

COMPARACION ENTRE SISTEMAS TRADICIONALES
Y MEJORADOS DE CONTROL DE
Acanthoscelides obtectus EN FRIJOL ALMACENADO

P O R

Renán Alberto Cisneros Andrade

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROISIS:	6,420
FECHA:	8/sep/93
ENCARGADO:	VII/AREAL

BIBLIOTECA WILSON FORUZZI
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
1993 - 93 93
HONDURAS

EL ZAMORANO, HONDURAS

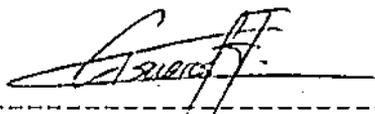
Abril, 1993

COMPARACION ENTRE SISTEMAS TRADICIONALES Y MEJORADOS DE
CONTROL DE Acanthoscelides obtectus EN FRIJOL ALMACENADO

Por

Renán Alberto Cisneros Andrade

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.



R. Alberto Cisneros A.

DEDICATORIA

A Dios.

A mis amados padres, fuentes inagotables de apoyo, comprensión, bendiciones y amor.

A mis queridos hermanos: Myriam, Javier Fernando, María Cristina y David Gustavo, por haber sido modelos de inspiración y amor durante toda mi carrera. .

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Luis Pinel, por la aceptación inicial, iniciativa y participación en la realización del presente trabajo como consejero principal. Por su confianza brindada en el area de trabajo y por su apoyo en los aspectos personales y humanos, reciba mi gratitud y amistad imprecderas.

A la Dra. Valerie Right de Malo, por su constante participación, interés y enseñanzas brindadas como consejera.

Al Dr. Juan Carlos Rosas y al Ing. Marcos Rojas, por su participación en el Comité Académico que evaluó este trabajo.

A la Fundación Cabot, por haber financiado mis estudios del Programa de Ingeniero Agrónomo.

A la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE), por haber financiado materiales para la presente tesis.

A todo el personal del CITESGRAN.

Al Dr. Leonardo Corral, por brindarme su amistad incondicional durante mi estadía en la EAP. Reciba él y su familia toda mi gratitud.

A las familias Fuentes Csepregi y Olaechea, por su amistad y acogida durante mis estudios en Honduras.

A Kathy Espinosa, por todo su cariño y apoyo en los buenos y malos momentos.

A Marcelo Díaz, compañero y amigo. Y a mis demás compañeros Zamoranos por su amistad y voz alentadora en todo momento.

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Análisis de varianza del efecto de dos tiempos de sometimiento a calor a 40°C en horno de laboratorio, en los estados del desarrollo de <u>Acanthoscelides obtectus</u>	57
Cuadro 2. Efecto de dos tiempos de sometimiento de calor a 40°C, en el número de adultos de <u>Acanthoscelides obtectus</u> emergidos después de los tratamientos en horno de laboratorio.....	58
Cuadro 3. Sensibilidad al calor a 40°C de los diferentes estados del desarrollo de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en el número de adultos emergidos después de los tratamientos en horno de laboratorio.....	59
Cuadro 4. Efecto del tiempo de sometimiento a 40°C a los diferentes estadios de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en el número de adultos emergidos después de los tratamientos en horno de laboratorio.....	60
Cuadro 5. Porcentaje de germinación del frijol sometido a dos tiempos de calor a 40°C en horno de laboratorio.....	63
Cuadro 6. Porcentaje de daño causado por <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.....	68
Cuadro 7. Porcentaje de pérdida causado por <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.....	69
Cuadro 8. Peso total de los adultos de <u>Acanthoscelides obtectus</u> emergidos después de dos meses de almacenamiento en silos metálicos.....	72
Cuadro 9. Promedio de número de agujeros por muestra de 500 granos, causado por <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.....	75

	Pag.
Cuadro 10. Porcentaje de daño causado por <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.....	77
Cuadro 11. Porcentaje de pérdida causado por <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.....	78
Cuadro 12. Número promedio de adultos de <u>Acanthoscelides obtectus</u> emergidos en frijol tratado con hojas secas de neem (<u>Azadirachta indica</u>).....	83
Cuadro 13. Efecto de seis tiempos de sometimiento de <u>Acanthoscelides obtectus</u> a 40°C en horno de laboratorio, en el número promedio de adultos emergidos y en el porcentaje de germinación del frijol.....	85
Cuadro 14. Presupuesto parcial de las metodologías de control de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.....	91
Cuadro 15. Análisis de dominancia de las metodologías de control de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.....	91
Cuadro 16. Análisis marginal de las metodologías de control de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.....	92
Cuadro 17. Presupuesto parcial de las metodologías de control de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.....	94
Cuadro 18. Análisis de dominancia de las metodologías de control de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.....	94
Cuadro 19. Análisis marginal comparativo entre las metodologías de control de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.....	95

	Pag.
Cuadro 20. Análisis marginal de los tratamientos con respecto al testigo en las metodologías de control de <u>Acanthoscelides obtectus</u> en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.....	96
Cuadro 21. Presupuesto parcial comparativo entre almacenamiento de frijol en silos metálicos y almacenamiento en sacos de nylon, con respecto a pérdidas causadas por <u>Acanthoscelides obtectus</u>	98
Cuadro 22. Análisis marginal entre almacenamiento de frijol en silos metálicos y almacenamiento en sacos de nylon, con respecto a pérdidas causadas por <u>Acanthoscelides obtectus</u>	99

INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Datos introducidos en el programa MSTAT-C del experimento con calor a 40°C durante 15 y 60 minutos en el horno de laboratorio.....	120
Anexo 2. Análisis de varianza del experimento en el horno de laboratorio a 40°C durante 15 y 60 minutos.....	121
Anexo 3. Análisis Duncan del factor A (tiempo de sometimiento a 40°C) en el experimento en horno de laboratorio.....	122
Anexo 4. Análisis Duncan del factor B (estado del ciclo de <u>Acanthoscelides obtectus</u>) en el experimento en horno de laboratorio..	123
Anexo 5. Análisis Duncan de los factores A y B en el experimento en horno de laboratorio..	124
Anexo 6. Análisis de varianza del porcentaje de germinación en el experimento en horno de laboratorio.....	125
Anexo 7. Análisis Duncan del porcentaje de germinación en el experimento en horno de laboratorio.....	126
Anexo 8. Datos obtenidos en el experimento en silos metálicos.....	127
Anexo 9. Datos obtenidos en el experimento en silos metálicos (continuación).....	128
Anexo 10. Cálculo del porcentaje de daño en el experimento en silos metálicos.....	129
Anexo 11. Cálculo del porcentaje de pérdida en el experimento en silos metálicos.....	130
Anexo 12. Datos introducidos en el programa MSTAT-C del experimento en silos metálicos.....	131
Anexo 13. Análisis de varianza del número de adultos emergidos por muestra en el experimento en silos metálicos.....	132

	Pag.
Anexo 14. Análisis Duncan del número de adultos emergidos por muestra en el experimento en silos metálicos.....	133
Anexo 15. Análisis de varianza del porcentaje de daño en el experimento en silos metálicos.....	134
Anexo 16. Análisis Duncan del porcentaje de daño en el experimento en silos metálicos.....	135
Anexo 17. Análisis de varianza del porcentaje de pérdida en el experimento en silos metálicos.....	136
Anexo 18. Análisis Duncan del porcentaje de pérdida en el experimento en silos metálicos.....	137
Anexo 19. Análisis de varianza del porcentaje de humedad del grano en el experimento en silos metálicos.....	138
Anexo 20. Análisis Duncan del porcentaje de humedad del grano en el experimento en silos metálicos.....	139
Anexo 21. Análisis de varianza del porcentaje de germinación en el experimento en silos metálicos.....	140
Anexo 22. Análisis de Duncan del porcentaje de germinación en el experimento en silos metálicos.....	141
Anexo 23. Análisis de varianza del peso total de adultos emergidos por silo en el experimento en silos metálicos.....	142
Anexo 24. Análisis Duncan del peso total de adultos emergidos por silo en el experimento en silos metálicos.....	143
Anexo 25. Datos obtenidos en el experimento en sacos de nylon.....	144
Anexo 26. Cálculo del porcentaje de daño y porcentaje de pérdida en el experimento en sacos de nylon.....	145

	Pag.
Anexo 27. Datos introducidos en el programa MSTAT-C del experimento en sacos de nylon.....	146
Anexo 28. Análisis de varianza del número de agujeros por muestra en el experimento en sacos de nylon.....	147
Anexo 29. Análisis Duncan del número de agujeros por muestra en el experimento en sacos de nylon.....	148
Anexo 30. Análisis de varianza porcentaje de daño en el experimento en sacos de nylon.....	149
Anexo 31. Análisis Duncan del porcentaje de daño en el experimento en sacos de nylon.....	150
Anexo 32. Análisis de varianza del porcentaje de pérdida en el experimento en sacos de nylon.....	151
Anexo 33. Análisis Duncan del porcentaje de pérdida en el experimento en sacos de nylon.....	152
Anexo 34. Análisis de varianza del porcentaje de humedad del grano en el experimento en sacos de nylon.....	153
Anexo 35. Análisis Duncan del porcentaje de humedad del grano en el experimento en sacos de nylon.....	154
Anexo 36. Análisis de varianza del porcentaje de germinación en el experimento en sacos de nylon.....	155
Anexo 37. Análisis Duncan del porcentaje de germinación en el experimento en sacos de nylon.....	156
Anexo 38. Datos introducidos en el programa MSTAT-C del experimento con tres variaciones de neem.....	157
Anexo 39. Análisis de varianza del número de adultos emergidos en el experimento con neem.....	158

	Pag.
Anexo 40. Análisis Duncan del número de adultos emergidos en el experimento con neem.....	159
Anexo 41. Datos introducidos en el programa MSTAT-C del experimento en horno de laboratorio a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos.....	160
Anexo 42. Análisis de varianza del número de adultos emergidos en el experimento del horno de laboratorio a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos.....	161
Anexo 43. Análisis Duncan del número de adultos emergidos en el experimento del horno de laboratorio a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos.....	162
Anexo 44. Análisis de varianza del porcentaje de germinación en el experimento del horno de laboratorio a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos.....	163
Anexo 45. Análisis Duncan del porcentaje de germinación en el experimento del horno de laboratorio a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos.....	164
Anexo 46. Datos meteorológicos obtenidos en la EAP durante el mes de agosto de 1992.....	166
Anexo 47. Datos meteorológicos obtenidos en la EAP durante el mes de septiembre de 1992.....	167
Anexo 48. Análisis de laboratorio del frijol Danlí 46 proveniente de Danlí, Honduras en agosto de 1992.....	168

I. INTRODUCCION

De las leguminosas comestibles, el frijol común (Phaseolus vulgaris) es una de las más importantes, por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia, principalmente en Centro y Suramérica (Debouck e Hidalgo, 1980).

Uno de los problemas que enfrenta el agricultor es el daño causado por los agentes biológicos durante el almacenamiento de frijol. Las plagas que atacan en su almacenamiento tienen gran importancia económica para cualquier país. De éstas, los insectos son el principal causante, ocasionando pérdidas cuantiosas debido a que deterioran directa e indirectamente el producto o le dan mal aspecto, volviéndolo inaceptable para consumo humano y animal.

Las especies que causan mayor daño al grano de frijol almacenado son Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfasciatus, comúnmente llamados "gorgojos del frijol", ambas pertenecientes al orden Coleóptera y a la familia Bruchidae. Estas se originaron en Sur América y están ampliamente distribuidas desde Chile hasta los Estados Unidos (Schoonhoven et al., 1988).

Las pérdidas causadas por el ataque de estos insectos al frijol pueden ser de cantidad (número de semillas o porciones de ellas consumidas directamente por los insectos), o de calidad (granos contaminados por excrementos o de cuerpos de los mismos insectos). La pérdida puede incrementarse ya que el

daño producido deja una vía libre que pueden aprovechar hongos y bacterias para introducirse en el grano (Schoonhoven et al., 1988).

Todo este daño en la cantidad y calidad del grano obliga a los agricultores a vender la cosecha rápidamente, incluso en épocas en que la oferta es alta y los precios son muy bajos en el mercado. En México y América Central se han estimado pérdidas que pueden alcanzar hasta un 35% del total de frijol almacenado (Mc Guire y Crandall, 1967). Se estima actualmente que en América Latina las pérdidas ocasionadas por los gorgojos del frijol equivalen del 13 al 14% de la cosecha (CIAT, 1988).

Los gorgojos del frijol tienen la capacidad de atacar y desarrollarse en la mayoría de las variedades corrientes de frijol. Y pueden encontrarse varias larvas y pupas dentro de una sola semilla o grano. La especie Acanthoscelides obtectus, es capaz de causar daño al grano desde el campo, antes de la cosecha (Espinosa, 1987). También se conoce al gorgojo del frijol con otros nombres como Bruchus obtectus, Mylabris obtectus y Laria obtecta.

Existen varias técnicas de control de gorgojos en almacenamiento. A nivel del pequeño productor se ha utilizado tradicionalmente materiales como cal y ceniza. El efecto generalmente es físico debido a que llenan los espacios libres entre los granos lo cual dificulta la entrada y movimiento de los insectos. Adicionalmente se practican otras técnicas

mejoradas de control mediante la utilización de calor, productos químicos o productos biológicos. Estas últimas se basan en la desinfestación del grano después de la cosecha antes del almacenamiento.

En los últimos años (1988-1992), en la Escuela Agrícola Panamericana se han realizado varios estudios sobre control de insectos de frijol almacenado. Robleto (1990) hizo comparaciones de métodos de almacenamiento para control de Zabrotes subfasciatus en frijol común a nivel de laboratorio. Rodríguez (1992) evaluó materiales tradicionales de resistencia genética para el control de Zabrotes subfasciatus en frijol almacenado a nivel de finca. Altamirano (1992) estudió el efecto de arcelina en el crecimiento y reproducción de Zabrotes subfasciatus. Teck (1992) comparó la biología de Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus en grano de frijol común almacenado bajo diversas condiciones de temperatura y humedad relativa. Cárcamo (1992) caracterizó el sistema poscosecha de frijol a nivel del pequeño productor y del intermediario en el Municipio de Morocelí, Honduras.

Las investigaciones anteriores han puesto más énfasis en el estudio de Z. subfasciatus; sin embargo, Cárcamo (1992) plantea una mayor problemática con A. obtectus. Para complementar dichos trabajos, se realizó la presente investigación enfocada al control de la especie A. obtectus debido a que este insecto, a diferencia de Z. subfasciatus, ataca el frijol desde el campo, convirtiéndose en una plaga

clave durante los primeros meses de almacenamiento.

Los objetivos de la presente investigación fueron: 1) Comparar técnica y económicamente sistemas de control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado; 2) Determinar una metodología de desinfestación y control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado, utilizando como base los criterios de rentabilidad, aceptación, eficiencia técnica y disponibilidad; 3) Desarrollar un método simple y rentable para desinfestar Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado, por medio de la utilización de calor; y 4) Comparar métodos tradicionales contra métodos mejorados para controlar Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en silos metálicos y en sacos de nylon.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Importancia del cultivo de frijol

El frijol común es una de las leguminosas comestibles más importantes a nivel mundial. Su alto contenido nutricional le ha convertido en un complemento indispensable en la dieta alimenticia principalmente en Latinoamérica y en algunas regiones de Africa.

Según reportes del CIAT (1985), México ha sido aceptado como el centro de diversificación primaria, y probablemente como el centro de origen del frijol, corroborado por hallazgos arqueológicos que indican que el frijol era conocido unos 5000 años antes de la era cristiana.

América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que 46.7% de la producción total mundial proviene de esta área (Pachico, 1989). Para más de diez millones de personas el consumo diario de frijol está sobre los cien gramos. Especialmente en los países en vías de desarrollo, el frijol parece ser la mejor y más rápida alternativa para aumentar la producción de alimentos de alta proteína (Tropical Legumes, 1979). Adicionalmente, el productor lo cultiva como fuente de dinero en su venta o lo almacena para utilizarlo como semilla de la siguiente siembra.

B. El problema de las pérdidas posproducción

Considerando una pérdida promedio de 10%, cada año se pierde aproximadamente más de 180 millones de toneladas de granos en el mundo y 11 millones en América Latina, lo que representa una pérdida en US\$ 18,000 millones y 1,100

millones, respectivamente. Con estos granos perdidos se podrían alimentar 896 millones de personas en el mundo y 55 millones en América Latina (Schneider, 1991).

Schneider (1991) comenta que en 1975, en la Séptima Sesión de la Asamblea General de las Naciones Unidas, después de reportar pérdidas de poscosecha de alrededor de 10% a nivel mundial, se pasó a una resolución dando prioridad a la reducción de pérdidas de granos básicos con vista a reducirlos en un 50% para el año 1985. Sin embargo, esta reducción no se ha logrado lo cual ha producido mucha preocupación al respecto.

La reducción de las pérdidas en un 50% permitiría aumentar la disponibilidad de granos en unos 90 millones de toneladas a nivel mundial y 5.5 millones de toneladas en América Latina, que alimentarían a 450 millones y 27.5 millones de personas, respectivamente. La magnitud de las pérdidas varía con el cultivo, variedad, año, plagas y sus combinaciones; también influyen los métodos de almacenamiento y duración del mismo (Schneider, 1991).

C. Problemas de Insectos de almacén

Los insectos son uno de los problemas principales durante el almacenamiento de granos y semillas. Un alto porcentaje de las bodegas donde se almacena frijol están infestadas por insectos, los cuales pueden ocasionar pérdidas cercanas a 20% del peso total del grano almacenado.

En el frijol, los insectos más perjudiciales en

almacenamiento son Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus, ambos pertenecientes a la familia Bruchidae (Barragán y Aldana, 1989). Se estiman que en América Latina las pérdidas ocasionadas por estas plagas equivalen al 13 - 15% de la cosecha (Cardona y Posso, 1987).

A. obtectus es capaz de destruir toda una cosecha de frijoles en un período de dos a tres meses (Edje, 1984). Este gorgojo puede causar pérdidas entre 40 y 50% en un período de almacenamiento (Lathrop, 1954). En Uganda, Davies (1959; citado por Osuji, 1978) observó una pérdida de peso de 6.3% causada por A. obtectus en granos de frijol durante un período de almacenamiento de seis meses.

Desde hace varios años existe la preocupación por tratar de reducir las pérdidas que ocasionan los brúquidos. Learson y Fisher (1938), realizaron estudios con A. obtectus y comprobaron que en más de 50 variedades de frijol, no había ninguna en la que el gorgojo no se desarrollara libremente.

Cardona y Posso (1987), comentan que en estudios iniciales en el CIAT se evaluaron más de 8,000 variedades de frijol cultivado, sin que se encontraran niveles satisfactorios de resistencia a brúquidos. Luego fueron evaluadas especies silvestres de origen mexicano donde se encontró materiales con resistencia a Z. subfasciatus y A. obtectus. La proteína arcelina fue determinada como la causante de resistencia en frijol a Z. subfasciatus (Altamirano, 1992; Cardona y Posso, 1987); sin embargo, la

arcelina no es efectiva contra A. obtectus (Cardona y Posso, 1987).

Se han encontrado varias líneas de frijol (G 12866, G 12949, G 12952) de origen silvestre que presentan resistencia a A. obtectus. Se cree que esta resistencia es provocada por un polisacárido presente en el frijol; sin embargo se requiere mayor investigación al respecto (Cardona y Posso, 1987).

La mayoría de estudios de resistencia han dado resultado a nivel de laboratorio, pero a nivel de campo son muchas las condiciones que pueden afectar esta resistencia (Dell'Orto, 1985). De aquí se puede deducir que pese a que existen en la actualidad materiales resistentes a brúquidos, se sigue dando énfasis a sus controles en almacenamiento, debido a que la introducción de resistencia a variedades cultivadas comerciales es bastante lenta además de los efectos antagónicos que puede producir.

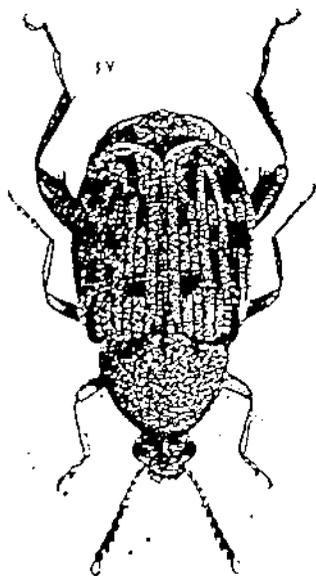
D. Acanthoscelides obtectus

1. Origen y distribución

El gorgojo común del frijol, A. obtectus (Figura 1) tiene la habilidad de desarrollarse bajo condiciones de almacenamiento, lo que le ha permitido dispersarse fácilmente y ahora se lo reporta en todas partes del mundo. Posiblemente tiene su origen en Sur y Centro América (Southgate, 1978). Sin embargo, Hoffman (1945), Schoonhoven (1976) y Dell'Orto (1985) afirman que los orígenes de A. obtectus son las regiones tropicales de Suramérica.

Fuente: (Dobie et al., 1991)

Figura 1. Adulto de Acanthoscelides obtectus



El gorgojo del frijol en América está ampliamente distribuido desde Chile hasta el norte de los Estados Unidos (Schoonhoven, 1976). Se ha establecido en el sur de Africa desde 1930 (Decelle, 1981). Y también se ha reportado en Japón, China, varias islas del Pacífico y casi en toda Europa (Southgate, 1978). A. obtectus ataca prácticamente todas las variedades de frijol cultivadas, es capaz de volar y puede atacar al frijol desde el campo y durante el almacenamiento (De la Torre, 1973).

2. Descripción de Acanthoscelides obtectus

El color del adulto es pardo, con pequeñas bandas transversales; cuerpo ovoide, grueso, cubierto de pelos, con longitud total del cuerpo de tres a cinco mm; tiene ojos grandes y salientes, los élitros no cubren totalmente el abdomen. Su ciclo de vida dura de cuatro a seis semanas, dependiendo de las condiciones disponibles para su desarrollo desde la transformación de huevecillo a adulto.

La hembra oviposita en las perforaciones que realiza en las vainas verdes en el campo y entre los granos de frijol almacenados. A diferencia de algunas otras especies, los huevos no son adheridos a la testa del grano, sino que son ovipositados libremente en los espacios intergranos. Los huevos se transforman en larvas que son pequeñas, de color blanco y peludas al nacer; y blancas sin pelos después que mudan. Las larvas en su primer instar, perforan el grano permaneciendo en el interior de la semilla y alimentándose de

ella. La larva del gorgojo en el interior del grano muda su piel tres veces, y luego una cuarta y última vez inmediatamente antes de empupar (Larson y Fisher, 1938). Antes de transformarse en pupa, la larva prepara el lugar por donde emergerá el adulto, haciendo una ventanilla circular en la cascarilla del frijol. Los adultos tienen vida corta y no se alimentan del frijol almacenado (Linbald y Druben, 1986).

Los adultos no presentan dimorfismo sexual lo que hace difícil distinguir entre la hembra y el macho. Sin embargo, bajo un microscopio se nota que en los machos el pigidium es vertical por lo que es visible sólo parcialmente desde arriba. En las hembras esta estructura es oblicua y visible totalmente desde arriba (Schoonhoven et al., 1988).

3. Biología, ciclo de vida y comportamiento

Existen varios reportes sobre la duración del ciclo de vida de A. obtectus. Larson y Fisher (1938) determinaron un promedio de 32 días de huevo a adulto, Howe y Currie (1964) de 25 a 29 días, Lathop (1954) de 28 a 61 días, Schoonhoven et al. (1988) de 27 a 28 días. Estos rangos y variaciones en su mayoría están determinados por las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa.

Inmediatamente después de la emergencia, el adulto es sexualmente maduro, está listo para aparearse y todos los huevos son ovipositados en pocos días (Howe y Currie, 1964). Menusan (1934) observó que el 95% de los huevos de A. obtectus fueron ovipositados durante los primeros seis días. La

oviposición comienza después de dos o tres días que emerge el adulto y continúa durante la vida de la hembra (aprox. 15 días). Esta oviposición varía entre tres y dieciocho días, con un promedio de ocho días (Manter, 1917).

Las hembras de A. obtectus son capaces de ovipositar 150 o más huevos durante su vida adulta. El promedio de oviposición obtenido por Howe y Currie (1964) es de 63 huevos por hembra a 30°C y 70% de humedad relativa. Menusan (1934) y Lathrop (1954) determinaron un promedio de 67 huevos a 27°C. Schoonhoven et al. (1988) en Colombia reportaron un promedio de 60 huevos. Sin embargo, Teck (1992) en Honduras observó un máximo de 26 huevos por hembra a 27°C y 70% de humedad relativa.

