. Tokyo University of agriculture, Tokyo. p. 45-51.
- HALL, D. W. 1971. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. 3ra. ed. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 399 p.
- HARMSSEN, R.; BLISS, F. A.; CARDONA, C.; POSSO, C. E. y OSBORN, T. C. 1987. Transferring genes for arcelin protein from wild to cultivated beans: implications for bruchid resistance. Departments of Horticulture and Agronomy, U. of Wisconsin and CIAT, Cali, Colombia. 152p.
- _____; BLISS, F. A.; CARDONA, C.; POSSO, C. A. y OSBORN, T. C. 1988. Transferring genes for arcelin protein from wild to cultivated beans: implications for bruchid resistance. Annual Report Bean Improvement Cooperative 31: p. 54-55.
- HONDA, H. 1979. Oviposition-regulating material in *Callosobruchus chinensis*, in Fujii, K. et al 1990. Bruchids and Legumes: Economics, Ecology and coevolution. Okayama University, Okayama, p. 1-24.
- HOWE, R.W. y CURRIE, J. E. 1964. Some laboratory observations on the rate of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. Bulletin Entomological Research. 55(3): p. 437-77.
- HUIGNARD, J. 1975. Influence de la copulation sur la fonction reproductrice femelle chez *Acanthoscelides obtectus*. Ann. Sci. Nat. Zool. 1711: 1-56.
- INSTITUTO Centroamericano de cooperación para la Agricultura (IICA). 1988. Macroanálisis de la producción de granos básicos en Honduras. 1976 - 87 IICA. Honduras.
- JANZEN, D.H. 1976. How southern cowpea weevil larvae (Bruchidae: *Callosobruchus maculatus*) die on non-host seeds. Ecology 58: p. 921-927.

- JARRY, M. y BONET, A. 1981. Premières observations sur la contamination *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera, Bruchidae) de gousses de *Phaseolus vulgaris* L. et *P. lunatus* L. au Mexique. Oecol. Applic. p. 311-315.
- _____. y BELL, E. A. 1977. Toxicity of secondary compounds to the seed-eating larvae of the bruchid beetle *Callosobruchus maculatus*. Phytochemistry 16, p. 223-227.
- KING, T. P.; POSZTAI, A.; y CLARKE, E. M. W. 1982. Immunocytochemical localization of ingested kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectins in rat gut. Histochem J. 12: p. 201-208.
- LABEYRIE, V. 1962. Mise en évidence d'influences multiples de la plante-hôte sur la stimulation de la ponte chez *Acanthoscelides obtectus* Say C.R. Soc. Biol. 156 (8-9): p. 1473-1477.
- LABEYRIE, V. 1981. Ecological problems arising from weevil infestation of food legumes. In The Ecology of Bruchids Attacking Legumes (pulses) (V. Labeyrie, ed.). p. 1-15.
- LARSON, A.E. 1927. The host selection principle as applied to *Bruchus quadrimaculatus* Fab. Ann. ent.Soc.Am.20: p. 37-39.
- LEOPOLD, R.A. 1976. The role of male accessory glands in insect reproduction. Ann. Rev. Entomol. 21: p. 199-221.
- LINDBLAD, C. y DRUBEN, L. 1986. Almacenamiento del grano. 2Ed. México 13 D.F. Editorial Pax México. 13 p.
- LUCAS, M.H. 1958. *Spermophagus semifasciatus*. Bull. Ent. in Annls. Soc. Ent. Fr. XXVIII. 18: p. 25-29.
- MACHADO, M.; TAI W. y BAKER, L. B. 1982. Cytogenetic analysis of the interspecific hybrid *Vigna radiata* x *V. umbellata*. Journal of Heredity 73: p. 205-208.
- McGUIRE, J.U. y GRANDALL, B.S. 1967. Survey of insecto pest and plant diseases of selected good crops of Mexico, Central America and Panama. Int. Agr. Dev. Ser., Agr. Res. Serv., USDA, AID, 157 p.
- MEIK, J. y DOBIE, P. 1986. The ability of *Zabrotes subfasciatus* to attack cowpeas. Tropical Development and Research Institute, London, Entomol. exp. appl. 42: p. 151-158.

