

23 No 63

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS



EVALUACION DEL EFECTO DE ACEITES VEGETALES
CONTRA GORGOJOS DEL FRIJOL ALMACENADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A

FRANCISCO HARO GURRION

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

C O N T E N I D O

	Página
1.- INTRODUCCION	1
1.1.- Métodos físicos para el combate de insectos de productos almacenados	3
1.2.- Métodos químicos para combatir insectos de productos almacenados	7
1.3.- Alternativas de combate de insectos de productos almacenados	7
2.- OBJETIVO	8
3.- ASPECTOS GENERALES DE LOS BRUQUIDOS	8
3.1.- Estructura taxonómica de la familia Bruchidae	8
3.2.- Biotaxonomía	9
3.3.- Distribución geográfica	10
3.4.- Relación Planta huésped - insecto	10
3.5.- Ciclo de vida de los brúquidos	12
3.6.- Daños y pérdidas debidas a brúquidos en cosechas de legumbres	14
3.7.- Datos sobre <u>Acanthoscelides obtectus</u>	16
3.8.- Datos sobre <u>Zabrotes subfasciatus</u>	21
3.8.1.- Caracteres morfológicos de los adultos	21
4.- LINEAS PROMISORIAS DE INVESTIGACION FUTURA SOBRE BRUQUIDOS	23
5.- MATERIALES Y METODOS	28
6.- RESULTADOS	28
6.1.- Análisis estadístico	48
7.- DISCUSION	60
8.- CONCLUSIONES	71
9.- BIBLIOGRAFIA	72

1.- INTRODUCCION

En nuestro país, corresponde al frijol un lugar primordial entre los granos alimenticios básicos. Una gran superficie de las áreas cultivables de nuestro país son dedicadas a la producción de esta leguminosa, siendo las zonas principales: la región tropical del Golfo de México (Veracruz, Tabasco y las Huastecas Potosina e Hidalguense); la meseta central, la costa del Pacífico (Sinaloa, Nayarit, Michoacán, Colima, Oaxaca y Chiapas) y el norte del país (Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Sonora, Nuevo León y Tamaulipas).

El aumento de la población implica que la producción de frijol en México se haya intensificado en los últimos años, como una consecuencia del aumento en la demanda de su consumo (Tablas 1 y 2).

La producción y protección del frijol ha sido el interés por parte de productores y dependencias oficiales, independientemente si se le utilizará como alimento o como semilla, lo que redundará en la misma función: servir de alimento al hombre y a los animales domésticos.

Uno de los más graves problemas para los granos o semillas después de ser cosechados, son los insectos que pueden vivir en semillas secas y otros productos de vegetales almacenados durante períodos más o menos largos. El daño ocasionado por estos insectos es enorme, sin embargo, hasta ahora no existen en México ni en muchos otros países, cifras exactas o estadísticas confiables que indiquen la cuantía de pérdidas anuales en el renglón de granos almacenados. A pesar de la falta de datos, se ha estimado que la pérdida global debida a plagas de granos almacenados fluctúa en cantidades que van desde un 5% hasta un 25% de acuerdo a la zona del país.

En general las causas principales de las pérdidas de granos y semillas almacenadas son varias:

- 1o.- La carencia de almacenes y locales adecuados para el manejo y conservación de granos y productos.
- 2o.- El alto contenido de humedad e impurezas del grano en el momento de almacenarlo.
- 3o.- La presencia de plagas (insectos, hongos, bacterias y roedores).
- 4o.- El manejo deficiente de granos y/o semillas.
- 5o.- El desconocimiento de los principios de conservación de granos.

La preservación de granos almacenados ha sido desde tiempos muy remotos, motivo de estudio y constante lucha contra las plagas que lo atacan. Una de las pérdidas más notables que se pueden señalar, es la destrucción parcial o total del grano y su contaminación causada por insectos, lo que se traduce en pérdidas de calidad en el grano y del poder germinativo de la semilla.

CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS Y AGRÍCOLAS DEL FRIJOL (1955 - 1978)

TABLA 1

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA HA	RENDIMIENTO MEDIO X HA KG	PRODUCCION TON.	PRECIO MEDIO RURAL PESOS/TON	VALOR PRODUCCION PESOS	COMERCIO EXTERIOR		CONSUMOS	
						IMP. TON.	EXP. TON.	NACIONAL TON.	PER-CAPITA KG.
1955	2,116,850	406	859,504	1,764	1,499,050,434	458	17,519	643,523	19.750
1956	2,240,032	432	1,0013,109	1,790	1,818,000,543	503	102,141	911,511	20.550
1957	1,929,057	500	960,169	1,705	1,719,217,405	409	55,363	904,022	20.237
1958	1,790,539	479	857,939	1,740	1,505,070,164	303	79,931	777,411	13.447
PROMEDIO									
1955/59	1,946,507	457	909,591	1,770	1,329,399,369	427	61,571	547,543	18.531
1970	1,745,947	530	915,542	1,545	1,709,320,815	0,647	11,231	922,353	10.194
1971	1,935,116	485	938,785	1,175	1,094,753,393	456	153	934,393	18.190
1972	1,665,745	515	859,503	2,541	1,770,400,217	2,325	33,537	823,835	16.350
1973	1,859,600	540	1,000,887	2,972	3,016,001,175	18,036	28,793	959,177	14.644
1974	1,551,877	616	971,375	5,000	5,442,942,130	39,478	725	1,010,329	17.304
PROMEDIO									
1970/74	1,764,076	535	943,759	2,915	2,756,425,934	13,873	15,912	943,720	17.267
1975	1,752,632	505	1,027,303	5,110	5,404,109,300	104,400	163	1,151,517	18.813
1976	1,315,819	530	709,211	4,709	3,470,222,000	175	4,001	697,290	11.195
1977	1,500,732	472	770,093	2,424	4,184,000,000	29,256	130,076	659,173	10.351
1978	1,580,227	600	948,713	7,100	7,115,000,000	1,320	44,034	905,349	13.531

Fuente: Secretaría de Agricultura y Rec. Hidráulicos, Sept. 1979, Ecotenia agrícola, consumos aparentes de productos agrícolas 1925-1978 Vol. III No. 9 Pag. 38-39.

BALANCE OFERTA Y DEMANDA NACIONAL DE PRODUCTOS AGRICOLAS BASICOS

AÑO COMERCIAL 1979

AL 31 DE DICIEMBRE DE 1979

(Toneladas)

TABLA 2

PRODUCTOS	PRODUCCION NACIONAL	%	INVENTARIO NACIONAL	%	EXISTENCIAS EN SILOS			%	DISPONIBILIDAD APARENTE	%	CONSUMO NACIONAL APARENTE	BALANCE		%
					AL 31 DE DICIEMBRE DE 1979		%					(+)	(-)	
					INVENTARIO	RESERVAS								
MAIZ	10,812,352	90.0	889,473	7.4	749,39	0.2	-	-	12,447,074	103.5	12,009,199	437,905	3.6	
SOYAS	4,392,031	75.7	209,291	5.0	1,07,119	21.1	300	2	6,858,921	104.8	6,725,164	160,757	2.3	
BOYA	234,154	25.3	95,012	3.0	564,007	41.8	-	-	904,026	60.7	1,432,736	(-)449,750	21.3	
TRIGO	2,337,038	79.5	537,408	18.3	1,059,947	38.2	14,351	0.5	3,929,059	133.5	1,941,202	907,767	23.6	
ARROZ	409,933	75.9	117,700	22.1	35,077	6.7	3,350	0.6	559,050	103.2	531,401	27,527	5.2	
CARTAMO	619,507	107.5	1,153	0.2	44	-	-	-	620,524	107.7	576,359	44,184	7.7	
FRUJL.	963,919	104.7	217,625	13.8	5,470	0.7	1,250	0.2	1,161,739	129.0	913,112	265,557	29.0	
AZUCAR	2,860,000	102.0	-	-	-	-	100,999	3.7	2,779,012	99.1	2,803,619	(-)24,617	(-)0.9	

FUENTES: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUP), Banco de México, S. A.
Elaborado por el Bifete de Comercialización de Productos Agropecuarios FIRA.

A continuación se señalan diversos métodos para el combate de insectos de almacén:

1.1.- Métodos físicos para el combate de insectos de productos almacenados.

El incremento en las demandas para proporcionar alimento higiénico por un lado, y los problemas asociados con el combate químico de insectos por el otro, han estimulado las investigaciones para alternar los métodos de combate.

La lucha biológica, es decir, el uso de virus, bacterias y hongos patógenos, parásitos y depredadores o variedades resistentes de plantas, ha encontrado muchas aplicaciones prácticas para frenar las plagas de las plantas. En alguna medida, la lucha biológica, especialmente enfermedades producidas por bacterias y el uso de variedades resistentes, son considerablemente promisorias para el control de insectos de productos almacenados.

Un posible sustituto para el combate químico de insectos de granos almacenados, es el poder manipular algunos factores físicos, los cuales hacen la vida imposible a los insectos: la temperatura y la humedad son dos factores primordiales para la vida de los insectos de granos almacenados. La importancia de la relación entre la condición del grano y la infestación por el insecto es bien conocida, la posibilidad y significado de usar la temperatura, la humedad y el poder controlar la atmósfera debido a que los insectos requieren oxígeno y eliminan CO₂, ayudarían a proteger al grano y facilitarían operaciones para fomentar otros medios de combate. Otros recursos tales como impactos mecánicos y diversos tipos de radiación han sido también usados.

Por centurias, la gente ha dependido de las condiciones físicas, temperatura y humedad para combatir a los insectos de productos almacenados. Por ejemplo, los rayos del sol son usados para calentar y secar granos después de cosechados. El almacenamiento de granos en cribas abiertas es otro ejemplo del uso de una atmósfera fría y secado natural que hace posible el cosechar tempranamente y almacenarlo en forma relativamente segura. En general, la mayoría de los insectos de productos almacenados no puede tolerar temperaturas extremas, por lo que el calentar y enfriar los almacenes son seguras medidas para el combate de insectos.

Las altas temperaturas matan a los insectos rápidamente. Algunas de las alteraciones que le suceden a un insecto cuando se eleva la temperatura son: pérdida de agua del cuerpo, inactivación de las enzimas y desnaturalización de las proteínas de las células. El calor ha sido usado para matar insectos en los últimos 75 años; por mucho tiempo ha sido común, supercalentar harina molida para combatir a los insectos. Temperaturas de 49° a 54° C (100° a 130° F) mantenidas durante 10 a 12 horas son efectivas y pueden resultar muy baratas. Estas temperaturas matan a la mayoría de los insectos rápidamente, pero cuando se involucra grano y otros materiales aislantes, la temperatura debe ser mantenida alta durante varias horas para asegurar su completa penetración. El calentamiento de las bodegas es usado a veces como sustituto de una fumigación para atacar a insectos dentro de bolsas o productos empaquetados. Una bodega a temperaturas de 81° a 93° C (180 a 200° F) con sacos de 45 Kg. de alimento o harina, pueden ser librados de insectos en 24 horas de exposición.

Aún cuando el grano es calentado en algunos procesos de secado, las temperaturas interiores del grano no son siempre letales a los insectos. El combate de insectos por secado del grano mediante aire caliente, probablemente resulta mejor que el calentamiento directo, porque las temperaturas del grano rara vez alcanzan niveles letales. La temperatura usual y segura de secado por aire caliente es alrededor de 60° C (140° F). Las temperaturas por arriba de 45° C (115° F) pueden dañar la viabilidad de la semilla, a menos que el grano sea enfriado rápidamente después del secado. En un experimento con arroz, una ráfaga de aire a 60° C (140° F) por 30 minutos, calentó el arroz a 50° C (122° F); esta temperatura no aseguró el 100% de la mortalidad de los insectos porque el grano fue enfriado tan pronto como fue posible después del secado (Whitney y Pedersen, 1962).

Control de la humedad

La mayoría de los insectos de almacén son incapaces de reproducirse en grano cuyo contenido de humedad es menor de 9%. El rango de humedades más favorable para su reproducción y desarrollo está entre 12 a 19%. Si por diversos medios es posible reducir el contenido de humedad favorable para el desarrollo de los insectos, sería otra forma de combatirlos. Los insectos de granos almacenados a semejanza de otros seres vivos, tienen gran capacidad para "producir" condi-

ciones favorables para su desarrollo. Como resultado de su alimentación y actividades metabólicas, los insectos producen calor y humedad.

Si bien el porcentaje en el contenido de humedad de un volumen de grano puede ser desfavorable para los insectos, una pequeña porción con humedad favorable puede constituir un núcleo de infestación, la cual en poco tiempo puede extenderse en el volumen total del grano.

El secado precosecha se produce en ciertas áreas donde las temperaturas son favorecidas por el calor y sequía. En estas regiones el contenido de humedad del grano está frecuentemente por debajo del favorable para el desarrollo del insecto. En otras regiones donde el clima es más húmedo, los granos son frecuentemente cosechados con contenidos de humedad favorables para el desarrollo y multiplicación de los insectos.

El secado postcosecha es necesario cuando el grano es cosechado con un alto contenido de humedad y es necesario almacenarlo libre de insectos y hongos.

El equipo necesario para secado del grano por medio del aire natural consiste de un ventilador con alta capacidad para el movimiento del aire, una unidad motriz y un apropiado sistema de conductos de aire. La peculiaridad del ventilador y unidad motriz son determinados por el tipo, humedad y textura del grano.

Un continuo e inmediato secado deberá hacerse para el grano que se cosecha extremadamente húmedo. Cuando el contenido de humedad del grano está por debajo del 15% el secado se efectuará solamente cuando la humedad relativa del ambiente está por debajo del 70%.

El secado por aire natural tiene la ventaja del módico equipo y bajos costos de operación, comparado con el secado por aire caliente. Dependiendo de las condiciones del ambiente, el proceso es tardado y requiere de varias semanas. Como resultado, el grano puede ser dañado por el desarrollo de hongos e insectos antes de estar completamente seco.

En el secado por aire caliente pueden ser utilizados varios sistemas. Cuando se usa algún tipo de sistema para secado por aire caliente, es importante en-

friar el grano a la temperatura ambiente después de secado y antes de guardarse en el almacén.

El uso del flujo del aire caliente como preventivo de plagas es limitado porque las altas temperaturas pueden afectar la germinación. En granos con bajo contenido de humedad, las temperaturas altas pueden utilizarse; si el contenido de humedad es alto, se utilizan bajas temperaturas.

El secado por aire caliente tiene ciertas ventajas sobre el secado con aire ambiental ya que éste no es afectado por las condiciones atmosféricas, por lo que se requiere menor tiempo de secado. Esta ventaja es relativa si se toma en cuenta el alto costo del equipo y los altos costos de operación. (Whitney y Pedersen, 1962).

Control de la atmósfera

El aire reducido o almacenes herméticos involucrados en el almacenamiento de grano, los protegen de algún intercambio de gas o líquido con la atmósfera externa. Este tipo de almacenaje ya se utilizó en Francia hace 100 años y también se ha explotado comercialmente para almacenar grano con contenidos de humedad alrededor del 17%. Para proporcionar este hermetismo se construyen depósitos de acero.