Cuando el tiempo es cálido la larva de A. obtectus se desarrolla rápidamente dentro del frijol, formando las pupas de las que se originan los adultos (Nelson y Fisher, 1952). Huignard y Biemont (1974) reportan que en las zonas bajas, en donde la temperatura es generalmente alta (>35°C) los machos de A. obtectus se vuelven estériles. Sin embargo, Teck (1992) en estudios de laboratorio, señaló que a 34°C no hay esterilidad ya que en un conteo de huevos realizado determinó una oviposición normal, y especuló la posibilidad de que la alta temperatura destruye al insecto en estado larval o pupal, ya que en su estudio no se observó emergencia de adultos.

Schoonhoven (1976) reporta que A. obtectus es la principal plaga del frijol almacenado en las regiones frías

presentando sensibilidad en las zonas cálidas. Adicionalmente, en un experimento realizado en Nicaragua se comprobó que A. obtectus es un fuerte competidor de Z. subfasciatus en zonas altas (sobre los 600 msnm), mientras que en zonas bajas (a 56 msnm) A. obtectus es desplazado rápidamente por Z. subfasciatus. Es importante conocer la sensibilidad de A. obtectus a las altas temperaturas ya que se podría utilizar el calor como un método potencial de control sobre esta plaga.

En estudios realizados a nivel del pequeño productor en el Municipio de Morocelí, el Paraíso, al sureste de Honduras, se determinó que A. obtectus es la especie más dañina en frijol de la cosecha de "primera" (temporada lluviosa de mayo a agosto), almacenado durante el período de agosto a diciembre (Cárcamo, 1992). En estudios de laboratorio en la época lluviosa de octubre a noviembre en Honduras, se determinó que A. obtectus es el insecto que mayor daño produce al frijol almacenado (Teck, 1992).

E. Tipos de control de Acanthoscelides obtectus

1. Controles tradicionales

Algunos métodos de control, en gran parte tradicionales, se han venido utilizando en las zonas trópicas y subtropicales y han tenido poca o ninguna variación y no siempre dan el mismo resultado (Hall, 1971).

La utilización de ceniza mezclada con granos en almacenamiento, es una práctica utilizada tradicionalmente por los pequeños productores. La ceniza tiene la capacidad de

prevenir el ataque de gorgojos al ejercer un efecto mecánico impidiendo el movimiento de los insectos al llenar los espacios entre los granos (Schoonhoven et al., 1988). Fernando y Nawaratne (1984) aseguran que la ceniza controla a los insectos por efecto físico ya que raspa la capa de cera que forma parte de la epicutícula del insecto. Esto hace que pierda humedad, provocándole la muerte por deshidratación.

Muchos agricultores afirman que almacenar el grano de frijol mezclado con ceniza de vainas de frijol, es tan efectivo como los insecticidas en el control de brúchidos y su costo es menor. Edje (1984) utilizó ceniza de vainas de frijol, mezclando 375 g/Kg de semilla de frijol y obtuvo 92 % de granos sin daño de A. obtectus comparado con 5 % del testigo sin tratamiento. Además del control físico ejercido, existe la posibilidad de que las vainas secas al quemarse tengan propiedades insecticidas (Edje, 1984).

Fernando y Nawaratne (1984) utilizaron niveles de 4 a 5% de ceniza de cascarilla de arroz en caupí y obtuvieron buen control de Callosobruchus maculatus (brúquido que ataca leguminosas) en un período de 180 días de almacenamiento. El método puede prevenir el ataque en otras leguminosas.

Golob et al. (1982) demostraron que la ceniza reduce el grado de desarrollo y a la vez repele los insectos, pero que no ejerce un control directo sobre éstos. Afirman que utilizando una dosis de 30 % con respecto al peso de la semilla, puede ser tan efectivo como utilizar el insecticida

pirimifos-metilo.

Al utilizar ceniza de estiércol seco de ganado vacuno en una dosis del 20% con respecto al peso del grano, se obtiene control hacia Z. subfasciatus durante dos a tres meses, evitando pérdidas en frijol (Rodríguez, 1992). Schoonhoven (1976), Robleto (1990) y Rodríguez (1992) recomiendan usar 20% de ceniza en relación al peso del frijol para obtener buenos resultados en el control de Z. subfasciatus. Las mismas recomendaciones podrían ser efectivas para controlar A. obtectus ya que el comportamiento de este gorgojo es similar al de Z. subfasciatus.

Es también conocido que la cal y otros polvos inertes cuando son mezclados con el grano de frijol, dan una efectiva protección contra los gorgojos (Lathrop y Keirstead, 1946). La cal común mezclada con el grano durante el almacenamiento provoca la pérdida de humedad en el organismo de los insectos, y debido a que estos se encuentran en lugares donde la humedad es escasa, mueren por deshidratación (Fitzgerald, 1944; citado por Espinal, 1987). Las grandes ventajas de usar materiales inertes, como la cal, es la poca toxicidad para humanos, el existir en abundancia en algunas regiones, y ser de bajo costo comparado con el uso de químicos (Edje, 1984).

Schoonhoven (1976) determinó que la cal es efectiva en el control de A. obtectus, especialmente cuando ésta ha sido cernida y las partículas son pequeñas. Schoonhoven et al. (1988) demostraron que la cal ejerce una acción física al

llenar los espacios vacíos del grano almacenado.

Cuando se usa polvos inertes como la cal, es importante que todos los granos estén bien cubiertos, para prevenir la entrada de larvas recién eclosionadas. La cal no mata las larvas de gorgojo que se encuentran dentro del grano antes de la aplicación, pero afecta a los adultos cuando éstos emergen (Back, 1925; Morgan y Pasfield, 1942).

Davis y Boczek (1986) comprobaron que la cal usada para la protección de granos afecta la viabilidad de los huevos. En el caso de A. obtectus es posible que los huevos sufran deshidratación en contacto con la cal, debido a que éstos son ovipositados libremente en los espacios intergranos.

La cal apagada, a razón de una parte de cal por seis a ocho partes de grano con respecto al peso, es bastante efectiva en la protección de gorgojos. Sin embargo, en trabajos con caupí (Vigna unguiculata), se concluyó que si el grano tiene previas perforaciones de insectos y se mezcla con cal u otros polvos, éstos pueden introducirse en las perforaciones y después resulta difícil removerlos (Back, 1925).

Lathrop (1954), recomienda mezclar 12 lb de frijol por una lb de cal hidratada, de esta manera, obtuvo después de 10 meses de almacenamiento, apenas el 2.35% de los frijoles con perforaciones de brúchidos, comparado con el testigo que obtuvo 97.7% de perforaciones. Al utilizar cal al 10% con respecto al peso del frijol se obtiene buena protección

durante dos a cuatro meses contra Z. subfasciatus (Rodriguez, 1992). Sin embargo, utilizando cal hidratada en una proporción de una lb por bushel de semilla, resulta un control inefectivo debido a que la dosis es demasiado baja (Morgan y Pasfield, 1942).

La dosis de 10% de cal con respecto al peso del frijol puede resultar un control efectivo contra A. obtectus en un período de almacenamiento de dos a cuatro meses, ya que en el caso de Z. subfasciatus ha resultado un control eficiente. Sin embargo, para un almacenamiento de cinco meses o más, la persistencia de este material decae al igual que cuando se usan otros polvos inertes como medio de control (Rodriguez, 1992).

Existen también otros controles tradicionales para el control de gorgojos del frijol, como son los residuos de cosecha. La broza del frijol mezclada con el grano ejerce un control físico sobre el desarrollo de brúquidos (Raboud, 1984). Sin embargo, Schoonhoven (1976), Robleto (1990) y Rodriguez (1992) han demostrado que el uso de estos residuos tienen poco efecto sobre el control de gorgojos.

El uso de la broza es el método de control de A. obtectus y Z. subfasciatus más utilizado por los pequeños productores de frijol en Honduras, y sus efectos son detrimentales o nulos (Cárcamo, 1992). Sin embargo, la posibilidad de su amplio uso puede estar relacionada a beneficios adicionales como la reducción en la rapidez de la dureza del frijol. Esto no ha

sido debidamente estudiado, pero puede ser una razón para que el agricultor use la broza del frijol durante el almacenamiento.

La pimienta roja (Capsicum annum) utilizada como material durante el almacenamiento ha resultado ser tóxico para A. obtectus (Ponce de León, 1983). En estudios realizados con Z. subfasciatus se concluyó que el ají-chile no es efectivo en el control durante el almacenamiento (Robleto, 1990).

En Africa y Asia los campesinos protegen el grano del ataque de gorgojos mediante el uso de aceites vegetales (Schoonhoven, 1976). Sin embargo, la acción que ejercen los aceites sobre el grano es la de estorbar la oviposición de las hembras de gorgojos que pegan los huevos a la testa. En el caso de A. obtectus esto no sucede, por lo que el control puede resultar menos efectivo.

2. Controles mejorados

Al mezclar insecticidas en polvo se da la protección adecuada contra los insectos, aunque las larvas que se encuentran en el interior del grano se mantienen intactas (Jilani, 1984). El mismo autor asegura que por el mal manejo que se les da a los insecticidas organofosforados al mezclarlos con los granos, se ocasiona la intoxicación de mamíferos y se desarrolla resistencia en los insectos.

Los insecticidas sintéticos han sido utilizado por muchos años para combatir plagas inséctiles en productos almacenados. Sin embargo, se sabe que el uso continuo de estos químicos

pueden crear condiciones como desarrollo de resistencia de insectos, polución del medio ambiente y el peligro de manejar compuestos tóxicos. Por tanto, existe la necesidad de desarrollar métodos alternos que sean baratos y seguros para el control de insectos (Golob et al., 1982).

Con respecto a fumigantes, anteriormente se utilizaban el tetracloruro de carbono, disulfuro de carbono y cloropicrin. En la actualidad, estos fumigantes están en desuso por varias razones agroecológicas, entre ellas los efectos cancerígenos que pueden causar estos productos. Luego fue utilizado el bromuro de metilo para la desinfestación de gorgojos de grano almacenado, y actualmente los fumigantes más usados son el cianuro de calcio y el fosfuro de hidrógeno.

El fosfuro de hidrógeno (PH₃, o fosfamina) es un fumigante comúnmente usado que elimina al insecto en todos sus estados del desarrollo incluyendo aquellos que se encuentran dentro del grano (Schoonhoven et al., 1988). El ingrediente activo de la pastilla de fosfamina es el fosfuro de aluminio (aprox. 55%) y como material inerte el carbonato de amonio (aprox. 41%). El fosfuro de aluminio en contacto con la humedad del ambiente se hidrata formándose el fosfuro de hidrógeno; y el carbonato de amonio forma el oxidrato de calcio. Se libera el fosfuro de hidrógeno en forma de un gas extremadamente tóxico, por lo que es necesario realizar la aplicación en lugares herméticos de fácil ventilación y que se encuentren lejos de la casa del agricultor. Adicionalmente, el gas es incoloro y

el olor es a carburo, similar al olor de ajo.

La fosfamina (PH₃) es un fumigante popular por su efectividad, por ser relativamente disponible, barato y porque deja muy poco residuo en el producto (Webley y Harris, 1977). Sin embargo, en el Municipio de Morocelí, Honduras, el 68% de los agricultores no saben que los fumigantes son un veneno altamente peligroso y por tanto no saben acerca de las consecuencias de su mal uso. En la misma región, de los productores que utilizan fumigantes, apenas el 39% realizan la aplicación en el exterior de la casa (Martínez et al. 1992).

El manejo de la fosfamina debe ser cuidadoso y requiere entrenamiento para su utilización. El almacén donde se aplica debe encontrarse debidamente sellado. La utilización de la fosfamina en silos metálicos es más segura y de menos riesgo que si es utilizada en sacos cubiertos con un plástico para evitar la salida del gas.

Schoonhoven et al. (1988) recomiendan utilizar 4 pastillas de fosfamina por tonelada de frijol o 4 a 5 pastillas por metro cúbico, siempre que el almacén esté bien cerrado. Se puede utilizar una pastilla por cada cinco quintales de capacidad de un silo metálico aunque el grano que se encuentra en el interior no llene la capacidad total del silo (etiqueta del producto).

El uso de calor natural o asoleo es una práctica poco mencionada en la literatura. Se conoce muy bien que en nuestros países tropicales podría ser aprovechado, en

especial, a nivel de pequeña finca (Cárcamo, 1992). Si se considera la susceptibilidad de A. obtectus al calor, se podría aprovechar de este medio como un potencial de control hacia el insecto.

La mayoría de las plagas insectiles de los productos almacenados son capaces de volar cuando son adultos, y levantan el vuelo cuando se les expone al sol. Por tanto, si a un producto alimenticio infestado, incluyendo el frijol, se le somete a calor natural, los insectos se movilizarían fuera del producto. Una limitación del asoleo es el hecho que los estados inmaduros dentro del grano, requerirían la exposición regular al calor del sol durante varios meses antes de que se puedan apreciar los resultados de esta práctica (Hall, 1971). Sin embargo, Teck (1992) obtiene total mortalidad de A. obtectus en los estados inmaduros, al exponer el frijol infestado a temperaturas de 34°C durante apenas una generación del insecto.

Científicos del Programa Bean/Cowpea CRPS, han demostrado que exponiendo caupí a temperaturas alrededor de 65°C por pocos minutos se logra matar todas las etapas de los gorgojos que se encuentran dentro y sobre la semilla sin que el tiempo de cocción se afecte severamente; sin embargo, la germinación del caupí es afectada. La tecnología usada se basa en calentadores solares compuestos de cuatro capas: caupí infestado, material aislante, plástico negro (absorbe calor) y plástico claro (efecto de invernadero), ubicados de abajo

hacia arriba respectivamente. Los mismos autores comentan que es una tecnología efectiva, barata y sencilla de construir con materiales disponibles en mercados locales.

Esta nueva tecnología de desinfestación solar para caupí almacenado, tendría un efecto dramático en agricultores de bajos recursos en las naciones en desarrollo. La tecnología es adaptable a frijol y otros cultivos con problemas de insectos en almacenamiento y es capaz de reducir el uso de químicos peligrosos usados con ese propósito (Bean/Cowpea CRSP, 1991). Sin embargo, si se aplica una temperatura tan alta (65°C) al frijol, éste puede disminuir severamente su porcentaje de germinación, hecho que rechazarían los pequeños productores porque muchas veces utilizan el grano cosechado para la siguiente siembra.

Para el control de gorgojos del frijol, también se han utilizado plantas con capacidad insecticida. Alrededor de 2000 especies de plantas poseen propiedades para el control de plagas, de éstas solamente unas pocas han sido explotadas con ese propósito (Ahmed et al., 1983). Estas especies de plantas han desarrollado durante millones de años las defensas químicas en su sistema para sobrevivir a la pesada presión de selección ejercida por la voracidad de los insectos. No es fácil encontrar una planta que posea las características ideales para el control de plagas, sin embargo, parece que la ciencia moderna ha descubierto una de esas raras oportunidades en el árbol de neem (Schoonhoven, 1983).

Fuetterer (1989) menciona que el neem (Azadirachta indica) puede lograr varios efectos como insecticida, entre ellos están: Aumentar, matar, hacer perder la fertilidad e impedir el desarrollo del insecto. La misma autora considera que entre las plagas que puede combatir el neem, las larvas de gorgojos y gusanos de lepidoptera son las más fáciles de controlar.

El neem tiene varias sustancias activas con propiedades medicinales, insecticidas, fungicidas y nematocidas. Una gran ventaja de estas sustancias es que no tienen efectos tóxicos en los humanos ni en los animales domésticos. Las sustancias activas con propiedades insecticidas son: Salannín (efecto repelente), meliantriol (efecto repelente), y azadirachtin (pérdida de fertilidad, deformaciones en el proceso de metamorfosis, repelencia y muerte). Estas pueden permanecer activas durante un año (Fuetterer, 1989).

Jotwani y Srivastava (1981) aseguran que los frutos y almendras de neem tienen mayor efectividad que las hojas de la misma planta para el control de plagas de granos almacenados. Ivbijaro (1983) comprobó que colocando de 1 a 3 g de semilla seca y molida de neem por cada 20 g de caupí, se logra protección contra Callosobruchus maculatus por más de cuatro meses de almacenamiento, y que el control posiblemente sirve para otros brúquidos. El autor menciona que la semilla de neem no mata directamente al gorgojo adulto, pero reduce significativamente su fecundidad, interfiere en el desarrollo,

y reduce considerablemente la emergencia de la progenie.

Fuetterer (1989) recomienda usar 3 ml de aceite de neem por Kg de grano para el control de brúchidos. Kiula y Karel (1985) probaron varios aceites de productos naturales sobre semillas de frijol obteniendo los mejores resultados de control de Z. subfasciatus al utilizar aceite de semillas de neem.

Se pueden obtener extractos de hojas de neem utilizando solventes orgánicos para este efecto. De 2.5 a 5.0 g de hojas secas de neem son suficientes para tratar 50 g de semilla de "greengram" en el control de Callosobruchus chinensis. El extracto se rocía sobre la semilla y se somete a presión para lograr completa cobertura. La mortalidad de adultos inicia antes de las primeras 24 horas y en pocos días se obtiene mortalidad completa (Ambika et al., 1981). Sin embargo, el método aunque resulta efectivo, es demasiado complicado para los productores de bajos recursos de los países en desarrollo.

No hay literatura específica disponible sobre el uso de hojas secas de neem como control de A. obtectus; sin embargo, éstas pueden ser de potencial uso en el control del gorgojo del frijol. Es necesario determinar un método de utilización de las hojas de neem que se pueda adaptar a la disponibilidad y requerimientos del pequeño productor de frijol.

F. Estructuras de almacenamiento a nivel
del pequeño productor

Las técnicas de almacenamiento, incluyendo métodos de control y estructuras de almacenamiento, son influenciadas por la disponibilidad de materiales locales, mano de obra y capital. Esto conlleva a una restricción que tienen que enfrentar los agricultores pequeños que carecen de estos elementos tan importantes en un sistema de almacenamiento (McFarlane, 1989).

Los silos metálicos son recipientes cilíndricos fabricados de lámina de zinc lisa y soldada con estaño. Los dos extremos son planos y la parte superior tiene una abertura con tapadera que permite la llenada del silo. En la parte inferior a un lado, también hay una abertura con tapadera que permite la extracción del producto (De Breve, 1982).

Las ventajas del silo metálico son: 1) el grano puede mantenerse seco por períodos de tiempo más largos que si se usara sacos; 2) cuando se usa Fostoxin o Gastión (fosfamina) en la fumigación contra insectos, el manejo de éstos en el silo es fácil; 3) la infestación por insectos es menos probable por la barrera física que representa; 4) el ataque por roedores es nulo; y 5) el silo ocupa menos espacio y almacena más grano que en el caso de sacos. Las desventajas son: 1) se necesita equipo especial en la fabricación de silos; 2) se necesita personal capacitado para trabajar la lámina; 3) se puede oxidar en lugares cálidos y húmedos o

cuando está mal cuidado, lo que incrementa los costos de mantenimiento del productor; y 4) pueden haber pérdidas totales del grano, si éste es almacenado a más de 14 % de humedad (en maíz) o cuando se almacena el grano sucio (De Breve, 1982).

Una de las medidas de protección contra el ataque de los insectos puede basarse en el tipo de envase para almacenar los granos (Gonsales et al., 1986). El silo metálico puede resultar una barrera física para la entrada de insectos. Sin embargo A. obtectus puede atacar el frijol en el campo y al momento del almacenamiento se puede introducir varios individuos en estados de larvas o pupas sin que sean detectados por el agricultor. Por esta razón, de los agricultores en Honduras que aplican fumigantes en silos, la mayoría (66%) lo hace de manera preventiva al momento del almacenamiento (Martinez et al. 1992).

El uso de sacos en el almacenamiento de granos es una práctica tradicionalmente usada por grandes y pequeños productores en todas partes del mundo. En Moroceli, Honduras, de 21 agricultores entrevistados, el 100% de éstos almacenan el frijol en sacos de nylon (Cárcamo, 1992). El almacenamiento de frijol en sacos de yute o nylon puede ser apropiado para evitar la entrada de insectos como Z. subfasciatus (Gonzales et al., 1986).

El barril o dron ha dado buenos resultados en el almacenamiento de granos básicos. Pueden ser una alternativa

a nivel de finca y puede lograrse los mismos resultados del silo metálico debido al nivel de hermetismo que se les puede dar (De Breve, 1982). En Morocelí, Honduras, a nivel del intermediario es comúnmente usada esta estructura para almacenar el frijol (Cárcamo, 1992).

Las bolsas plásticas pueden ser buenos recipientes de almacenamiento debido a que se puede lograr hermetismo y realizarse de manera óptima fumigaciones (De Breve, 1982; Lindblad y Druben, 1979). Sin embargo pueden estar sujetas a la acción masticadora de los insectos y roedores (Gonzales et al., 1986).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) El Zamorano, a 36 Km al sur-este de Tegucigalpa, República de Honduras. La EAP se encuentra ubicada a 14°LN y 87°LO, y a 800 msnm. El Zamorano se caracteriza por ser de clima monzónico con una precipitación promedio anual de 1105 mm distribuidos entre los meses de Junio a Diciembre. El rango promedio de las temperaturas en los meses de verano oscila entre los 20°C y 34°C; en los meses de invierno las temperaturas mínimas pueden llegar hasta 5°C.

El presente trabajo comprende seis experimentos, realizados entre los meses de Junio de 1992 y Febrero de 1993, en las instalaciones del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN) de la EAP.

B. Cultivo de insectos

Previo al ensayo y durante todos los experimentos se mantuvieron crías de Acanthoscelides obtectus. Estas crías se inocularon semanalmente desde el 25 de mayo de 1992 hasta el 19 de enero de 1993. Esto con el objeto de mantener constantemente individuos de la especie, controlando sus diferentes estados del desarrollo, su edad en días y su posterior emergencia del grano.

Los cultivos se realizaron en botes de vidrio de aproximadamente un litro de capacidad. La tapadera fue de papel filtro y sujeta con un anillo metálico. En los botes se colocó 400 gr de frijol y posteriormente fueron colocados 100

adultos jóvenes de A. obtectus (dos a tres días después de su emergencia). Semanalmente se infestaron tres botes con dichas características y fueron mantenidos en cuarto de cría con una temperatura controlada de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa de $65 \pm 3\%$. Se utilizaron estas condiciones de cría para lograr un desarrollo óptimo de los insectos (Menusan, 1934; Howe y Currie, 1964; Teck, 1992).

Estas crías fueron utilizadas como "cultivos madres" para infestaciones posteriores. Los adultos obtenidos de estas crías se usaron en los experimentos como inóculo para infestar el grano antes de los tratamientos. El grano infestado de los "cultivos madres" también fue utilizado eventualmente para otros experimentos.

Al realizar los cultivos de A. obtectus semanalmente se logró obtener, a partir de la quinta semana, los distintos estados del ciclo de vida del insecto (huevos, larvas, pupas y adultos), y durante las posteriores semanas se renovaron los cultivos para mantener dichos estados mientras se realizaron los experimentos. Los estados de huevo y adulto se los obtuvo en el exterior del grano y los estados de larva y pupa en el interior del grano.

C. Variedad utilizada

Para el primero y segundo experimento se utilizó la variedad de frijol Dorado obtenida en la EAP. Se utilizó esta variedad debido a la falta de disponibilidad de la variedad Danlí 46 que se utilizó en los posteriores cultivos de A.

obtectus, al igual que en los siguientes experimentos. No existe ninguna referencia que sugiera factores de resistencia a A. obtectus en ninguna de las dos variedades.

Del tercer al cuarto experimento se utilizó la variedad de frijol Danlí 46. Se empleó esta variedad debido a que es susceptible a Z. subfasciatus y A. obtectus, y permite un desarrollo normal de éstos (Robleto, 1990; Teck, 1992; Altamirano, 1992; Rodriguez, 1992). También se escogió esta variedad por ser comúnmente cultivada por los productores de las zonas cercanas a la EAP. Este frijol fue comprado en la ciudad de Danlí (70 Km al este de la EAP). Al llegar el grano se realizó una limpieza en una máquina de aire y zarandas (Cripén) de la Planta de Semillas de la EAP. Posteriormente el frijol fue ensacado y almacenado en un cuarto frío (5°C) para evitar su infestación y posible desviación de los resultados en los experimentos. Se realizaron análisis físicos, organolépticos y de germinación del grano para determinar las condiciones iniciales del mismo. La humedad inicial del grano fue 10.8%; el porcentaje inicial de germinación fue de apenas 39%; y el porcentaje de daño inicial por insectos fue 0.3% (Anexo 48).

Para el quinto y sexto experimento se utilizó la variedad Danlí 46 proveniente de reservas de la EAP. El porcentaje inicial de humedad del grano fue 12% y el porcentaje de germinación fue 94%.