- MENDES FERREIRA, A. 1960. Subsidios para o estudo de nua proga do jegao (*Zabrotes subfasciatus* Boh-Coleoptera-Bruchidae) des climas tropicais. Garcia de orta 8 (3): p. 559-581.
- MITZUTA, K. 1960. Effect of individual number on the development and survival of the larvae of two Lymantriid species living in aggregation and in scattering. Jap. J. appl. Ent. Zool., 4: p. 146-152.
- MSTAT. 1987. User's Guide to Mstat. Versión 4.0. Michigan State University and Agricultural University of Norway.
- NWANZE, K.E. y PITTS, C. 1975. Evidence of ovipositional preferences of *Callosobruchus maculatus* (F.) for cowpea varieties. Environmental Entomology 41: p. 409-412.
- OSBORN, T.C.; BLAKE, T.; BLISS, F. A. 1986. Bean arcelin 2. Genetic variation, inheritance and linkage relationships of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. Theor. Appl. Genet. 71: p. 847-855.
- _____; ALEXANDER, D. C.; SUN, S. S. M.; CARDONA, C. y Bliss F. A. 1987. Insecticidal activity and lectin homology of arcelin seed protein. Plant Molecular Physiology University of Hawaii, Honolulu, 32: p. 207-209.
- OUEDRAOGO, P.A. 1978. Introduction a Pétude de quelques aspects de la biologie de *Callosobruchus maculatus* (coléoptre-Bruchidae) et de l'activité reproductrice de la femelle. Thèse 3eme cycle, Toulouse, 1-101 p.
- PABON, R.I.A.; AGUIERRE, C. J. y REYES, Q. J. A. 1976. Resistencia de diecisiete variedades comerciales de frijol en almacenamiento al ataque del gorgojo pintado de los granos (*Zabrotes subfasciatus* Boh.) Acta Agr., Colombia, 26(1/2): p. 39-47.
- PAJANI, 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. p. 506-519.
- PAJANI, H.R. y JABBAL, A. 1986. Some observations on the biology of *Zabrotes subfasciatus* (Boh) (Bruchidae: Coleoptera). Department of Zoology, Punjab University, India. J. Insect Physiology. Vol. 37, parts III-IV, p. 11-16.

- PIERRE, D. y PIMBERT, M. 1982. Some data on the reproductive activity of *Zabrotes subfasciatus* in the laboratory. Series Entomologica Vol. 19 ed by V. Labevrie. p. 112-123.
- PIMBERT, M.P. y PIERRE, D. 1983. Ecophysiological aspects of bruchid reproduction I. The influence of pod maturity and seeds of *Phaseolus vulgaris* and the influence of insemination on the reproductive activity of *Zabrotes subfasciatus*. Ecological Entomology. 8: p. 87-94.
- _____. 1985. A model of host plant change of *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in a traditional bean cropping system in Costa Rica. Institut de Biocénétique Expérimentale des Agrosystèmes, Université F. Rabelais, France. p. 39-54.
- PRATT, R.C.; BRESSAN, R. A. y HASEGAWA, P. M. 1985. Genotypic diversity enhances recovery of hybrids and fertile backcrosses of *Phaseolus vulgaris* x *P. acutifolius*. Euphytica 34: p. 329-344.
- ROBLETO, G. A. 1990. Comparación de métodos de almacenamiento para control de *Z. subfasciatus* en frijol común. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 58p.
- ROMERO, A.J.; YANDELL, B. S. y BLISS, F. A. 1986. Bean arcelin 1. Inheritance of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. and its effect on seed composition. Theor. Appl. Genet. 72: p. 123-128.
- ROSENTHAL, G. A.; HUEGHES, C. G. y JANZEN, D. H. 1982. L-canavanine, a dietary nitrogen source for the seed predator *Caryedes brasiliensis* (Bruchidae). Science, 217: p. 353-355.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT[™]. 1988. User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028p.
- SCHOONHOVEN, A. V. 1976. Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. Bean Program, CIAT. p. 691-698.
- _____; y CARDONA, C. 1982. Low levels of resistance of the Mexican bean weevil in dry beans. J. Econ. Entomol. 75: p. 567-569.