Si en un almacén hermético se coloca grano infestado húmedo, el oxígeno presente al comienzo del período de almacenaje es rápidamente utilizado por los insectos y es reemplazado por CO₂. Cuando el nivel de oxígeno alcanza una concentración mínima, la respiración del insecto baja al punto que el individuo comienza a inactivarse y muere antes de que el grano resulte seriamente dañado. Al principio se pensó que el CO₂ era un componente letal, pero ahora se sabe que el abatimiento del oxígeno es lo que causa la muerte de los insectos.

Varios aparatos de succión que emplean la fuerza del aire se usan para ventilar depósitos de grano. Los ventiladores de succión pueden ser estacionarios o rotatorios. El principio involucrado es una baja de presión por la acción del ventilador, ocasionando que el aire sea aspirado a través del grano y expulsado por el ventilador. (Whitney y Pedersen, 1962).

1.2.- Métodos químicos para combatir insectos de productos almacenados

El tratamiento a base de fumigantes para combatir insectos, además de representar una inversión monetaria periódica cada vez que la infestación de insectos se presenta, incluye también la imposibilidad de utilizar el grano como semilla debido a la disminución de su poder germinativo (causado por la constitución química del fumigante) y empleándose únicamente como alimento. (Guevara, 1953).

El almacenamiento destinado a la preservación de granos para utilizarse como semilla implica la aplicación de insecticidas mezclados con el grano y provee infestaciones de plagas durante algunos meses, dependiendo del insecticida que se use. Sin embargo, además de ontrañar un elevado costo, no deja de existir el peligro de dañar el embrión del grano al utilizarse elevadas concentraciones del producto o por la misma constitución química del producto. Por otra parte, imposibilita el empleo del grano como alimento para el hombre y animales domésticos en caso de que se requiera hacerlo, por los residuos altamente tóxicos que deja el insecticida.

1.3.- Alternativas de combate de insectos de productos almacenados

Teniendo en cuenta los factores que se mencionaron anteriormente, se han propuesto algunas alternativas para tratar de eliminar tal tipo de problemas. El uso de aceites vegetales para la protección de semillas y granos almacenados es una de estas alternativas. En México, normalmente los campesinos y los pequeños agricultores almacenan parte del grano de su cosecha para el próximo período de siembra, sin tomar las adecuadas precauciones en el almacenamiento de dicho grano, traduciéndose en pérdidas bastante altas debidas al ataque por insectos de almacén y la disminución de la capacidad germinativa de la semilla.

La utilización de aceites vegetales como protectores de granos en condiciones de almacén ha sido señalada por Varma y Pandey (1978) en la India y por Schoonhoven (1978) en Colombia. Los primeros realizaron experimentos a base de aceites de coco, mostaza, cacahuato, ajonjolí y girasol utilizando concentraciones de 0.3/100 partes peso a peso, en cambio el segundo experimentó aceites de palma africana, de semilla de algodón, maíz, soya y de coco, manejando una dosis de 1 ml/kg.

En trabajos realizados en la India se tuvo como insecto de prueba al gorgojo marchado de los granos, Callosobruchus maculatus (Fabr.), especie que en México llega a encontrarse esporádicamente; en cambio la especie utilizada en Colombia lo fué Zabrotes submaculatus (Boheman) conocido comúnmente como gorgojo mexicano o pinto del frijol.

2.- OBJETIVO

El objetivo de esta tesis es evaluar el efecto de cuatro diferentes aceites vegetales refinados en la emergencia de la progenie adulta de los gorgojos Zabrotes subfasciatus (Boheman) y Acanthoscelides obtectus (Say) en dos variedades de semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.).

3.- ASPECTOS GENERALES DE LOS BRUCHIDOS

El interés creciente por proteger las semillas y granos almacenados del ataque por insectos de almacén ha producido también la necesidad de conocer más acerca de la biología y comportamiento de las plagas de almacén. De entre las especies que atacan granos y semillas almacenadas, los bruchidos tienen particular importancia porque la mayor parte de ellos efectúa su desarrollo dentro de los granos de las leguminosas, de quienes son los enemigos más dañinos y por ser el único grupo que puede atacar la cosecha tanto en el campo como en el almacén.

Los bruchidos integran un grupo interesante cuyas especies se hallan en todos los continentes, excepto en la Antártida. El mayor número de especies vive en regiones tropicales de Asia, Africa, América Central y Sudamérica. Muchas especies tienen obvia importancia económica porque se reproducen en granos y legumbres y consumen proteínas valiosas que podrían ser aprovechadas por el hombre.

3.1.- Estructura Taxonómica de la Familia Bruchidae

La Familia Bruchidae contiene aproximadamente 1,300 especies, agrupadas en 56 géneros, comprendidos dentro de 5 subfamilias: Amblycerinae, Bruchinae, Eubaptinae, Kytorrhininae y Pachymerinae. La mayoría de los autores la colocan dentro de la superfamilia Chrysomeloidea, y algunos detectan afinidades con la Curculionidea y la Anthribidae.

Desde el tiempo de Linneo hasta los primeros años de 1900, el interés en los bruchidos estuvo limitado por la descripción de considerable número de nuevas especies, las cuales fueron designadas como pertenecientes al género Bruchus. Bridwell (1946), quien hizo el primer estudio serio de clasificación, construyó

una clave basada en la morfología del adulto de los géneros de brúquidos encontrados al norte de México. Pfaffenberger y Johnson (1976) hacen una limitada clasificación genérica basada en la morfología larval, especialmente en la presencia o ausencia de ocelos y en el desarrollo de patas en la larva del último estadio, pero no hacen intentos para mostrar algún significado biológico de estas estructuras.

Johnson y Kingsolver y colaboradores (1967, 1973, 1975) han asignado numerosas especies al género Bruchus designado por los primeros investigadores como Sharp. Les ha creado el género americano Bruchidius, pero Decelle (1951) ha separado y definido Conicobruchus y Tuberculobruchus. Bruchidius representa un grupo heterogéneo definido por Schilsky (1905) como poseedores de un tórax cónico y una singular espina en cada fémur posterior. La espina puede ser casi invisible o aproximadamente de 0.2 mm. de longitud.

3.2.- Biotaxonomía

El interés actual de los bioquímicos en la composición química de las semillas de las legumbres, ha proporcionado información que puede ser correlacionada con la infestación y puede generar ideas acerca del origen filogenético de los Bruchidae.

Los datos bioquímicos acerca de las semillas de muchas leguminosas podría ayudar a los ecólogos a entender porque algunas semillas son vulnerables a los brúquidos y otras suprimen su ataque, lo que tal vez ayudaría a la comprensión de la evolución de las especies de brúquidos debido a las interesantes asociaciones que aparecen entre grupos de plantas huéspedes y subfamilias de brúquidos. De este modo, los Bruchinae en la mayoría de los casos, están asociados con la familia Leguminosae, mientras que los Amblycerinae en su mayoría atacan a otras familias.

Johnson (1970) ha sugerido afinidades entre especies de Alantinosculides y Abutiloneus porque ambos se desarrollan en las malváceas. Igualmente, sus análisis del huésped relacionado con Acanthosculides produce algunas agrupaciones que podrían no estar hechas de un análisis puramente morfológico. Janzen (1969) sugirió que

la divergencia de especies huéspedes está menos basada en características físicas, como es el tipo de semilla, estructura de la vaina y forma y naturaleza de la cubierta de la semilla, que en características nutritivas de la semilla. Esta hipótesis ha sido comprobada solamente para unos cuantos géneros de América y podría ser extendida a los géneros de Europa.

3.3.- Distribución Geográfica

Los antiguos taxónomos reunían a todas las especies dentro de unos cuantos géneros, así el patrón de distribución no podía discernirse. Ahora que nuestro conocimiento se ha incrementado, es posible diferenciar las especies en distintos géneros; es evidente que excepto para muy pocas especies dispersadas por el comercio, la mayoría de todos los géneros están limitados al Viejo o Nuevo Mundo.

Bottimer (1968) definió las cinco subfamilias que comprenden la familia Bruchidae, junto con las siete tribus en las cuales dos de las subfamilias están divididas. Cerca de las tres cuartas partes de los géneros están colocados en la subfamilia Bruchinae, la cual está dividida en cuatro tribus: dos son exclusivamente originarias del Viejo Mundo, una es exclusivamente del Nuevo Mundo, y una tribu muy grande del Nuevo Mundo, la Acanthoscelidini, tiene unas pocas especies en el Viejo Mundo.

El total de especies que atacan semillas americanas están dentro del género Callosobruchus y de una especie de Caryedon, C. serratus (Olivier). Los brúquidos que atacan legumbres almacenadas y que se extienden desde Sudamérica incluyen a Zabrotes subfasciatus (Boheman) y Acanthoscelides obtectus (Say).

3.4.- Relación Planta huésped - insecto

La larva de los brúquidos se alimenta y desarrolla solamente en semillas, por lo tanto, es esencial coleccionar todas las posibles vainas de las plantas huéspedes para obtener un confiable porcentaje de progenie y nuevos huéspedes.

Las semillas huéspedes para la mayoría de las especies son leguminosas. Cerca de 83 géneros de los 482 enlistados por Hutchinson son leguminosas; el resto son porcentajes de otras 24 familias. Hay que señalar que, sin embargo, una especie particular de planta está asociada con un género de gorgojo (brúquido).

Muchas especies de América que provienen de Europa han sido encontradas en plantas no leguminosas. Así especies del género Amblyocerus y del género Acanthoscelides han sido señaladas para 11 y 5 familias respectivamente de plantas no leguminosas.

La fuerte asociación con los principales integrantes de la familia Leguminosae implica que los enlaces son bioquímicos. Applebaum y Birk (1972) y Janzen, Juster y Bell (1977) han demostrado que el desarrollo larval es inhibido principalmente por el nivel de compuestos secundarios contenidos en la semilla. Bell y Janzen (1971) sugieren que el L-dopa (3,4-dihidroxi-fenilalanina) también proviene el ataque en algunas semillas.

Algunas especies de brúquidos han desarrollado medios de defensa en contra de sustancias potencialmente tóxicas, esto es demostrado por Rosenthal, Dahlgren y Janzen (1976) con Caryedon brasiliensis en las semillas de Dioclea mexycarpa. La larva de este brúquido se desarrolla normalmente en semillas que contienen más del 8% (peso seco) de L-canavanina (un aminoácido no proteico que es tóxico).

Considerables esfuerzos han sido dedicados a la bioquímica de los granos y semillas para desarrollar resistencia al daño por brúquidos. Trabajando con Callosobruchus chinensis, Roy y Bhat (1975) examinaron los niveles de tripsinas inhibitoras en semillas de variedades de Lathyrus sativus, una planta cuyas semillas son altamente susceptibles al ataque por este insecto. Una variedad con poco contenido de tripsinas inhibitoras, mostró poco ataque al gorgojo; sin embargo, las variedades con muy altos niveles fueron atacadas en 100% después de 75 días.

Ellos concluyen que existe una correlación significativa entre el contenido de tripsina y la susceptibilidad al ataque por el insecto. En una referencia a especies de brúquidos Janzen, Juster y Bell (1977) han demostrado que algunos de los aminoácidos son altamente tóxicos al 0.1% cuando se añaden a la dieta de C. maculatus, pero la L-homarginina es una excepción, así que niveles bajos (0.1%) no tienen un efecto tóxico en la larva.

La cubierta externa de la semilla juega un papel importante en la protección de ésta contra el ataque de brúquidos. La mayoría de los brúquidos ponen sus

huevos externamente en la vaina, y las larvas tienden a penetrar la pared de la vaina para alcanzar la semilla.

Las características que pueden prevenir el desarrollo de la larva de un brúquido dentro de una semilla, son las siguientes:

- a).- La vaina, cápsula o semilla pueden ser duras para la penetración de la larva.
- b).- La vaina o semilla pueden ser físicamente pequeñas o de una forma inconveniente para que la larva alcance su desarrollo.
- c).- La semilla o vaina pueden contener también muy poco alimento para sustentar a la larva.
- d).- La semilla puede contener toxinas u otras sustancias en los cotiledones o en la testa que inhiben el desarrollo de la larva.

3.5.- Ciclo de vida de los Brúquidos

La vida de los brúquidos sigue a la normalmente exhibida por los coleópteros. Sin embargo, algunas facetas de cada estado individual aún no estén completamente comprendidas. La información en cuanto a sus relaciones biológicas, conducta, diapausa, modelos de vuelo y duración de las diferentes fases de desarrollo es mínimo.

En términos generales, los estados de desarrollo de los brúquidos son los siguientes:

Huevecillo

El huevecillo, ovoide, aplanado, está protegido por un escudo al tiempo de oviposición, el cual fija firmemente los huevecillos al substrato. La mayoría de las especies adhieren un único huevecillo directamente sobre la superficie de las vainas o de las semillas. La larva se come la cáscara del huevecillo e inmediatamente penetra la pared de la vaina o de la semilla para empezar a alimentarse. Si la oviposición ocurre al momento de la dehiscencia de la vaina, los hueveci-

llos pueden ser puestos directamente sobre la semilla.

La forma de los huevecillos varía algunas veces: en Zabrotes subfasciatus Hbh. es más circular que la usual, mientras que los de Sennius morosus y Sennius simularis son asegurados de los orillos por una secreción que emana del corion del huevo. Estos huevecillos parecen ser vulnerables a factores físicos, pero esto no es tan importante, puesto que se desarrollan muy rápidamente.

Algunas especies de Acanthoscelides no adhieren sus huevecillos a la vaina o semilla; pueden poner sus huevecillos en una vaina verde, en un agujero abierto en el tejido externo, o adentro de la dehiscencia de la vaina o pueden diseminar los huevecillos entre la semilla cosechada, como en Acanthoscelides obtectus.

Larva

Puesto que las hembras adultas en la mayoría de las especies de brúquidos fijan el huevecillo directamente a la semilla o vaina, la larva necesita solamente ta ladrar a través de la testa de la semilla y/o la pared de la vaina para alcanzar el alimento. La larva al emerger está equipada con una placa de quitina en forma de H. Kunhi Kannan (1923) ha demostrado que esta placa se acopla con las patas y un esfínter anal bien desarrollado, que permite desde el principio aprovecharlo eficazmente en su intento para salir del huevecillo.

La mayoría de las larvas recién nacidas cavon galerías a través de la pared de la vaina y penetran a la semilla. La larva de algunas especies parecen ser más selectivas y algunas se arrastran pasando por diversas semillas antes de entrar a una; pero las bases de tal selección no se conocen. El punto en el cual la larva penetra a la vaina y la constitución de ésta puede determinar el punto de ataque de la semilla. Por ejemplo, las vainas de Acacia nilotica están firmemente divididas por septos con una única semilla en cada compartimiento. De este modo el aprovechamiento de la misma es de una sola en el compartimiento sobre el cual el huevecillo es puesto. Si no hay septos, la larva puede, y con frecuencia se alimenta en diversos reglones o puede completar su desarrollo dentro de una única, algunas dos, o tres o hasta cuatro semillas lejos del punto de entrada.