D. Determinación de la curva de oviposición
de Acanthoscelides obtectus

Esta determinación se realizó en Junio de 1992 (primer experimento). Se colocaron 24 adultos de A. obtectus, recién emergidos, en un bote de vidrio con 100 gr de frijol. Se estimó que la mitad (12) de los adultos colocados fueran hembras para realizar posteriormente los conteos y promedios de oviposición. El frasco en el que fueron colocados los adultos y el grano, tuvo una malla metálica con espacios de 2 mm de diámetro como tapadera, sostenida por un anillo metálico. Se colocó el frasco boca abajo sobre un plato petri, de manera que con un suave movimiento del bote, se deslicen los huevos por entre los granos, pasen a través de la malla y se puedan recolectar en el plato para ser contados. Se realizaron diariamente conteos de huevos utilizando un microscopio-estereoscopio para posteriormente determinar la curva de oviposición.

La curva de oviposición permitió programar las infestaciones del frijol para utilizarse en los experimentos, en los cuales fue necesario conocer la edad y el estado del desarrollo de A. obtectus para mayor precisión de los resultados.

E. Sometimiento de Acanthoscelides obtectus a calor a 40°C
durante 15 y 60 minutos en horno

Este segundo experimento se realizó entre los meses de junio y julio de 1992. El objetivo fue determinar un tiempo

óptimo y potencialmente práctico para controlar los diferentes estados del ciclo de Acanthoscelides obtectus mediante la utilización de calor a una temperatura de 40°C. Se determinaron 15 y 60 minutos debido a que es un rango de posible aplicación práctica por el agricultor.

Conociendo la edad de los diferentes estados de A. obtectus de acuerdo a la curva de oviposición y a la duración de cada etapa del desarrollo del insecto, se sometió el grano infestado a tratamientos de calor, utilizando para esto un horno de laboratorio con el cual se logró mantener la temperatura deseada de $40 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 15 y 60 minutos.

1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con dos factores A*B (3*4). El factor A fue el tiempo de sometimiento a 40°C. El factor B fue el estado del ciclo de A. obtectus al momento del tratamiento. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron aplicados el 1ro de Julio de 1992.

Factor A: Tiempo a 40°C

0, 15 y 60 minutos

Factor B: Estado de A. obtectus.

6 días (huevos), 15 días (larvas 1er y 2do instar),

23 días (larvas 3er y 4to instar y pupas), 29 días

(pupas y adultos).

El número de días se empieza a tomar desde el momento de la inoculación. El estado del ciclo de vida del insecto se

determinó según las curvas de oviposición, que se presentan en Resultados y Discusión.

2. Unidades experimentales

Las unidades experimentales fueron 50 gr de frijol infestado (obtenido de los "cultivos madres") las cuales se introdujeron al horno en bolsas de papel para que el calor penetre sin interferencia. La temperatura durante los tratamientos fue tomada con termómetro en el interior del horno y en la superficie de los granos de frijol. Luego del sometimiento a los tratamientos, cada unidad fue trasladada a un frasco de vidrio de 350 ml de capacidad, para mantenerlas en el cuarto de cría mientras dure la posible incubación y así poder evaluar el efecto del calor en el desarrollo posterior del insecto. El total de unidades experimentales fue de 36 ($A*B*repeticiones = 3*4*3 = 36$).

3. Variables analizadas

Los datos fueron analizados usando el programa estadístico MSTAT-C mediante el cual se realizó un análisis de varianza y posteriormente una prueba Duncan de diferencia de medias. Las variables estudiadas fueron: a) total de adultos emergidos después de los tratamientos y a los 45 días de la inoculación, para medir el efecto del calor en los diferentes estados del ciclo de A. obtectus. Se tomaron 45 días desde la inoculación para contar todos los adultos emergidos en la primera generación; y b) porcentaje de germinación, para medir el efecto de la temperatura en la viabilidad del frijol. En

esta variable se tomaron como germinados a todos los frijoles que obtuvieron emergencia de la plúmula y brotación de la radícula a los cinco días de ser mantenidos en papel húmedo (king pack) en una cámara de germinación a 29°C y 90% de humedad relativa.

F. Determinación de una metodología práctica para lograr la condición de calor a 40°C similar al horno de laboratorio.

Previo a la realización de los siguientes experimentos, se buscó una metodología práctica y que lograra condiciones similares al horno de laboratorio, de tal manera que se pueda mantener una temperatura constante de aproximadamente 40°C en condiciones de campo disponibles para el pequeño productor.

Para esto, después de analizar distintas posibilidades, se tomaron temperaturas ambientales a diferentes horas del día y durante varios días en los meses de agosto y septiembre (1992) que son los meses de la cosecha y almacenamiento del grano de frijol de la época de "primera" en el valle del Zamorano y sus zonas cercanas. También se tomaron temperaturas del grano: 1) expuesto directamente a la radiación solar; 2) dentro de un silo metálico, y éste a su vez expuesto al sol; 3) dentro de un silo metálico cubierto con plástico negro y expuesto al sol; y 4) sobre plástico negro y cubierto por el mismo plástico con los bordes doblados, de manera que se forme una delgada cámara con el grano en el interior. La metodología resultante de esta determinación fue aplicada como tratamiento en los experimentos de silos metálicos y sacos de nylon.

G. Comparación de métodos de control de *Acanthoscelides obtectus* en frijol almacenado en silos metálicos.

Este tercer experimento tuvo una duración de dos meses, del 21 de septiembre al 21 de noviembre de 1992. Los tratamientos fueron definidos de acuerdo a los resultados obtenidos en el segundo experimento (calor en el horno de laboratorio). El objetivo fue comparar métodos de control de *A. obtectus*, en un sistema mejorado de almacenamiento de frijol (silos metálicos). Además, comprobar los principales resultados obtenidos en el segundo experimento. Para esta parte del ensayo se usaron silos metálicos con capacidad de 100 lb. Los silos previamente fueron lavados externa e internamente y secados al sol para su posterior utilización.

1. Programación de las infestaciones

Basándose en los resultados obtenidos en el experimento anterior del horno de laboratorio (ver Resultados y Discusión, Cuadro 4), se programaron las inoculaciones de frijol previas a su uso para poder infestar el grano a ser tratado el 21 de septiembre, con las etapas deseadas del desarrollo del insecto.

El 29 de agosto y el 6 de septiembre de 1992 se inocularon, en cada vez, 15 lb de frijol Danlí 46 con 1500 adultos de *A. obtectus* obtenidos de los cultivos madres. De esta manera, el 21 de septiembre se obtendría: a) larvas de 3er instar, larvas de 4to instar y pupas en el interior del grano que fue inoculado el 29 de agosto (23 días después de la

inoculación); y b) larvas de 1er instar y larvas de 2do instar para el grano que fue inoculado el 6 de septiembre (15 días después de la inoculación). Se colocaron 1500 adultos por cada 15 lb para obtener la misma proporción del experimento anterior (100 insectos en cada lb). Al igual que en el experimento anterior, los estados del insecto están determinados por la curva de oviposición.

2. Diseño experimental y aplicación de los tratamientos

Se realizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos. Los tratamientos aplicados el 21 de septiembre sobre larvas de 1er y 2do instar fueron: 1) Calor a 40°C durante 60 minutos; 2) PH₃ (fosfamina); y 3) testigo (sin tratamiento). Esto, con el afán de probar el efecto de la temperatura de 40°C durante 60 minutos en larvas de 1er y 2do instar.

Los tratamientos aplicados el 22 de septiembre sobre larvas de 3er y 4to instar y pupas fueron: 1) Calor a 40°C durante 15 minutos; 2) PH₃ (fosfamina); y 3) testigo (sin tratamiento). Esto, con el fin de probar el efecto de la temperatura de 40 ± 3°C durante 15 minutos en larvas de 3er y 4to instar y pupas.

Se realizaron dos repeticiones para cada tratamiento de calor, dos para los testigos y una repetición para cada tratamiento con fosfamina; en total fueron 10 unidades experimentales.

El día de la aplicación de los tratamientos se removieron

del grano infestado, todos los adultos muertos de A. obtectus que sirvieron de inóculo inicial provenientes de los "cultivos madres". Se mezcló 3 lb de grano infestado proveniente de la inoculación anterior con 97 lb de grano limpio para cada unidad experimental según los tratamientos. El frijol fue sometido a los tratamientos y luego fue almacenado en silos metálicos durante dos meses. Al final de estos dos meses se determinó los resultados de los distintos controles. Adicionalmente, se mantuvo en el cuarto de cría una muestra de los frijoles infestados para observar el desarrollo de A. obtectus.

Cada unidad experimental estuvo comprendida por un silo metálico de 100 lb de capacidad, lleno de frijol con un 3% de grano infestado con los estadios apropiados del desarrollo de A. obtectus. Los silos permanecieron cerrados durante dos meses en una sala de laboratorio con temperaturas ambientales variando de 22 a 28°C dependiendo de la hora del día, y a humedad relativa de 70 a 80%. La temperatura y humedad relativa ambientales se midieron con un higrotermógrafo.

Para los tratamientos de calor se extendió una lámina de plástico negro (de 4 mill de espesor) sobre suelo de cemento, se colocó sobre ésta una capa fina extendida de 100 lb de grano (3% infestado) que tuvo como máximo 1.5 a 2.0 cm de espesor, equivalente al diámetro de dos a cuatro granos de frijol. Sobre el grano se colocó otra lámina de plástico negro y se expuso al calor solar. Para evitar la entrada de aire que

pueda ventilar y reducir la temperatura se doblaron los bordes del plástico y adicionalmente se colocaron ladrillos sosteniendo estos bordes. La cantidad de plástico utilizada fue de 3*4 m para cada 100 lb de frijol tratadas.

Para controlar la temperatura se realizaron pequeñas perforaciones, en el plástico superior, del tamaño del diámetro de un termómetro (aprox. 7 mm). Se procuró que la punta del termómetro se ubique en la cámara formada por los plásticos y entre los granos de frijol sin que tocara el plástico superior ni el inferior, obteniendo así una lectura representativa de la temperatura en la cámara.

Los tratamientos de calor se lograron realizar entre las 14:30 y 15:30 horas de la tarde el 21 de septiembre, para el frijol infestado con larvas de 1er y 2do instar; y entre las 13:05 y 13:20 horas el 22 de septiembre, para el frijol infestado con larvas de 3er y 4to instar y pupas. El grano infestado se mezcló con el grano limpio en la proporción indicada (3:97) antes de ser sometido a tratamiento.

El 21 de septiembre se realizó el tratamiento a la hora indicada anteriormente (14:30 a 15:30) debido a que llovió dos horas antes, que fue el momento en que estuvo planificado el tratamiento. Sin embargo, al momento del tratamiento el suelo estuvo seco y durante todo el tratamiento se tomó la temperatura del grano en el interior de las láminas logrando la temperatura deseada. El mismo día no se logró aplicar el otro tratamiento de calor por la hora avanzada, por lo cual se

retrasó un día de lo programado para tratar a las larvas de 3er y 4to instar y pupas en el grano, las cuales fueron sometidas a tratamiento al día siguiente 22 de septiembre. La curva de oviposición indica un rango relativamente amplio de los estados del ciclo del insecto de acuerdo a la programación de las inoculaciones, por lo que el retraso de un día en la aplicación de los tratamientos no influyó mayormente en los estados programados. Dicho día (22 de septiembre) se tomó la temperatura de igual manera que el tratamiento anterior y también se logró la temperatura deseada de 40°C.

Los tratamientos de PH_3 (fosfuro de hidrógeno o fosfamina) fueron realizados introduciendo una pastilla de tres gramos de fosfamina en cada silo metálico de 100 lb de capacidad (en su interior 3% de grano infestado y 97% de grano limpio). Los silos fueron sellados con cinta adhesiva y se abrieron después de cinco días de sellados. El grano fue ventilado durante un día y posteriormente los silos permanecieron cerrados por dos meses hasta la toma de datos.

Para los testigos, se mezcló el 3% de frijol infestado con 97% de frijol limpio, se introdujo todo el grano dentro de los silos y se les cerró hasta terminar el experimento. Al terminar los dos meses de almacenamiento, los días 21 y 22 de noviembre de 1992, respectivamente según los tratamientos, se procedió a realizar la toma de muestras para la obtención de datos.

3. Variables analizadas y evaluación de los datos

Pasado el período de almacenamiento (dos meses) se procedió a realizar el muestreo para la toma de datos. El frijol contenido en cada silo (tratamiento) fue pasado a través de un homogenizador Boerner para obtener muestras de dos libras. Inmediatamente obtenidas, las muestras fueron introducidas a un congelador (-12°C) durante tres días, para matar a todos los insectos y facilitar el manejo y los conteos. Cada muestra se homogenizó y dividió utilizando nuevamente el homogenizador Boerner, con el cual se obtuvo tres submuestras de 500 granos (aprox. 100 g) para obtener los datos de las variables: Porcentaje de daño y porcentaje de pérdida (según la metodología de la Unidad de Poscosecha de Recursos Naturales y la Cooperación Suisa al el Desarrollo).

Otra parte de cada muestra se dividió de la misma manera en tres repeticiones de 100 granos para realizar el análisis de porcentaje de germinación. Y por último, se tomó 250 g de cada muestra para analizar la variable: porcentaje de humedad del grano. El porcentaje de humedad del frijol fue medido en el aparato "Motomco", medidor de la humedad del grano de tipo indirecto, basado en el sistema dieléctrico de medición.

Posteriormente a la toma de muestras se fumigaron todos los silos con PH_3 para tomar un dato de la totalidad de la población de insectos en los tratamientos. Luego de ser ventilado el grano, se pasó el contenido de cada silo a través de un tamiz con agujeros de 12/64" para recuperar todos los

adultos de A. obtectus. Los adultos de cada tratamiento fueron pesados para el análisis estadístico.

Los datos se analizaron mediante el programa MSTAT-C, con el cual se realizaron análisis de varianza y pruebas Duncan de diferencia de medias para las variables siguientes: 1) porcentaje de daño; 2) porcentaje de pérdida; 3) peso total de adultos por silo; 4) porcentaje de germinación del grano; y 5) porcentaje de humedad del grano.

Para mayor entendimiento se describirán algunas definiciones consideradas en la evaluación y su manera de calcularlas.

Porcentaje de daño: "Daño" se define como cualquier lesión o alteración física que sufre el producto, que lo hace no consumible pero puede tener una parte recuperable. Para las evaluaciones realizadas se tomó como grano dañado a todos los frijoles que presentaron uno o más agujeros provocados por A. obtectus. El porcentaje de daño se calculó dividiendo el número de granos dañados (# (d)) para las 500 semillas que componen la muestra de análisis y luego multiplicando por 100.

$$\frac{\# (d)}{500 \text{ granos}} * 100 = \% \text{ de daño}$$

Porcentaje de pérdida: "Pérdida" es la alteración física del grano (daño) menos lo que puede ser recuperable del mismo. También se define como pérdida a cualquier desaparición física del producto o disminución en términos de peso, nutricionales,

económicos, o de calidad. El porcentaje de pérdida fue calculado restando el peso potencial del grano dañado (PPd) menos el peso de grano recuperable (Pr), y esto dividido entre el peso potencial de la muestra (PPm) de 500 granos. El peso potencial del grano dañado se calcula multiplicando el número de granos dañados por el peso promedio de los granos no dañados. Granos no dañados se consideran a los frijoles limpios, sin agujeros de A. obtectus.

Grano recuperable se considera a los frijoles que normalmente son rechazados en tiempo de abundancia o producción pero que eventualmente pueden usarse o consumirse en tiempo de escasez. Para la presente evaluación se consideraron granos recuperables a los frijoles con solamente un agujero de A. obtectus (Rodríguez, 1992 y Cárcamo, 1992).

El peso potencial de la muestra se calcula multiplicando el peso promedio de los granos no dañados por 500 que es el número de granos de la muestra.

$$\frac{PPd - Pr}{PPm} * 100 = \% \text{ de pérdida}$$

Adicionalmente se realizó un análisis económico de beneficio/costo para los tratamientos que fueron técnicamente eficientes, para determinar la rentabilidad de las metodologías aplicadas. En los costos se tomaron únicamente los costos variables de materiales e insumos utilizados en la metodología incluyendo el tiempo empleado para la aplicación

de cada tratamiento. Como beneficio se tomó el precio del grano potencialmente vendible (total del grano menos el porcentaje de grano perdido). El análisis se realizó siguiendo la metodología del Centro Internacional de Mejoramiento para Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988).

H. Comparación de métodos de control de *Acanthoscelides obtectus* en frijol almacenado en sacos

Este cuarto experimento tuvo una duración de dos meses, del 16 de octubre al 16 de diciembre de 1992. El objetivo fue comparar métodos de control de *A. obtectus*, en un sistema tradicional de almacenamiento de frijol. En esta etapa del ensayo se utilizaron sacos de nylon nuevos que sirvieron de recipientes de almacenamiento del frijol. Se usaron varios materiales para el almacenamiento cuya preparación se detalla a continuación.

1. Preparación de neem (*Azadirachta indica*)

El 5 de agosto de 1992 se cosecharon tallos delgados con hojas verdes de árboles de neem de aproximadamente cinco años de edad, provenientes de los cultivos forestales del Departamento de Recursos Naturales de la EAP. Inmediatamente llegado el material (a las 09:00 horas) se lo dejó secar a la sombra en el exterior de los patios del CITESGRAN, durante una semana, revolviendo el material diariamente para acelerar el secamiento y evitar fermentación. Luego de la primera semana, el neem fue trasladado al interior de una bodega para evitar posibles lluvias que retrasen el secamiento. La bodega tuvo

suficiente ventilación y se siguió volteando el material cada dos días; sin embargo, el secamiento duró 18 días más para un total de 25 días de secamiento.

El 30 de agosto (25 días después de la cosecha del neem), mediante el tamizado a través de una malla con agujeros de 1/4 de pulgada, fueron removidos del material seco los tallos pequeños y nervaduras gruesas. Esta operación también se realizó manualmente apretando las hojas con la mano para que se resquebrajen y puericen, obteniendo un tamaño similar al que fue pasado a través de la malla. El producto final fue retazos de hojas secas, con dimensiones inferiores a 1/4 de pulgada, el cual fue almacenado en un cuarto frío (5°C) para su posterior utilización el 16 de Octubre cuando se realizaron los tratamientos. Para obtener cada lb de retazos de hojas secas se utilizaron aproximadamente 5 lb de material verde.

2. Preparación de ceniza

Para preparar la ceniza, se utilizó estiércol seco de ganado vacuno proveniente del Departamento de Zootecnia de la EAP. El material fue quemado y la ceniza fue tamizada con malla de 1/4 de pulgada para eliminar el material demasiado grueso. Para obtener cada lb de ceniza se utilizaron aproximadamente 5 lb de estiércol seco.

3. Programación de las infestaciones

Para este experimento se requirieron distintos estados del ciclo de desarrollo de A. obtectus para realizar las infestaciones del frijol a tratarse. Para esto, el 15 de octubre (día anterior a la aplicación de los tratamientos) se tomó grano de los "cultivos madres" de las fechas de inoculación del 15, 22 y 29 de septiembre y del 6 y 13 de octubre; de manera que para el 16 de octubre, cuando se realizaron los tratamientos, se obtengan huevos, larvas de todos los instares, pupas y adultos recién emergidos de A. obtectus. El grano infestado, con los diferentes estadios del insecto, se mezcló uniformemente y se pasó a través del homogenizador Boerner para dejarlo preparado para los tratamientos. Se mezclaron los cultivos de distintas fechas de inoculación para en esta forma evaluar los métodos de control (tratamientos) hacia todos los estados del desarrollo de A. obtectus, sin tomar en cuenta etapas específicas ya que esto se consideró en el segundo y tercer experimento. En la práctica, el frijol del agricultor es infestado naturalmente por A. obtectus sin un parámetro definido de fechas, por lo que el experimento resulta representativo en este aspecto.

4. Diseño experimental y aplicación de los tratamientos

Se realizó un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones para un total de 18 unidades experimentales. Cada unidad experimental fue 20 lb de frijol con 3% de grano infestado (272 g) más el material usado (si lo

tuviera) para control de A. obtectus. Estas fueron almacenadas en sacos de nylon de 100 lb de capacidad.

El almacenamiento tuvo una duración de dos meses y fue llevado a cabo en una caseta de fumigación cerrada, ubicada en el exterior del CITESGRAN. La temperatura y humedad relativa fueron iguales a las ambientales durante ese período (Anexos 46 y 47). Los sacos permanecieron abiertos para que exista libre entrada y salida de los insectos a los distintos tratamientos. De esta forma se podría determinar la no preferencia de A. obtectus a los diferentes métodos de control probados y así poder recomendar una alternativa que sea técnicamente eficiente.

El 16 de octubre se realizaron los siguientes tratamientos: 1) calor a 40°C durante 60 minutos; 2) ceniza 20% por peso; 3) cal 10% por peso; 4) neem 20% por peso; 5) PH3 (fosfuro de hidrógeno); y 6) testigo (sin tratamiento).

Para el tratamiento con calor se utilizó el mismo método que en el experimento con silos metálicos., se extendieron las 20 lb de frijol sobre plástico negro y se cubrió con el mismo plástico, exponiendo el grano a la radiación solar durante una hora. La cal se mezcló con el grano en una proporción de 10% (2 lb); la ceniza al 20% (4 lb); y el neem al 20% (4 lb) con respecto al peso. Los materiales (cal, ceniza y neem) fueron mezclados manualmente con el grano dentro del saco, procurando que queden distribuidos de manera uniforme.

Para la aplicación de PH_3 , se introdujo las 20 libras de frijol en un silo metálico de 100 lb de capacidad y se colocó una pastilla de fosfamina de tres gramos en el interior del silo (tres repeticiones). Los silos permanecieron sellados durante cinco días y luego fue ventilado el grano durante un día. Posteriormente el frijol fue trasladado a los sacos para ser almacenado en la caseta de fumigación. Debido a que el fosforo de hidrógeno PH_3 , no es residual, se daba la posibilidad de que el grano se vuelva a infestar de A. obtectus al estar almacenado junto a los otros tratamientos, ya que los sacos permanecieron abiertos. Por esta razón éste tratamiento fue almacenado en la misma caseta, pero separado a dos metros aproximadamente de los otros tratamientos. Se realizó de esta manera, para que el tratamiento fumigado con PH_3 , sirva de control, para determinar el mínimo daño posible de A. obtectus en este experimento. De esta manera también se podría determinar por medio de monitoreos de observación, la capacidad de migración del insecto a los distintos tratamientos.

Para el testigo se colocó el grano sin ningún producto en los sacos y se almacenó. Todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones tuvieron 3% de grano infestado.

5. Variables analizadas y evaluación de los datos

Terminado el periodo de almacenamiento de dos meses, el 16 de diciembre se procedió a fumigar con PH_3 , todos los tratamientos, para detener el desarrollo de los insectos y

facilitar el manejo de las muestras a tomarse. Luego de cinco días de fumigación se ventiló durante un día la caseta donde se ubicó el ensayo y se procedió a la toma de muestras.

El contenido de cada saco se pasó a través del homogenizador Boerner varias veces hasta obtener una muestra de dos lb por saco. De cada muestra, primeramente se removi6, mediante tamizado, el material usado para control (cal, ceniza o neem). Luego se pasó la muestra de dos lb por el homogenizador dividiendo en tres submuestras de 500 granos para obtener los datos de las variables: Porcentaje de daño, porcentaje de pérdida y número de agujeros de emergencia de A. obtectus en los 500 g. Otra división se realizó de la misma manera obteniendo tres submuestras de 100 frijoles para realizar el análisis de porcentaje de germinación. Por último, se separaron 250 gr de la muestra para medir la humedad del grano.

En este experimento, a diferencia del experimento en silos metálicos, no se contaron adultos de A. obtectus emergidos, debido a que hubo entrada, salida e intercambio de los insectos entre los diferentes tratamientos por la permanencia abierta de los sacos, lo que no ocurrió en los silos metálicos debido a la barrera física que representa el silo en sí. Los adultos que se encuentren en el interior de los sacos, no necesariamente provienen de el frijol de dicho saco por lo que la variable número de adultos emergidos no sería representativa de los tratamientos en este experimento.

Para reemplazar esta variable, se contó el número total de agujeros de emergencia de A. obtectus ya que debería existir una correlación del 100% entre el número de adultos emergidos y el número de agujeros de emergencia. De esta manera, se asegura que la variable sea propia del tratamiento.