- _____; CARDONA, C. y VALOR, J. 1983. Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in noncultivated common bean accessions. J. Econ. Entomol. 76: p. 1255-1259.
- _____; CARDONA, C. y GARCIA, J. 1988. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control. CIAT, Cali, Colombia. 3a. Ed. 39 p.
- SIFUENTES, J.A. 1978. Control de plagas del frijol en México. In Resúmenes Analíticos sobre el Frijol, CIAT, ser. 085 B-3, Vol. 3, p.240.
- SIMMONDS, M.S.J.; BLANEY, W. M. y BIRCH, A. N. E. 1989. Legume Seeds: the defenses of wild and cultivated species of *Phaseolus* against attack by bruchid beetles. Annals of Botany 63, p. 177-184.
- SINGH, T.; KAUR, I. y SAINI, M. 1979. Biology of *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Bruchidae-coleoptera). Entom. 4 (2): p. 201-203.
- SOUTHGATE, B.J. 1978. The importance of the bruchidae as pests of grain legumes, their distribution and control. In Pests of Grain Legumes (S.R. Singh, J.F. van Endem and I.A.Taylor, eds). Academic Press:London. p. 219-229.
- STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. 1985. Bio-Estadística, principios y procedimientos. 2da Edición. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana S. A., Bogotá-Colombia. p. 622.
- TECK, N. S. 1992. Comparación de la biología de *Z. subfasciatus* y *A. obtectus* en grano de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) almacenado. Tesis de Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 83p.
- UNIDAD Post-cosecha. SRN. 1990 Plan operativo de la fase 90-92 Unidad post-cosecha. Ministerio de Recursos Naturales y Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE). Honduras. 62 p.
- UTIDA, S. 1966. Water content of body in several kinds of the bean weevil, Jap. J. appl. Ent. Zool. 10: p. 39-43.
- UTIDA, S. 1967. Collective oviposition and larval aggregation in *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera, Bruchidae). Entomological Laboratory, Kyoto University, Kyoto, Japan. p. 315-322.

- VAN EMDEM, H.F. 1980. Insects and mites of legume crops.
In *Advances in Legume Science* (Summerfield R.J. and
Bunting A.Heds.), p. 187-197.
- VOYSEST, O. 1983. *Varietades de frijol en América Latina y su
origen*. Centro Internacional de Agricultura Tropical,
Cali, Colombia. 87 p.
- ZACHER, F. 1930. Untersuchungen zur Morphologie und
Biologie der Samenkafer (Bruchidae-Liriidae) Arb. Biol.
(Anst. Reichsdnst) Berlin 18 (3): p. 233-284.

IX. APENDICES

Apéndice 1. Tamaño del grano de 25 genotipos de frijol utilizados en el ensayo de resistencia de *Z. subfasciatus*. Honduras, 1993.

No	Genotipos	Tamaño
1	Chingo R	pequeño
2	Desarrural 1R	pequeño
3	Dorado	pequeño
4	DOR 391	pequeño
5	Don Silvio	pequeño
6	Yeguaré	pequeño
7	Don Victor	pequeño
8	Frijol Chile	pequeño
9	Hnd. 43-40	pequeño
10	Oriente	pequeño
11	Catrachita	pequeño
12	SRCO 97	pequeño
13	SRCO 214	pequeño
14	SRCO 339	pequeño
15	Danli 46	pequeño
16	Porrillo Sintético	pequeño
17	San Cristóbal 83	pequeño
18	Zamorano	pequeño
19	Cuarenteño	pequeño
20	Cincuentaño	pequeño
21	Porrillo 70 Arc -	pequeño
22	Porrillo 70 Arc +	pequeño
23	Porrillo 70 Arc +2	pequeño
24	Porrillo 70 Arc +3	pequeño
25	Porrillo 70 Arc +4	pequeño






















Fuente: Variedades de frijol en América Latina y su origen (CIAT). Voysest, 1983.

Apéndice 2. Color de 25 genotipos de frijol utilizados en el ensayo de resistencia de *Z. subfasciatus*. Honduras, 1993.

No	Genotipos	Color
1	Chingo R	rojo oscuro brillante
2	Desarrural 1R	rojo claro brillante
3	Dorado	rojo oscuro brillante
4	DOR 391	rojo oscuro brillante
5	Don Silvio	rojo oscuro brillante
6	Yeguares	rojo oscuro brillante
7	Don Victor	rojo claro brillante
8	Frijol chile	rojo oscuro brillante
9	Hnd. 43-40	rojo oscuro brillante
10	Oriente	rojo claro brillante
11	Catrachita	rojo claro brillante
12	SRCO 9-7	rojo oscuro brillante
13	SRCO 21-4	rojo oscuro brillante
14	SRCO 3-39	rojo oscuro brillante
15	Danli 46	rojo oscuro brillante
16	Porrillo Sintético	negro brillante
17	San Cristóbal 83	roscado
18	Zamorano	rojo claro brillante
19	Cuarenteño	rojo claro brillante
20	Cincuentaño	rojo claro brillante
21	Porrillo 70 Arc -	negro brillante
22	Porrillo 70 Arc +1	negro brillante
23	Porrillo 70 Arc +2	negro brillante
24	Porrillo 70 Arc +3	negro brillante
25	Porrillo 70 Arc +4	negro brillante

Fuente: Variedades de Frijol en América Latina y su origen (CIAT). Voysest, 1983.