Pupa

Hay tres características típicas de la pupación:

- a) La larva pupa dentro de la "celda de alimentación larval".
- b) Construye un capullo pegado o dentro de la semilla o vaina.
- c) Pupa en una celda entre el suelo o entre una "cama" de hojas caídas.

Todas las especies de Callosobruchus, Acanthoscelides y Zabrotes pupan dentro de una única semilla, después construyen una ventana o escotadura en la testa, por la que posteriormente emerge el adulto.

El tiempo que dura la pupa es relativamente corto, de 7 a 28 días para las especies de almacén de Callosobruchus y Acanthoscelides y alrededor de 3 semanas para Caryedon serratus en nuez a 25° C y 60% de humedad relativa.

Adulto

Debido al alto rango de distribución encontrado en Bruchidae, existe una gran variedad de adaptaciones conductuales del adulto. Entre las especies paleárticas el adulto pasa el invierno en hibernación y pone sus huevecillos en la primavera cuando una posible planta huésped es aprovechable. Este modelo de ciclo de vida es conocido entre especies de las regiones mediterráneas y sur de los Estados Unidos. Bajo condiciones tropicales, la aparición de adultos activos también depende del clima y de que la planta huésped se halle en un estado aprovechable de desarrollo.

Las plagas principales del frijol almacenado en Latinoamérica, son dos especies de brúquidos: Acanthoscelides obtectus (Say) y Zabrotes subfasciatus (Boheman). Ambas plagas están ampliamente distribuidas, siendo registradas desde Chile hasta los Estados Unidos.

3.6.- Daño y pérdidas debidas a brúquidos en cosechas de legumbres.

Han sido estudiadas unas 20 especies pertenecientes a 6 géneros que atacan granos de legumbres almacenadas y compiten con el hombre.

Muchas legumbres cultivadas por el hombre han sido infestadas por brúquidos desde el comienzo de la agricultura. Hay evidencia de infestación de lentejas (Lens culinaris Med.) desde el período Ptolemeico-egipcio y de Vicia faba L. en la antigüedad. Actualmente, representantes del género Bruchus atacan cosechas ovipositando en la vaina maduras o acabadas de madurar en la planta. Una importante especie de Bruchidius que ataca chícharos, B. atrolineatus, lo hace hábilmente: los adultos de esta especie que emergen de las semillas después de cosechadas, son capaces de reproducirse nuevamente en estas semillas. Las especies más nocivas pertenecen a los géneros Callosobruchus, Acanthoscelides, Zabrotes y Caryedon. Todas se desarrollan sucesivamente en semillas cosechadas. La habilidad de los brúquidos de almacén para pasar a través de muchas generaciones continuas en las semillas hasta que las reservas de comida son agotadas, es bien conocida y el porcentaje de daño causado a las cosechas ha sido bien documentado. Algunas especies de almacén pueden atacar la cosecha en el campo; pero la infestación inicial raramente alcanza de 1 - 2% (algunas infestaciones de campo del orden del 7.8 - 9.9% han sido registradas en las Filipinas). La infestación precosecha es muy seria porque se multiplica dramáticamente en el almacén y en 6 - 8 meses puede alcanzar un nivel de 80%.

Las especies de almacén actuales tienen su origen en poblaciones que infestaban plantas que no necesariamente constituían alimento para el hombre. En algunos casos los niveles de infestación de estas poblaciones silvestres son comparativamente bajos, como ocurre con la especie Caryedon serratus (Olivier) al atacar huéspedes naturales como lo son Pilliodium spp, Cassia sieberiana (D.C.) y Lamarinus indica L., pero cuando esta especie infesta cacahuete (Arachis hypogaea), la infestación alcanza proporciones de plaga. Corby (1941) cita a este insecto dañando cosechas de cacahuete en proporciones de plaga en 1936. Houbaud (1916) hizo el primer registro del insecto en este huésped; pero el gran incremento de área de este cultivo no tiene lugar hasta los finales de los 40's y principio de los 50's. Con el posible período sugerido para la introducción del cacahuete a África a principios del siglo XV, el período de desarrollo del insecto para que alcanzara proporciones de plaga es de unos 500 años.

La distribución entre especies de campo y almacén con sus características de su particular ciclo de vida puede tener un origen climático. Especies que habitan regiones con períodos fríos o secos sobreviven porque un estado, usualmente el adulto, pasa por una etapa de descanso (diapausa). El adulto vuela después de

la hibernación, cuando las plantas son suficientemente aprovechables por la hembra para poner sus huevecillos. Las especies de climas estables donde el alimento está siempre disponible, no necesitan hibernar. Las semillas almacenadas proporcionan un habitat que es utilizado por especies de continuas generaciones y éstas se multiplican hasta que las reservas de alimento son agotadas.

Cuando el hombre comenzó a almacenar la semilla, los "pérdidas" fueron pequeñas y los adultos, que normalmente no viven mucho, necesitaban salir para encontrar comida. Utida (1953) sugirió un camino en el cual una especie de almacén Callosobruchus maculatus (F) puede tener cambios improvisados para descubrir semillas adecuadas. El postuló la aparición de una forma anormal "voladora" iniciada por un alto incremento de la temperatura que ocurre cuando la semilla es aprovechada naturalmente y cuando altas densidades de infestación se desarrollan en las semillas. Más recientemente, Utida (1956) (1958), Sano (1957) y otros, pretenden elucidar la función de esta forma y las circunstancias en las cuales aparece, De Carvalho y Machado (1967) definen y Spirina (1974) confirmó formas morfológicas que se vinculan con la conducta típica y atípica de formas activas y no activas. Utida (1953) y Caswell (1960) expresan que la condición o estado de forma voladora se origina de pocos huevecillos. Gill, Kanwar y Bawa (1971) registraron que los órganos reproductores internos del macho maduran más tarde, sugiriendo que es una forma de adulto de reposo (diapáusico); De Carvalho y Machado (1967) afirman que esta raza particular pone 20 huevecillos por cada hembra contra 70.6 para el normal no volador. Así mismo, este brúquido es capaz de volar a considerables distancias para alcanzar un huésped adecuado y consecuentemente la maduración de los ovarios es retardada y las reservas aprovechables de los huevecillos se reducen. No hay una evidencia convincente de un fenómeno similar en otros brúquidos de almacén.

3.7.- Datos sobre Acanthoscelides obtectus

Acanthoscelides obtectus (Say) es un pequeño coleóptero que mide de 2 a 4.5 mm. de longitud, de forma generalmente subtriangular, de color pardusco, cabeza opilada y alargada, negra, ornamentada de una pubescencia transversal amarillenta sobre la frente. Los cuatro primeros artejos antenales alargados, con una mancha pardusca sobre su parte apical; el II y el IV artejos más cortos que el I y que

el III, el V artejo igualmente más largo que el IV, más dilatado en su ápice, amarillento (alborado) sobre la parte basal, negro pardusco sobre la parte dilatada; VI a X más largos que anchos, completamente negros, XI café rojizo. El pronoto es negro y ornamentado dorsalmente con puntos hundidos ocultos por una pubescencia gris-amarillenta, sobre los élitros estas pubescencias forman dos bandas longitudinales de igual ancho, separadas por dos líneas delgadas negras estampadas por puntos, estas bandas diferentes a la vez por la densidad y por la colocación de la pubescencia y con una notable alternancia, las bandas más pilosas están, en general parcialmente ornamentadas con manchas de pubescencia blanca sobre su parte media; por otra parte, esta pubescencia se oscurece en algún lugar donde parece como otras tantas pequeñas manchas negras. El pigi-dio, el esterno y las patas son amarillo rojizo. Los fémures posteriores, pro-vistos en su borde inferior interno, cerca del extremo, de tres dientes siendo el mayor el más externo. No hay dimorfismo sexual.

El brúquido pardo del frijol es casi cosmopolita, aparece en toda Europa, Asia Menor, la China, Indochina, Africa del Norte y del Sur, Madagascar y las Amé-ricas, y en ocasiones es difícil precisar su país de origen. El tipo fue des-crito en 1831 a partir de un individuo encontrado en Louisiana. Actualmente se considera como lo más probable que sea originario de América Central o Meridio-nal, donde existen numerosas especies silvestres de Phaseolus.

Biología y daños

A. obtectus (Say) se desarrolla normalmente dentro de los granos de todas las es-pecies de Phaseolus, de preferencia P. vulgaris y P. multiflorus, más en la ausen-cia de este alimento, ataca diversos granos de leguminosas. Larson y Fisher lo han criado en cincuenta variedades diferentes de P. vulgaris, ocho variedades de P. luteus, así como sobre Vigna fava, V. sesquipedalis, Pisum sativum, Cicer arietinum, P. coccineus, P. acutifolius, P. calcaratus, P. aconitifolius, P. aureus, Lathyrus sativus, Cajanus indicus y Ervum lens. Por otra parte, este brúquido es capaz, como muchos otros, de introducirse dentro de los granos más diversos (maíz, etc.). Ocasionalmente puede penetrar dentro de madera o de cor-cho.

Ciertas variedades de Phaseolus vulgaris son más atacadas que otras, pues parecen

ser que las larvas seleccionan determinada variedad. La elección de la variedad ejerce una influencia notable sobre la mortalidad en estado larvario ya que pocas larvas completan su desarrollo, aún en condiciones favorables. Por otro lado, la mayor parte de adultos nacen muertos.

La cuestión de la especificidad de los brúquidos con respecto a determinada planta huésped no está bien elucidada; esta especificidad resulta verosímil, sobretodo al considerar las diferencias en las proteínas del grano; pero los otros constituyentes, tales como los lípidos o el contenido del agua también deben intervenir. Además, el grado de opacidad del albumen juega quizás un papel importante, pues es notorio que ningún brúquido llega a desarrollarse sobre los granos pulverizados.

Un solo grano de frijol puede servir de alimento a varias larvas (se encuentran comúnmente más de diez) y puede ser atacado por generaciones sucesivas hasta un completo agotamiento de su materia nutritiva. Por lo antes dicho, la importancia debido a los estragos al final de varias generaciones de insectos en los almacenes de depósito es muy considerable.

Ciclo evolutivo

El ciclo puede iniciarse desde el campo donde los adultos provenientes de frijoles de la cosecha anterior aparecen a fines de abril; estos adultos viven en general tres o cuatro meses, en cambio aquellos de las dos generaciones siguientes tienen una longevidad menor: dos a tres semanas. No se alimentan y comienzan a copular el mismo día o al día siguiente de su emergencia. Los machos son un poco más numerosos que las hembras (52 - 59% según Larson y Fisher), las hembras ponen después del segundo o tercer día de fecundadas, huevecillos entre los granos almacenados, de donde surgen las larvas de la primera generación.

Los huevecillos son ovoides, alargados y miden 0.55 - 0.88 de largo x 0.20 - 0.35 mm. de ancho. Son de un blanco translúcido al momento de la puesta, pero después van tomando un color blanco lechoso.

La hembra deposita los huevecillos aisladamente o en montones, en número muy variable (2 a 30) en la superficie de los granos, algunas veces sobre las grietas cuando éstos están lacionados. Buscan siempre los lugares abrigados, protegidos,

por los granos almacenados o sobre las paredes de recipientes. Los huevecillos se adhieren muy poco al substrato o a huevecillos próximos.

El número de huevecillos depositado por una hembra es variable y es raro que exceda de unos cincuenta. Sin embargo, se han llegado a contar un total de 209 huevecillos puestos por una misma hembra. La cifra máxima de oviposición diaria parece ser la mencionada por Larson y Fisher (1933), quienes observaron una hembra poner 59 huevecillos. La longevidad del adulto aumenta con el frío, pero el número total de huevecillos depositados en el curso de este período tan largo, no se ve aumentado.

El tiempo de incubación de los huevecillos es bastante corto de 7 a 17 días. Por el contrario, para las generaciones hibernantes se excede en un mes, con un porcentaje de emergencia menor.

La larva del I estadio es muy diferente de la larva del último estadio. La larva primaria mide de 0.52 - 0.57 mm., subcilíndrica, con la extremidad posterior progresivamente estrecha y débilmente curvada, blanca, con excepción de la cabeza y del pronoto café. Morfológicamente son notables por la presencia de tres pares de patas largas y agudas, por la presencia de placas protorácicas quitinosas y de ganchos relacionados con la función de perforar para penetrar al interior del grano, en fin, por sus caracteres quetotáxicos. La cabeza pequeña muestra dos ocelos. Las antenas están constituidas de un artejo basal redondo, por encima de una pieza cilíndrica alargada dirigida oblicuamente del lado externo, y de un artejo apical con una larga cerda rígida inclinada paralelamente. El protorax está provisto de dos placas fuertemente esclerosadas en forma de H, con sus ramas posteriores cortas y gruesas, dentadas en su borde superior, las ramas anteriores más delgadas y fuertemente divergentes. Las patas constan de un artejo basal globuloso, un fémur robusto con dos cerdas en su parte distal y una tibia delgada terminada en un tarso uniaarticulado. El primer par de patas es más corto que el segundo, éstos a su vez más cortos que el tercero. Cada segmento abdominal porta dos cerdas subdorsales, una larga y una corta y dos cerdas subestigmáticas de longitud generalmente muy diferente, de las cuales una es reemplazada por un fuerte gancho en el primer segmento.

La penetración de la larva neonata dentro del grano se acompaña siempre de una

caminata en la superficie del grano, larga y difícil y demanda en general más de 24 horas.

Contrariamente, la larva primaria es capaz, en ciertos casos, de atacar el tegumento desnudo y liso del grano, sin tomar apoyo para ayudarse de un grano vecino o de la pared del recipiente. Llegando al extremo de la galería, cuatro o cinco horas después de su nacimiento, la larva primaria sufre una primera muda y se transforma en una larva morfológicamente muy diferente. Muy arqueada, ápoda, sin ojos y desprovista de las largas sedas de la larva primaria, esta larva de segundo estadio es aún blanquecina, pero su forma está profundamente modificada: la mayor anchura se halla adolante del nivel del tercer o cuarto segmento abdominal, es decir, a la mitad del cuerpo; la cabeza es relativamente más pequeña, las antenas en forma de masa. Esta larva alcanza de 3.5 a 4 mm. de largo en su desarrollo completo. Devora los cotiledones y cava una pequeña celda ovalada paralela a la superficie del grano, contra el tegumento. Muda dos veces en el curso de 25 a 30 días, los que le son necesarios para completar su desarrollo. (Chittenden pone como límite de la duración del ciclo larvario 42 días). El número de mudas es en realidad bastante variable, aún en una misma variedad de frijol y dentro de condiciones climatológicas iguales.

Al momento de pasar a pupa, la larva se aproxima aún más a la superficie externa del grano hasta dejar una delgada película translúcida de una forma generalmente circular que el adulto puede cortar y despegar fácilmente. Al mismo tiempo, tapiza las paredes de la celda de un revestimiento blanquecino y granulado constituido por el excremento y los detritos que son aglutinados. Pasa entonces por un corto estado prepupal de inmovilidad que dura de algunas horas a varios días, y después se transforma mediante una última muda en una pupa blanco-cremosa, desprovista de cerdas, en la cual los segmentos abdominales están hundidos sobre la línea media dorsal. Diez a veinticuatro horas más tarde emerge el adulto y el ciclo continúa.