Los datos se analizaron mediante el programa MSTAT-C solicitando análisis de varianza y pruebas Duncan de diferencia de medias. Las variables analizadas fueron: 1) Porcentaje de daño; 2) porcentaje de pérdida; 3) número de agujeros por muestra; 4) porcentaje de germinación; y 5) porcentaje de humedad del grano. Todos los cálculos y análisis de las variables se los realizó de la misma manera que en los experimentos anteriores.

Adicionalmente se realizó un análisis económico de beneficio/costo de las metodologías de control que se consideraron técnicamente eficientes. Se siguió la metodología del análisis económico del CIMMYT (1988).

I. Sometimiento de *Acanthoscelides obtectus* a tratamientos con hojas secas de neem (*Azadirachta indica*)

Al monitorear, por medio de observación del experimento en sacos, se decidió realizar un quinto experimento para probar otras formas de utilización de las hojas secas de neem. Se tomaron hojas secas del neem almacenado en el cuarto frío (durante tres meses) y se pulverizaron mediante un mortero de laboratorio. El polvo fue pasado a través de un tamiz # 50 con perforaciones de 300 micras para obtener un material más fino

con el propósito de mezclarlo con el grano para que se adhiriera a éste. Así poder comparar diferentes formas de posible control de A. obtectus mediante la utilización de neem. Entre los tratamientos se incluyó el método anteriormente utilizado en el experimento de sacos de nylon, en el cual se mezclaron retazos de hojas de neem de 1/4 de pulgada.

1. Diseño experimental y aplicación de los tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron frascos de vidrio de 350 ml con 100 g de frijol, 20 adultos de A. obtectus como inóculo (misma proporción que en los anteriores experimentos), y el material de neem (si lo tuviera). Los tratamientos fueron: 1) Polvo de neem (300 micras) al 5% por peso; 2) polvo de neem (300 micras) al 20% por peso; 3) retazos de hojas secas de neem (1/4") al 20% por peso; y 4) testigo sin tratamiento de neem. Los porcentajes de neem están en relación al peso del grano (100 g).

El 15 de diciembre de 1992 se aplicaron los tratamientos. Cada unidad de 100 gramos de frijol, fue mezclada manualmente con neem en sus diferentes formas según los tratamientos, fue introducida en un frasco de vidrio de 350 ml y agregados 20 adultos jóvenes de A. obtectus. Se mantuvo el experimento en el cuarto de cría de insectos del CITESGRAN, durante 45 días hasta obtener toda la emergencia de la primera generación.

2. Variable analizada y evaluación de los datos

El 29 de enero (45 días después de la aplicación de los tratamientos) se contaron el número total de adultos emergidos, para determinar el efecto de la aplicación de diferentes formas de neem, sobre el comportamiento de A. obtectus. Se realizó un análisis de varianza y una prueba Duncan mediante el programa MSTAT-C.

J. Sometimiento de *Acanthoscelides obtectus* a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos en horno

Analizados los resultados de los experimentos anteriores, en los que se utilizaron metodologías con calor a 40°C, se decidió realizar este sexto experimento con el afán de someter al insecto, durante tiempos mayores a los aplicados anteriormente, a la temperatura de 40°C y determinar el efecto que provoca en la eventual emergencia de adultos. Para este experimento se utilizó nuevamente el horno de laboratorio que mantiene una temperatura constante de $40 \pm 1^\circ\text{C}$.

1. Diseño experimental y aplicación de los tratamientos

Se realizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 21 unidades experimentales. Cada unidad estuvo comprendida por un frasco de 350 ml y 50 g de frijol infestado. El frijol se tomó de los "cultivos madres", de las fechas 22 y 29 de diciembre de 1992 y del 5, 12 y 19 de enero de 1993. De esta manera se obtuvo todos los estados del desarrollo del insecto, para ser sometidos a tratamientos.

Los cultivos de las diferentes etapas del ciclo se mezclaron por medio del homogenizador Boerner, y se pesaron 21 unidades de 50 g de frijol infestado; adicionalmente se incluyeron 10 adultos en cada unidad experimental antes de los tratamientos. Las unidades fueron introducidas al horno en bolsas de papel, de la misma manera que en el segundo experimento.

Los tratamientos fueron: 1) Calor 40°C, 60 minutos; 2) calor 40°C, 90 minutos; 3) calor 40°C, 120 minutos; 4) calor 40°C, 180 minutos; 5) calor 40°C, 300 minutos; 6) calor 40°C, 600 minutos ; y 7) testigo (sin tratamiento de calor).

Todas las unidades fueron introducidas al mismo tiempo en el horno y fueron retiradas conforme cumplían el tiempo del tratamiento. Inmediatamente sacadas del horno fueron pasadas a frascos de vidrio de 350 ml con tapadera de papel filtro, para dejarlas incubar en el cuarto de cría de insectos y posteriormente contar los adultos emergidos en la primera generación.

2. Variables analizadas y evaluación de los datos

Las variables analizadas fueron: 1) Número de adultos emergidos en la primera generación después de los tratamientos y 2) porcentaje de germinación del frijol. Se realizaron análisis de varianza y pruebas Duncan de diferencia de medias mediante el programa MSTAT-C.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Determinación de la curva de oviposición de Acanthoscelides obtectus

En las condiciones de cría del laboratorio, a temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ y humedad relativa de $65 \pm 3\%$, la oviposición de los adultos comienza a partir del segundo día y perdura hasta el décimo primer día después de la emergencia de los mismos (Figura 2). A partir del día 12 ya no se observó ningún huevo y los adultos murieron a partir del día 12 hasta el día 15. Estos resultados concuerdan con los de Schoonhoven (1988) y Teck (1992) en condiciones similares de temperatura y humedad relativa.

El total de huevos ovipositados por los 24 adultos fue de 539. Los adultos no fueron sexados. Se estimó que la mitad de los adultos colocados fueron hembras (12 hembras) y se obtuvo un promedio de 45 huevos por hembra ovipositados durante su vida adulta (12 - 15 días). Este resultado es mayor al que obtuvo Teck (1992), quien encontró un promedio de 26.3 huevos/hembra; sin embargo, no llega a ser tan alto como los promedios obtenidos por Menusan (1934), Lathrop (1954) y Howe y Currie (1964), que obtuvieron de 63 a 67 huevos/hembra. Estas diferencias observadas pueden deberse a que los otros autores sexaron los adultos, a la utilización de distintas razas o biotipos de A. obtectus, a diferentes variedades de frijol utilizadas para la cría o a variación en condiciones de manejo del insecto y a las diferentes épocas del año en que fueron cultivados.

Entre el cuarto y octavo día se contabilizó el mayor número de huevos, con un total de 501 durante esos cinco días, equivalente al 93% del total de huevos ovipositados. El pico de oviposición se pudo observar en el sexto día con un total de 172 y un promedio por hembra de 14.3 huevos (Figura 2). Estos resultados son similares a los obtenidos por Menusan (1934), el cual reporta que el 95% del total de huevos ovipositados se obtiene en los seis primeros días de la vida de la hembra adulta.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento, se decidió realizar las inoculaciones programadas, con adultos de dos a tres días de edad, para que inmediatamente se pueda obtener oviposición, y poder determinar el estado del desarrollo en que se encuentre el insecto al momento de los tratamientos, .

Para obtener el estado de huevo se inoculó el frijol con adultos (de dos a tres días) y se dejó pasar seis días antes de someterlos a cualquier tratamiento. Es posible que al momento de los tratamientos los primeros huevos ovipositados hayan eclosionado, debido a la duración de cinco días del estado de huevo (Schoonhoven et al., 1988). Por tanto, una mínima cantidad se encontrarían en estado larval de primer instar. Sin embargo, según la curva presentada (Figura 2), la mayor parte de individuos estarán en estado de huevo.

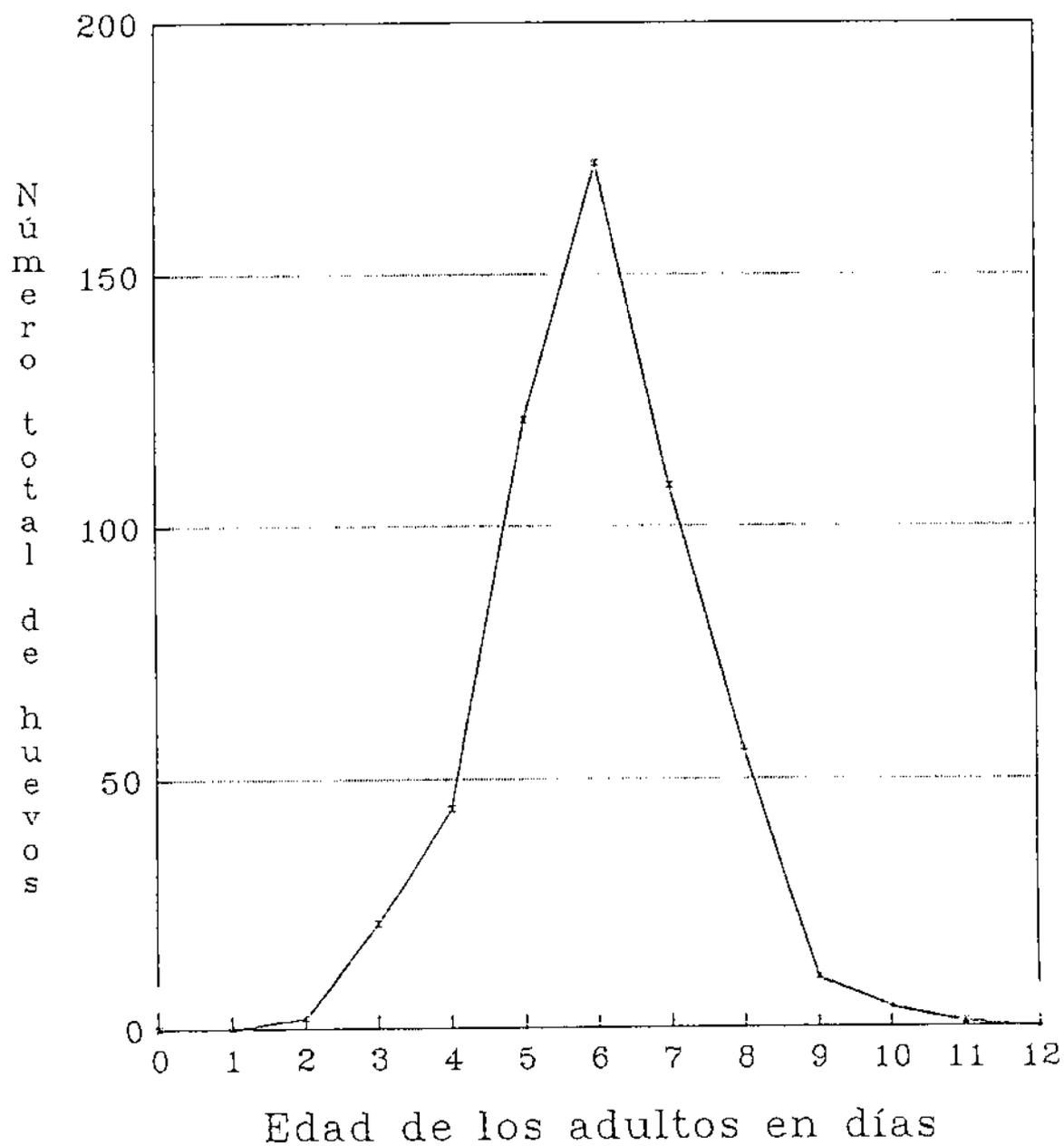


Figura 2. Curva de la oviposición total de 12 hembras (24 adultos) de *Acanthoscelides obtectus*.

Para obtener las larvas se inoculó el frijol con adultos y se dejó pasar 15 días antes de realizar los tratamientos, de tal manera que para ese momento las larvas se encuentren en sus primeros instares. Para obtener pupas se dejaron pasar 23 a 24 días después de la inoculación. En este caso también es posible que al momento de tratamientos se encuentren varios individuos en estado de larvas de tercer y cuarto instar, pero la mayor parte se encontrarán en estado de pupas.

Los adultos según las crías de laboratorio empiezan a emerger entre los 29 y 30 días de la inoculación. Si se restan dos días en que prácticamente no existe oviposición (Figura 2), el ciclo huevo-adulto tiene una duración de aproximadamente 27 a 28 días para los primeros adultos que emergen, lo que concuerda con Schoonhoven et al. (1988). Los adultos siguen emergiendo hasta 10 a 15 días después, similar a lo reportado por Teck (1992). Por tanto, para obtener adultos jóvenes nuevos, se inoculó el grano (con adultos de crías anteriores) y se dejaron pasar por lo menos 29 días antes de recolectarlos para ser utilizados como nuevo inóculo, o para ser sometidos a los tratamientos.

Según todo lo anteriormente mencionado cuando en este trabajo se especifique un estado del ciclo de A. obtectus, se hará en referencia a la mayoría de los individuos presentes en el exterior o interior del grano.

B. Sometimiento de *Acanthoscelides obtectus* a 40°C durante 15 y 60 minutos en horno de laboratorio

Mediante análisis de varianza se determinó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), tanto para los distintos tiempos de sometimiento a calor (factor A), como para los diferentes estados del ciclo del insecto (factor B) que fueron tratados. La interacción entre los tratamientos de calor y los diferentes estados del ciclo de *A. obtectus* fue altamente significativa ($p \leq 0.01$), indicando que los tratamientos actúan en forma distinta en los diferentes estados del desarrollo del insecto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza del efecto de dos tiempos de sometimiento a calor a 40°C en horno de laboratorio, en los estados del desarrollo de *A. obtectus*.

ANDEVA	
Tratamientos a 40°C (Factor A)	**
Etapas del desarrollo de <i>A. obtectus</i> (Factor B)	**
Interacción A*B	**

** Estadísticamente significativo ($p \leq 0.01$).
DCA factorial 3*4.

Al analizar los tiempos de sometimiento de *A. obtectus* a 40°C, sin tomar en cuenta los distintos estados de desarrollo del insecto, se determinó que el tratamiento de calor a 40°C durante 60 minutos fue el más eficiente en la reducción de la emergencia posterior de adultos, obteniendo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con respecto al tratamiento de 15

minutos y al testigo de cero minutos de calor (Cuadro 2).

No existieron diferencias significativas entre el tratamiento de calor a 40°C durante 15 minutos y el testigo sin tratamiento de calor. Esto aparentemente indica que la temperatura de 40°C durante 15 minutos no influye en la posterior emergencia de adultos de A. obtectus (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de dos tiempos de sometimiento de calor a 40°C, en el número de adultos de Acanthoscelides obtectus emergidos después de los tratamientos en horno de laboratorio.

Tiempo de sometimiento a calor 40°C	Número promedio de adultos emergidos ¹
0 minutos	24 a
15 minutos	33 a
60 minutos	10 b

Números seguidos de letras distintas (a,b), indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

¹ Adultos emergidos a los 45 días de la inoculación.

Al analizar el grado de sensibilidad de los diferentes estadios del ciclo de vida de A. obtectus a los tratamientos con calor, independientemente del tiempo de sometimiento a 40°C, las larvas de primer y segundo instar mostraron mayor sensibilidad al calor comparándolas con los demás estadios del insecto (Cuadro 3). Existieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las larvas de primer y segundo instar, con respecto a las larvas de tercer, cuarto instar y pupas, siendo estos últimos los estados menos afectados por el calor. Entre

adultos, larvas de tercer y cuarto instar, pupas y huevos no se pudo observar diferencias significativas.

Cuadro 3. Sensibilidad al calor a 40°C de los diferentes estados del desarrollo de Acanthoscelides obtectus en el número de adultos emergidos después de los tratamientos en horno de laboratorio.

Estados del ciclo de <u>Acanthoscelides obtectus</u>	Número promedio de adultos emergidos ¹
Adultos tratados	21 ab
Larvas 3-4 y pupas	30 a
Larvas 1-2	13 b
Huevos	25 ab

Números seguidos de letras distintas (a,b), indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

¹ Adultos emergidos a los 45 días de la inoculación.

Al comparar los tratamientos de calor a 40°C, tomando en cuenta los distintos estadios del insecto (análisis factorial), se pudo observar que los tratamientos de calor durante 60 minutos provocaron disminución en la emergencia posterior de adultos en los estados de larvas de primer y segundo instar y en los huevos comparándolos con el testigo sin tratamiento. Sin embargo, los tratamientos de calor durante 15 minutos provocaron incremento en la emergencia posterior de adultos en los estados de larvas de tercer y cuarto instar, pupas y huevos, comparándolos con el testigo sin tratamiento de calor (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del tiempo de sometimiento a 40°C a los diferentes estadios de Acanthoscelides obtectus en el número de adultos emergidos después de los tratamientos en horno de laboratorio.

Estados del ciclo <u>Acanthoscelides obtectus</u>	Tiempo de sometimiento a calor a 40°C		
	0 min.	15 min.	60 min.
Adultos	22 b	26 b	14 bc
Larvas 3-4 y pupas	24 b	48 a	17 bc
Larvas 1-2	22 b	12 bc	5 c
Huevos	26 b	44 a	5 c

Números seguidos de letras distintas (a,b,c), indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

Se puede observar que el testigo sin tratamiento (cero minutos) no tiene variabilidad significativa en ninguna etapa del desarrollo de A. obtectus, pero los tratamientos de calor durante 15 y 60 minutos muestran una considerable variabilidad dentro del mismo tratamiento, principalmente el tratamiento de 15 minutos (Cuadro 4). Esto es debido a la diferencia de sensibilidad de los diferentes estadios de A. obtectus y está medido por la interacción altamente significativa ($p \leq 0.01$) del análisis de varianza (Cuadro 1).

El estado de adulto no mostró diferencias significativas a los distintos tiempos de sometimiento a 40°C. Las larvas de tercer instar, cuarto instar y pupas, mostraron diferencias solamente en el tratamiento de 15 minutos a 40°C resultando en un posterior incremento del número de adultos emergidos. Las larvas de primer y segundo instar presentaron reducción en los

adultos emergidos posteriormente, cuando fueron tratadas durante 60 minutos a 40°C (Cuadro 4).

El estado de huevo presentó reducción a los 60 minutos e incremento a los 15 minutos de tratamiento (Cuadro 4). Es posible que el calor a esa temperatura (40°C), durante un tiempo corto (15 minutos), estimule el desarrollo posterior del insecto aumentando el metabolismo mientras es sometido a la temperatura o quizá ésta ayude a la eclosión del huevo; sin embargo, se requiere más investigación al respecto. En contradicción a esto, si se aumenta el tiempo de exposición de los huevos a 40°C a 60 minutos o quizá más tiempo, posiblemente exista una destrucción de una proporción de huevos como propone Teck (1992) a temperaturas mayores de 34°C. Sin embargo, esta propuesta se refiere a la destrucción de todos los huevos a temperaturas de 34°C en condiciones de almacenamiento, mientras que en este caso la temperatura es aplicada por periodos cortos como control potencial de A. obtectus.

Es posible que las larvas de los últimos instares y/o las pupas también sean estimuladas, en el posterior desarrollo hacia la etapa de adulto, cuando reciben 40°C por 15 minutos o condiciones similares de temperatura y tiempo. Se ha observado que en condiciones normales de almacenamiento, muchas veces quedan adultos en el interior del grano sin poder emerger, ya sea porque la ventanilla que forma la larva en su último instar, antes de empupar, resulta demasiado pequeña; o

porque el adulto que está por emerger es demasiado pequeño y débil y no puede empujar la ventanilla. En otras ocasiones se da mortalidad normal de todos los estados del desarrollo. Dichas condiciones podrían reducirse al existir un estímulo de calor por un período corto previo a la emergencia del adulto, como en el caso de 40°C durante 15 minutos en larvas de tercer instar, cuarto instar y pupas de A. obtectus (Cuadro 4).

Los estados del desarrollo de A. obtectus que muestran mayor sensibilidad al calor a 40°C, son las larvas de primer y segundo instar, ya que existió reducción en la emergencia posterior de adultos a los 15 minutos aunque no es estadísticamente diferente al testigo (cero minutos), pero a los 60 minutos de sometimiento al calor, la reducción en el número de adultos emergidos fue altamente significativa (Cuadro 4). Esta característica de sensibilidad da la posibilidad de un potencial control de A. obtectus en frijol almacenado mediante la utilización de calor a 40°C.

Al realizar los análisis de germinación del frijol sometido a los tratamientos de calor se pudo determinar una leve disminución en la viabilidad de la semilla cuando es sometida a 40°C durante 60 minutos, aunque no es estadísticamente diferente al testigo sin tratamiento (Cuadro 5). Esto indica, que si se utilizaría la temperatura de 40°C como control de A. obtectus, no existiría disminución significativa en el poder de germinación de la semilla de frijol.

Cuadro 5. Porcentaje de germinación del frijol sometido a dos tiempos de calor a 40°C en horno de laboratorio.

Tiempo de sometimiento a 40°C	Porcentaje de germinación del frijol (%)
0 minutos	96.42 a
15 minutos	95.42 a
60 minutos	95.33 a

Ningún tratamiento muestra diferencias significativas al aplicar la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$). Doce repeticiones por tratamiento.

Las mayores diferencias presentadas en los resultados de este experimento, fueron entre los estados de larvas de primer y segundo instar en el tratamiento de 60 minutos a 40°C; al compararlas con larvas de tercer instar, cuarto instar y pupas en el tratamiento de 15 minutos a 40°C. Por consiguiente, se procedió a realizar el siguiente experimento (almacenamiento en silos metálicos) utilizando solamente los estados del ciclo mencionados, para comprobar los resultados anteriores y cumplir con los objetivos propios del experimento.

C. Determinación de una metodología práctica para lograr la temperatura de 40°C

Previo a la realización del experimento en silos metálicos, se determinó una metodología práctica y potencialmente utilizable por el pequeño productor, para poder tratar el frijol a 40°C como posible control de A. obtectus.

Para poder determinar el método de tratamiento práctico de calor, se realizaron varias pruebas utilizando la radiación

solar como fuente de energía para lograr la temperatura deseada (ver materiales y métodos). Entre los días 16 al 22 de agosto (1992) al medio día (12:00 - 13:00) se tomaron temperaturas del grano en el suelo (de tierra) expuesto directamente a la radiación solar. La temperatura conseguida en la superficie del grano fue de 32 a 35°C, cuando las temperaturas ambientales más altas marcaron de 28 a 32°C. Durante los mismos días se tomó la temperatura del grano dentro de un silo metálico expuesto al sol durante tres horas, y se logró 28°C en el grano de los bordes del silo, mientras que el grano del centro del silo la temperatura no pasó de 27°C.

Entre los días 23 al 25 de agosto (1992) las temperaturas ambientales más altas del medio día llegaron de 31 a 33°C. Se colocó un silo metálico cubierto con plástico negro y se logró temperaturas del grano de 27 a 29°C en el centro y bordes del silo respectivamente. Durante los mismos días se colocó el grano de frijol sobre plástico negro y cubierto por el mismo plástico, lográndose temperaturas de 40 a 43°C en la superficie del grano, siendo esta alternativa la más conveniente, y que se explica a continuación.

Se extendió una lámina de plástico negro sobre piso de concreto, se colocó una capa fina de grano de frijol encima de la lámina y se cubrió éste con otra lámina de plástico negro. Los bordes extremos del plástico fueron doblados, de manera que se forme una delgada cámara en forma de "sobre" con el

grano internamente. De esta manera, debido al color negro, el plástico absorbe el calor de los rayos solares provocando efecto de invernadero, manteniendo la temperatura bastante estable en el interior de la cámara donde se ubica el grano. Luego fue probada la misma metodología sobre suelo, sobre grama y sobre asfalto obteniéndose resultados similares de temperatura; sin embargo, los experimentos se realizaron con el plástico sobre piso de concreto.

Para lograr la temperatura deseada de 40°C se determinó que las mejores horas del día, en la época del año que se realizó el experimento (septiembre), se encuentran entre las 13:00 y 16:00 horas en un día soleado cuando la temperatura ambiental de la zona varía entre 28 y 32°C. Esta temperatura ambiental es muy común obtenerla entre los meses de agosto y septiembre (Anexos 46 y 47), época en que el agricultor cosecha el frijol de "primera".

La tarde del 21 de septiembre de 1992, cuando se realizaron los tratamientos a las larvas, se lograron temperaturas que variaron de 40 a 44°C en el interior del plástico y en la superficie del grano. El 22 de septiembre del mismo año, cuando se trataron a las pupas, se obtuvo temperaturas entre 40 y 45°C. La manera en que fue tomada la temperatura se describe en materiales y métodos.