Apéndice 3. Tabla de clasificación de frijol por color y tamaño de CIAT, (Voysesst, 1983).

Ejemplo de una Clasificación de Frijol por Colores				
Color	Tamaño	Tamaño		Ejemplos de variedades y país de origen
Negro	Ovato	Pequeño		Jamaica (Hait.), Parí (Col.), Compañía Chorrillanca (Col.), RCA Páez (Col.), S. 102 N (Col.), Negro Argel (Col.)
	Trilobado			Nahualco Negro (Col.), San Andrés 1 (Col.)
Rojo Claro	Ovato	Pequeño		México 89 (C. Rica), Conito Rojo (Col.), Compañía Alajuela (C. Rica)
		Grande		ICA Duva (Col.), Sangreoro (Col.), Keshora (Col.), Bolón Rojo (Col.)
	Trilobado	Pequeño		Zamudio (Hait.), Jimarnal (Hait.), Orquillo (Per.), Rojo Nacional (Per.), Nahuatzen Rojo (Col.), Rojo de Soda (Col.)
		Mediano		Rojo 20 (Col.)
Oscuro	Trilobado	Pequeño		Honduras 46 (Hait.)
Rosado		Pequeño		Rosita (Hait.)
		Mediano		Rosa (Hait.), Rosita (Hait.)
		Grande		Ros. Káiser (EEUU), Keshora (EEUU)
Albavado con rojo o rosado		Pequeño		Flor de Mayo (Hait.)
		Mediano		Pompadour (Hait.), Rep. Dominicana (Hait.), Mar de Andino (Col.), Cargaballo (Col.), U. de Rosales (Col.)
		Grande		Diesel Calera (Col.), Diesel Fina (Col.), ICA Tundama (Col.), Maníño (Col.)
Cremas moteadas		Grande		Cargamento (Col.), ICA Llanquarand (Col.), Cacahare (Hait.), Cavalho (Hait.)
Blanco		Pequeño		Panamá (Perú), ICA Tunel (Col.), Arroz (Col.), Suro (Col.)
		Mediano		Green Northern (EEUU), Caballero (Perú), Sable Blanco (Col.)
		Grande		Mulita (Hait.), Cristal Blanco (Col.), Fina (Col.), Frijol (Hait.)
Frijoles	Ovato	Pequeño		Mulitudo Vagosa Rosa (Hait.), RA 74-79 (Hait.), RIM de Parca (Hait.), Curo (Hait.)
		Mediano		Bajo Durango (Hait.), Bajo Mediano (Hait.), Bajo de Llanos (Hait.), Bajo 400 (Hait.)
		Grande		Bajo Tiran (Hait.)
Amarillo claro (Camari)		Pequeño		Camariño (Perú), Ucajino (Perú)

Apéndice 4. Distribución de las unidades experimentales completamente al azar en el ensayo de resistencia de genotipos de frijol a *Z. subfasciatus*. Honduras, 1993.

16	4	21	4
10	2	18	3
17	1	15	1

13	2	12	1
11	4	15	3
19	1	20	3

14	2	14	1
18	4	13	3
11	2	25	2

25	1	15	4
11	3	18	2
16	1	10	4

12	2	16	2
17	3	20	4
13	4	18	1

11	1	17	2
12	4	10	3
19	3	24	2

6	1	1	2
8	3	2	4
25	3	4	2

9	3	1	4
23	1	13	1
16	3	14	3

10	1	15	2
12	3	17	4
19	4	25	4

1	1	4	3
9	2	3	4
24	3	3	2

2	2	7	1
5	3	8	4
23	2	6	2

2	1	1	3
7	2	9	4
22	1	5	2

Apéndice 4. (Continuación)

4	1	3	1
6	3	24	1
7	4	9	1

3	3	21	3
8	1	7	3
5	4	22	4

5	1	19	2
4	4	2	3
8	2	6	4

22	2	21	1
24	4	23	3
20	2	19	2

21	2	20	1
23	4	22	3

Número que co-
rresponde al
tratamiento

T	R
---	---

===== Número de repetición

Apéndice 5. Variables en estudio y observaciones tomadas en el transcurso del experimento. Honduras, 1993.