En general, cuatro generaciones se suceden de esta forma en el año. Los adultos de la primera generación se aparecen a fines de julio y principios de agosto y se posan en los campos sobre las vainas que contienen los granos ya bien formados y maduros. La segunda generación nace en septiembre, en el momento de la cosecha, muy a menudo dentro de los almacenes mismos. Los adultos infestan enseguida to-

da la cosecha almacenada a fines de octubre produciendo una tercera generación que se desarrolla durante todo el mes de noviembre. La evolución de esta tercera generación es ya más lenta que las dos primeras y tanto más cuando la temperatura es más baja, ésta es, sin embargo, aún más rápida que la cuarta generación donde el desarrollo prosigue durante todo el invierno para no dar origen a los imágos sino hasta la primavera siguiente. En los climas fríos hay a menudo tres generaciones durante el año; por el contrario, en los países tropicales, éstas se suceden a un ritmo acelerado, a razón de cinco a seis o aún más (en Rio de Janeiro se observaron ocho generaciones anuales) (Lopesima, 1944).

Las condiciones óptimas de desarrollo de A. obtectus están entre una temperatura de 27 a 30° C y una humedad relativa de 85%. Toda temperatura comprendida entre 17 y 34° C es favorable para su desarrollo y el ciclo total no excede entonces de 33 a 45 días. El ciclo mínimo observado es de 21 días con el estado larvario reducido a 12 días. Una temperatura muy baja puede retardar el desarrollo, también puede impedir o restringir el vuelo de los adultos, puede reducir el número de huevecillos puestos y causar una gran mortalidad. La oviposición de las hembras de la primera generación, excede raramente a 40 huevecillos, mientras que en las hembras de la segunda generación es generalmente de 60.

Los brúquidos del frijol resisten, sin embargo, bien el frío. Su actividad se reduce por debajo de los 10° C y los daños son casi nulos entre 2 y 5° C, y sobreviven unas 50 horas a 0° C y se necesitaría un promedio de varias horas a -10° C para matar cualquier estado de desarrollo.

La humedad atmosférica juega también un papel importante y Lipman observó que una disminución en el rango de humedad alarga el ciclo, acortando la longevidad del adulto e impidiendo que las larvas jóvenes penetren a los granos. Una humedad inferior al 25% puede inhibir la reproducción.

3.0.- Datos sobre Zabrotas subfasciata

3.0.1.- Caracteres morfológicos de los adultos

El macho más pequeño que la hembra (1.7 - 1.8 mm), es más corto y uniformemente cubierto de una pubescencia blanca hacia la parte de atrás, muy sombreado en al-

gunas zonas, más claro sobre el pigidio, dejando descubiertas sobre cada élitro nueve bandas longitudinales estrechas y negras. Las antenas son claramente más largas que en la hembra y tan largas como el cuerpo. La hembra es un poco ovalada, mide de 2 a 2.2 mm. de longitud, con pelos amarillentos y pelos blancos; éstos últimos forman una mancha triangular prescutelar y una mancha transversal en medio de cada élitro. Cabeza larga, subtriangular, carenada medianamente sobre todo su largo, cubierta de una fina pubescencia raramente blanquecina. Antenas negras, los dos primeros artejos en parte rojos, los artejos IV al X cónicos; dos veces más largas que el largo total del adulto. Pronoto transverso muy redondeado y delante débilmente abombado, los ángulos anteriores separados, los posteriores agudos, el borde posterior saliente hacia atrás del escudo negro con una red diferente de las caras de pelos blancos. Elitros cortos, apenas más largos que el largo total del adulto, se ensanchan regularmente hasta atrás de la mitad, muy truncados en el ápice en una curva regular. Sobre cada élitro, una mancha transversal mediana blanca, no alcanza ni la sutura ni los costados, el borde anterior ondulado, un borde posterior profundamente dentado, formado de pelos blancos cubriendo la parte trasera. Pigidio semicircular débilmente redondeado, bordeado anteriormente de pelos blancos y de pelos amarillentos provisto además de una banda longitudinal mediana estrecha de pelos blancos sobre toda su longitud. Superficie café, con la excepción del mesosternon y los últimos esternitos abdominales cubiertos de pilosidades blancas. Patas negruzcas, las espinas de las tibias posteriores cortas y rojas.

Distribución geográfica, biología y hábitos

Estos bráquidos de origen neotropical son actualmente cosmopolitas, se encuentran por temporadas dentro de diversos granos de leguminosas y son capaces de reproducirse indefinidamente sobre granos secos en almacenes. Las temperaturas mínima, óptima y máxima están respectivamente entre los 19°, 27° y 35° C. Los huéspedes conocidos son los siguientes: Phaseolus vulgaris, P. lunatus, P. multiflorus, P. mungo, Pisum sativum, Cicer arietinum, Vicia faba, Dolichos lablab, D. lignosus, D. sesquipedalis, Cajanus indicus, Vigna sinensis y Sesja hispida.

Los huevecillos son semi-ovoides blancos translúcidos, son depositados por la hembra sobre los granos, raramente sobre los sustratos vecinos, se adhieren fuertemente al tegumento de los granos, la larva I, al eclosionar queda directamente

hacia el exterior del huevo, pero se ha observado en las dos especies de Callosobruchus también lo antes dicho. La larva neonata no es muy diferente de la larva del último estadio, es apoda y presenta exactamente las características morfológicas de ésta última. Parece que Zabrotes subfasciatus representa un tipo de brúquido muy evolucionado en el que desaparece la larva primaria aberrante de tipo crisomeloides de Acanthoscolides y Callosobruchus y aparece una larva de tipo brúquido directamente adaptada al medio en el cual debe evolucionar.

A 28° C la duración del ciclo de vida es de 25 a 37 días.

4.- LINEAS PROMISORIAS DE INVESTIGACION FUTURA DE BRUQUIDOS

La corriente actual mantiene interés en los granos de legumbres como una fuente potencial de proteína para el desarrollo de las poblaciones humanas, lo que ha dado impulso al estudio del papel jugado por los brúquidos en la destrucción de semillas y contaminación de alimento humano. Una gran parte de este interés ha sido estimulado por el estudio de interacciones bioquímicas, como ya se ha señalado, entre los brúquidos y las semillas que atacan. El incremento en el conocimiento del contenido de aminoácidos libres de las semillas de varios grupos pueden capacitar a los entomólogos para predecir la posibilidad de ataque. Esto presume que otros requerimientos para la oviposición y desarrollo larval son favorables.

Varios estudios entre las relaciones de brúquidos y los niveles de aminoácidos de las semillas, como los iniciados por Applebaun y Birk (1972) se requieren para proporcionar un mayor entendimiento de la tolerancia de la larva a aparentes sustancias tóxicas. Esto, acoplado con los estudios del mecanismo de alimentación de los adultos en el huésped, podría ayudar al desarrollo de variedades resistentes.

En observaciones recientemente publicadas (Johnson, 1970) se señala que es obvio que las especies dañinas de productos almacenados no son las únicas en su habilidad de producir más de una generación en una sola semilla; pero el criterio que gobierna este mecanismo en las especies no nocivas está poco entendido. Diversos factores podrían ser responsables para producir más de una generación en una misma semilla: la degradación de los niveles de aminoácidos en la semilla, el contenido de humedad de la misma y su porcentaje en vainas así como la natu-

raleza de la vaina y si es dehiscente o de otra forma.

Las legumbres, como una fuente aprovechable de proteína, son en el presente el tema de interés de biólogos, agrónomos y agricultores. Los brúquidos son solamente una parte de un gran número de especies que atacan granos de legumbres; pero son el único grupo que ataca la cosecha tanto en el campo como en el almacén. La modificación del contenido de aminoácidos por manipulación de genes para proporcionar un material menos tóxico, aprovechable para consumo humano o animal, sin pretratamientos elaborados, representó ser una ventaja para los brúquidos. Esto ha ocurrido en el pasado por el simple mecanismo de aparición de un nuevo huésped potencial, en un medio determinado, como en el caso del cacahuate (Arachis hypogaea) en el oeste de Africa (Roubaud, 1916).

5.- MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron para el experimento dos variedades de frijol, Bayo 107 y Cacahuato 72, con base en un trabajo realizado anteriormente (Menendez, 1977) en el cual se cita a la variedad de frijol Bayo 107 como la más susceptible al ataque de Zabrotes subfasciatus (Boh) y a la variedad Cacahuato 72 como la más susceptible a Acanthoscelides obtectus (Say) de un total de 20 variedades.

Las variedades de frijol fueron proporcionadas por el Ing. A. Losoya del Campo Experimental "El Horno" de la UACH, cosecha 1977-78 y por PRONASE (Campo Experimental "El Pañuelo", Tepalcingo, Mor.) cosecha 1978-79. Después de su limpieza y determinación de humedad, se colocaron en el refrigerador a una temperatura que oscilaba entre 0 y 4° C por espacio de 15 días.

Se utilizaron estas mismas variedades de frijol para el inicio de un cultivo masivo de ambas especies de gorgojos, Bayo 107 para Z. subfasciatus y Cacahuato 72 para A. obtectus, con el objeto de tener individuos disponibles para el experimento y poder controlar su edad. En frascos de boca ancha de dos litros de capacidad se colocaron 500 gr. de cada variedad de frijol y a continuación se infestaron con gorgojos procedentes de diferentes colonias existentes en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la UNAM. Los frascos se cerraron con tapaderas que tienen tela de alambre. Se dejaron ovipositar a las hembras durante 15 días y posteriormente se desecharon los adultos. El cultivo se mantuvo en la cámara de cría a 25° C \pm 1° y 60% de humedad relativa. La cámara de cultivo es un cuarto cerrado más o menos hermético, cuyas medidas son de 2 x 2 x 3 metros, en el cual existen estantes para los frascos de cultivo. Incluye además un termoventilador automático y un lienzo (sábana) que se mantiene húmedo por un dispositivo de goteo que permite la evaporación del agua.

Los gorgojos utilizados en el experimento fueron aquellos que tenían entre 1 y 3 días de edad; para ello se separaron los insectos con un tamiz granulométrico cada tercer día.

Antes de iniciar el experimento se procedió a ajustar la humedad del grano a la requerida por ambas especies de insectos; se midió en un aparato de modelo Steinlite y resultó ser en promedio de 13% para el frijol Cacahuato 72 y 12.2% para la variedad Bayo 107.

El experimento se dividió en dos etapas:

Etapa I: Se utilizaron 7.2 kg. de frijol de cada variedad. Para la protección de los granos se utilizaron aceites vegetales refinados de los que se expanden comúnmente en el comercio: Cártamo (Cordón), Maíz (Mazola), Ajonjolí (Colón) y Girasol (Casa) en dosis de 1 ml/kg, 5 ml/kg, y 10 ml/kg durante cinco minutos. A esta fase se lo llamó tratamiento.

Quinientos gramos de cada variedad de frijol fueron tratados con cada dosis de aceite; de los cuales cuatro muestras de cien gramos representaban las cuatro repeticiones y los restantes cien gramos se emplearon para realizar pruebas de germinación. Se utilizaron 12 muestras más de 100 grs. cada una como testigos. Como se utilizaron cuatro aceites diferentes, el total por experimento fue de sesenta muestras.

El dispositivo que se utilizó para homogeneizar la mezcla fue una lata alcohólica atravesada en sentido diagonal por una varilla de fierro terminada en una manivela, la cual se hacía girar en dos soportes verticales; cada uno con un medio círculo de fierro en la punta para permitir el asentamiento del eje, de esta manera se permitió la distribución del aceite por todo el grano.

Las pruebas de germinación se realizaron a los 18 y a los 90 días después del tratamiento del grano con los diferentes aceites, utilizando la prueba del rollo de papel toalla, la cual consiste en colocar un papel toalla de 27.5 cm. x 35 cm. sobre el que se colocan las semillas de frijol de un extremo a otro, formando un cuadrado de diez filas por diez hileras de semillas. Estas se cubren con una tapa formada por 5 papeles toalla más, y se enrollan de tal manera que las semillas queden incluidas dentro del rollo. Se mantuvo la humedad regándolas con agua diariamente de tal manera que el papel absorbiera el líquido procurando que éste no se encharcara. Fueron escadas de la prueba siete días después de sembradas, tomando como parámetro para evaluar la germinación, la emergencia de la radícula. La prueba se realizó a temperatura y humedad ambientales.

Etapa II: Se definieron dos modalidades del experimento, considerando que podían plantearse dos situaciones, tomando en cuenta dos de los parámetros principales: el tratamiento (1) y la infestación (1). En la primera modalidad se consideró

el hecho de que los aceites podrían proteger a la semilla del ataque de los brúquidos, ya que el tratamiento precede a la infestación (T/i); la segunda modalidad se consideró como un tratamiento curativo, pues se supone que la semilla ya se encuentra infestada y es gracias al tratamiento post-infestación que queda protegida (i/T).

El desarrollo de ambas modalidades del experimento se reseña seguidamente.

Modalidad T/i

En esta primera modalidad, con antelación se trataba el grano con las diferentes dosis de aceites durante cinco minutos y se dejaban transcurrir 24 horas, para que el aceite formara una película uniforme que recubriera al grano, y 24 horas después se infestaba con catorce insectos de cada especie de gorgojos sin sexar, y de 1 a 3 días de edad, escogidos al azar del cultivo masivo. Los insectos se dejaron quince días para que ovipositaran y transcurrido este tiempo se retiraron de cada muestra y del testigo, utilizando un tamiz granulométrico.

Modalidad i/T

A diferencia de la anterior, en este caso se infestó primeramente cada muestra con veinte insectos de 1 a 3 días de edad, escogidos al azar y sin sexar. Los insectos se dejaron durante seis días para que ovipositaran, eliminándose de la muestra con un tamiz granulométrico. Se dejaron pasar ocho días y en este octavo día se mezcló la semilla con las diferentes dosis de aceite 1 ml/kg, 5 ml/kg, y 10 ml/kg, durante cinco minutos, utilizando los aceites de cártamo, maíz, ajonjolí y girasol. Los ocho días que se dejaron transcurrir aseguraron que las larvas de los insectos ya estuvieran dentro del grano.

El único parámetro para evaluar el daño producido por los insectos en cada modalidad, consistió en cuantificar la emergencia de individuos adultos un mes después de la infestación; para esto se contaron diariamente durante el tiempo que duró la emergencia, el número de adultos que apareció en cada variedad de frijol y en cada una de las dosis de aceites utilizados.

Cada experimento se realizó globalmente en tres ocasiones, de tal manera que cada modalidad para cada especie de gorgojo, se repitió tres veces.

G.- RESULTADOS

Los cuadros que a continuación se muestran, representan un promedio de los resultados obtenidos en el experimento bajo sus diferentes modalidades.