D. Comparación de métodos de control de Acanthoscelides
obtectus en frijol almacenado en silos metálicos

En las condiciones de temperatura, humedad relativa y manejo del experimento (ver materiales y métodos), los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Al determinar el porcentaje de daño mediante el análisis de varianza, se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los distintos tratamientos aplicados. El mayor porcentaje de daño, se observó en el tratamiento de 40°C durante 15 minutos a larvas de tercer instar, cuarto instar y pupas. Este tratamiento además presenta diferencias significativas con respecto al testigo análogo que no tuvo tratamiento de calor (Cuadro 6). Los 40°C durante 15 minutos sobre A. obtectus produjeron un incremento con respecto al testigo en cuanto a porcentaje de daño; resultado que concuerda con lo observado anteriormente en el experimento de horno de laboratorio, donde se obtuvo un mayor número de adultos emergidos en el tratamiento de 15 minutos con respecto al testigo.

El tratamiento de calor a 40°C durante 60 minutos a larvas de primer y segundo instar, presenta una disminución en porcentaje de daño con respecto al testigo. Esta diferencia no es estadísticamente significativa como resultó ser en el experimento del horno de laboratorio (Cuadro 6). Sin embargo, en el horno de laboratorio se calculó el resultado en base a número de adultos emergidos y no a porcentaje de granos

dañados como en este caso. Grano dañado se considera al que presenta una o más perforaciones de A. obtectus por lo cual, de un grano pueden emerger uno o más adultos. Este hecho hace variar en parte los resultados comparativos entre las dos variables. Posteriormente se verá con mayor claridad las semejanzas entre el experimento en silos metálicos y el experimento en el horno de laboratorio.

Para efectos del análisis de varianza, se unieron los dos tratamientos de PH₃ (fosfamina) ya que ninguno presentó adultos emergidos, ni daño provocado por la infestación artificial que se realizó. De esta manera se pudieron realizar las pruebas de Duncan de diferencia de medias, comparando los otros tratamientos con el PH₃, el cual se tomó como un solo tratamiento.

El tratamiento con PH₃ fue el que menos porcentaje de daño obtuvo, resultando ser el más eficiente técnicamente como control de A. obtectus, y mostrando en todos los casos disminución significativa con respecto a los otros tratamientos y a los testigos (Cuadro 6). El 0.3 por ciento de daño que se puede observar es debido a que el grano utilizado inicialmente ya tenía ese porcentaje de daño (Anexo 48). Posteriormente se podrá ver que al utilizar fosfamina no existe emergencia de adultos, por lo que en este caso, no hubo incremento sobre el daño inicial.

Cuadro 6. Porcentaje de daño causado por Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.

Tratamientos	Porcentaje de daño (%)
40°C 60 min. larvas 1-2	1.4 b
Testigo larvas 1-2	1.6 b
40°C 15 min. larvas 3-4 y pupas	2.0 a
Testigo larvas 3-4 y pupas	0.9 c
PH ₃ (fosfamina)	0.3 d

Números seguidos de letras distintas (a,b,c,d), indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Dos repeticiones por tratamiento.

Se puede observar que en el peor de los casos el porcentaje de daño no sobrepasó el dos por ciento (Cuadro 6), pese a que el almacenamiento duró dos meses. Durante el almacenamiento de dos meses en los silos, se monitoreó visualmente el desarrollo de los gorgojos en la muestra testigo en el cuarto de cría. Se pudo observar la emergencia de dos generaciones de A. obtectus. La primera generación se debió al grano infestado inicialmente que fue mezclado con grano limpio. Es posible que los adultos emergidos dentro de los silos, en esta primera generación hayan ovipositado un número muy reducido de huevos, o que haya existido mortalidad de individuos de A. obtectus en el interior del silo ya que la segunda generación de adultos fue extremadamente baja con respecto a la esperada, produciendo un bajo porcentaje de daño en el frijol almacenado.

El porcentaje de pérdida mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los distintos tratamientos. El porcentaje de pérdida es menor al porcentaje de daño en todos los tratamientos, debido a que se consideraron en esta variable los granos recuperables.

Estadísticamente, los resultados del porcentaje de pérdida son muy similares a los de porcentaje de daño; sin embargo, al analizar la pérdida mediante la prueba de Duncan se puede ver que no existen diferencias significativas entre los dos testigos, lo contrario a lo sucedido cuando se analizó el porcentaje de daño que sí muestra diferencias entre los testigos (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 7. Porcentaje de pérdida causado por Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.

Tratamientos	Porcentaje de pérdida
40°C 60 min. larvas 1-2	1.1 b
Testigo larvas 1-2	1.2 b
40°C 15 min. larvas 3-4 y pupas	1.6 a
Testigo larvas 3-4 y pupas	0.7 b
PH ₃ (fosfamina)	0.2 c

Números seguidos de letras distintas (a,b,c), indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Dos repeticiones por tratamiento.

La forma en que se inoculó el grano para infestar los silos, fue la misma en todos los tratamientos, pero debido a que la programación para obtener los diferentes estados del desarrollo del insecto fue distinta para cada etapa del ciclo,

el inóculo utilizado fue obtenido en distintas fechas de los "cultivos madres" (ver materiales y métodos).

El hecho anterior, provoca que el inóculo, aunque se lo manejó de la misma manera y se utilizó en la misma proporción para todos los tratamientos, de alguna manera sea distinto cuando se trata de diferentes etapas del desarrollo del insecto; específicamente cuando se compara entre larvas de primer y segundo instar, con respecto a larvas de tercer, cuarto instar y pupas. Sin embargo, cuando se realizan las comparaciones entre los tratamientos con respecto a sus testigos análogos, se está hablando del mismo inóculo, igual proporción y de la misma fecha de inoculación.

Al analizar el porcentaje de pérdida se puede observar que el tratamiento de 40°C durante 60 minutos, no presenta diferencias significativas con respecto a su testigo análogo. El tratamiento de 40°C durante 15 minutos, presenta incremento significativo en pérdida con respecto a su testigo, lo que concuerda con el porcentaje de daño anteriormente analizado (Cuadros 6 y 7). El tratamiento con PH₃, es el que menor porcentaje de pérdida presentó con respecto al resto de tratamientos (Cuadro 7).

La variable peso total de adultos emergidos, resulta ser muy representativa para el estudio, debido a que es un dato de toda la población de A. obtectus obtenida en cada silo metálico. Al analizar esta variable mediante análisis de varianza, se obtuvo diferencias significativas ($p \leq 0.01$)

entre los distintos tratamientos.

Al comparar los tratamientos se obtuvo reducción significativa ($p \leq 0.05$) en el tratamiento de larvas de primer instar y segundo instar sometidas a 40°C durante 60 minutos, con respecto al testigo análogo (Cuadro 8). Los resultados son similares a los obtenidos en el porcentaje de daño y porcentaje de pérdida, pero no son iguales en su totalidad. El porcentaje de pérdida, porcentaje de daño, número de adultos emergidos y peso total de adultos emergidos, son variables correlacionadas directamente. Sin embargo, existen diferencias entre las variables debido a que los parámetros de evaluación para calcularlas son distintos para cada variable (ver Materiales y Métodos).

El control que ejerce el calor a 40°C durante 60 minutos hacia larvas de primer y segundo instar, aunque es significativo en la variable peso de adultos, no se puede considerar un control total hacia A. obtectus, ya que la reducción en los adultos emergidos resulta ser mínima (Cuadro 8).

En el tratamiento de 40°C hacia larvas de tercer, cuarto instar y pupas, se determina nuevamente un incremento significativo con respecto a su correspondiente testigo (Cuadro 8). En este caso se puede relacionar directamente el peso total de adultos emergidos, con el número total de adultos emergidos; resultado que concuerda en su totalidad con el experimento realizado en el horno de laboratorio a 40°C

durante 15 y 60 minutos.

Cuadro 8. Peso total de adultos de Acanthoscelides obtectus emergidos después de dos meses de almacenamiento en silos metálicos.

Tratamientos	Peso total de adultos emergidos (g)
40°C 60 min. larvas 1-2	3.028 c
Testigo larvas 1-2	5.147 ab
40°C 15 min. larvas 3-4 y pupas	6.470 a
Testigo larvas 3-4 y pupas	4.300 bc
PH ₃ (fosfamina)	0.000 d

Números seguidos de letras distintas (a,b,c,d), indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan (Anexos 23 y 24). Dos repeticiones por tratamiento.

Para relacionar el peso de los adultos, con el número de adultos emergidos, se tomó el peso seco de los adultos y se obtuvo un peso promedio en base a 400 individuos, resultando 1.65 mg de peso promedio por adulto. Mediante el peso promedio, se puede determinar aproximadamente el número de adultos emergidos por silo. Por ejemplo, en el tratamiento a 40°C durante 15 minutos hacia larvas de tercer, cuarto instar y pupas, se obtuvo un peso de 6.47 g, al dividirlo para el peso promedio de los adultos (1.65 mg), se obtienen 3920 individuos de A. obtectus. En el mismo tratamiento si se estima que el peso promedio por grano es 0.2 g (promedio de muestra de 500 granos), el silo de 100 lb contendrá 227000 frijoles aproximadamente. Estimando un promedio de 1.1 agujeros por grano dañado (Calculado con los datos del

experimento), se habrían dañado 3560 granos, que resulta ser el 1.6% del total del frijol. Al aumentar 0.3% de daño inicial del grano, se obtiene 1.9% como total del daño en dicho tratamiento. Este valor es muy cercano al 2% obtenido como porcentaje de daño mediante el cálculo en base a la muestra.

El tratamiento de PH_3 , resulta ser comparativamente, el único eficiente en el control de A. obtectus en almacenamiento en silos metálicos, ya que no existió emergencia de adultos (Cuadro 8). Sin embargo, el fosfuro de hidrógeno (PH_3) resulta ser un método de control peligroso en manos del pequeño productor, cuando no es debidamente utilizado con las recomendaciones adecuadas (ver revisión de literatura).

El porcentaje de humedad en el grano, no fue significativo para ningún tratamiento. Esto nos indica que 40°C durante una hora o menos en la forma que fue aplicado, no influye en la humedad del grano; sin embargo, es posible que los dos meses de almacenamiento hayan hecho llegar a un punto de equilibrio entre la humedad del grano y la humedad del ambiente en todos los tratamientos. El promedio de humedad del grano obtenido después de los dos meses de almacenamiento en silos metálicos fue 10.7% comparado con la humedad inicial del grano de 10.8%.

Al analizar el porcentaje de germinación, pese a que el frijol inicialmente tuvo baja viabilidad, no se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que concuerda con el resultado obtenido en el experimento del

horno de laboratorio.

Los resultados comparativos entre los tratamientos en el horno de laboratorio y los tratamientos de calor solar con plástico negro en el almacenamiento en silos metálicos, aunque son similares, presentan algunas diferencias en los resultados. Las diferencias pudieron deberse a que el calor en el interior del plástico es menos regular que el calor en el interior del horno. En el horno la temperatura varió menos que en el interior del plástico ($40 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$, respectivamente). La humedad relativa pudo ser distinta ya que el horno permaneció en el interior del laboratorio durante los tratamientos, mientras que los tratamientos con plástico se realizaron en el patio externo. Posiblemente la temperatura penetró mejor en el frijol del horno, ya que en el tratado con plástico pudo existir disminución en la temperatura por la transferencia de calor del piso al plástico y viceversa. La variedad de frijol utilizada en el horno fue Dorado y en los silos fue Danlí 46.

E. Comparación entre métodos de control de *Acanthoscelides obtectus* en frijol almacenado en sacos

El número de agujeros por muestra mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos ($p \leq 0.01$). Esta variable puede ser relacionada directamente con el número de adultos de *A. obtectus* emergidos ya que por cada adulto que emerge se espera un agujero en un grano.

El tratamiento con neem (Azadirachta indica) no mostró diferencias estadísticas con respecto al testigo e incluso se pudo observar un ligero aumento (Cuadro 9). Cuando se monitoreó visualmente los tratamientos durante el almacenamiento de dos meses, se pudo observar un desarrollo normal de A. obtectus en el frijol mezclado con neem. Aparentemente no hubo un efecto de repelencia hacia el insecto en la forma como fueron aplicadas las hojas de neem.

El calor a 40°C durante 60 minutos mostró diferencias significativas con respecto al testigo, logrando una disminución en el número de agujeros provocados por A. obtectus (Cuadro 9). En este experimento se trabajó con todos los estadios del insecto, y se puede observar que hay cierto control sobre A. obtectus al utilizar el calor a 40°C durante 60 minutos.

Cuadro 9. Promedio de número de agujeros por muestra de 500 granos causado por Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.

Tratamientos	Número de agujeros
Neem (1/4") 20% por peso	136 a
40°C 60 minutos	72 b
Ceniza 20% por peso	37 c
Cal 10% por peso	28 c
PH ₃ (fosfamina)	18 c
Testigo	125 a

Números seguidos de letras distintas (a,b,c,), indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

Al comparar los resultados con los experimentos anteriores, en donde se utilizaron etapas específicas del ciclo de A. obtectus, se puede suponer que hay mortalidad de individuos, que posiblemente es de larvas en sus primeros instares. Probablemente el calor utilizado destruyó un número considerable de individuos en dicho estado, ya que las larvas grandes y las pupas muestran mayor resistencia a la temperatura de 40°C (Cuadros 3, 4, 6, 7 y 8).

El resultado total, al considerar todas las etapas del insecto, es que posiblemente hay mayor mortalidad en los estadios menores. Pese a esto, aunque la reducción total de insectos lograda mediante el tratamiento es estadísticamente significativa, el control no es completamente eficiente para lograr una desinfestación total de A. obtectus.

La ceniza y la cal resultaron ser tan efectivos como el PH₃ en el control de A. obtectus, ya que no mostraron diferencias significativas entre si, y en comparación con el testigo la reducción en el número de agujeros fue altamente significativa ($p \leq 0.01$).

El análisis de varianza del porcentaje de daño, mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para los distintos tratamientos. En el frijol tratado con neem, se pudo observar un mayor daño con respecto al testigo (significativo a $p \leq 0.05$) (Cuadro 10). Es posible que la forma como se utilizó el neem mezclado con el frijol no sea la adecuada, razón por la cual se probaron otras formas de utilización del

neem que se verán posteriormente.

El calor a 40°C durante 60 minutos, al igual que en la variable anterior (Cuadro 9), tuvo una disminución significativa en el porcentaje de daño con respecto al testigo. Los tratamientos con cal y ceniza, no mostraron diferencias entre sí. Tampoco existieron diferencias entre los tratamientos de cal y fosfamina, pero sí se observaron diferencias entre los tratamientos de ceniza y PH₃. Los mejores resultados se obtuvieron en el frijol tratado con cal o con PH₃ (Cuadro 10).

Cuadro 10. Porcentaje de daño causado por Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.

Tratamientos	Porcentaje de daño (%)
Neem (1/4") 20% por peso	13.0 a
40°C 60 minutos	7.5 c
Ceniza 20% por peso	3.1 d
Cal 10% por peso	2.3 de
PH ₃ (fosfamina)	1.5 e
Testigo	10.9 b

Números seguidos de letras distintas (a,b,c,d,e), indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

El análisis de varianza para el porcentaje de pérdida mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos. Al comparar las medias de los tratamientos mediante la prueba de Duncan, se obtuvo resultados estadísticamente iguales a los de la variable número de

agujeros por muestra. La ceniza, cal y fosfamina resultaron los mejores tratamientos como control de A. obtectus. El calor a 40°C durante 60 minutos obtuvo menor porcentaje de pérdida que el testigo, mientras que el tratamiento con neem no mostró diferencias con respecto al testigo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Porcentaje de pérdida causado por Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.

Tratamientos	Porcentaje de pérdida
Neem 20% (1/4")	7.6 a
40°C 60 minutos	4.0 b
Ceniza 20%	2.1 c
Cal 10%	1.6 c
PH ₃ (fosfamina)	1.0 c
Testigo	6.9 a

Números seguidos de letras distintas (a,b,c), indican diferencias significativas ($p < 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

Rodríguez (1992) obtuvo disminución en el daño y pérdida en frijoles tratados con cal o con ceniza como control de Zabrotes subfasciatus, concluyendo que para un almacenamiento corto de dos a cuatro meses, la cal y la ceniza son materiales eficientes en la protección del grano. Los resultados obtenidos demuestran que la cal y la ceniza proporcionan un control técnicamente eficiente sobre Acanthoscelides obtectus, y que pueden ser tan efectivos como el uso de fosfamina cuando se almacena el frijol en sacos (Cuadros 9, 10 y 11).

La pérdida obtenida en los tratamientos de cal, ceniza y fosfamina varían del uno al dos por ciento aproximadamente, lo que es menor en un mínimo de cinco por ciento con respecto al testigo sin tratamiento. El tratamiento de calor pese a que presenta disminución significativa con respecto al testigo, no resulta ser eficiente para el control requerido (Cuadro 11). Sin embargo, la disminución de la pérdida en el tratamiento a 40°C es de aproximadamente tres por ciento con respecto al testigo en dos meses de almacenamiento. Es posible que si el almacenamiento dura un tiempo mayor a dos meses (5 a 8 meses), aumente la diferencia entre el frijol tratado con calor y el no tratado, lo que puede ser de utilidad para el pequeño productor ya que su rendimiento no se vería tan afectado. Adicionalmente, si el agricultor puede tratar el frijol a 40°C más de una vez, por ejemplo cada mes, la reducción en la pérdida sería aún menor.

Al analizar el porcentaje de germinación del frijol, no se pudieron observar diferencias claras debido a que el grano inicialmente presentó un bajo porcentaje de germinación (39%) por lo que la variable no es representativa.

El análisis de varianza para la variable porcentaje de humedad del grano no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. El promedio de humedad del frijol después de dos meses de almacenamiento fue de 11.3% comparado con la humedad inicial del frijol de 10.8%. El almacenamiento en sacos, tuvo lugar en una bodega de fumigación en el exterior

de las instalaciones del CITESGRAN, en la cual la humedad relativa pudo llegar a más del 90% en los días lluviosos por lo que la humedad del grano pudo subir para acercarse al punto de equilibrio con la humedad relativa del aire.

Debido a que los sacos permanecieron abiertos durante el período de dos meses de almacenamiento, los insectos tuvieron la posibilidad de "escoger" el grano con los diferentes tratamientos para infestarlo. El daño y pérdida producido en los tratamientos de cal y ceniza se detectó principalmente en los frijoles de la parte superior de los sacos, esto posiblemente se debe porque la cal y la ceniza se lixivian a la parte inferior de los sacos, dejando los granos superiores menos protegidos. Se pudo observar también que existió una emergencia constante de adultos durante el tiempo de almacenamiento, debido al tipo de inóculo preparado para la infestación del frijol (ver Materiales y Métodos).

Al monitorear visualmente el comportamiento de los insectos durante el almacenamiento, se pudo observar muy poca presencia de A. obtectus en los tratamientos de cal y ceniza, pese a que la inoculación fue igual en todos los frijoles posteriormente tratados. Los adultos emergidos en los tratamientos de cal y ceniza, en su mayoría debieron pasarse al frijol de los tratamientos de neem, calor y al testigo, para ovipositar y obtener una nueva generación de adultos.

El PH₃ no tiene efecto residual en el grano, pero debido a que los sacos que tuvieron dicho tratamiento, permanecieron

ligeramente separados de los demás tratamientos (aprox. 2 m), no tuvieron una infestación mayor del insecto. Este hecho puede deberse a que la capacidad de migración de A. obtectus es relativamente baja cuando tiene suficiente grano a su cercana disposición.

El uso de sacos de nylon en sí, no proporciona un control sobre A. obtectus, como es el caso de los silos metálicos que sirven como barrera física a la llegada del insecto. Se pudo observar que en el almacenamiento en sacos, tanto el porcentaje de daño como el de pérdida son superiores a los resultados obtenidos en el frijol almacenado en silos metálicos (Cuadros 6, 7, 10 y 11). Sin embargo, el inóculo aunque fue colocado en la misma proporción en los dos experimentos, en los silos metálicos se utilizaron etapas específicas del desarrollo de A. obtectus mientras que en los sacos se inoculó los tratamientos con todas las etapas del desarrollo del insecto.

La forma más común de almacenamiento de frijol por el pequeño productor en la zona centro-oriental de Honduras, son los sacos de nylon (Cárcamo, 1992), y puede resultar conveniente el uso de materiales inertes como cal o ceniza mezclados con el grano, para protección de A. obtectus. Otra alternativa conocida es el uso de PH_3 , pero resulta muy peligroso por su toxicidad hacia el humano y animales domésticos. Además, si el PH_3 es utilizado incorrectamente, es posible que cause resistencia en A. obtectus.

Es más factible usar la fosfamina en el grano almacenado en silos que en el almacenado en sacos, ya que el silo puede ser sellado con mayor facilidad, evitando el escape del gas que disminuiría la efectividad del tratamiento y pondría en peligro al agricultor. Para usar fosfamina en grano almacenado en sacos, es necesario cubrir los sacos con un plástico y sellar los bordes para evitar la salida del gas. Esta no es una práctica habitual del agricultor y por lo tanto podrían existir aumentos de resistencia del insecto e incluso la muerte de humanos o animales domésticos.

F. Sometimiento de *Acanthoscelides obtectus* a tratamientos con hojas secas de neem (*Azadirachta indica*)

El análisis de varianza del número de adultos emergidos, no mostró diferencias significativas en ninguno de los tratamientos de neem. Tampoco se pudo observar disminución en el número de adultos de *A. obtectus* emergidos de los tratmientos con neem, con respecto al testigo sin tratamiento (Cuadro 12).

No se pudo observar cambios en el desarrollo de *A. obtectus* producidos por efecto químico del neem. Incluso, luego de la emergencia de la primera generación de adultos se pudo observar claramente una oviposición normal de los nuevos individuos, lo que indica que posiblemente no hubo problemas reproductivos luego de los tratamientos con neem .

Cuadro 12. Número promedio de adultos de Acanthoscelides obtectus emergidos en el frijol tratamdo con hojas secas de neem (Azadirachta indica).

Tratamientos	Número de adultos emergidos ¹
Neem 20% tamaño 1/4"	102 a
Neem 20% tamaño 300 μ	101 a
Neem 5% tamaño 300 μ	118 a
Testigo	104 a

Ningún tratamiento mostró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan.

Tres repeticiones por tratamiento.

¹ Adultos emergidos a los 45 días de la inoculación

Posiblemente el método de secamiento de las hojas de neem, o la forma y el tiempo de almacenamiento del material seco, pudieron dañar los químicos que producen el efecto insecticida en el neem. Otras posibilidades son que el genotipo del neem utilizado no contenga suficiente cantidad de insecticida en las hojas, o que el biotipo del insecto que se evaluó presente resistencia al efecto de la azadirachtina y demás alcaloides del neem. Y como última posibilidad no se descarta, que las hojas de neem secas no producen efecto de antibiosis contra A. obtectus, aunque no se realizó un análisis de concentración de químicos.

Fuetterer (1989) en el título de su artículo menciona al árbol de neem con capacidad insecticida, sin embargo en el contenido, solamente da recomendaciones con respecto al aceite y las semillas de neem. No existe mucha información en la

literatura sobre trabajos realizados con hojas de neem para el control de gorgojos de frijol, por lo cual es necesario realizar más investigaciones específicas sobre este tópicó. Si se piensa almacenar frijol y realizar una práctica con hojas de neem para el control de gorgojos, lo más factible es usar hojas secas o algún tipo de preparación con las hojas que no provoque imbibición de agua en el grano o fermentación de las hojas de neem.

G. Sometimiento de *Acanthoscelides obtectus* a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos en horno

Al realizar el análisis de varianza para la variable número promedio de adultos emergidos, se determinaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los distintos tiempos de sometimiento de *A. obtectus* a 40°C. Todos los tiempos de aplicación de calor que fueron probados, mostraron disminución en la emergencia de adultos con respecto al testigo sin tratamiento de calor (Cuadro 12).

Se pudo observar que los tratamientos de 60 y 90 minutos no muestran diferencias estadísticas entre sí; sin embargo al comparar el tratamiento de 60 minutos con tratamientos cuyo tiempo es igual o superior a dos horas, se pudieron observar diferencias significativas. El tratamiento de 90 minutos no mostró diferencias con los tratamientos de dos, tres y cinco horas; pero sí existió diferencia con el tratamiento de diez horas. El tratamiento de diez horas fue diferente al resto de tratamientos de tiempos inferiores (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de seis tiempos de sometimiento de Acanthoscelides obtectus a 40°C en horno de laboratorio, en el número promedio de adultos emergidos y en el porcentaje de germinación del frijol.

Tiempo de sometimiento a calor 40°C	Adultos emergidos ¹	Germinación (%)
0 minutos	95 a	93 a
60 minutos	67 b	93 a
90 minutos	55 bc	91 a
2 horas	51 c	89 a
3 horas	51 c	88 a
5 horas	50 c	88 a
10 horas	36 d	87 a

Números seguidos de letras distintas (a,b,c,d), indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

¹ Adultos emergidos a los 45 días de la inoculación.