Variable	Descripción
1	REPETICIONES.
2	TRATAMIENTOS.
3	TOTAL DE HUEVOS OVIPOSITADOS.
4	TOTAL DE GRANOS CON HUEVOS EN LOS 100 G.
5	TOTAL DE HEMBRAS EMERGIDAS EN 100 G DURANTE 39 DIAS.
6	TOTAL DE MACHOS EMERGIDOS EN 100 G DURANTE 39 DIAS.
7	PESO INICIAL DEL TOTAL DE LOS ADULTOS EMERGIDOS.
8	PESO SECO DEL TOTAL DE LOS ADULTOS EMERGIDOS.

Casos								
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	367	215	154	157	0.230	0.131
2	1	2	365	196	163	178	0.242	0.154
3	1	3	347	190	122	156	0.246	0.118
4	1	4	304	174	126	139	0.179	0.111
5	1	5	314	161	119	141	0.173	0.117
6	1	6	401	228	182	199	0.280	0.179
7	1	7	263	173	126	133	0.142	0.079
8	1	8	214	152	95	89	0.082	0.074
9	1	9	591	272	231	255	0.337	0.224
10	1	10	490	259	229	207	0.370	0.175
11	1	11	560	265	256	274	0.387	0.237
12	1	12	557	249	232	270	0.357	0.248
13	1	13	618	238	280	282	0.414	0.258
14	1	14	645	244	279	317	0.381	0.221
15	1	15	425	211	175	177	0.245	0.144
16	1	16	694	300	327	313	0.484	0.288
17	1	17	574	281	246	270	0.381	0.244
18	1	18	620	279	295	274	0.470	0.249
19	1	19	539	258	247	267	0.375	0.246
20	1	20	666	292	308	328	0.511	0.333
21	1	21	580	285	304	261	0.201	0.113
22	1	22	475	265	151	183	0.353	0.216
23	1	23	490	273	102	120	0.133	0.097
24	1	24	703	336	261	265	0.304	0.193
25	1	25	485	292	216	212	0.264	0.180
26	2	1	209	140	91	93	0.116	0.075
27	2	2	330	188	145	182	0.220	0.154
28	2	3	274	161	114	124	0.200	0.112
29	2	4	225	150	74	88	0.104	0.075
30	2	5	186	116	66	79	0.162	0.108

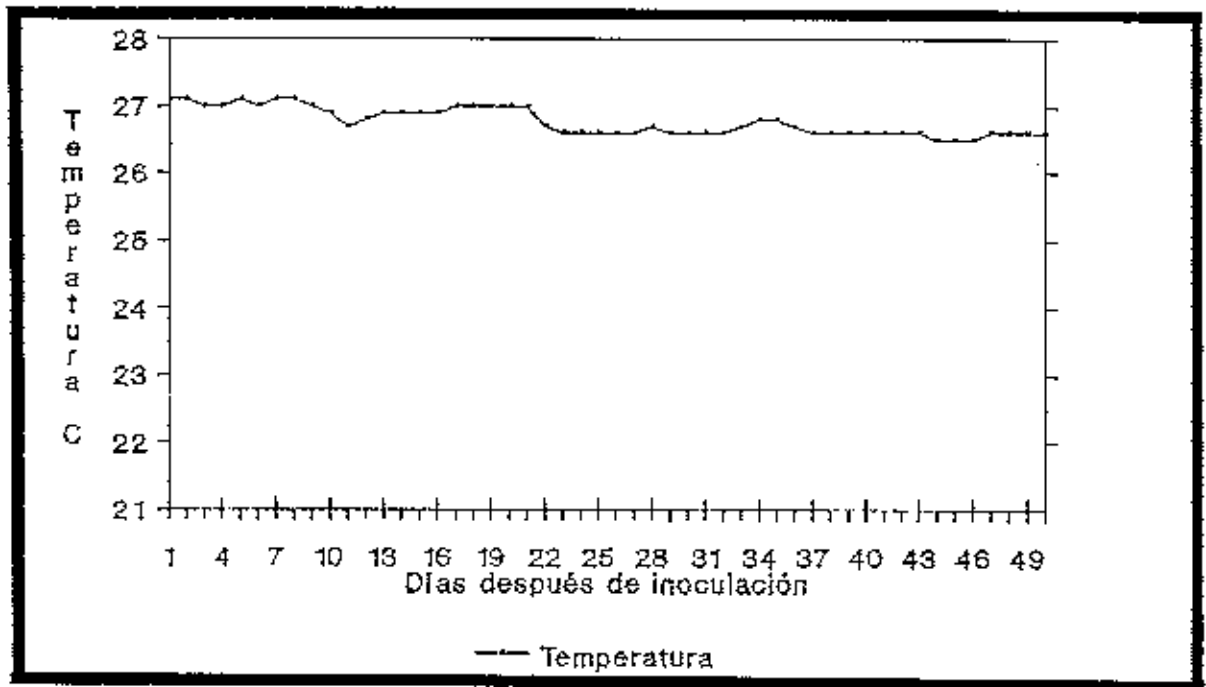
Apéndice 5. (Continuación).