CUADRO I Promedio de la emergencia de los adultos de Z. subfasciatus en frijol Bayo 107, tratado con aceites comestibles en tres dosis ml/kg, bajo la modalidad T/1*

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO			M	X	
	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0	0			
REPETICIONES	1	103.3	15.0	0.0	75.7	2.0	0.0	144.7	15.0	0.0	142.0	4.3	0.0	195.0	150.7	223.7	1089.7	72.5
	2	111.3	17.0	0.7	72.0	11.0	0.7	116.7	16.7	0.7	84.0	7.7	0.3	181.0	186.3	145.7	922.7	63.3
	3	131.7	9.7	0.7	82.0	4.0	0.0	129.7	15.7	0.7	101.7	3.3	0.3	177.7	170.0	217.0	1023.7	68.2
	4	51.3	9.3	0.3	89.0	10.0	0.0	111.3	10.5	1.3	105.0	4.3	0.0	203.3	117.7	185.0	939.3	60.6
M	378.7	52.0	1.7	314.7	28.0	0.7	422.3	59.7	2.7	439.7	19.7	0.7	753.0	542.7	773.3	3974.3	-	
X	94.5	13.0	0.4	78.7	7.0	0.2	125.5	14.9	0.7	108.4	4.9	0.2	190.8	150.7	199.3	-	65.2	

* Tratamiento anterior a la infestación, se realizaron tres repeticiones.

CUADRO II Totales de insectos emergidos por tratamiento. Localidad T/i* Z. subfasciatus en frijol Bayo 107.

ACEITES	D O S I S			Σ	X̄
	1 ml/kg	5 ml/kg	10 ml/kg		
CARTAMO	379.7	92.0	1.7	433.3	144.4
MAIZ	314.7	28.0	0.7	343.3	114.4
AJONJOLI	502.3	59.7	2.7	564.7	188.2
GIRASOL	433.7	19.7	0.7	454.0	151.3
TESTIGO	753.0	642.7	773.3	2179.0	725.3
Σ	2393.3	802.0	779.0	3974.3	-
X̄	478.7	160.4	155.8	-	66.2

* Tratamiento anterior a la infestación. Se realizaron 3 repeticiones.

CUADRO III ANALISIS DE VARIANZA. Modalidad T/1* para Z. subfasciatus en frijol Bayo 107.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	307805.3	21985.2	67.4 ^x _{xx}	1.92	2.52
FACTOR A	4	201633.0	50408.2	203.4 ^x _{xx}	2.58	3.78
FACTOR B	2	85549.0	42824.5	170.3 ^x _{xx}	3.21	5.12
INTERACCION AB	8	222157.3	27769.7	110.4 ^x _{xx}	2.15	2.94
ERROR	45	11319.0	251.5			
TOTAL	59	319125.35				

* El tratamiento fue anterior a la infestación, se realizaron tres repeticiones.

x Significativo al 5%

xx Significativo al 1%

NS No significativo

CUADRO IV Promedio de la emergencia de adultos de Z. confusus en frijol Bayo 107, tratado con aceites comestibles en tres dosis, ml/kg bajo la modalidad 1/T*

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO			Σ	X̄	
	DOSIS (ml/kg)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0			0
REPETICIONES	1	44.3	16.3	3.7	48.7	19.0	2.3	31.0	11.0	2.0	29.7	11.3	1.3	97.7	76.7	91.0	483.0	32.2
	2	51.3	10.3	10.7	57.3	10.0	2.3	31.7	9.3	1.0	32.0	11.7	1.3	71.3	54.0	77.3	434.7	29.0
	3	55.0	14.0	3.0	58.0	12.7	2.3	31.7	10.7	1.7	30.3	10.7	0.0	79.0	52.3	52.0	420.3	29.0
	4	54.7	11.3	2.0	52.7	11.7	1.0	42.0	7.7	1.0	41.3	8.0	1.3	89.7	53.7	32.3	418.3	27.0
M		206.3	55.0	19.3	113.7	53.3	8.0	138.3	39.7	5.7	133.3	41.7	4.0	335.7	245.7	258.7	1756.3	-
IX		51.6	13.8	4.8	50.4	13.3	2.0	34.1	9.7	1.4	33.5	10.4	1.0	83.9	61.7	64.7	-	29.3

* El tratamiento fue posterior a la infestación, se realizaron tres repeticiones.

CUADRO V Totales de insectos emergidos por tratamiento. Modalidad I/T* Z. subfasciatus en frijol Bayo 107.

ACEITES	D O S I S			Σ	\bar{X}
	1 ml/kg	5 ml/kg	10 ml/kg		
CARTAMO	205.3	55.0	19.3	280.7	93.6
MAIZ	213.7	53.3	8.0	275.0	91.7
AJONJOLI	135.3	38.7	5.7	180.7	60.2
GIRASOL	133.3	41.7	4.0	179.0	59.7
TESTIGO	335.7	245.7	258.7	841.0	280.3
Σ	1025.3	435.3	296.7	1756.3	-
\bar{X}	205.1	87.1	59.1	-	29.3

* Tratamiento posterior a la infestación.

CUADRO VI ANALISIS DE VARIANZA. Localidad i/r* para Z. subfasciatus en frijol Bayo 107.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	42239.0	3017.1	x 42.7 xx	1.92	2.52
FACTOR A	4	29785.0	6446.2	x 51.2 xx	2.58	3.78
FACTOR B	2	18000.0	7500.2	x 103.1 xx	3.21	5.12
INTERACCION AB	8	27238.6	3404.8	x 43.2 xx	2.16	2.94
ERROR	45	3179.6	70.7	-		
TOTAL	59	49418.55	-	-		

* El tratamiento fué posterior a la infestación, se realizaron tres repeticiones.

x Significativo al 5%

xx Significativo al 1%

NS no significativo

CUADRO VII Promedio de la emergencia de adultos de *A. obtectus* en frijol Cacahuato 72, tratado con aceites comestibles en tres dosis: ml/kg, bajo la modalidad T/1*

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO			Σ	X̄	
	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0	0			
R E P E T I C I O N E S	1	137.7	57.0	0.0	57.0	19.7	1.0	139.0	39.0	23.0	137.7	30.3	40.7	180.7	140.0	112.7	1236.7	82.4
	2	141.7	79.7	0.0	132.7	22.7	2.0	162.0	33.0	29.0	134.0	34.0	13.7	183.7	155.3	248.3	1420.7	94.7
	3	125.0	49.0	0.0	97.0	10.0	1.0	138.0	43.7	16.0	173.7	31.0	21.7	191.3	170.0	101.3	1379.7	92.0
	4	157.7	40.0	0.0	112.7	18.0	2.0	121.0	55.0	26.0	214.7	35.0	8.7	153.7	210.0	203.7	1457.7	97.6
M		572.0	235.0	1.0	409.0	70.0	6.3	550.7	171.3	94.0	650.0	130.3	84.7	725.3	715.7	655.3	5504.7	-
X̄		143.0	59.0	0.0	102.3	17.5	1.6	140.2	42.8	23.4	165.1	32.6	21.2	181.6	178.9	216.6	-	91.7

* El tratamiento fue anterior a la infestación, se realizaron tres repeticiones.

CUADRO VIII Totales de insectos emergidos por tratamiento. Modelidad T/1^a, Acanthoscolides obtectus en frijol Cacahuete 72.

ACEITES	D O S I S			Σ	\bar{X}
	1 ml/kg	5 ml/kg	10 ml/kg		
CARTAMO	572.0	236.0	1.3	809.3	269.8
MAIZ	409.3	70.3	6.3	485.0	162.0
AJONJOLI	530.7	171.3	94.0	825.0	275.3
GIRASOL	530.3	100.3	94.7	675.3	291.8
TESTIGO	926.3	715.7	666.0	2308.0	836.0
Σ	3128.7	1323.7	1032.3	5504.7	-
\bar{X}	625.7	264.7	210.5	-	91.7

* Tratamiento anterior a la infestación, se realizaron tres repeticiones.

CUADRO IX ANALISIS DE VARIANZA. Localidad T/1* para A. obtectus en frijol Cacahuate 72

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					5.	1%
TRATAMIENTOS	14	357873.5	26219.5	48.8 ^x XX	1.92	2.52
FACTOR A	4	214124.5	53531.1	99.6 ^x XX	2.53	3.78
FACTOR B	2	127380.1	63690.1	118.5 ^x XX	3.21	5.12
INTERACCION AB	8	239594.4	29961.7	55.7 ^x XX	2.15	2.94
ERROR	45	24185.7	537.5	-		
TOTAL	59	391259.19	-	-		

57

* El tratamiento fué anterior a la infestación. Se realizaron tres repeticiones.
x Significativo al 5%
xx Significativo al 1%
NS No significativo

CUADRO X Promedio de la emergencia de adultos de Acanthoscolidus obtectus en frijol Casahuate 72, tratado con aceites comestibles en tres dosis (ml/kg), bajo la localidad I/T*

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO			M	X̄	
	DOSIS (ml/kg)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0			0
REPETICIONES	1	70.0	85.7	51.7	57.0	52.7	39.3	78.7	43.0	29.0	113.0	51.7	36.7	111.7	85.0	95.0	972.0	84.8
	2	79.0	57.3	58.0	74.0	54.0	35.7	72.7	31.7	31.0	119.0	72.0	57.7	103.7	122.0	141.7	1108.0	75.9
	3	82.7	82.3	25.0	75.7	75.0	33.0	71.3	57.7	31.0	112.0	67.0	34.7	84.7	92.0	68.0	994.7	65.3
	4	93.7	128.0	48.0	103.0	140.0	81.7	115.7	85.0	41.0	117.0	75.0	39.3	94.0	85.3	63.0	1505.3	87.0
M		331.0	324.7	144.0	317.0	322.0	157.0	340.0	209.0	344.7	337.0	180.3	304.0	325.7	355.0	4380.3	-	
X̄		82.8	81.2	36.1	79.3	80.6	39.7	85.1	52.3	38.7	116.2	69.3	37.6	93.0	95.4	91.5	-	73.0

* El tratamiento fué posterior a la infestación. Se realizaron tres repeticiones.

CUADRO XI Totales de insectos emergidos por tratamiento. Modalidad 1/T^a para A. obtectus en frijol Cacahuete 72.

ACEITES	D O S I S			Σ	X̄
	1 ml/kg	5 ml/kg	10 ml/kg		
CARTAMO	331.3	324.7	144.3	800.3	266.8
MAIZ	317.0	322.3	159.7	799.0	266.0
AJONJOLI	340.3	249.3	154.7	744.3	248.1
GIRASOL	464.7	277.0	150.3	892.0	297.3
TESTIGO	394.0	385.7	366.0	1145.7	381.9
Σ	1847.3	1559.0	974.0	4380.3	-
X̄	369.5	311.8	194.8	-	73.0

*El tratamiento fué posterior a la infestación. Se realizaron tres repeticiones.

CUADRO XII ANALISIS DE VARIANZA. Localidad 1/1* para A. obtectus en frijol Cacahuete 72.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	39280.3	2827.2	5.4 ^x 6.4 ^{xx}	1.92	2.52
FACTOR A	4	8910.1	2127.5	5.4 ^x 5.4 ^{xx}	2.58	3.78
FACTOR B	2	19801.2	9900.6	25.2 ^x 25.2 ^{xx}	3.21	5.12
INTERACCION AB	8	15879.1	1947.4	5.0 ^x 5.0 ^{xx}	2.16	2.94
ERROR	45	17667.1	392.6	-		
TOTAL	59	53047.44	-	-		

* El tratamiento fue posterior a la infestación. Se realizaron tres repeticiones.
^x Significativo al 5%
^{xx} Significativo al 1%
 NS no significativo.

CUADRO XIII Promedio de la emergencia de los adultos de Zabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus en frijol Bayo 107 y Cacahuete 72 respectivamente, sin tomar en cuenta las modalidades T/1* e i/1°.

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO			Σ	X̄	
	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0	0			
R E P E T I C I O N E S	1	141.2	39.0	8.9	61.3	28.5	9.9	96.4	27.3	13.5	105.4	26.9	20.2	147.0	115.9	165.0	995.8	66.4
	2	95.8	41.5	12.3	64.1	24.4	10.4	95.1	33.7	15.0	93.4	31.5	13.2	135.7	139.5	153.8	978.8	65.2
	3	91.3	35.7	7.4	78.4	25.8	9.2	92.7	32.2	12.2	104.4	28.1	14.2	160.5	123.1	135.1	954.5	63.5
	4	92.8	47.3	12.7	69.8	42.5	13.0	97.7	39.5	12.1	119.7	30.5	12.3	160.4	119.2	121.2	1024.8	68.3
Σ	424.1	163.8	41.6	313.6	116.4	43.4	344.9	129.7	54.2	422.9	117.2	69.6	504.7	477.7	454.8	3954.9	-	
X̄	106.0	41.7	10.4	78.4	29.1	10.8	86.2	32.4	13.0	105.7	29.3	14.9	126.2	119.4	113.7	988.7	63.5	

* Tratamiento anterior a la infestación
 ° Tratamiento posterior a la infestación

CUADRO XIV Total de insectos emergidos por tratamiento, las dos modalidades T, I^o e I, T^o, ambos insectos Zabrotes subfasciatus y Leucospodius obtectus en las dos variedades de frijol Mayo 107 y Cahuate 72.

ACEITES	D O S I S			Σ	\bar{X}
	1 ml/kg	5 ml/kg	10 ml/kg		
CARTAMO	424.1	166.9	41.5	632.5	210.8
MAIZ	313.6	118.4	43.4	475.4	158.4
AJONJOLI	334.9	129.7	54.2	518.8	172.9
GIRASOL	422.9	117.2	59.9	600.0	200.0
TESTIGO	631.7	497.7	535.0	1664.4	554.8
Σ	2150.2	1029.8	774.9	3954.9	-
\bar{X}	430	205.9	154.9	-	69.8

* Tratamiento superior a la infestación
 ° Tratamiento superior a la infestación

CUADRO XV Análisis de Varianza, las dos localidades T/i e i/T, ambos insectos Tabrotes subfasciatus y Acanthoscelides obtectus en las dos variedades de frijol Bayo 107 y Cacahuete 72.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	14	144917.0	10351.2	7.92 ^x xx	1.92	2.52
FACTOR A	4	81339.6	20329.4	15.66 ^x xxx	2.53	3.78
FACTOR B	2	53520.7	26760.3	20.49 ^x xx	3.21	5.12
INTERACCION AB	8	10078.7	1259.8	0.95 NS	2.16	2.94
ERROR	45	4501.2	100.0			
TOTAL	59	149418.2				

* Tratamiento anterior a la infestación
 ° Tratamiento posterior a la infestación
 x significativo al 5%
 xx significativo al 1%
 NS No significativo

CUADRO XVI Promedio de la germinación en frijol Cacahuato 72, realizada 18 días después de haber sido tratado con aceites comestibles en tres dosis.

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO		
DOSIS (ml/kg)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0	0
PORCENTAJE DE GERMINACION	98	94	87	98	91	85	93	97	89	97	97	88	93	93	93

CUADRO XVII Promedio de la germinación en frijol Cacahuato 72 realizada 90 días después de haber sido tratado con aceites comestibles en tres dosis.

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO		
DOSIS (ml/kg)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0	0
PORCENTAJE DE GERMINACION	90	93	93	93	94	95	92	93	91	89	92	87	99	99	99

45

CUADRO XVIII Promocio de la germinación en frijol Bayo 107 realizada 18 días después de haber sido tratado con aceites comestibles en tres dosis.