En el Cuadro 12 se puede observar una relación inversa entre el tiempo de sometimiento a 40°C y el número de adultos emergidos de A. obtectus; sin embargo, esta afirmación es válida a partir de 60 minutos de sometimiento. En el segundo y tercer experimento se observó que a 15 minutos a 40°C hay un incremento en el número de adultos emergidos (Cuadros 3, 4 y 8).

El porcentaje de germinación, no mostró diferencias significativas entre los distintos tiempos de sometimiento del frijol a 40°C tratado hasta diez horas (Cuadro 13). Sin embargo, se realizó un análisis de germinación (cuatro repeticiones), y se observaron diferencias estadísticas con respecto al testigo sin tratamiento de calor a las 72 horas de

sometimiento de frijol a 40°C, reduciéndose la germinación de 93% a 81%.

A diez horas se obtuvo en promedio, el menor número de adultos de A. obtectus emergidos, reduciendo a una tercera parte con respecto al testigo. En ningún caso se obtuvo una total mortalidad como lo reporta Teck (1992), que no obtuvo emergencia de adultos de A. obtectus a temperatura de 34°C. Al parecer Teck (1992) analizó la temperatura durante el total de una generación de A. obtectus. En este caso, solamente fue durante tiempos cortos como método de control del insecto.

Uno de los objetivos de la presente investigación fue desarrollar un método simple de desinfestación de A. obtectus en frijol almacenado mediante la utilización de calor. Se puede esperar que a un determinado tiempo mayor a diez horas a 40°C, se obtenga una mortalidad completa de A. obtectus o que interfiera en su desarrollo y reproducción, logrando de esta manera su control. Sin embargo, un tiempo mayor a diez horas a 40°C, sería difícil de aplicar en la práctica como medida de control. Y posiblemente temperaturas mayores a 40°C disminuyan significativamente la germinación del frijol

El agricultor normalmente asolea el grano como método de secamiento del frijol. La utilización del calor si se logra una temperatura aproximada de 40°C por más de 60 minutos, puede disminuir una proporción de A. obtectus. Hay que tener también en cuenta que el agricultor en Honduras asolea el grano durante tres a cuatro días (Cárcamo, 1992), y lo hace

normalmente sin plástico a diferencia de como se realizó en los experimentos anteriores. Es posible que durante dicho asoleo, la temperatura del grano en un momento determinado llegue a 40°C y se mantenga por muy corto tiempo por las condiciones climáticas (principalmente el viento). Si llegara a la temperatura de 40°C por un tiempo aproximado de 15 minutos, como es posible que suceda, quizá estimule a larvas grandes y pupas que se encuentren en el interior del grano, lo que provocaría un efecto detrimental en el almacenamiento de frijol si no se aplica otro tipo de control (cuadros 6, 7 y 8). Sin embargo, es necesario realizar experimentos de campo en las fincas de los agricultores para determinar con certeza dichas afirmaciones.

Es necesario determinar un balance entre tiempo de sometimiento a calor, temperatura aplicada, control de A. obtectus y germinación del frijol. Además, se necesita mayor investigación sobre los efectos que produce la temperatura sobre el desarrollo y mortalidad de las diferentes etapas del ciclo de A. obtectus.

H. Análisis económico de las metodologías aplicadas

El análisis fue realizado en base al rendimiento obtenido después de los dos meses de almacenamiento. El rendimiento, en este caso, es la cantidad original de frijol que fue almacenada, menos el porcentaje de pérdida ocasionado por A. obtectus (a una humedad estable del grano). Los beneficios brutos de campo se obtuvieron multiplicando el rendimiento

promedio de cada tratamiento por el precio del frijol. El precio estimado para la venta de frijol es L.1.60 la lb, establecido por el Instituto Hondureño de Mercadeo Agrícola (IHMA), en marzo de 1993. Como costos, se toman solamente los costos variables comparativos de la aplicación de cada metodología de control de A. obtectus.

El beneficio neto se obtiene restando los beneficios brutos menos el total de costos variables. Con los beneficios netos y costos variables se obtiene el presupuesto parcial comparativo de las metodologías de control aplicadas. Es un presupuesto parcial debido a que no se consideran para los cálculos los demás costos de producción y almacenamiento ya que éstos permanecieron relativamente constantes en todos los tratamientos.

Luego de calcular el presupuesto parcial, se realizó el análisis de dominancia, ordenando en forma ascendente los valores de los totales de costos variables. Si los costos aumentan, deberían aumentar también los beneficios para justificar el aumento de costos, por tanto, si sucede lo contrario en algún tratamiento se determinará como "tratamiento dominado" ya que ningún agricultor preferirá un tratamiento cuyos costos aumentan y su beneficio disminuye o mantiene el mismo nivel inicial (CIMMYT, 1988).

Para determinar la rentabilidad de las metodologías de control de A. obtectus se calculó la tasa de retorno marginal (TRM), que es el beneficio neto marginal (aumento neto en

beneficios por tratamiento) dividido para el costo marginal (aumento en costos variables por tratamiento), expresado en porcentaje. La TRM indica la cantidad que el agricultor puede obtener como utilidad, después de haber recuperado su inversión. Esta tasa se comparó con el interés bancario para determinar la rentabilidad global de la metodología realizada. Se realizaron comparaciones entre los tratamientos de control utilizados en silos metálicos y entre los tratamientos en sacos de nylon. Adicionalmente se comparó la rentabilidad entre el uso de silos metálicos contra el uso de sacos de nylon.

1. Comparación económica de los métodos de control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en silos metálicos.

El porcentaje de pérdida en el experimento en silos metálicos (Cuadro 7), fue obtenido a partir de silos de 100 lb de capacidad. Estos valores fueron extrapolados a 400 lb, ya que ésta es la cantidad promedio de frijol que almacena el pequeño productor de Honduras para el frijol de la cosecha de "primera". El productor además utiliza comúnmente para el almacenamiento de frijol el barril de 55 galones, el cual puede contener aproximadamente 4 qq de frijol (Cárcamo, 1992).

El plástico negro utilizado en el tratamiento con calor a 40°C durante 60 minutos, tiene un precio de L.1.68 el m² (en la EAP). Para determinar el costo de éste, se calculó una depreciación lineal a cinco años del precio de plástico de 12

m² (aproximadamente L.20.00), que es la cantidad suficiente para tratar 100 lb de frijol. Se estiman cinco años de duración del plástico, si éste es utilizado exclusivamente para la aplicación de la metodología. Se calcula el plástico para tratar 100 lb, y no 400 lb, debido a que el agricultor preferirá realizar el tratamiento cuatro veces para 100 lb, en comparación con comprar plástico suficiente para tratar las 400 lb. El costo del tratamiento durante cuatro veces se recarga en los costos de mano de obra.

El costo de la mano de obra, se calculó en base al costo de oportunidad del agricultor al trabajar la misma cantidad de tiempo empleada en aplicar la metodología, comparado con el salario del trabajo como jornalero en una empresa de la región. El salario pagado a los jornaleros en Morocelí, y regiones cercanas a la EAP, es de L.12.00 la jornada de ocho horas, por tanto L.1.50 la hora. Para determinar el costo de mano de obra se multiplicó el número de horas empleadas en la aplicación del tratamiento por el salario por hora de trabajo. El tiempo empleado para la aplicación de las metodologías está basado en los experimentos realizados.

El costo de la fosfamina se calculó en base al precio de una pastilla de tres gramos (producto comercial Gastión), suficiente cantidad para aplicar efectivamente en un silo de 400 lb de capacidad o en un barril de 55 galones. El precio al minoreo por pastilla es L.1.00 (en Morocelí, Honduras). Los costos de transporte para obtener los materiales están

incluidos.

Los beneficios brutos son mayores en el tratamiento con PH_3 (fosfamina), le sigue el tratamiento con calor a 40°C por 60 minutos y por último está el testigo sin tratamiento. Los costos en el tratamiento con calor son los más altos, seguidos por el tratamiento con fosfamina y por último el testigo que no presenta costos variables (Cuadro 14).

Cuadro 14. Presupuesto parcial (L.) de las metodologías de control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.

Variable	Tratamiento ¹		
	40°C (60 min)	PH_3 (fosfamina)	Testigo
Rendimiento promedio y (pérdida promedio) (%)	98.9 (1.1)	98.8 (0.2)	98.8 (1.2)
Rendimiento promedio en silos de 4 qq (lb)	395.6	399.2	395.2
Beneficios brutos	633.0	639.0	632.0
Costo depreciación del plástico	4.0	0.0	0.0
Costo pastilla de 3 g de fosfamina	0.0	1.0	0.0
Costo de m.o. para aplicación del tratamiento	12.0	1.0	0.0
Total costos variables	16.0	2.0	0.0
Beneficios netos	617.0	637.0	632.0

¹ En base al experimento realizado.

Al realizar el análisis de dominancia, se puede observar que el tratamiento con calor a 40°C durante 60 minutos tiene costos variables mayores a los del tratamiento con fosfamina y a los del testigo. El beneficio neto del tratamiento con calor es menor, por lo que no justifica la aplicación de la metodología y el tratamiento queda "dominado" y no ingresa en el cálculo de la tasa de retorno marginal (Cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de Dominancia de las metodologías de control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.

Tratamiento	Total de costos variables (L.)	Beneficios netos (L.)
Testigo	0.0	632.0
PH_3 (Fosfamina)	2.0	637.0
Calor a 40°C (60 minutos)	16.0	617.0 *

* Tratamiento dominado

Se puede observar en el análisis de retorno marginal, que el tratamiento con fosfamina tiene una tasa de retorno de 250% comparado con el testigo sin tratamiento (Cuadro 16). Esto significa que por cada lempira (L.1.00) invertido en la aplicación de fosfamina, el agricultor puede esperar recobrar su lempira y obtener L. 2.50 adicionales.

Cuadro 16. Análisis marginal (L.) de las metodologías de control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.

Tratamiento	Costos variables	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal ¹ (%)
Testigo	0.0		632.0		
PH ₃ (Fosfamina)	2.0	2.0	637.0	5.0	250

1 Fórmula = Beneficios netos marginales/Costos marginales

La tasa de retorno marginal del tratamiento con fosfamina resulta altamente rentable (250%) al compararla con el interés bancario actual en Honduras (7 a 17%). Puede ser aceptable por el pequeño productor como control de A. obtectus debido a que es eficiente técnicamente y la fosfamina es relativamente disponible en almacenes de productos agrícolas. Además al aplicar el tratamiento en silos metálicos resulta un método sencillo y seguro si se lo realiza con las precauciones necesarias.

2. Comparación económica de métodos de control de

Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en sacos de nylon.

El porcentaje de pérdida obtenido en el experimento en sacos de nylon (Cuadro 11), fue obtenido a partir de sacos con

20 lb de frijol en su interior. Estos valores fueron extrapolados a sacos con 200 lb de frijol, ya que son los utilizados por el agricultor de Honduras cuando almacena el frijol mediante éste sistema (Cárcamo, 1992).

El costo del plástico negro, costo de la pastilla de fosfamina y costos de mano de obra de aplicación del tratamiento, se calcularon de igual manera que en el análisis económico anterior de silos metálicos. El costo de la cal es de L.0.10 la lb (Morocelí, Honduras). Para aplicar el tratamiento de control con cal al 10% con respecto al peso, son necesarias 20 lb para mezclar con las 200 lb de frijol, lo que resulta L.2.00. Se adiciona L.1.00 como costo de transporte de las 20 lb de cal (Cuadro 17).

Para los tratamientos de neem y de ceniza se calcularon los costos de mano de obra de preparación del material. En el tratamiento con neem al 20% por peso, se incluye la cosecha y secamiento de 200 lb de hojas de neem frescas para obtener 40 lb de material seco a ser mezclado con 200 lb de frijol. El costo de sembrar y cultivar el neem no se incluye en el análisis debido a que resultaría muy bajo por la duración de la planta de neem (15 a 20 años). En el tratamiento con ceniza al 20% por peso, se incluye la recolección y quemado de 200 lb de estiércol seco para obtener 40 lb de ceniza a ser mezcladas con 200 lb de frijol.

En orden descendente los beneficios netos en los tratamientos son: 1) PH₃ (fosfamina); 2) cal; 3) ceniza; 4)

calor a 40°C, 60 minutos; 5) testigo; y 6) neem. Mientras que los costos variables en orden descendente son: 1) neem; 2) calor a 40°, 60 minutos; 3) PH₃ (fosfamina); 4) cal; 5) ceniza; y 6) testigo sin tratamiento (Cuadro 17).

Cuadro 17. Presupuesto parcial (L.) de las metodologías de control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.

Variable	Tratamiento					
	Neem	Testigo	40°C	Ceniza	Cal	PH ₃
Rendimiento promedio (%)	92.4	93.1	96.0	97.9	97.9	99.0
Rendimiento promedio en sacos de 200 lb (lb)	184.8	186.2	192.0	195.8	196.8	198.0
Beneficios brutos	296.0	298.0	307.0	313.0	315.0	317.0
Costo depreciación del plástico	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	3.0
Costo de la cal y transporte	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
Costo pastilla de 3 g de fosfamina	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Costo m.o. cosecha y secamiento de neem	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Costo m.o. recolección y quemado de estiércol	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
Costo m.o. para aplicación del tratamiento	1.5	0.0	4.0	1.5	1.5	1.5
Total de costos variables	10.5	0.0	8.0	3.0	4.5	5.5
Beneficio neto	285.5	298.0	299.0	310.0	310.5	311.5

Al realizar el análisis de dominancia se puede observar que el tratamiento con neem tiene costos variables mayores que todos los demás tratamientos, y su beneficio neto es el menor, por lo que queda "dominado" y se lo elimina en el cálculo de la tasa de retorno marginal. El tratamiento con calor a 40°C queda "dominado" con respecto a los demás tratamientos excluyendo al testigo ya que tiene un costo variable mayor, pero su beneficio neto es levemente mayor que el testigo por lo que no queda dominado en su totalidad (Cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis de dominancia de las metodologías de control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.

Tratamiento	Total de costos variables (L.)	Beneficios netos (L.)
Testigo	0.0	298.0
Ceniza	3.0	310.0
Cal	4.5	310.5
PH ₃	5.5	311.5
Calor 40°C (60 minutos)	8.0	299.0 *
Neem	10.5	285.5 **

* Tratamiento dominado con respecto a los demás tratamientos, excluyendo al testigo

** Tratamiento dominado

El análisis marginal comparativo entre las diferentes metodologías de control de A. obtectus, muestra que el tratamiento con ceniza tiene una tasa de retorno marginal del 400% con respecto al testigo sin tratamiento. El tratamiento de cal, 33% con respecto a la utilización de ceniza. Y el tratamiento de PH₃ (fosfamina), 100% con respecto a la utilización de cal (Cuadro 19).

Cuadro 19. Análisis marginal comparativo (L.) entre las metodologías de control de Acanthoscelides obtectus en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.

Tratamiento	Costos variables	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal (%)
Testigo	0.0		298.0		
Ceniza	3.0	3.0	310.0	12.0	400
Cal	4.5	1.5	310.5	0.5	33
PH ₃	5.5	1.0	311.5	1.0	100

La tasa de retorno marginal calculada nos indica que si el agricultor no tiene ningún método de control de A. obtectus, al utilizar ceniza como tratamiento obtendrá un beneficio adicional de 400% sobre su inversión en los costos que requiere la utilización de ceniza. Si ya está utilizando ceniza como medio de control de A. obtectus, no tiene sentido cambiar su metodología a la utilización de cal, debido a que su retorno es apenas un 33% sobre la utilización de ceniza. Sin embargo, al utilizar PH₃ (fosfamina) se obtiene un retorno de 100% sobre la utilización de cal (Cuadro 19). Si estuviera utilizando ceniza y se cambia a PH₃ (fosfamina) obtendrá 60% de rentabilidad sobre la ceniza (porque el beneficio marginal de ceniza a PH₃ es L. 1.50 y el costo marginal es L. 2.50).

La ceniza resulta el método más rentable, pero no el

el pequeño productor, obteniendo la mayor tasa de retorno (Cuadros 19 y 20). La cal y el PH_3 como tratamientos resultan rentables y son también alternativas para el control de A. obtectus en frijol almacenado en sacos. Sin embargo, al agricultor le puede resultar más fácil recolectar estiércol seco y quemarlo para mezclar la ceniza con el frijol, por lo que resultaría un método de control más aceptable que la cal y el PH_3 . Adicionalmente, al usar ceniza no existe un desembolso real de dinero ya que los materiales son disponibles en el propio campo, lo que no sucede con la cal y el PH_3 .

El usar PH_3 en almacenamiento en sacos, requiere entrenamiento para su aplicación. Resulta efectivo cuando se sella bien el almacén o se cubren los sacos con un plástico sellando los bordes del plástico; sin embargo, todavía es muy peligroso el uso de PH_3 en manos del pequeño productor en Honduras (Martínez *et al.*, 1992).

3. Comparación económica entre los sistemas de almacenamiento de frijol en silos metálicos y en sacos de nylon como metodologías de control de Acanthoscelides obtectus

La comparación económica entre los sistemas de almacenamiento en silos metálicos y en sacos de nylon solamente se realizó en base al porcentaje de pérdida obtenido en los testigos sin tratamiento de cada sistema (Cuadros 7 y 11). Esto debido a que los tratamientos de control de A. obtectus fueron específicos en cada sistema de almacenamiento.

Se calculó el beneficio y los costos variables para un almacenamiento de 400 lb tanto en almacenamiento en silos metálicos, como en almacenamiento en sacos de nylon; tomando como referencia un silo de 400 lb y dos sacos de 200 lb de capacidad respectivamente (precios estimados por el Programa de Desarrollo Rural de la EAP).

Para los costos variables, en los silos metálicos se calculó la depreciación lineal a cinco años del valor de un silo de 400 lb (L.150.00); en los sacos de nylon se depreció linealmente a dos años el valor de dos sacos de 200 lb (L.2.00 cada uno). Los costos de mano de obra varían en los dos sistemas porque el tiempo para introducir 400 lb de frijol en un silo metálico (estimado dos horas) es mayor que el tiempo necesario para almacenar la misma cantidad de frijol en sacos (estimado una hora) (Cuadro 21).

Cuadro 21. Presupuesto parcial (L.) comparativo entre almacenamiento de frijol en silos metálicos y almacenamiento en sacos de nylon, con respecto a pérdidas causadas por Acanthoscelides obtectus.

Variable	Silos metálicos	Sacos de nylon
Rendimiento promedio de los testigos (%)	98.8	93.1
Rendimiento promedio en 4 qq (lb)	395.2	372.4
Beneficio bruto	632.0	596.0
Costo depreciación sacos	0.0	2.0
Costo depreciación silos metálicos	30.0	0.0
Costo m.o. para almacenar el frijol	3.0	1.5
Total costos que varían	33.0	3.5
Beneficio neto	599.0	592.5

Los costos variables en el almacenamiento en silos son mayores que en el almacenamiento en sacos, pero los beneficios también son mayores en silos por lo cual no es necesario

realizar un análisis de dominancia (Cuadro 22).

Al realizar el análisis de retorno marginal se observó que la tasa de retorno es de apenas un 22% al pasar de el sistema de sacos de nylon al sistema de silos metálicos (Cuadro 22). Sin embargo, aún así es más rentable que el interés bancario actual (7-17%), pero posiblemente sea para el agricultor un bajo retorno a su inversión.

Cuadro 22. Análisis marginal (L.) entre almacenamiento de frijol en silos metálicos y almacenamiento en sacos de nylon, con respecto a pérdidas causadas por Acanthoscelides obtectus.

Tratamiento	Costos variables	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal (%)
Sacos de nylon	3.5	29.5	592.5	6.5	22
Silos metálicos	33.0		599.0		

Hay que tener en cuenta que el almacenamiento del frijol en el presente ensayo solamente fue durante dos meses. Es posible que al almacenar el grano durante más tiempo, el porcentaje de pérdida causado por A. obtectus en sacos de nylon, incremente en forma mayor que en el almacenado en silos metálicos, lo que provocaría que la tasa de retorno marginal aumente para el sistema de silos. Adicionalmente, el silo, debido a que proporciona una barrera física, prevendría el ataque de otros insectos del frijol, como es el caso de Zabrotes subfasciatus, lo que agregaría un valor económico al uso del silo metálico.

Otra alternativa del agricultor es almacenar el frijol en barriles metálicos de 55 galones dándoles un manejo similar al de los silos metálicos para controlar A. obtectus. De esta

manera los costos bajarían y la tasa de retorno subiría, ya que el barril tiene un precio estimado de acuerdo a su disponibilidad de L.85.00 comparado con el silo metálico cuyo valor estimado es L.150.00 (precio estimados por el PDR, EAP).

V. CONCLUSIONES

1. La temperatura de 40°C tiene efecto en el desarrollo de A. obtectus, provocando disminución en la emergencia de adultos cuando se trata a larvas de primer y segundo instar durante por lo menos hora.

2. La temperatura de 40°C aplicada por periodos cortos de tiempo (aproximadamente 15 minutos) sobre larvas de tercer, cuarto instar y pupas, provoca un estímulo en la emergencia de adultos de A. obtectus.

3. La temperatura de 40°C proveniente de la radiación solar utilizada durante periodos de tiempo de 60 minutos o menos, no es suficiente para lograr una desinfestación total de A. obtectus en frijol almacenado.

4. A mayor tiempo de sometimiento a 40°C, disminuye el número de adultos de A. obtectus emergidos después del tratamiento. Sin embargo, esta afirmación se cumple a partir de 60 minutos de sometimiento a 40°C.

5. El tiempo de sometimiento del frijol a 40°C hasta diez horas de aplicación no disminuye significativamente el porcentaje de germinación en las variedades Dorado y Danlí 46.

6. Con la metodología aplicada de hojas secas de neem, no se logra un control de A. obtectus. Sin embargo, es posible que haya influido el genotipo de neem utilizado, el tiempo de almacenamiento del material o la forma en que fueron secadas las hojas de neem.

7. En el sistema de almacenamiento de frijol en silos metálicos, el uso de PH_3 (fosfamina) es un método de control de A. obtectus, técnicamente eficiente, rentable, aceptable y disponible por el pequeño productor. Sin embargo, su aplicación requiere tomar las medidas necesarias para evitar los riesgos de su uso.

8. En el sistema de almacenamiento de frijol en sacos de nylon, el uso de ceniza de estiercol de ganado vacuno mezclada con el frijol al 20% por peso, es un método de control de A. obtectus, técnicamente eficiente, rentable, aceptable y disponible por el pequeño productor, cuando se almacena el grano por períodos de aproximadamente dos meses.

9. La cal hidratada mezclada con el frijol al 10% con respecto al peso del grano, es un método de control de A. obtectus de sencilla aplicación, eficiente y rentable para el pequeño productor que almacena el frijol por un período de aproximadamente dos meses. Sin embargo, si el agricultor ya está usando ceniza como medio de control, no tiene sentido cambiar su metodología al uso de cal, porque no aumentará significativamente su rentabilidad.

10. El uso de PH_3 (fosfamina), como método de control de A. obtectus en el sistema de almacenamiento de frijol en sacos de nylon, resulta técnicamente eficiente. Sin embargo, su utilización es peligrosa, requiere de entrenamiento de los agricultores y su Tasa de Retorno Marginal es menor comparada con el uso de cal o ceniza.

11. El sistema de almacenamiento de frijol en silos metálicos, como control de A. obtectus, tiene un retorno marginal del 22% comparado con el sistema de almacenamiento en sacos de nylon cuando se almacena el frijol durante dos meses. Sin embargo, si el almacenamiento del grano dura más de dos meses es posible que aumente la rentabilidad de los silos metálicos.

12. Para el frijol de la cosecha de "primera" cuyo almacenamiento dura en promedio de dos a cuatro meses, el sistema de almacenamiento en sacos de nylon complementado con la aplicación de ceniza o cal, puede ser suficiente como método de control de A. obtectus, evitándose el uso de fumigantes o químicos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar experimentos factoriales entre distintas temperaturas, tiempos de sometimiento y los diferentes estados del desarrollo de A. obtectus, para determinar un balance entre temperatura, porcentaje de germinación del frijol y control de A. obtectus.

2. Realizar experimentos de control de A. obtectus en frijol almacenado, mediante la utilización de hojas de neem, evaluando nuevas formas de procesamiento de las hojas, diferentes genotipos de neem y distintas épocas de cosecha de las hojas.

3. Realizar experimentos de evaluación técnica y económica de controles de A. obtectus y Z. subfasciatus en frijol almacenado durante más de dos meses y en distintas épocas del año.

4. Recomendar al agricultor la utilización de ceniza al 20% por peso o cal al 10% por peso, mezclada con el grano de frijol, si su sistema de almacenamiento es el de sacos de nylon y almacena el frijol por periodos de tiempo de aproximadamente dos meses.