Casos								
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8
31	2	6	350	207	175	133	0.215	0.117
32	2	7	183	125	84	88	0.149	0.074
33	2	8	405	222	181	193	0.253	0.157
34	2	9	628	302	221	248	0.329	0.217
35	2	10	804	269	265	293	0.244	0.248
36	2	11	560	210	276	261	0.411	0.218
37	2	12	569	147	273	265	0.421	0.246
38	2	13	564	136	265	239	0.369	0.184
39	2	14	460	231	220	216	0.390	0.266
40	2	15	470	235	261	207	0.347	0.188
41	2	16	748	315	317	331	0.475	0.286
42	2	17	505	258	189	219	0.286	0.198
43	2	18	527	245	227	207	0.350	0.226
44	2	19	460	250	237	216	0.380	0.199
45	2	20	480	225	237	241	0.383	0.241
46	2	21	530	318	250	280	0.188	0.118
47	2	22	455	250	123	129	0.123	0.080
48	2	23	464	258	125	112	0.137	0.099
49	2	24	834	379	269	289	0.325	0.214
50	2	25	552	276	256	262	0.299	0.181
51	3	1	301	168	144	117	0.180	0.097
52	3	2	315	175	137	165	0.199	0.138
53	3	3	324	208	145	159	0.203	0.130
54	3	4	369	236	181	155	0.125	0.125
55	3	4	341	192	94	151	0.183	0.099
56	3	6	228	142	88	108	0.131	0.093
57	3	7	273	163	138	118	0.196	0.095
58	3	8	663	301	299	299	0.427	0.255
59	3	9	490	216	223	225	0.323	0.192
60	3	10	682	275	287	368	0.424	0.312
61	3	11	508	251	214	229	0.325	0.312
62	3	12	679	276	254	267	0.354	0.238
63	3	13	497	220	217	240	0.312	0.204
64	3	14	512	249	210	250	0.311	0.231
65	3	15	490	263	236	232	0.340	0.192
66	3	16	553	285	260	275	0.372	0.256
67	3	17	627	302	291	283	0.429	0.257
68	3	18	549	275	247	256	0.363	0.224
69	3	19	587	319	231	226	0.342	0.208
70	3	20	464	226	229	219	0.359	0.201
71	3	21	528	278	234	241	0.443	0.283
72	3	22	573	260	130	143	0.127	0.092
73	3	23	495	281	115	133	0.175	0.082
74	3	24	456	272	188	182	0.209	0.127
75	3	25	492	254	215	205	0.247	0.141
76	4	1	389	216	193	180	0.181	0.146
77	4	2	340	176	177	162	0.326	0.132
78	4	3	201	112	76	84	0.055	0.120

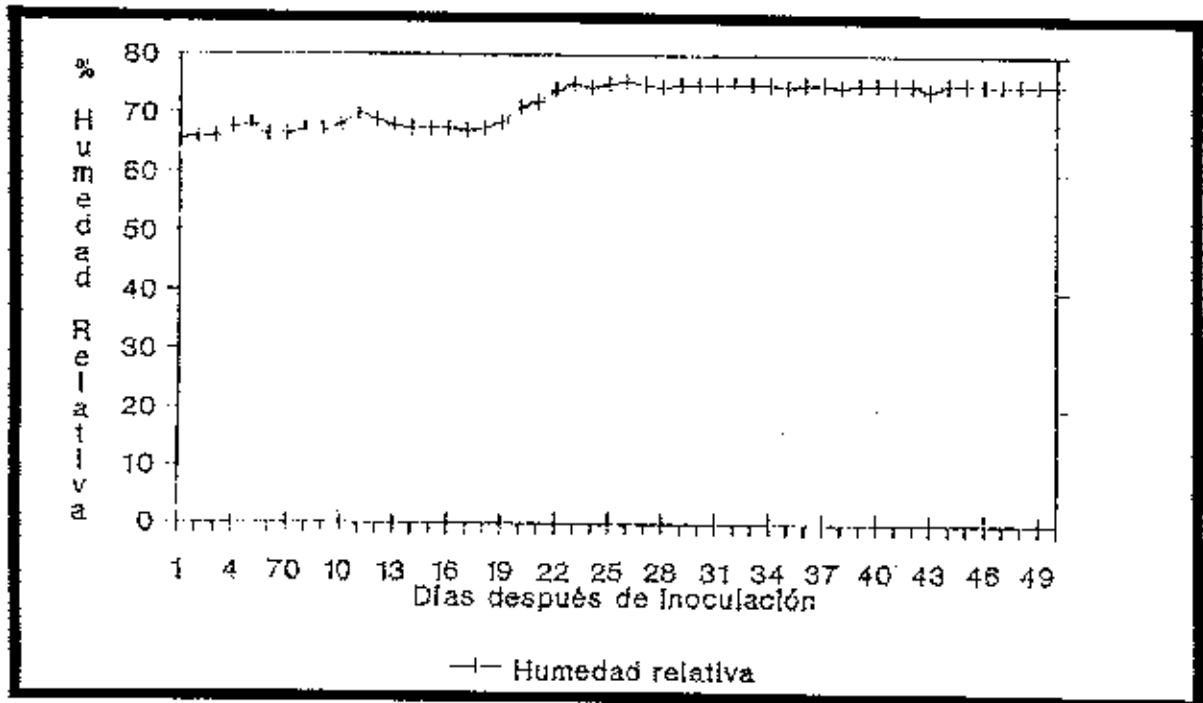
Apéndice 5. (Continuación).