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO		
DOSIS (ml/kg)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0	0
PORCENTAJE DE GERMINACION	50	88	74	83	92	83	89	87	85	85	91	80	90	90	90

CUADRO XIX Promedio de la germinación en frijol Bayo 107, realizada 90 días después de haber sido tratado con aceites comestibles en tres dosis.

ACEITES	CARTAMO			MAIZ			AJONJOLI			GIRASOL			TESTIGO		
DOSIS (ml/kg)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10	0	0	0
PORCENTAJE DE GERMINACION	77	84	79	82	85	83	80	82	81	83	85	87	84	84	84

6.1.- Análisis Estadístico

Los resultados se sometieron a un análisis estadístico tomando como base un modelo con tres factores: Factor A = Acúites, Factor B = Dosis y la interacción AB. En su desarrollo se utilizaron tres métodos estadísticos, a) Prueba de Duncan, b) Análisis de Varianza y c) Prueba de t.

Para ilustrar el proceso estadístico se ha incluido en esta investigación un ejemplo típico, habiéndose seleccionado la modalidad 1/1 (tratamiento previo a la infestación) con el insecto Zabrotes subfasciatus. No se incluyeron todos los procesos de los análisis estadísticos realizados de las otras tres modalidades debido a la abundancia de cálculos que ocuparían una buena parte de esta tesis.

Para facilitar los cálculos se utilizó la siguiente nomenclatura para los diferentes aceites: C = Cártamo, M = Maíz, A = Ajonjolí, G = Girasol. Y la nomenclatura usada para el análisis estadístico fué la siguiente: SEC = Secuencia, RSS = Rangos significativos de student, RMS = Rangos mínimos significativos.

a) Prueba de Duncan: Utilizada para determinar diferencias entre los aceites.

Con el fin de mostrar la forma en que se desarrolló la prueba de Duncan, se cita el siguiente ejemplo basándose en datos que corresponden a los cuadros I y II.

1.- Cálculo del error estándar de la media. Factor A.

$$S_x = \sqrt{\frac{251.5}{4}} = \sqrt{62.87} = 7.92$$

2.- Obtención de los rangos significativos de Student (RSS) tabulados al 1% para la prueba de rangos múltiples.

SEC	2	3	4	5
RSS	3.82	3.99	4.10	4.17
RMS	20.25	31.60	32.47	33.02

3.- Ordenamiento de los valores medios de los tratamientos.

- M) 114.4
- C) 144.4
- G) 151.3
- A) 188.2
- T) 226.3

4.- Diferencias con respecto al tratamiento T (leñigo).

- T) 226.3 - M) 114.4 = 111.9 *
- T) 226.3 - C) 144.4 = 81.9 *
- T) 226.3 - G) 151.3 = 75.0 *
- T) 226.3 - A) 188.2 = 38.1 *

* Significativo al 1%.

5.- Diferencias con respecto al tratamiento A (Ajonjolí)

$$A) 188.2 - M) 114.4 = 73.8 *$$

$$A) 188.2 - C) 144.4 = 43.8 *$$

$$A) 188.2 - G) 151.3 = 36.9 *$$

6.- Diferencias con respecto al tratamiento G (Girasol)

$$G) 151.3 - M) 114.4 = 36.9 *$$

$$G) 151.3 - C) 144.4 = 6.9 NS$$

7.- Diferencias con respecto al tratamiento C (Cártamo)

$$C) 144.4 - M) 114.4 = 30 *$$

===== *

1.- Cálculo del error estándar de la media. Factor B.

$$s_x = \sqrt{\frac{251.5}{4}} = 7.92$$

2.- Obtención de los rangos significativos de Student (RSS)

SEC	2	3
RSS	3.82	3.99
RMS	30.25	31.60

3.- Ordenamiento de los valores medios de los tratamientos

10 ML) 155.8

5 ML) 160.4

1 ML) 478.7

4.- Diferencias con respecto al tratamiento 1 ML (Un mililitro)

$$1 \text{ ML}) 478.7 - 10 \text{ ML}) 155.8 = 322.9 *$$

$$1 \text{ ML}) 478.7 - 5 \text{ ML}) 160.4 = 318.3 *$$

5.- Diferencias con respecto al tratamiento 5 ML (Cinco mililitros)

$$5 \text{ ML}) 160.4 - 10 \text{ ML}) 155.8 = 4.6 NS$$

* Significativo al 1%

NS No significativo

1.- Cálculo del error estándar de la media. Factor A₁.

$$s_x = \sqrt{\frac{251.5}{4}} = \sqrt{62.87} = 7.92$$

2.- Obtención de los rangos significativos de Student (RSS)

SEC	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RSS	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.43	4.46	4.48	4.51	4.53
RMS	30.25	31.60	32.47	33.02	33.58	34.05	34.37	34.61	34.92	35.03	35.32	35.48	35.71	35.72

3.- Ordenamiento de los valores medios de los tratamientos.

M10) 0.2, G10) 0.2, C10) 0.4, A10) 0.7, T5) 4.9, M5) 7.0, C5) 13, A5) 14.9,
M1) 78.7, C1) 94.9, G1) 108.4, A1) 125.6, T5) 160.7, T1) 190.8, T10) 193.3

4.- Diferencias con respecto al tratamiento T10

T10) 193.3 - M10) 0.2 = 193.1 *
 T10) 193.3 - G10) 0.2 = 193.1 *
 T10) 193.3 - C10) 0.4 = 192.9 *
 T10) 193.3 - A10) 0.7 = 192.6 *
 T10) 193.3 - G5) 4.9 = 188.4 *
 T10) 193.3 - M5) 7.0 = 186.3 *
 T10) 193.3 - C5) 13.0 = 180.3 *
 T10) 193.3 - A5) 14.9 = 178.4 *
 T10) 193.3 - M1) 78.7 = 114.6 *
 T10) 193.3 - C1) 94.9 = 98.4 *
 T10) 193.3 - G1) 108.4 = 84.9 *
 T10) 193.3 - A1) 125.6 = 67.7 *
 T10) 193.3 - T5) 160.7 = 32.6 *
 T10) 193.3 - T1) 190.8 = 2.5 NS

5.- Diferencias con respecto al tratamiento T1

T1) 190.8 - M10) 0.2 = 190.6 *
 T1) 190.8 - G10) 0.2 = 190.6 *
 T1) 190.8 - C10) 0.4 = 190.4 *
 T1) 190.8 - A10) 0.7 = 190.1 *
 T1) 190.8 - G5) 4.9 = 185.9 *
 T1) 190.8 - M5) 7.0 = 183.8 *

* Significativo al 1%

NS No significativo

T1) 190.8 - C5) 13.0 = 177.8 *
 T1) 190.8 - A5) 14.9 = 175.9 *
 T1) 190.8 - M1) 78.7 = 112.1 *
 T1) 190.8 - C1) 94.9 = 95.9 *
 T1) 190.8 - G1) 108.4 = 82.4 *
 T1) 190.8 - A1) 125.6 = 65.2 *
 T1) 190.8 - T5) 160.7 = 30.1 NS

6.- Diferencias con respecto al tratamiento T5

T5) 160.7 - M10) 0.2 = 160.5 *
 T5) 160.7 - G10) 0.2 = 160.5 *
 T5) 160.7 - C10) 0.4 = 160.3 *
 T5) 160.7 - A10) 0.7 = 160.0 *
 T5) 160.7 - G5) 4.9 = 155.8 *
 T5) 160.7 - M5) 7.0 = 153.7 *
 T5) 160.7 - C5) 13.0 = 147.7 *
 T5) 160.7 - A5) 14.9 = 145.8 *
 T5) 160.7 - M1) 78.7 = 82.0 *
 T5) 160.7 - C1) 94.9 = 65.8 *
 T5) 160.7 - G1) 108.4 = 52.3 *
 T5) 160.7 - A1) 125.6 = 35.1 *

7.- Diferencias con respecto al tratamiento A1

A1) 125.6 - M10) 0.2 = 125.4 *
 A1) 125.6 - G10) 0.2 = 125.4 *
 A1) 125.6 - C10) 0.4 = 125.2 *
 A1) 125.6 - A10) 0.7 = 124.9 *
 A1) 125.6 - G5) 4.9 = 120.7 *
 A1) 125.6 - M5) 7.0 = 118.6 *
 A1) 125.6 - C5) 13.0 = 112.6 *
 A1) 125.6 - A5) 14.9 = 110.7 *
 A1) 125.6 - M1) 78.7 = 46.9 *
 A1) 125.6 - C1) 94.9 = 30.7 *
 A1) 125.6 - G1) 108.4 = 17.2 *

* Significativo al 1%

NS No significativo

8.- Diferencias con respecto al tratamiento G1

- G1) 108.4 - M10) 0.2 = 108.2 *
- G1) 108.4 - G10) 0.2 = 108.2 *
- G1) 108.4 - C10) 0.4 = 108.0 *
- G1) 108.4 - A10) 0.7 = 107.7 *
- G1) 108.4 - G5) 4.9 = 103.5 *
- G1) 108.4 - M5) 7.0 = 101.4 *
- G1) 108.4 - C5) 13.0 = 95.4 *
- G1) 108.4 - A5) 14.9 = 93.5 *
- G1) 108.4 - M1) 78.7 = 29.7 NS
- G1) 108.4 - C1) 94.9 = 13.5 NS

9.- Diferencias con respecto al tratamiento C1

- C1) 94.9 - M10) 0.2 = 94.7 *
- C1) 94.9 - G10) 0.2 = 94.7 *
- C1) 94.9 - C10) 0.4 = 94.5 *
- C1) 94.9 - A10) 0.7 = 94.2 *
- C1) 94.9 - G5) 4.9 = 90.0 *
- C1) 94.9 - M5) 7.0 = 87.9 *
- C1) 94.9 - C5) 13.0 = 81.9 *
- C1) 94.9 - A5) 14.9 = 80.0 *
- C1) 94.9 - M1) 78.7 = 16.2 NS

10.- Diferencias con respecto al tratamiento M1

- M1) 78.7 - M10) 0.2 = 78.5 *
- M1) 78.7 - G10) 0.2 = 78.5 *
- M1) 78.7 - C10) 0.4 = 78.3 *
- M1) 78.7 - A10) 0.7 = 78.0 *
- M1) 78.7 - G5) 4.9 = 73.8 *
- M1) 78.7 - M5) 7.0 = 71.7 *
- M1) 78.7 - C5) 13.0 = 65.7 *
- M1) 78.7 - A5) 14.9 = 63.8 *

11.- Diferencias con respecto al tratamiento A5

- A5) 14.9 - M10) 0.2 = 14.7 NS
- A5) 14.9 - G10) 0.2 = 14.7 NS

* Significativo al 1%

NS No significativo

AS) 14.9 - C10) 0.4 = 14.5 NS
 AS) 14.9 - A10) 0.7 = 14.2 NS
 AS) 14.9 - G5) 4.9 = 10.0 NS
 AS) 14.9 - M5) 7.0 = 7.9 NS
 AS) 14.9 - C5) 13.0 = 1.9 NS

12.- Diferencias con respecto al tratamiento C5

C5) 13 - M10) 0.2 = 12.8 NS
 C5) 13 - G10) 0.2 = 12.8 NS
 C5) 13 - C10) 0.4 = 12.6 NS
 C5) 13 - A10) 0.7 = 12.3 NS
 C5) 13 - G5) 4.9 = 8.1 NS
 C5) 13 - M5) 7.0 = 6.0 NS

13.- Diferencias con respecto al tratamiento M5

M5) 7 - M10) 0.2 = 6.8 NS
 M5) 7 - G10) 0.2 = 6.8 NS
 M5) 7 - C10) 0.4 = 6.6 NS
 M5) 7 - A10) 0.7 = 6.3 NS
 M5) 7 - G5) 4.9 = 2.1 NS

14.- Diferencias con respecto al tratamiento G5

G5) 4.9 - M10) 0.2 = 4.7 NS
 G5) 4.9 - G10) 0.2 = 4.7 NS
 G5) 4.9 - C10) 0.4 = 4.5 NS
 G5) 4.9 - A10) 0.7 = 4.2 NS

15.- Diferencias con respecto al tratamiento A10

A10) 0.7 - M10) 0.2 = 0.5 NS
 A10) 0.7 - G10) 0.2 = 0.5 NS
 A10) 0.7 - C10) 0.4 = 0.3 NS

16.- Diferencias con respecto al tratamiento C10

C10) 0.4 - M10) 0.2 = 0.2 NS
 C10) 0.4 - G10) 0.2 = 0.2 NS

17.- Diferencias con respecto al tratamiento G10

G10) 0.2 - M10) 0.2 = 0 NS

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
TRATAMIENTOS	$ab - 1$	$\frac{\sum X_{ij}^2}{r} - c$	$\frac{SC\ Trat.}{GL\ Trat.}$	$\frac{SC\ Trat.}{GL\ Error}$		
FACTOR A	$a - 1$	$\frac{\sum a_{ij}^2}{br} - c$	$\frac{SC\ A}{GL\ A}$	$\frac{SC\ A}{GL\ Error}$		
FACTOR B	$b - 1$	$\frac{\sum b_{ij}^2}{ar} - c$	$\frac{SC\ B}{GL\ B}$	$\frac{SC\ B}{GL\ Error}$		
INTERACCION AB	$(a-1)(b-1)$	$SC\ Trat. - SC\ A - SC\ B$	$\frac{SC\ AB}{GL\ AB}$	$\frac{SC\ AB}{GL\ Error}$		
ERROR	$ab(r-1)$	$SC\ Total - SC\ Trat.$	$\frac{SC\ Error}{GL\ Error}$			
TOTAL	$abr - 1$	$\sum X_{ij}^2 - c$				

CUADRO PARA CALCULAR EL ANALISIS DE VARIANZA

b) Análisis de varianza:

El siguiente ejemplo ilustra la forma en que se realizó el Análisis de Varianza. Los datos que se utilizaron fueron de los cuadros XIII y XIV.