5. Recomendar a los pequeños productores de frijol el uso de fosforo de hidrógeno, solamente si su almacenamiento lo realizan en silos metálicos. Y recomendarles las medidas de seguridad para la aplicación del producto

6. Realizar evaluaciones a nivel de pequeños productores sobre las consideraciones que tienen para determinar un grano como perdido cuando ha sido atacado por A. obtectus y Determinar hasta que punto se puede considerar a un grano como recuperable.

VII. RESUMEN

La especie Acanthoscelides obtectus es una de las principales plagas del frijol almacenado en Honduras y el resto de América Latina, siendo necesario su control para evitar pérdidas fundamentalmente a nivel del pequeño productor.

Los objetivos de la presente investigación fueron: Comparar técnica y económicamente sistemas de control de A. obtectus en frijol almacenado; determinar una metodología de desinfestación y control de A. obtectus en frijol almacenado, utilizando como base los criterios de rentabilidad, aceptación, eficiencia técnica y disponibilidad; desarrollar un método simple y rentable para desinfestar A. obtectus en frijol almacenado por medio de la utilización de calor; y comparar métodos tradicionales y mejorados para controlar A. obtectus en frijol almacenado en silos metálicos y en sacos de nylon.

El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, y estuvo comprendido por seis experimentos de laboratorio efectuados entre los meses de junio de 1992 y febrero de 1993. Se mantuvieron cultivos de A. obtectus mientras duraron los experimentos. Se utilizaron las variedades de frijol Dorado y Danlí 46.

El primer experimento fue la determinación de una curva de oviposición de A. obtectus para poder programar inoculaciones de adultos y obtener los diferentes estados del

desarrollo de A. obtectus. Se utilizaron 24 adultos recién emergidos de A. obtectus, en 100 g de frijol.

El segundo experimento fue el sometimiento de A. obtectus a calor a 40°C durante 15 y 60 minutos en un horno de laboratorio. Se realizó un análisis factorial entre el tiempo de sometimiento a calor (0, 15 y 60 minutos) y los diferentes estados del desarrollo de A. obtectus (huevos, larvas, pupas y adultos). Mediante este experimento se pudo determinar la sensibilidad de los diferentes estadios de A. obtectus al calor a 40°C y el tiempo más conveniente para lograr un potencial control del insecto. Las variables analizadas fueron: El total de adultos de A. obtectus emergidos y el porcentaje de germinación del frijol después de los tratamientos de calor.

Antes de realizar los siguientes experimentos se buscó una metodología práctica para lograr la temperatura de 40°C por medio de la utilización de la energía solar y que sea de posible uso por el pequeño productor de frijol. El tercer experimento fue una comparación de métodos de control de A. obtectus en frijol almacenado en silos metálicos. Los tratamientos fueron: Calor a 40°C durante 60 minutos a larvas de primer y segundo instar; calor a 40°C durante 15 minutos a larvas de tercer, cuarto instar y pupas; y Fosfuro de hidrógeno aplicado a los estados anteriormente mencionados. Cada tratamiento de calor tuvo un testigo análogo con respecto a los estados del desarrollo de A. obtectus, pero sin

tratamiento de calor. Se utilizaron etapas específicas del desarrollo de A. obtectus de acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento en el horno de laboratorio. Se almacenó el frijol en silos metálicos durante dos meses. Las variables analizadas fueron: Porcentaje de daño; porcentaje de pérdida; peso total de adultos por silo; porcentaje de germinación del grano; y porcentaje de humedad del grano. Adicionalmente se realizó un análisis económico de beneficio/costo comparando entre las metodologías de control aplicadas.

El cuarto experimento fue una comparación entre métodos de control de A. obtectus en frijol almacenado sacos. Previamente se preparó ceniza de estiércol vacuno y se secaron hojas de neem para mezclarlos con el frijol como tratamientos de control de A. obtectus. Los tratamientos fueron: Calor a 40°C durante 60 minutos; ceniza al 20% por peso; cal al 10% por peso; neem al 20% por peso; fosfuro de hidrógeno; y tesigo sin tratamiento de control. Las variables analizadas fueron: porcentaje de daño; porcentaje de pérdida; número de agujeros por muestra; porcentaje de germinación; y porcentaje de humedad del grano. Se realizó un análisis económico comparativo de beneficio/costo entre las metodologías de control aplicadas.

El quinto experimento fue el sometimiento de A. obtectus a tratamientos con hojas secas de neem (Azadirachta indica). Los tratamientos fueron: Polvo de neem (300 micras) al 20% por

peso; polvo de neem (300 micras) al 5% por peso; retazos de hojas secas de neem (1/4") al 20% por peso; y testigo sin tratamiento de neem. Se analizó únicamente la variable número total de adultos emergidos.

El sexto experimento fue el sometimiento de A. obtectus a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos en horno de laboratorio. Las variables analizadas fueron: Número de adultos emergidos y porcentaje de germinación del frijol.

En la determinación de la curva de oviposición se obtuvo un promedio de 45 huevos por hembra ovipositados durante su vida adulta. La oviposición comenzó al segundo día y perduró hasta el decimo primer día. Los adultos murieron a partir del día 12 hasta el día 15. Entre el cuarto y sexto día se obtuvo el 93% del total de huevos ovipositados. El pico de oviposición se observó al sexto día con un promedio de 14.3 huevos por hembra. Estos resultados permitieron programar las inoculaciones para poder infestar el frijol que fue utilizado en los siguientes experimentos, pudiendo determinar las etapas del desarrollo de A. obtectus que fueron tratadas.

En el horno de laboratorio se determinó que la etapa más sensible del desarrollo de A. obtectus a los tratamientos de calor a 40°C fueron las larvas de primer y segundo instar, siendo el tiempo de 60 minutos el que mejor control presentó. Las etapas más resistentes fueron las larvas de tercer, cuarto instar y pupas, ya que a 60 minutos no mostraron reducción significativa con respecto al testigo sin tratamiento de calor

y presentaron un incremento en la emergencia de adultos cuando fueron tratadas durante 15 minutos. El porcentaje de germinación del frijol no se redujo con los tratamientos de calor.

Al comparar métodos de control de A. obtectus en frijol almacenado en silos metálicos, los mayores porcentajes de daño y pérdida se observaron en larvas de tercer, cuarto instar y pupas tratadas a 40°C durante 15 minutos. El tratamiento de 40°C durante 60 minutos a larvas de primer y segundo instar no mostró diferencias significativas con respecto a su testigo análogo. Los tratamientos de fosfuro de hidrógeno presentaron los menores porcentajes de daño y pérdida. Al analizar el peso total de adultos emergidos por silo, nuevamente se presentó un incremento de adultos en el tratamiento de 15 minutos. En el tratamiento de 60 minutos se observó reducción significativa con respecto al testigo análogo, pero no se logró un control técnicamente eficiente. El tratamiento con fosfuro de hidrógeno logró un control total de A. obtectus ya que no hubo emergencia de adultos, siendo éste el tratamiento más eficiente al utilizar silos metálicos. No existieron diferencias entre los tratamientos en cuanto a porcentaje de germinación y porcentaje de humedad del grano.

Al comparar métodos de control de A. ontectus en frijol almacenado en sacos, los mayores porcentajes de daño y pérdida y el mayor número de agujeros de emergencia por muestra, se observaron en el tratamiento con neem y en el testigo sin

tratamiento. El tratamiento de calor a 40°C durante 60 minutos logró reducir en un 3% el porcentaje de pérdida con respecto al testigo. Los tratamientos más eficientes técnicamente fueron: Fosfuro de hidrógeno, cal y ceniza. Por el peligro en la utilización del fosfuro de hidrógeno, se recomienda la utilización de ceniza o cal como alternativas de control de A. obtectus para el pequeño productor cuando almacena el frijol en sacos.

En el experimento con hojas secas de neem, no se observaron diferencias significativas en ningún tratamiento con respecto al testigo. Es posible que haya influido el tiempo de almacenamiento de las hojas de neem, la manera en las que fueron secadas las hojas, el genotipo de neem utilizado o que el biotipo del insecto evaluado haya presentado resistencia a los efectos insecticidas del neem.

En el experimento de sometimiento de A. obtectus a tratamientos con calor a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600 minutos, se determinó que existe una relación inversa entre el tiempo de sometimiento a 40°C y el número de adultos de A. obtectus emergidos. Sin embargo, esta afirmación es válida a partir de 60 minutos de sometimiento a 40°C.

Al comparar económicamente los métodos de control de A. obtectus en frijol almacenado en silos metálicos, se determinó que los métodos de calor aplicados no resultan rentables para un almacenamiento de dos meses. El tratamiento con fosfuro de hidrógeno obtuvo una tasa de retorno marginal del 250% al

tomar los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales con respecto al testigo. El tratamiento con fosfuro de hidrógeno resulta rentable para el pequeño productor que almacena el frijol en silos metálicos.

Al comparar económicamente los métodos de control de A. obtectus en frijol almacenado en sacos, el tratamiento con ceniza fue el que mayor tasa de retorno presentó con respecto al resto de tratamientos, siendo ésta del 400% con respecto al testigo. El tratamiento con cal presentó una alta tasa de retorno (278%) con respecto al testigo; sin embargo, si el agricultor ya está utilizando ceniza como control, no justifica el cambiar su método al uso de cal ya que la tasa de retorno marginal al pasar de ceniza a cal es de apenas el 33%. El tratamiento con fosfuro de hidrógeno presenta una tasa de retorno del 245% con respecto al testigo, pero no se recomienda ya que puede resultar muy peligroso para el pequeño productor cuando almacena el frijol en sacos. El tratamiento de calor a 40°C durante 60 minutos, no resulta rentable para un almacenamiento de dos meses en sacos.

Se recomienda el uso de fosfuro de hidrógeno para controlar A. obtectus en frijol almacenado en silos metálicos, siempre que se realice la aplicación en un lugar de poco peligro para la familia del agricultor, y siguiendo las medidas de seguridad para el uso del producto. El método resulta rentable, técnicamente eficiente y puede ser aceptable y disponible por el pequeño productor.

Se recomienda el uso de ceniza de estiercol vacuno, mezclada al 20% con respecto al peso del frijol, para almacenamiento en sacos durante un período aproximado de dos meses. El método resulta rentable, técnicamente eficiente, disponible y puede ser aceptado por el pequeño productor de frijol. Si el agricultor no tiene ningún método de control de A. obtectus, otra alternativa es la utilización de cal mezclada al 10% con respecto al peso del frijol.

VIII. LITERATURA CITADA

- ALTAMIRANO, R.C. 1992. Efecto de arcelina en la tasa de crecimiento y reproducción de Zabrotes subfasciatus (Boheman). Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 96 p.
- AMBIKA, B., ABRAHAN, C.C., and NALINAKUMARI, T. 1981. Effect of neem leaf extract and two JH analogues on the development of Callosobruchus chinensis L. (Coleoptera Bruchidae). Agricultural Research Journal of Kerala, 19: 72-75.
- BACK, E.A. 1925. Weevils in beans and peas. USDA Farmer's Bulletin No. 1275: 35 p.
- BARRAGAN, E. y ALDANA, H. 1989. Efecto de diferentes intensidades de radiación gamma en la biología y el comportamiento del Gorgojo Pintado (Zabrotes subfasciatus Boheman) sobre frijol almacenado. Revista Acogranos 5 (6): 5-13.
- BEAN/COWPEA COLLABORATIVE RESEARCH SUPPORT PROGRAMS. 1991. Improved storage technology. CRPS. Michigan State University, Michigan. 2 p.
- CARCAMO, R.N. 1992. Caracterización del sistema poscosecha en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) a nivel del pequeño agricultor y del intermediario en el Municipio de Morocelí, Honduras. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 116 p.
- 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): 1-4.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1985. Frijol: Investigación y producción; Referencia de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por: M. López, F. Fernandez y A.V. Schoonhoven. Cali, Colombia. CIAT. 48 p.
- MARTINEZ, O.; MALO, V.; PINEL, L.A.; CHIRINOS, E. 1992. Caracterización del uso de fumigantes en granos básicos almacenados en el Municipio de Morocelí El Paraíso, Honduras. Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 4 p.
- DAVIS, R. and BOCZEK, J. 1986. A review of tricalcium phosphates an insect population supressant. Proceedings of the IV International Working Conference on Stored Product Protection. pp. 555-558.

- DE LA TORRE, G. 1973. Conservación técnica de granos alimenticios. 2 ed. AID, México. 22 p.
- DE BREVE, M.A., RABOUD, G., SIEBER, J. y PERDOMO, J.A. 1984. Proyecto postcosecha. Informe sobre los primeros resultados. Tegucigalpa, Honduras. 125 p.
- DEBOUCK, D. e HIDALGO, R. 1980. Morfología de la planta de frijol: Investigación y Producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 417 p.
- DECELLE, J. 1981. Bruchidae related to grain legumes in the Afro-tropical area. Series Entomologica, Tours, France, 19: 193-197.
- DELL'ORTO, T.H. y ARIAS, V.C.J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Tecnología Postcosecha. FAO. Serie No 4. Santiago, Chile. 142 p.
- DOBIE, P., HAINES, C.P., HODGES, R.J. y REES, P.F. 1991. Insects and Arachnids: Their biology and identification. Tropical Development and Research Institute, Slough, England. 273 p.
- EDGE, O.T. 1984. Effects of storing bean seeds with bean pod ash and other insecticides. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative (Geneva, New York) 27: 145-147.
- ESPINAL, R. 1987. Comparación del método tradicional y el método mejorado para almacenar maíz a nivel de finca en Honduras. Texcoco, México. pp. 53-58.
- FERNANDO, M.D. y NAWARATNE, S.B. 1984. Paddy husk ash as a protectant of cowpea against pulse beetle. Technical Note 11/84. Rice Processing Research and Development Centre, Anuradhapura, Sri Lanka. 8 p.
- FUETTERER, A. 1989. El uso del árbol de nim como insecticida natural y otras plantas con propiedades plaguicidas. COHAAT, Choluteca, Honduras. 10 p.
- GOLOB, P.; MWAMBULA, J.; MHANGO, V. y NGULUBE, F. 1982. The use of locally available materials as protectants of maize grain against insect infestation during storage in Malawi. Journal of Stored Product Research 18: 67-74.
- GONZALES, M., ROCHE, R. y SIMANCA, M.E. 1986. Materiales para envasar granos y su resistencia a Zabrotes subfasciatus. Ciencias de la Agricultura 28: 135-136.

- 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.
- HOFFMAN, A. 1945. Coleopteros Bruchidae y Anthribides, Fauna de Francia. Le Chevalier, Paris, France. 44: 90-92.
- HOWE, R.W. y CURRIE, I.E. 1964. Some laboratorie observations on rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. Bulletin of Entomological Research 55: 437-477.
- HUIGNARD, J. y BIEMONT, J.C. 1974. Influencia del aumento de la temperatura sobre la capacidad reproductiva de los machos del gorgojo del frijol, Acanthoscelides obtectus (Say). Annals de Zoología y Ecología Animal 6: 561-574.
- IVBIJARO, M.F. 1983. Preservation of cowpea Vigna unguiculata (L.) Walp. with the neem Azadirachta indica A. Juss. Departament of Agricultural Extension, University of Ibadan, Nigeria. Protection Ecology, 5: 177-182.
- JILANI, G. 1984. Use of botanical materials for protection of stored food grains against insect pests. A review. Presented at the Research Planning Workshop on Botanical Pest Control Project, August 1984, at Los Baños, Phillipines. 30 p.
- JOTWANI, M.G. and SRIVASTAVA, K.P. 1981. Neem-insecticide of the future. As protectant against stored grain pests. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi 110-112.
- KIULA, B.A and KAREL, A.K. 1985. Effectiveness of vegetable oils in protecting beans against mexican weevil (Zabrotes subfasciatus Bohman). Anual Report of the Bean Improvement Cooperative. Geneva, New York, 28: 3-5.
- LARSON, A.O. y FISHER, C.K. 1938. the bean weevil and the southern cowpea weevil in California. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin. 593 p.
- LATHROP, F.H. 1954. The bean weevil and its control. Bulletin Me. Experiment Station. No. 532. 34 p.
- LATHROP, F.H. and KEIRSTEAD, L.G. 1946. Black pepper to control the bean weevil. Journal of Economic Entomology. 39: 534.
- LIMBALD, C. y DRUBEN, L. 1979. Almacenamiento del grano. México D.F. Ed. Concepto. 331 p.

- MANTER, J.A. 1917. Notes on the bean weevil (Acanthoscelides obtectus Say). Journal of Economical Entomology 10: 190-193.
- McFARLANE, J.A. 1989. Guidelines for pest management research to reduce stored food losses caused by insects and mites. Bulletin 22:6.
- McGUIRE, J.U. and GRANDALL, B.S. 1967. Survey of insect pests and plant diseases of selected food crops of Mexico, Central America and Panamá. Int. Agric. Dev. Serv., Agric. Res. Serv. USDA AID. 157 p.
- MENUSAN, H. Jr. 1934. Effects of temperature and humidity on the life processes of the bean weevil, Bruchus obtectus Say. Annals of the Entomological Society of America. 27: 512-526.
- MORGAN, W. and PASFIELD, G. 1942. Dust for protecting bean seed against Bruchus (Acanthoscelides obtectus) Say. The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 8: 121-122.
- NELSON, H.D. y FISHER, C.K. 1952. Control of insects that attacks dried beans and peas in storage. USDA Bureau of Entomology. Washington D.C. 12 p.
- OSUJI, F. 1978. Post-harvest losses in grain legumes: A review and annotated bibliography. Kansas State University, Food and Feed Grain Institute. Special report No. 7. 136 p.
- PACHICO, D. 1989. Trends in world common bean production. In: Bean Production Problems in the Tropics, H.F. Schwartz y M.A. Pastor-Corrales (eds). Cali, Colombia. 654 p.
- PONCE DE LEON, E.C. 1983. Further investigation of insecticidal activity of black pepper (Pipper nigrum L.) and red pipper (Capsicum annum L.) on major storage insect pests of corn and legumes. MSc. Thesis, University of the Phillippines at Los Baños, Laguna. 44 p.
- RABOUD, G. 1984. Investigación de técnicas y métodos de reducción de pérdidas postproducción de granos básicos (maíz, frijol, maicillo) a nivel de pequeños y medianos productores en Honduras (A.C). Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE), Berna. 311 Honduras 8, Secretaría de Recursos Naturales.
- ROBLETO, G.A. 1990. Comparación de métodos de almacenamiento para control de Zabrotes subfasciatus en frijol común. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 58 p.

- RODRIGUEZ, A.A. 1992. Evaluación de sistemas de almacenamiento en frijol común para controlar Zabrotes subfasciatus. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 85 p.
- SCHNEIDER, K. 1991. El Problema de las pérdidas postcosecha de granos en América Latina y El Caribe. Primer Seminario Internacional sobre Micotoxinas en Granos Almacenados, Bogotá, Colombia, Abril 1991. 52 p.
- SCHOONHOVEN, L.M. 1983. Second International Neem Conference: After Word., Rauischholzhausen 1983. 581-588.
- SCHOONHOVEN, A.V. 1976. Pest of stored beans and their economic importance in Latin America. Proceedings of the XV International Congress of Entomology, Washington D.C., 691-698.
- SCHOONHOVEN, A .VAN., CARDONA, C. y GARCIA, J. 1988 Principales insectos que atacan el grano almacenado y su control; guía de estudio para ser utilizada como complemento de la unidad audiovisual sobre el mismo tema. 3 ed. Cali, Colombia. CIAT. 48 p.
- SHMED, S., GRAINGE, M., HYLIN, J.W., MITCHEL, W.C. and LITSINGER, J.A. 1983. Some promising plant species for use as pest control agents under traditional farming systems. Rauischholzhausen 1983. 565-580.
- SOUTHGATE, B.J. 1978. The importance of the Bruchidae as pest of grain legumes, their distribution and control. In: Pest of Grain Legumes: Ecology and Control (S.R. Singh, H.F. Van Emden and T.A. Taylor eds.) Academic Press, London. 454 p.
- TECK, S.N. 1992. Comparación de la biología de Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus en grano de frijol común (Phaseolus vulgaris) almacenado. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 83 p.
- TROPICAL LEGUMES: Research for the future. 1979. National Academy of Science, Washington, 326 p.
- WEBLEY, D.J. y HARRIS, A.H. 1977. A comparison of fumigants for use in bag fumigation. Tropical Stored Products Information 33: 9-17.

Anexo 3. Análisis Duncan del factor A (tiempo de somatimiento a 40°C) en el experimento en horno de laboratorio.

 Function : "NRANGE" T

Error Mean Square = 53.08
 Error Degrees of Freedom = 24
 No. of observations to calculate a mean = 3

Duncan's Multiple Range Test
 LSD value = 12.28
 s_{xx} = 4.206 at alpha = 0.050

x
 ~0

	Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	23.83	A	Mean	2 =	32.50 A
Mean	2 =	32.50	A	Mean	1 =	23.83 A
Mean	3 =	10.08	B	Mean	3 =	10.08 B

Anexo 5. Análisis Duncan de los factores A y B en el experimento en horno de laboratorio.