Casos

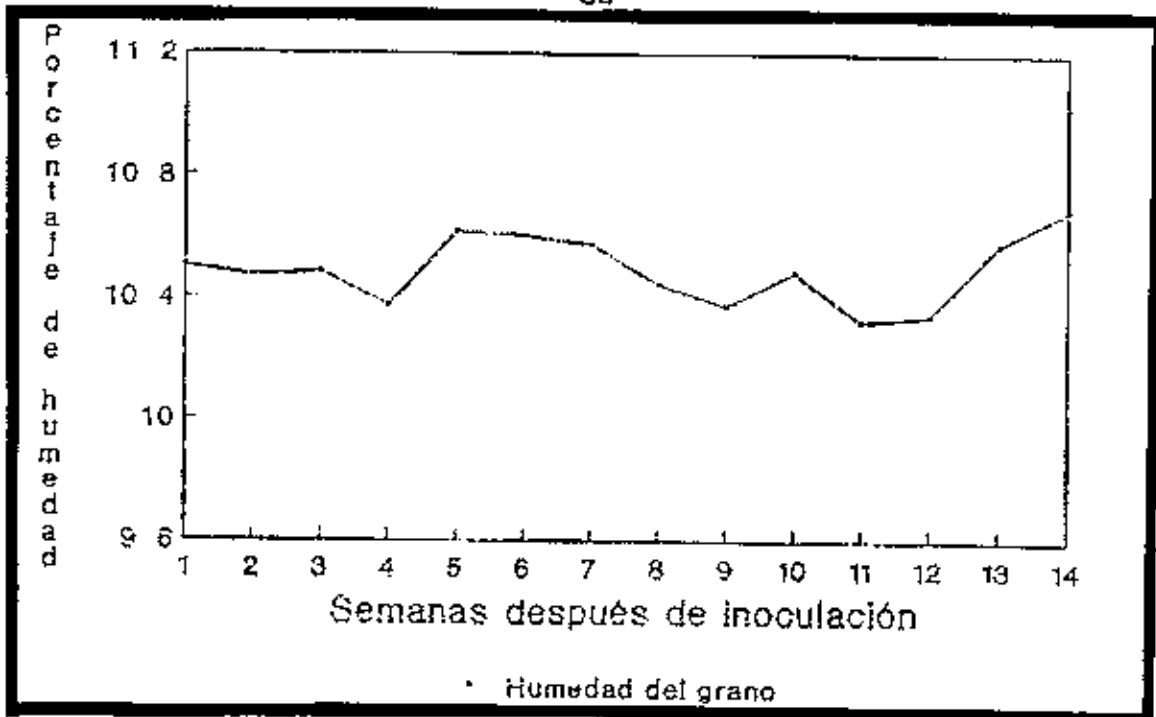
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8
79	4	4	358	180	154	159	0.101	0.137
80	4	5	265	184	134	117	0.205	0.096
81	4	6	211	114	90	80	0.132	0.066
82	4	7	246	149	112	112	0.258	0.097
83	4	8	607	314	283	282	0.322	0.049
84	4	9	706	261	225	281	0.595	0.248
85	4	10	569	267	279	276	0.397	0.226
86	4	11	537	266	246	270	0.264	0.323
87	4	12	712	286	339	328	0.511	0.300
88	4	13	581	284	278	260	0.399	0.226
89	4	14	520	252	248	243	0.373	0.225
90	4	15	719	296	338	353	0.539	0.346
91	4	16	624	293	279	288	0.421	0.239
92	4	17	581	293	224	264	0.338	0.250
93	4	18	553	294	257	280	0.387	0.250
94	4	19	580	284	260	234	0.364	0.276
95	4	20	529	276	213	265	0.252	0.253
96	4	21	568	299	207	179	0.331	0.178
97	4	22	603	278	139	181	0.155	0.126
98	4	23	469	274	114	113	0.153	0.089
99	4	24	571	318	233	242	0.273	0.186
100	4	25	534	241	228	200	0.263	0.146