1.- Factor de corrección (FC)

$$FC = \frac{X_{..}^2}{abr} = \frac{(3952.9)^2}{5 \times 3 \times 4} = \frac{1562412.81}{60} = 260402.135$$

$$FC = 260402.135$$

2.- Suma de cuadrados total

$$SC \text{ total} = \sum_{l=1}^5 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 X_{ljk}^2 - FC$$

$$\begin{aligned} SC \text{ total} = & 19937.4 + 1521 + 79.2 + 3757.6 + 670.0 + 98 + 9682.5 + 745.2 + 182.2 \\ & + 11320.9 + 723.6 + 408.0 + 21609 + 13432.8 + 24026 + 9177.6 + 1747.2 \\ & + 153.7 + 7072.8 + 595.3 + 108.1 + 9235.2 + 942.4 + 255 + 8537.7 \\ & + 998.5 + 174.2 + 18686.6 + 19400.2 + 23562.2 + 8335.6 + 1497.6 + 54.7 \\ & + 6140.5 + 655.3 + 85.6 + 8593.2 + 1036.8 + 156.2 + 10899.3 + 789.6 \\ & + 201.6 + 25792.3 + 15153.6 + 18523.2 + 9177.6 + 2237.2 + 161.2 \\ & + 8054.0 + 1506.2 + 193.2 + 9545.2 + 1560.2 + 492.8 + 14328.0 + 936.3 \\ & + 151.2 + 25728.1 + 14208.6 + 14689.4 = 410105.4 - 260402.135 = 149703.265 \end{aligned}$$

$$SC \text{ total} = 149703.265$$

3.- Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC \text{ tratamientos} = \frac{\sum_{j=1}^3 X_{.j}^2}{4} - FC =$$

$$\begin{aligned} & 179860.8 + 27822.2 + 17301.5 + 90304.9 + 14018.5 + 1003.5 + 148148.0 \\ & + 16822.0 + 4121.6 + 178914.4 + 13735.8 + 3588.0 + 36566.0 \\ & + 247706.2 + 330129.6 = \frac{1522117}{4} = 380529.25 - 260402.135 = 120127.115 \end{aligned}$$

$$SC \text{ tratamientos} = 120127.115$$

4.- Suma de cuadrados del error

$$SC \text{ error} = SC \text{ total} - SC \text{ tratamientos}$$

$$SC \text{ error} = 149418.2 - 144917.0 = 4501.2$$

$$SC \text{ error} = 4501.2$$

5.- Suma de cuadrados del factor A

$$SCA = \frac{\sum X_{1..}^2}{(4)(3)} - FC = 400056.2 + 220005.1 + 335009.4 + 360000 + 2782891.2 =$$

$$\frac{4103961.9}{12} = 341996.8 - 260687.2 = 81309.6$$

$$SCA = 81309.6$$

6.- Suma de cuadrados del factor B

$$SCB = \frac{\sum X_{.j}^2}{4 \times 5} - FC$$

$$SCB = 4623300.0 + 1060488 + 600470 = 6284318.0$$

$$\frac{6284318.0}{20} = 314215.9 - 260687.2 = 53528.7$$

$$SCB = 53528.7$$

7.- Suma de cuadrados del factor AB

$$SCAB = SC \text{ Trat.} - SCA - SCB = 144917.0 - 81309.6 - 53528.7 = 10078.7$$

$$SCAB = 10078.7$$

c) Prueba de t, utilizada para determinar la mejor modalidad

$$t = \frac{X_1 - X_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

A continuación se muestra la forma en que se desarrolló la prueba de t, basándose se en los datos correspondientes a los cuadros I, II, VII, VIII, para la modalidad T/i; y IV, V, X y XI para la modalidad i/i.

Los cálculos que hay que efectuar para la prueba se pueden resumir en la forma

siguiente:

- 1.- Calcular las varianzas de ambas muestras (S_1^2 y S_2^2) y obtener el valor medio de ambas (S^2).

$$S_1^2 = 225385.6 + 20707.2 + 1.9 + 130971.6 + 2410.8 + 11.5 + 202385.9 + 13317.1 \\ + 2332.8 + 299099.6 + 5595 + 1814.7 + 713510.0 + 461176.8 + 671744.1 = \\ = 2831472.6$$

$$S_1^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1} = \frac{2831472.6 - \frac{(4738.3)^2}{15}}{14} = \frac{2831472.6 - 1496763.7}{14} =$$

$$= \frac{1334707.9}{14} = 95336.2$$

$$S_2^2 = 72199.6 + 35986.0 + 6691.2 + 70331.0 + 34225 + 6922.2 + 56785.8 + \\ + 20735.0 + 6416.0 + 89281.4 + 25376.4 + 5944.4 + 133079.0 + 99856 \\ + 97469.8 = 761299.8$$

$$S_2^2 = \frac{761299.8 - \frac{(3064.2)^2}{15}}{14} = \frac{761299.8 - 625904.7}{14} = \frac{135345.1}{14} = 9667.5$$

$$S^2 = \frac{95336.2 + 9667.5}{2} = 52501.8$$

- 2.- Dividir el valor obtenido en el punto 1 entre el número de observaciones por muestra (n), para obtener la varianza de la media ($S_{\bar{X}}^2$). Multiplicar este valor por 2 para obtener el cálculo de la varianza de la diferencia de medias ($S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}^2$).

$$S_{\bar{X}}^2 = \frac{S^2}{n} = \frac{52501.8}{15} = 3500.1$$

$$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}^2 = 2 S_{\bar{X}}^2 \therefore S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}^2 = 2 (3500.1) = 7000.2$$

- 3.- Extraer raíz cuadrada a la varianza de la diferencia de medias ($S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}^2$). De esta manera se obtiene el error estándar de la diferencia de medias.

$(s\bar{x}_1 - \bar{x}_2^2)$. Este es el denominador del cociente buscado.

$$s\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = \sqrt{s\bar{x}_1 - \bar{x}_2^2}$$

$$s\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = \sqrt{7000.2}$$

$$s\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 83.6$$

4.- Para el cálculo del numerador del cociente, calcular las medias de ambas muestras (\bar{x}_1 y \bar{x}_2) y restar la menor de la mayor (puedo hacerse esto por ser simétrica la distribución de t).

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 315.8 - 204.2 = 111.6$$

$$t = \frac{111.6}{83.6}$$

$$= 1.33 \text{ NS}$$

Al comparar el resultado de la prueba de t con las tablas de distribución de t, tabulada a 1% (2.76) y 5% (2.04), resultó ser no significativo.

7.- DISCUSIÓNAnálisis de la modalidad T/A y el insecto *Zabrotes subaeneatus*:

Mediante los resultados obtenidos en la prueba de Duncan para el factor aceites, se observó que los valores para el de maíz fueron estadísticamente más significativos que para los demás tipos de aceites, debido a que la emergencia promedio de los insectos en el de maíz fue de 114.4, mientras que en los valores de los otros aceites probados hubo una emergencia más alta, siendo de 144.4 para el aceite de Cártamo, de 151.3 para el de Girasol y de 103.2 para el de Ajonjolí. Esto quiere decir (Cuadro 11, Pág. 39) al observar la emergencia de *Zabrotes subaeneatus* en el frijol Payo 107 que fue mucho menor usando aceite de maíz, lo que podría significar que éste tiene mayor eficiencia como protector de la semilla que todos los demás aceites probados. Se debe aclarar que el testigo llegó a presentar valores de emergencia tan altos como 725.4, lo que demuestra que cualesquiera de los aceites utilizados y a cualquier dosis tienen una buena función protectora de la semilla.

Después de llevar a cabo las pruebas estadísticas para observar las diferencias entre los tratamientos (Pág. 50) se encontró que todas las comparaciones entre los aceites experimentados resultaron significativas al 1%, excepto en la comparación realizada entre el aceite de Girasol y el de Cártamo que presenta una diferencia de 5.9 (Pág. 50 No. 5), la cual fue no significativa y cuyo valor fue el más bajo de todas las comparaciones, lo que resultó razonable esperar, ya que en el ordenamiento de los valores medios de los tratamientos con los diferentes aceites (ver prueba de Duncan, factor A No. 3, Pág. 49) podemos notar que la emergencia entre el aceite de Girasol y el de Cártamo hay cifras muy cercanas. Es decir, que la emergencia de *Zabrotes subaeneatus* en el frijol Payo 107 fue muy similar entre las semillas tratadas con aceite de Girasol y Cártamo. En contraste, existen las altas diferencias entre los lotes testigos y los experimentales (prueba de Duncan, factor A No. 4, Pág. 49), cuyos valores fluctúan desde 533.1 hasta 611.9 lo que indudablemente produjo una alta eficiencia estadística. Estos resultados vienen a fortalecer a comprobar que los tratamientos con aceite de Girasol y Cártamo son muy parecidos en su efecto sobre la emergencia de los insectos en las semillas. De esta forma, podemos recomendar el uso de dichos aceites como posible forma de control de múltiples emergencias al comparar los resultados de los lotes correlacionales con los testigos.

Analizando los resultados estadísticos, para la prueba de Duncan del factor de dosis (B) se observa que aquellos de 10 ml/kg y 5 ml/kg tienen una alta significancia con respecto a la dosis de 1 ml/kg (Pag. 50 No. 4), lo que se puede interpretar como que utilizamos cualquiera de los aceites en alguna de estas dos dosis para tratar las semillas, se logra la protección de ellas. Al observar los valores promedio de emergencia de *Zabrotes subopacatus* se ve el valor tan alto que presenta la dosis de 1 ml/kg, el cual es de 478.7 contrastando con los valores de 300.4 y 155.8 correspondiente a las dosis de 5 y 10 ml/kg respectivamente (Cuadro II, Pag. 50). Así mismo, se ve como no hay significancia entre los tratamientos con dosis de 5 ml/kg y 10 ml/kg (Pag. 50 No. 5), lo cual sugiere que no hay gran diferencia en utilizar cualquiera de las dos dosis con los diferentes tipos de aceites.

Al analizar los resultados estadísticos de la interacción aceites-dosis (AB), (Pag. 51 No. 3) muestran que los tratamientos con aceite de Maíz y Girasol, en dosis de 10 ml/kg, presentan el mayor y a su vez el mismo valor significativo, siguiéndole en orden decreciente los aceites de Cártamo y Ajonjolí en dosis de 10 ml/kg; Girasol, Maíz Cártamo y Ajonjolí a 5 ml/kg; Maíz, Cártamo y Girasol a 1 ml/kg; y finalmente el aceite de Ajonjolí en dosis de 1 ml/kg.

Al establecer las diferencias del aceite de Ajonjolí en dosis de 1 ml/kg con todos los demás aceites en sus diferentes dosis se pudo observar que todas son significativas, lo cual cabe esperar, ya que el aceite de Ajonjolí en dosis de 1 ml/kg fue el menos efectivo en cuanto a protección de la semilla (Pag. 52 No. 7).

Siguiente con las comparaciones, en la de aceite de Girasol en dosis de 1 ml/kg con respecto a los demás aceites en sus diferentes dosis, se observa que casi todas son significativas, con excepción de los aceites de Maíz y Cártamo en sus dosis de 1 ml/kg respectivamente, lo que nos indica la ineficacia de su utilización bajo esta dosis en la protección de la semilla (Pag. 53 No. 8).

Casi esto mismo se puede observar al comparar las diferencias del aceite de Cártamo en dosis de 1 ml/kg con respecto a los demás aceites/dosis en la que resulta no significativa con respecto a Maíz a 1 ml/kg, lo que vuelve a colocar a todos los aceites utilizados en sus dosis más bajas dentro de un mismo grupo (Pag. 53 No. 9).

El último de los aceites en su dosis más baja es el que existen diferencias significativas con respecto a los demás, es el aceite de Hafez en dosis de 1 ml/kg en la que se observa que hay significancia con respecto a los demás aceites (en sus dosis de 5 ml/kg y 10 ml/kg) (Pag. 53 No. 10).

De todo lo anterior se puede deducir que de todos los aceites utilizados el de Ajonjolif en dosis de 1 ml/kg muestra diferencias significativas con todos los demás aceites aún en su dosis más baja. No existen diferencias significativas entre los aceites de Girasol, Cártano y Hafez en sus dosis de 1 ml/kg (Pag. 53 No. 8 y 9), por lo que a estos tres últimos se les puede incluir en un grupo que brinda la misma protección de la semilla.

Por último, analizando las diferencias entre los aceites de Ajonjolif, Cártano, Hafez y Girasol en sus dosis de 5 ml/kg y 10 ml/kg se puede observar que no existen diferencias significativas entre ellos (Pag. 53 No. 11 y Pag. 53 No. 12, 13, 14, 15, 16 y 17) lo cual nos permite pensar que cualesquiera de los aceites utilizados en el tratamiento en dosis de 5 ml/kg y 10 ml/kg; proporcionan protección a la semilla, y que es en un momento dado indistinto utilizar cualquiera de ellos a una de estas dos dosis, ya que todos están dentro de este mismo grupo.

Análisis de la mortalidad i/1 y el número de bratos subfasciatus:

De los resultados obtenidos de la prueba de Duncan para el factor aceites, los valores para el aceite de Girasol fueron estadísticamente más significativos que para los otros aceites probados, ya que los porcentajes de emergencia de insectos que se alcanzaron fueron respectivamente 59.7 para el Girasol, 50.2 para el de Ajonjolif, 51.7 para el de Hafez y 52.6 para el de Cártano, (Cuadro V, Pag. 32). La emergencia de Zabrotes subfasciatus en el jolifayo 107 fue la menor utilizando el aceite de Girasol, lo que nos induce a pensar que en esta medida es el que tiene una mayor eficiencia protectora. En todos los casos el testigo alcanzó valores más altos con un promedio de 223.3 (Cuadro V, Pag. 33).

Las diferencias entre los tratamientos presentan valores significativos al 1% entre algunos aceites, tales como Cártano con Girasol y Ajonjolif, Hafez con Girasol y Ajonjolif. No así entre los aceites de Cártano y Hafez ni entre Girasol y Ajonjolif, cuyas diferencias no fueron significativas. Del ordenamiento de los

valores medios de los tratamientos con los diferentes aceites la emergencia de insectos en Girasol y Ajonjolí alcanza cifra muy cercana; lo mismo sucede entre el de Maíz y el de Cártamo (Cuadro V, media de dosis de los diferentes aceites, Pág. 33) lo que explica que no existen diferencias significativas entre ellos, constituyéndose prácticamente dos bloques de aceites que proporcionan la misma eficiencia protectora, el de Girasol y Ajonjolí y el de Maíz y Cártamo y cuyos efectos sobre la emergencia de Zabrotes subaeneus en la modalidad 1/1 son muy parecidos.

El análisis estadístico señala altas diferencias entre los lotos testigos y los experimentales que muestran una alta significancia.

De los resultados obtenidos en la prueba de Duncan, factor dosis, hay una alta significancia entre todas las dosis utilizadas: 1 ml/kg, 5 ml/kg y 10 ml/kg; lo que se puede interpretar que al utilizar en el tratamiento de semillas cualquiera de los aceites en alguna de estas dosis se logra la protección del frijol.

Del ordenamiento de los valores promedios de emergencia de Zabrotes subaeneus para los diferentes tratamientos la cifra más alta (205.1) corresponde a la dosis de 1 ml/kg, siguiéndole (87.1) para la de 5 ml/kg y (59.1) para la de 10 ml/kg. (Ver media del cuadro V, Pág. 33).

Según lo anterior y tomando en cuenta las diferencias significativas entre los tratamientos, se puede decir que la dosis de 10 ml/kg es la más eficiente con cualquier tipo de aceite en la protección del frijol Hays 107 contra el ataque de brúquidos, siguiéndole la de 5 ml/kg y en último término la que proporciona menor eficiencia en el combate de dichos insectos es la de 1 ml/kg.

Al analizar los resultados estadísticos de la interacción aceites-dosis para la modalidad 1/1 (Infectación/Tratamiento) muestran que los tratamientos con aceite de Girasol, Ajonjolí, Maíz y Cártamo en dosis de 10 ml/kg son los más significativos, después lo siguen en orden descendente Ajonjolí, Girasol, Maíz y Cártamo en dosis de 5 ml/kg y por último Girasol, Ajonjolí, Cártamo y Maíz en dosis de 1 ml/kg.