 Función: "NRANGE" T

Error Mean Square = 53.08
 Error Degrees of Freedom = 24
 No. of observations to calculate a mean = 3

Duncan's Multiple Range Test
 LSD value = 12.28
 $s_{xx} = 4.206$ at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1	=	22.33 B	Mean	6	=	47.67 A
Mean	2	=	24.33 B	Mean	8	=	44.33 A
Mean	3	=	22.33 B	Mean	4	=	26.33 B
Mean	4	=	26.33 B	Mean	5	=	25.67 B
Mean	5	=	25.67 B	Mean	2	=	24.33 B
Mean	6	=	47.67 A	Mean	1	=	22.33 B
Mean	7	=	12.33 BC	Mean	3	=	22.33 B
Mean	8	=	44.33 A	Mean	10	=	17.33 BC
Mean	9	=	13.67 BC	Mean	9	=	13.67 BC
Mean	10	=	17.33 BC	Mean	7	=	12.33 BC
Mean	11	=	4.667 C	Mean	11	=	4.667 C
Mean	12	=	4.667 C	Mean	12	=	4.667 C

ANEXO No. 8 Datos obtenidos en el experimento en silos metálicos

MUESTRA (500 GRANOS)	REPLICA	# DE GRANOS DAÑADOS	# DE GRANOS RECUPERABLES	PESO DE NO DAÑADOS (g)	PESO DE DAÑADOS (g)	PESO IRECUPERABLES (g)	PESO REAL (g)
	1	8.00	2.00	100.10	1.10	0.30	101.20
C 15 (24) # 1	2	15.00	3.00	99.80	1.80	0.40	101.60
	3	9.00	3.00	100.20	1.30	0.40	101.50
	1	10.00	3.00	99.30	1.40	0.40	100.70
C 15 (24) # 2	2	8.00	1.00	98.00	1.10	0.20	99.10
	3	10.00	4.00	99.00	1.50	0.60	100.50
	1	7.00	2.00	98.60	1.10	0.30	99.70
T (24) # 1	2	6.00	1.00	100.40	0.80	0.20	101.20
	3	3.00	1.00	100.10	0.40	0.20	100.50
	1	2.00	0.00	100.10	0.30	0.00	100.40
T (24) # 2	2	5.00	2.00	101.20	0.70	0.30	101.30
	3	4.00	1.00	98.00	0.60	0.20	98.60
	1	1.00	0.00	100.00	0.20	0.00	100.20
F (24) # 1	2	3.00	1.00	99.00	0.50	0.20	99.50
	3	1.00	0.00	101.40	0.20	0.00	101.60
	1	9.00	2.00	102.10	1.40	0.30	103.50
C 60 (8-15) # 1	2	9.00	3.00	99.50	1.40	0.40	100.30
	3	4.00	1.00	99.90	0.60	0.20	100.50
	1	7.00	2.00	98.10	1.10	0.30	99.20
C 60 (8-15) # 2	2	9.00	3.00	100.90	1.30	0.40	102.20
	3	4.00	0.00	100.10	0.60	0.00	100.70
	1	8.00	2.00	99.10	1.20	0.30	100.30
T (8-15) # 1	2	5.00	1.00	100.70	0.80	0.20	101.50
	3	5.00	2.00	100.90	0.70	0.30	101.50
	1	8.00	3.00	99.10	1.30	0.40	100.40
T (8-15) # 2	2	10.00	1.00	100.10	1.80	0.20	101.30
	3	5.00	1.00	99.60	0.80	0.10	100.40
	1	0.00	0.00	100.40	0.00	0.00	100.40
F (8-15) # 1	2	2.00	0.00	99.10	0.40	0.00	99.50
	3	1.00	1.00	99.20	0.20	0.10	99.40

- C 15 (24) = TRATAMIENTO DE CALOR 15 MINUTOS A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
T (24) = TESTIGO SIN TRATAMIENTO A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
F (24) = TRATAMIENTO CON PH3 (fosfamina) A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
C 60 (8-15) = TRATAMIENTO DE CALOR 60 MINUTOS A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do. INSTAR
T (8-15) = TESTIGO SIN TRATAMIENTO A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do. INSTAR
F (8-15) = TRATAMIENTO CON PH3 (fosfamina) A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do INSTAR

HUESTRA (250 granos)	REPLICA	% DE HUMEDAD	PROMEDIO HUMEDAD	% DE GERMINACION	PROMEDIO GERMINACION
	1	10.85		34.00	
C 15 (24) # 1	2	10.62	10.77	28.00	33.67
	3	10.85		39.00	
	1	10.62		19.00	
C 15 (24) # 2	2	10.62	10.70	31.00	24.33
	3	10.85		23.00	
	1	10.74		26.00	
T (24) # 1	2	10.74	10.74	32.00	27.00
	3	10.74		23.00	
	1	10.85		29.00	
T (24) # 2	2	10.85	10.81	23.00	28.67
	3	10.74		34.00	
	1	10.62		26.00	
F (24) # 1	2	10.62	10.70	28.00	28.00
	3	10.85		30.00	
	1	10.74		39.00	
C 60 (8-15) # 1	2	10.74	10.70	22.00	29.67
	3	10.62		28.00	
	1	10.85		17.00	
C 60 (8-15) # 2	2	10.74	10.78	32.00	24.00
	3	10.74		23.00	
	1	10.74		31.00	
T (8-15) # 1	2	10.74	10.74	24.00	27.33
	3	10.74		27.00	
	1	10.62		28.00	
T (8-15) # 2	2	10.85	10.74	21.00	26.00
	3	10.74		29.00	
	1	10.62		21.00	
F (8-15) # 1	2	10.74	10.66	26.00	24.67
	3	10.62		27.00	

C 15 (24) = TRATAMIENTO DE CALOR 15 MINUTOS A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
 T (24) = TESTIGO SIN TRATAMIENTO A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
 F (24) = TRATAMIENTO CON PH3 (fosfamina) A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
 C 60 (8-15) = TRATAMIENTO DE CALOR 60 MINUTOS A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do. INSTAR
 T (8-15) = TESTIGO SIN TRATAMIENTO A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do. INSTAR
 F (8-15) = TRATAMIENTO CON PH3 (fosfamina) A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do INSTAR

ANEXO No. 10 Cálculo del porcentaje de daño en el experimento en silos metálicos

MUESTRA (500 GRANOS)	PROMEDIO # GRAN. DAÑ.	PROMEDIO PESO NO DAÑ. (g)	PROMEDIO PESO DAÑ. (g)	PROMEDIO PESO REAL (g)	% DE DAÑO
C 15 (24) # 1	10.67	100.03	1.40	101.43	2.13
C 15 (24) # 2	9.33	98.77	1.33	100.10	1.87
T (24) # 1	5.33	99.70	0.77	100.47	1.07
T (24) # 2	3.67	99.77	0.53	100.30	0.73
F (24) # 1	1.67	100.13	0.30	100.43	0.33
C 60 (8-15) # 1	7.33	100.50	1.13	101.63	1.47
C 60 (8-15) # 2	6.67	99.70	1.00	100.70	1.33
T (8-15) # 1	6.00	100.23	0.90	101.13	1.20
T (8-15) # 2	7.67	99.60	1.30	100.90	1.53
F (8-15) #1	1.00	99.57	0.20	99.77	0.20

- C 15 (24) = TRATAMIENTO DE CALOR 15 MINUTOS A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
T (24) = TESTIGO SIN TRATAMIENTO A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
F (24) = TRATAMIENTO CON PH3 (fosfamina) A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
C 60 (8-15) = TRATAMIENTO DE CALOR 60 MINUTOS A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do. INSTAR
T (8-15) = TESTIGO SIN TRATAMIENTO A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do. INSTAR
F (8-15) = TRATAMIENTO CON PH3 (fosfamina) A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do INSTAR

ANEXO No. 11 Cálculo del porcentaje de pérdida en el experimento en silos metálicos

MUESTRA (500 GRANOS)	PESO POTENCIAL DE DAÑADOS (g)	PROMEDIO PESO RECUPERABLE (g)	PESO POTENCIAL DE LA MUESTRA (g)	% DE PERDIDA
C 15 (24) # 1	2.18	0.37	102.21	1.78
C 15 (24) # 2	1.88	0.40	100.65	1.47
T (24) # 1	1.07	0.23	100.77	0.83
T (24) # 2	0.74	0.17	100.51	0.57
F (24) # 1	0.34	0.07	100.47	0.27
C 60 (8-15) # 1	1.50	0.30	102.00	1.17
C 60 (8-15) # 2	1.35	0.23	101.05	1.10
T (8-15) # 1	1.22	0.27	101.45	0.94
T (8-15) # 2	1.55	0.23	101.15	1.30
F (8-15) # 1	0.20	0.03	99.77	0.17

- C 15 (24) = TRATAMIENTO DE CALOR 15 MINUTOS A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
- T (24) = TESTIGO SIN TRATAMIENTO A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
- F (24) = TRATAMIENTO CON PH3 (fosfamina) A LARVAS DE 3er. y 4to INSTAR
- C 60 (8-15) = TRATAMIENTO DE CALOR 60 MINUTOS A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do. INSTAR
- T (8-15) = TESTIGO SIN TRATAMIENTO A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do. INSTAR
- F (8-15) = TRATAMIENTO CON PH3 (fosfamina) A HUEVOS Y LARVAS DE 1er. y 2do INSTAR

Anexo 12. Datos introducidos al programa MSTAT-C del experimento en silos metálicos.

 Function : PRLIST
 Data case no. 1 to 10

List Of Variables

 Var Type Name / Description
 1 NUMERIC TRATAMIENTOS
 2 NUMERIC REPETICIONES
 3 NUMERIC PORCENTAJE DE DAÑO
 4 NUMERIC PORCENTAJE DE PERDIDA
 5 NUMERIC PORCENTAJE DE HUMEDAD
 6 NUMERIC PORCENTAJE DE GERMINACION
 7 NUMERIC PESO TOTAL DE ADULTOS EMERGIDOS POR SILO (g)

CASE NO.	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	2.13	1.78	10.77	33.67	6.820
2	1	2	1.87	1.47	10.70	24.33	6.120
3	2	1	1.07	0.83	10.74	27.00	3.450
4	2	2	0.73	0.57	10.81	28.67	5.150
5	3	1	0.33	0.27	10.70	28.00	0.000
6	3	2	0.20	0.17	10.66	24.67	0.000
7	4	1	1.47	1.17	10.70	29.67	3.460
8	4	2	1.33	1.10	10.78	24.00	2.595
9	5	1	1.67	0.94	10.74	27.33	5.325
10	5	2	1.53	1.30	10.74	26.00	4.970

Anexo 25. Datos obtenidos en el experimento en sacos de nylon

Muestra	# agujeros	# granos	Peso no dañados (g)	Peso dañados (g)	Peso real (g)	# de granos recuperables	Porcentaje de germinación	Porcentaje de humedad
C60 # 1	94	46	91.90	7.10	99.00	26	36	11.3
C60 # 2	64	33	94.20	5.30	99.50	18	38	11.2
C60 # 3	58	34	96.10	6.00	102.10	23	32	11.3
Neem # 1	143	64	92.30	10.30	102.60	30	29	11.4
Neem # 2	124	65	91.40	11.10	102.50	41	33	11.2
Neem # 3	140	67	90.10	11.30	101.40	36	28	11.2
PH3 # 1	18	7	99.50	1.20	100.70	3	36	11.2
PH3 # 2	17	9	100.70	1.40	102.10	4	38	11.3
PH3 # 3	18	6	99.40	1.00	100.40	2	32	11.3
Cal # 1	24	8	100.30	1.30	101.60	4	30	11.4
Cal # 2	32	15	99.20	2.80	102.00	6	22	11.3
Cal # 3	29	12	99.40	1.90	101.30	4	27	11.3
Cnza # 1	32	15	97.80	2.30	100.10	4	25	11.4
Cnza # 2	38	14	97.70	2.20	99.90	7	30	11.2
Cnza # 3	41	17	96.30	3.10	99.40	6	32	11.2
Test # 1	149	55	91.50	8.50	101.00	17	31	11.3
Test # 2	125	59	90.70	10.10	100.80	32	32	11.2
Test # 3	102	50	91.60	8.30	99.90	29	36	11.4

C60 = Calor a 40°C durante 60 minutos

Neem = Hojas secas de neem tamaño 1/4 de pulgada al 20% por peso

PH3 = Fosforo dehidrógeno (fosfanina)

Cal = Cal hidratada al 10% por peso

Cnza = Ceniza de estiércol vacuno al 20% por peso

Test = Testigo sin tratamiento

Anexo 26. Cálculo del porcentaje de daño y pérdida en el experimento en sacos de nylon

Muestra	Porcentaje de daño (%)	Peso potencial de dañados	Peso recuperable (g)	Peso potencial de la muestra (g)	Porcentaje de pérdida
C60 # 1	9.20	9.31	4.20	101.21	5.95
C60 # 2	6.60	6.66	2.90	100.86	3.72
C60 # 3	6.80	7.01	3.60	103.11	3.31
Neen # 1	12.80	13.55	4.80	105.85	8.27
Neen # 2	13.00	13.66	6.70	105.06	6.62
Neen # 3	13.40	13.94	5.70	104.04	7.92
PH3 # 1	1.40	1.41	0.50	100.91	0.90
PH3 # 2	1.80	1.85	0.60	102.55	1.21
PH3 # 3	1.20	1.21	0.30	100.61	0.90
Cal # 1	1.60	1.63	0.70	101.93	0.91
Cal # 2	3.00	3.07	1.00	102.27	2.02
Cal # 3	2.40	2.44	0.60	101.84	1.81
Cnza # 1	3.00	3.02	0.60	100.82	2.40
Cnza # 2	2.80	2.81	1.20	100.51	1.61
Cnza # 3	3.40	3.39	1.00	99.69	2.40
Test # 1	11.00	11.31	2.70	102.81	8.37
Test # 2	11.80	12.13	5.10	102.83	6.84
Test # 3	10.00	10.18	4.60	101.78	5.48

C60 = Calor a 40°C durante 60 minutos

Neen = Hojas secas de neen tamaño 1/4 de pulgada al 20% por peso

PH3 = Fosforo dehidrógeno (fosfanina)

Cal = Cal hidratada al 10% por peso

Cnza = Ceniza de estiércol vacuno al 20% por peso

Test = Testigo sin tratamiento

Anexo 46. Datos meteorológicos obtenidos en la EAP durante el mes de agosto de 1992.

TEMPERATURAS															
Fecha	Precipitación (mm)	Min. 7 am	Max. 6 pm	Ts 7 am	Th 1 pm	Ts 6 pm	Th 7 am	Ts 6 pm	Th 7 am	Evaporación			Prof. del suelo (cm)		
										7 am	1 pm	6 pm	50	50	50
1	19.5	15.5	29	21.1	20.2	28.3	23.2	24.4	24.2	60.92	59.81	55.21	25.15	25.05	25
2	0	15.2	29.7	22.7	22.5	29.2	29	25.3	25.1	55.69	52.45	50.43	24.2	25.1	25.1
3	0	15	29.6	21.4	20.6	28.9	21.9	23.2	19.4	59.84	56.83	53.84	25.2	25.2	25.2
4	0	16.5	27.6	20.4	19.2	27	21.9	21.4	20.2	60.81	60.82	57.84	25.4	25.3	25.3
5	0.3	15.5	30	21.4	20.4	29.4	22.4	24.9	21.9	56.84	59.84	56.89	25.3	25.3	25.4
6	0.7	16.5	30	21	20.2	29.4	22	27	22.4	57.86	61.82	57.82	25.4	25.3	25.3
7	0	16	29.5	20.2	19.8	29.8	22	22.4	21	56.82	54.84	54.9	25.3	25.8	25.3
8	0	17	29.3	22.4	19.4	29.2	23	23.4	21	61.8	60.8	56.86	26.4	26.5	25.4
9	0	17	29.6	20.9	19.6	29.2	22.4	25.6	21.6	56.84	60.84	57.82	25.4	26.6	25.3
10	0	16	29.6	20.2	19.6	29.9	23.6	27	20.6	54.86	54.89	55.85	25.4	25.3	25.4
11	0	17	29.7	21.2	19.9	29	22.6	26.9	22.2	54.94	64.8	61.84	25.3	25.4	25.4
12	10	-----	29	-----	-----	27.4	22.2	23.2	21.6	-----	61.46	63.81	-----	26.3	25.3
13	0	14.5	29.5	21.4	20.2	28.6	23	26.2	22.6	62.6	62.66	59.84	24	25.5	25.8
14	7	16.5	27.5	20.4	20	27	23	23.4	20.6	64.82	63.82	61.84	26.3	26.4	26
15	0	14.5	26.5	20.2	19	20.6	19	22.4	20	61.82	63.8	63.84	26.2	26.8	26.4
16	4.3	16.5	-----	20.2	19.4	26.9	22.2	-----	-----	63.8	63.79	-----	25.4	26.6	-----
17	3.8	15.5	28.5	20.4	19.4	28	20	25	21	63.75	63.8	60.78	26.4	26.6	25.8
18	0	16.5	29.5	21	20	28.6	23	23.9	21	64.82	64.8	60.84	27	28.1	27.8
19	0	15.6	29.7	21.4	20.4	-----	-----	23.4	20.9	60.78	-----	63.8	27	-----	26.9
20	0	16.5	29.8	21	21	25	22.9	25.9	21.4	63.84	51.92	49.92	27.1	28.2	27
21	0	16	28	21	19.4	27.2	23.4	25	22.2	53.66	51.72	50.86	27	27.2	26.8
22	0	15.5	29.9	20.6	19.6	29	22.2	26.4	21.2	47.95	53.8	50.9	26.9	27	27.2
23	0	16	29.9	22.4	19.6	30.2	20.4	26.2	21.4	48.82	46.9	49.78	27.1	27.5	27.1
24	0	14.4	30	20.6	19.2	31	22.8	25.8	20.4	47.82	44.85	42.87	27	27	27.1
25	0	12	29.6	19.2	18.2	28.6	22.2	20	18.8	48.9	47.9	47.88	27.2	27.2	27.2
26	2.1	14.5	29.7	19.6	18.6	28.4	22.9	26.6	22.4	47.93	46.95	49.84	27.1	26.9	26.8
27	0	16	30	22	20	30	22	26.8	21.2	47.85	51.79	47.9	27.2	26.8	27
28	2.9	16	29.9	20.6	20	27.8	23.6	20.2	19.6	49.84	47.5	51.79	27	27.6	27.1
29	3.9	16.5	30	22	19.9	29	21.6	20.1	19.2	51.82	53.8	53.84	26.9	26.8	27.1
30	1.4	14.2	29.7	19	18.3	28.4	21.3	22.3	20.1	52.8	52.86	49.86	26.9	26.8	26.6
31	0	19	26.6	20	19.1	26.2	21.3	19.9	18.4	55.82	54.9	59.74	27	27.1	27.4
55.9		15.7	29.2	20.86	19.7	28.2	22.43	24.1	21.1				26.17	26.44	26.2

Precipitación durante el mes: 55.9 pulgs. 2.236
 Temperatura mínima del mes: 12 día 25
 Temperatura máxima del mes: 30 día 5

Encargado: Jorge Ernesto Sánchez
 Estación "El Zamorano"

Anexo 47. Datos meteorológicos obtenidos en la EAP durante el mes de septiembre de 1992.

TEMPERATURAS																		
Fecha	Precipitación (mm)	Mín. 7 am	Max. 6 pm	7 am			1 pm			6 pm			Evaporación			Prof. del suelo (cm)		
				7 am	1 pm	6 pm	7 am	1 pm	6 pm	7 am	1 pm	6 pm	7 am	1 pm	6 pm	50	50	50
1	6	15.5	28.7	20.3	20	28.2	23.4	24.2	21.3	60.84	55.85	63.66	26.7	26.4	26.5			
2	10.5	16	29.5	21.1	20.4	28.3	21.2	26.1	22	56.84	66.76	62.78	26.5	26.6	26.6			
3	0	16.5	30	21.2	20	28.3	22.4	24.4	19.3	60.88	60.9	56.94	26.7	26.7	26.8			
4	0	15	30	20	19.1	30	21.2	26.2	20.1	55.9	54.92	51.86	26.7	26.8	26.7			
5	0	15	30	21.2	20.2	29.3	22.4	23	20.3	54.9	54.94	50.86	26.8	26.8	26.6			
6	1.4	15.5	-----	20.2	20.1	28	21.4	-----	-----	49.94	54.9	-----	26.9	26.8	-----			
7	14.8	15.2	-----	21.3	20.1	26.4	22.1	-----	-----	62.73	62.74	-----	27.3	27.5	-----			
8	9.3	16.3	29.7	20.3	20	28.2	22.4	24.2	21	47.7	54.69	54.68	27	26.7	26.6			
9	0.8	14.5	30	20	18.3	29.3	23	25.1	23	65.74	65.57	64.62	26.8	27.4	26.6			
10	-----	-----	-----	-----	-----	27.4	22.2	-----	-----	-----	59.74	-----	-----	26.9	-----			
11	7.3	12	29	20	19.1	23.4	21.1	24.2	22.1	63.74	64.7	62.74	27	26.8	26.9			
12	3	15	28.6	20.3	20	28.2	23	25	20.3	64.68	61.74	60.72	26.8	26.7	26.6			
13	0	16.5	29	22	20.3	27.4	22.2	21.2	19.3	58.78	57.76	58.72	26.7	26.7	26.7			
14	3.9	15.5	29.4	21	20.2	28.1	23.3	21.3	20.3	56.78	58.76	54.82	26.8	26.8	26.7			
15	2.5	12	29.7	18	18	28.2	21.3	25.3	21.3	54.72	53.76	50.8	26.8	27.3	26.7			
16	0	13.4	28	19.3	19	26.3	22.1	22.2	21	49.82	55.79	56.7	26.6	26.6	26.6			
17	3.9	15.5	29.7	20.1	19.3	29	23.2	22.2	20.1	56.81	53.79	56.79	26.6	26.6	26.7			
18	3.4	16.4	29.6	20.2	19.4	28	23.2	21.2	20.3	54.76	55.79	46.8	26.6	26.6	26.6			
19	23.3	14.5	28.5	21	20.2	27.3	23.1	23.2	21.2	63.78	63.76	60.82	26.8	26.7	26.7			
20	7.4	16.5	27.7	20.3	20.3	26.2	23.2	22.2	21.1	67.54	60.74	47.71	27	27.8	26.7			
21	25.1	14	29.5	18.9	19	-----	-----	21.3	23	72.62	-----	76.56	26.9	-----	26.8			
22	14	15	29.9	19.1	18.9	30.3	24.2	24.2	21.2	74.62	71.68	69.7	26.8	26.8	26.8			
23	0	15.5	29.8	21.2	20.9	30.2	23.2	24	22.1	68.74	66.44	64.56	27.1	25.6	27.1			
24	0	16.5	28.7	21	20.3	-----	-----	25.2	22	63.56	-----	60.68	27.5	-----	27.7			
25	22.2	15.5	-----	20.3	20.2	30	24	-----	-----	64.66	64.68	-----	27.3	27.2	-----			
26	29.5	13.5	-----	20.8	20.3	-----	-----	-----	-----	66.69	-----	-----	27.2	-----	-----			
27	32	15.5	-----	20.2	19.9	28.2	23.9	-----	-----	70.56	68.63	-----	27.1	26.9	-----			
28	5.2	16.6	29.9	20.3	20.1	24.2	20.7	21.7	20.2	63.67	65.68	62.7	26.9	27.8	27.9			
29	9.2	16	28	20	19.4	26.8	22.6	21.5	20.2	69.71	68.72	70.66	27.8	26.7	26.8			
30	3.7	16	30	21.2	20	29.5	24	24	22	68.7	70.69	68.72	26.6	26.6	27			
31	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!			
238.4		15.2	28.1	20.37	19.7	27.9	22.59	23.4	21.0				26.90	26.84	26.80			
Precipitación durante el mes: 238.4				pulgs.		9.536												
Temperatura mínima del mes: 11.4				día		18												
Temperatura máxima del mes: 30				día		3												

Encargado: Jorge Ernesto Sánchez
Estación "El Zamorano"

Anexo 48. Análisis de laboratorio del frijol Danlí 46 proveniente de Danlí, Honduras en agosto de 1992.

ANALISIS DE LABORATORIO

GENERALIDADES

FRI-051

Clase de grano: FRIJOL DANLI 46
 Cliente o Propietario: RENAN CISNEROS
 Centro de Procedencia: ZAMORANO, EAP.
 Almacenado Silo No. -0- Bodega No. -0- Estiba No. -0-

EXAMEN ORGANOLEPTICO

Olor: CARACTERISTICO Insectos/KG. Vivos: 0 Muertos: 0
 Temperatura: 26°C No. de excretas/KG: 0

Apariencia: Buena Regular Mala

ANALISIS SELECTIVO

Humedad: <u>10.8</u> %*	Clase contrastante: <u>1.2</u> %
Impurezas: <u>0.1</u> %**	Mezclado: <u>0.0</u> %
Daño por insecto: <u>0.3</u> %	Rendimiento: <u>0.0</u> %
Daño por Hongo: <u>0.0</u> %	Relación entero/quebrado: <u>0.0</u> %
Daño por Germen Café: <u>0.0</u> %	Grano Rojo: <u>0.0</u> %
Daño por Calentamiento: <u>0.0</u> %	Grano Yesoso: <u>0.0</u> %
Otros Daños: <u>0.0</u> %***	Grano con Gluma: <u>0.0</u> %
Total de Grano Dañado: <u>0.4</u> %	Tiempo de Cocción: <u>-</u>
Grano Quebrado: <u>0.0</u> %	
Grano Partido: <u>0.0</u> %	CALIDAD: <u>"A"</u>

* Representa la Humedad de la muestra, no del lote total. ** En 1000 GR *** Daño por roedores, Grano Inmaduro, Germinados.

Rangos de Calidad:

A = Total de Daño 0 a 7.0
 B = Total de Daño 7.1 a 10.0
 SM = Total de Daño 10.1 en adelante.

Observaciones: La muestra es proveniente de 1500 libra. de frijol Danlí 46 originarias de Danlí, Honduras.

FECHA: 19 de Agosto de 1992.

Ing. Luis A. Pinel
 Jef. Sección Poscosecha.

Analista: Lic. Brenda de Baide
 Jef. Laboratorio de Control de Calidad.

BB/ap.

X. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre: Renán Alberto Cisneros Andrade

Fecha de nacimiento: 13 de noviembre de 1967.

Lugar de nacimiento: Quito, Ecuador, Sur América.

Nacionalidad: ecuatoriana.

Educación Primaria

Escuela Borja # 3, Quito: 1972 - 1979

Educación Secundaria

Colegio Sebastián de Benalcazar, Quito: 1979 - 1986

Título obtenido: Bachiller en Humanidades Modernas

Educación Superior

Escuela Agrícola Panamericana: 1989 - 1991

Título obtenido: Agrónomo

Esta Tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de Profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración del Jefe y Coordinador del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue presentada como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Abril 1993.



Keith Andrews, Ph.D.
Director

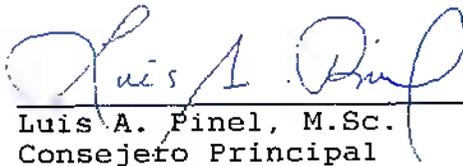


Mario Contreras, Ph.D.
Decano

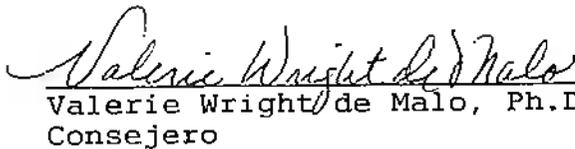


Juan Carlos Rosas Ph.D.
Jefe y Coordinador del
Departamento de Agronomía

Comité de Profesores:



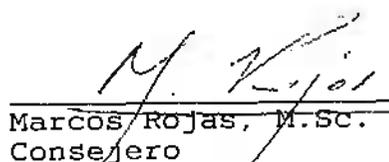
Luis A. Finel, M.Sc.
Consejero Principal



Valerie Wright de Malo, Ph.D.
Consejero



Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Consejero



Marcos Rojas, M.Sc.
Consejero