Apéndice 6. Temperatura registrada durante el desarrollo del ensayo (Oct. - Nov.) de *Z. subfasciatus* en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.



Apéndice 7. Humedad relativa registrada durante el desarrollo del ensayo (Oct. - Nov.) de *Z. subfasciatus* en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.



Apéndice 8. Porcentaje de humedad del grano (base húmeda), registrado durante el desarrollo de el ensayo de resistencia de *Z. subfasciatus* en genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Apéndice 9. Análisis de varianza de promedio de huevos por hembra y promedio de huevos en 100 g de *Z. subfasciatus* en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
		Promedio de huevos por hembra
Variedades	24	186.541 **
Error	75	21.946
Coeficiente de Variación: 19.77%		
		Promedio de huevos en 100 g de frijol
Variedades	24	74616.244 **
Error	75	8778.270
Coeficiente de Variación: 19.77%		

** Significativo al nivel de $P \leq .01$ (MSTAT, 1988).

Apéndice 10. Análisis de varianza para número de granos con huevos y promedio de huevos por grano de *Z. subfasciatus* en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
		Número de granos con huevos
Variedades	24	9108.313 **
Error	75	1201.057
Coeficiente de Variación: 14.98%		
		Promedio de huevos por grano
Variedades	24	0.561 **
Error	75	0.042
Coeficiente de Variación: 18.37%		

-**. Significativo al nivel de $P \leq .01$ (MSTAT, 1988).

Apéndice 11. Análisis de varianza para el promedio de hembras y machos emergidos de *Z. subfasciatus* en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
		Promedio de hembras emergidas en 100 g de frijol
Variedades	24	15146.417 **
Error	75	1472.853
Coeficiente de Variación: 18.70%		
		Promedio de machos emergidos en 100 g de frijol
Variedades	24	15328.081 **
Error	75	1700.243
Coeficiente de Variación: 19.50%		

-**. Significativo al nivel de $P \leq .01$ (MSTAT, 1988).

Apéndice 12. Análisis de varianza para la relación hembras machos de *Z. subfasciatus* en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio Relación entre hembras y machos
Variedades	24	33.543 n.s.
Error	75	0.000

-n.s. no significativo a ningún nivel, (SAS, 1988).

Apéndice 13. Análisis de varianza para adultos emergidos en 100g de frijol y promedio de peso seco individual de la F_1 de *Z. subfasciatus* en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios Adultos emergidos en 49 días
Variedades	24	60406.835 **
Error	75	5831.250

Coefficiente de Variación: 18.33%

Peso seco individual de la F_1 de adultos de *Z. subfasciatus*

Variedades	24	0.341 *
Error	75	0.005

Coefficiente de variación: 0.00%

** y *. Significativo al nivel de $P < .01$ y $.05$, (MSTAT, 1988).

Apéndice 14. Análisis de varianza para días a máxima emergencia de *Z. subfaciatus* en diferentes genotipos de frijol común. Honduras, 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio Días a máxima emergencia
Variedades	24	48.360 *
Error	75	0.000

*. Significativo al nivel de $P \leq .05$, (MSTAT, 1988).

X. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre: Victoriano Moreira Guerra
Fecha de nacimiento: 3 Septiembre 1967
Lugar de nacimiento: La Palma, Chalatenango, El Salvador
Nacionalidad: Salvadoreño

Educación superior:

Escuela Agrícola Panamericana: 1987-89 (Agrónomo).

Educación media:

Colegio García Flamenco: 1974-85 (Bachiller Académico, Opción Físico-Matemático).

Curios recibidos:

Abril 1990 - Almacenamiento de granos básicos a nivel familiar. Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE)-Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa, D.C., Honduras.

Septiembre 1990 - Fijación simbiótica de nitrógeno. Programa de Investigaciones de Frijol (PIF) - Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, D.C., Honduras.