Estableciendo las diferencias entre los tratamientos del aceite de *Uafz* en dosis de 1 ml/kg que fue la menos significativa con respecto a los demás aceites en sus diferentes dosis. (Ver Cuadro IV, media de 1 ml/kg, Pág. 32) Todos los valores en este tratamiento son significativos, ya que este aceite en la dosis más baja fue el menos eficiente, a excepción de la diferencia entre *Uafz* y *Cártamo* pues entre ellos la diferencia es muy pequeña, lo cual indica que tanto uno como el otro son poco eficientes en esta dosis.

Las pruebas estadísticas fueron significativas entre las comparaciones de aceite de *Cártamo* en dosis de 1 ml/kg con respecto a los demás aceites en sus diferentes dosis, con la excepción del aceite de *Ajonjolí*, lo que indica que son similares *Cártamo* y *Ajonjolí* en su dosis más baja para proteger a la semilla.

Una sola diferencia no significativa se obtuvo al comparar el aceite de *Ajonjolí* en dosis de 1 ml/kg con los demás aceites en sus diferentes dosis en la que resulta no significativa con respecto a *Girasol* a 1 ml/kg, lo cual coloca a este aceite dentro de los que proporcionan menor protección.

El último aceite que muestra diferencias significativas es el de *Girasol* a 1 ml/kg en el cual hay significancia con respecto a los demás aceites en sus dosis de 5 ml/kg y 10 ml/kg.

Por lo anterior se puede decir que de todos los aceites utilizados, el de *Uafz* en su dosis más baja (1 ml/kg) muestra diferencias significativas con todos los demás aceites aún en esta misma dosis, menos con aquella de *Cártamo*. Tampoco hay diferencias entre *Cártamo* y *Ajonjolí*, ni entre *Ajonjolí* y *Girasol* a la misma dosis de 1 ml/kg.

Como cabía esperarse, el aceite de *Girasol* que por separado funciona mejor, en la dosis de 10 ml/kg es el más eficiente en la protección de la semilla, siguiéndole el de *Ajonjolí*, el de *Uafz* y el de *Cártamo* en esta misma dosis, lo cual también con él superaron.

Por último, en esta investigación no existen diferencias en cuanto a eficiencia en la protección de la semilla entre los tratamientos con los diferentes aceites en sus dosis de 5 ml/kg y 10 ml/kg.

Análisis de la modalidad T/1 y el insecto *Acanthoscelides obtectus*:

De los resultados obtenidos en la prueba de Duncan para el factor aceites en la modalidad T/1 (tratamiento/infestación), se observó que los valores correspondientes al de Maíz fueron estadísticamente más significativos que para los otros tipos de aceite, ya que la emergencia promedio de insectos en este caso fue de 162.0, mientras que para el de Cártamo fue de 269.8, para el de Ajonjolí 275.3 y para el de Girasol 291.8 (Cuadro VIII, Pag. 36). Esto nos podría indicar que como en el caso de *Zabrotes subfasciatus* bajo esta misma modalidad, el aceite de Maíz es el que tiene mayor eficacia como protector de la semilla. El contraste es muy grande si se compara con la emergencia de insectos en semillas no sometidas al tratamiento (testigo) en la que alcanzó valores tan altos como 835.0 (Cuadro VIII, Pag. 36).

Las diferencias entre los tratamientos señalan que hay diferencias significativas entre el aceite de Girasol y el de Maíz, ya que el último es el más protector y el primero es el menos eficaz. Sin embargo, no se presentan diferencias significativas entre el aceite de Cártamo y Girasol, ni entre Ajonjolí y Girasol, lo que se puede interpretar que estos tres forman un bloque separado del de Maíz, en el que la emergencia de insectos alcanza cifras muy cercanas y en el que cualesquiera de los tres tiene la misma eficiencia protectora.

En resumen se puede decir que todos los tratamientos utilizados, es decir cualquier tipo de aceite, confiere protección a la semilla independientemente de la dosis en que se utilice, esto se puede afirmar por haber encontrado grandes diferencias entre los diferentes tratamientos y el lote testigo cuyos valores oscilan entre 514.2 y 574.0.

Analizando los resultados estadísticos para la prueba de Duncan del factor dosis se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Del ordenamiento de los valores promedio de emergencia se puede decir que la dosis que mejor protege a la semilla es la de 10 ml/kg cuyo valor es de 210.5, la de 5 ml/kg con un valor de 231.7 y la de 1 ml/kg que tuvo un valor de 625.7 (Cuadro VIII, Pag. 36).

Por lo anterior, se puede decir que cualquier dosis utilizada con cualquier aceite

protege a la semilla del ataque de Acanthocellidos obtectus y de estas dosis, la que mejor protege es la de 10 ml/kg, siguiéndolo en orden decreciente la de 5 ml/kg y por último la de 1 ml/kg.

Analizando los resultados estadísticos de la interacción aceite-dosis muestran que los aceites de Cártamo y Maíz en dosis de 10 ml/kg presentan los valores más significativos. De acuerdo a un análisis anterior sobre el factor dosis habíamos dicho que las dosis de 10 ml/kg eran las más eficientes, por este motivo supondríamos que la dosis de 10 ml/kg en Girasol y Ajonjolí tuvieran los valores más significativos después de los aceites de Cártamo y Maíz en dosis de 10 ml/kg, sin embargo, resultó más significativo el de Maíz en dosis de 5 ml/kg que el de Girasol y Ajonjolí en dosis de 10 ml/kg. Siguiendo con el ordenamiento decreciente de la significatividad de los valores, tendríamos el de Girasol, Ajonjolí y Cártamo en dosis de 5 ml/kg y por último Maíz, Ajonjolí, Cártamo y Girasol en dosis de 1 ml/kg.

Al establecer las diferencias del aceite de Girasol en la dosis de 1 ml/kg se encontró que casi todos los valores eran significativos, menos con Ajonjolí y Cártamo en dosis de 1 ml/kg, lo que comprueba el factor aceites que ya se había analizado antes por separado.

En otro grupo de comparaciones el Cártamo en dosis de 1 ml/kg muestra diferencias significativas con todos los demás aceites en sus diferentes dosis, excepto con Maíz y Ajonjolí en dosis de 1 ml/kg lo que para la conservación de la semilla es un índice de la baja protección que conlleva su uso en esta dosis.

Una situación similar sucede comparando el Ajonjolí en dosis de 1 ml/kg con respecto a los demás tratamientos en la que resulta no significativo solamente con respecto a Maíz en dosis de 1 ml/kg.

Continuando con el análisis se señala que el Maíz utilizado en su dosis más baja (1 ml/kg) presenta una notable eficiencia protectora para la semilla, ya que no muestra diferencias significativas con respecto al Cártamo en dosis de 5 ml/kg; pero los demás tratamientos muestran valores significativos.

El Cártamo en dosis de 5 ml/kg comparado con los demás tratamientos sólo mostró

diferencias significativas con respecto a Cártamo y Maíz en dosis de 10 ml/kg, siendo estos últimos más efectivos en la protección de la semilla.

En todos los demás análisis de las diferencias se encontró que no existe significancia entre los tratamientos, lo que nos muestra el efecto tan similar de los aceites de Ajonjolí y Girasol en sus dosis de 5 ml/kg y de Ajonjolí, Girasol, Maíz y Cártamo en sus dosis de 10 ml/kg. Esto significa que para la protección de la semilla es indistinto utilizar cualesquiera de las dosis de los aceites antes mencionados.

Análisis de la modalidad i/T y el insecto *Acanthoscelides obtectus*:

Del análisis de la prueba de Duncan para el factor aceites, se encontró que en este caso el aceite de Ajonjolí resultó ser estadísticamente más significativo que los demás tipos de aceites, como lo refleja la emergencia promedio de los insectos que en el Ajonjolí resultó ser más baja 248.1, mientras que en los otros aceites fue más alta siendo de 255.0 para el Maíz, 255.8 para el Cártamo y 297.3 para el Girasol (Cuadro XI, Pag. 39).

Al realizarse las comparaciones entre los diferentes aceites se observó que sólo entre el Girasol y Ajonjolí existen diferencias significativas, ya que este último es el que mejor protege y aquél el que proporciona una menor protección a la semilla. En todos los demás casos no hay significancia entre ninguno de los aceites, lo cual quiere decir que a los aceites de Ajonjolí, Maíz y Cártamo se les puede considerar en un grupo distinto al de Girasol, ya que proporcionan una protección mayor y semejante que éste, entre ellos no se puede discernir cual es el mejor.

Analizando la prueba de Duncan para el factor dosis, se obtuvo que las de 10 ml/kg y 5 ml/kg tiene una alta significancia con respecto a la dosis de 1 ml/kg, lo que significa que utilizando cualesquiera de los aceites en alguna de estas dos dosis en el tratamiento de las semillas, se lograría protegerlas contra el ataque de los brúquidos.

Observando los valores promedio de emergencia de *Acanthoscelides obtectus* se ve que el valor de 359.6 que presenta la dosis de 1 ml/kg contrasta un poco con el va

lar de 311.8 correspondiente a la dosis de 5 ml/kg y mucho más con el valor de 194.8 de la dosis de 10 ml/kg (Cuadro XI, Pag. 39).

Al realizar el análisis estadístico de la interacción aceites-dosis se encontró que los tratamientos con los aceites de Cártamo, Girasol, Ajonjolí y Maíz en dosis de 10 ml/kg muestran los valores más significativos. En base al análisis precedente sobre el factor dosis, se dijo que las de 10 ml/kg eran las más efectivas, por este motivo cabría esperar que la dosis de 10 ml/kg en el siguiente orden: Ajonjolí, Maíz, Cártamo y Girasol tuviesen los valores más significativos; sin embargo, se observa que varía este orden. Del ordenamiento decreciente de la significatividad de los valores se tiene al de Ajonjolí y Girasol en dosis de 5 ml/kg, Maíz a 1 ml/kg, Maíz y Cártamo en dosis de 5 ml/kg; Cártamo y Ajonjolí en dosis de 1 ml/kg. También se obtuvo que los lotes testigos tienen mayor significatividad que el aceite de Girasol en dosis de 1 ml/kg, lo cual resulta extraño pero hasta cierto grado explicable por el volumen tan bajo del aceite utilizado. Esto contrasta un poco con lo establecido en las anteriores modalidades en las cuales por baja que sea la dosis de aceite utilizada confiere protección a la semilla (Cuadro X, Pag. 39).

Del análisis de las comparaciones entre los tratamientos, el aceite de Girasol en dosis de 1 ml/kg tiene diferencias significativas con Cártamo, Girasol, Ajonjolí y Maíz a 10 ml/kg y Ajonjolí y Girasol a 5 ml/kg.

Comparando el aceite de Ajonjolí en dosis de 1 ml/kg con los demás tipos de aceites en sus diferentes dosis, muestra diferencias significativas con el de Cártamo, Girasol, Ajonjolí y Maíz en sus dosis de 10 ml/kg, lo cual resulta obvio, ya que son los que tienen mayor eficiencia protectora. Con las demás dosis no hay significatividad.

Continuando con las comparaciones, el aceite de Cártamo en su dosis más baja (1 ml/kg) presenta también diferencias significativas con Cártamo, Girasol, Ajonjolí y Maíz en dosis de 10 ml/kg. Con las demás dosis no hay diferencias significativas, lo cual sugiere una acción muy parecida de los aceites en dosis de 5 ml/kg y 1 ml/kg.

En cuanto al Cártamo en dosis de 5 ml/kg hay significatividad con respecto a Cártamo

mo, Girasol y Ajonjolí en dosis de 10 ml/kg; con respecto a Maíz a 10 ml/kg, Ajonjolí, Girasol, Maíz y Cártamo en dosis de 5 ml/kg, y Maíz y Cártamo en su dosis más baja (1 ml/kg) no se presentan diferencias significativas.

Siendo con las comparaciones en la de aceite de Maíz en dosis de 5 ml/kg con respecto a los demás aceites, sólo existen diferencias significativas con el Cártamo en dosis de 10 ml/kg; con todos los demás no se presenta significancia.

El último de los aceites que presenta diferencias significativas con respecto a los demás, es el de Maíz en dosis de 1 ml/kg en la que nuevamente hay significancia con respecto a Cártamo en dosis de 10 ml/kg, esto debe esperarse ya que es el aceite y la dosis que mejor protegen.

En todos los demás casos entre los aceites de Girasol y Ajonjolí en dosis de 5 ml/kg y de Maíz, Ajonjolí y Girasol a 10 ml/kg no existen diferencias significativas, lo que se podría interpretar como que todos estos aceites en estas dosis presentan un efecto muy parecido en la protección de la semilla del ataque de los gorgojos.

Análisis de varianza y prueba de t:

Al establecer la interrelación global de todos los factores considerados (aceites, dosis, modalidades, insectos y variedades de frijol), el análisis de varianza (Cuadro XV, Pág. 43) nos está indicando que para los factores manejados independientemente los valores de F son altamente significativos, no así para la interacción que resultó no significativa; esto último podría interpretarse como que no puede hacerse una recomendación en la cual cualquier aceite a cualquier dosis, antes o después de estar infestado el grano y además en contra de las dos especies de insectos pudiese resolver el problema de infestación en un momento dado. Sin embargo, interpretando los cuadros de análisis de Varianza (III, VI, IX y XII, Págs. 31, 34, 37 y 40) por separado para cada uno de los factores (aceites, dosis e interacción aceites/dosis), se puede observar que el valor de F es altamente significativo al 5% y 1%, lo que indica la acción protectora de los aceites y las dosis actuando independientemente.

Comparando el resultado de la prueba de t (Págs. 57, 58, 59) con el de las tablas

de distribución de t tabuladas al 1% y 5%, se puede observar que en los dos casos resulta ser no significativo, de lo cual se concluye que es indistinto utilizar cualquiera de las dos modalidades reportadas en el experimento.

Discusión de la Germinación:

No se realizó análisis estadístico para evaluar la germinación, solamente se valoró mediante una comparación porcentual que después de un total de tres repeticiones arrojó los promedios de los cuadros XVI, XVII, XVIII y XIX. En los cuales se puede notar que la germinación rara vez fue por debajo del 80%, el cual es aceptado y establecido por las Normas para la Certificación de Semillas 1975.

Esta baja en la germinación se observa en las pruebas con Hoyo 107 realizada 18 días después del tratamiento con aceite de Cártamo a 10 ml/kg y con el mismo frijol y aceite realizada a los 90 días después del tratamiento con las dosis de 1 y 10 ml/kg.

Resulta notable como se ve afectado el porcentaje de germinación con el mismo frijol y con el mismo aceite a los diferentes tiempos de realizada la prueba aún en dos distintas dosis: 1 ml/kg y 10 ml/kg.

8.- CONCLUSIONES

La utilización de aceites vegetales como protectores de granos y semillas en condiciones de almacén puede ser una buena alternativa en los programas de almacenamiento. Las pruebas realizadas con aceite de Cártamo, Maíz, Ajonjolí y Girasol así lo demostraron.

En la modalidad T/i el aceite que protegió mejor a las semillas considerando a las dos especies de gorgojos fue el de Maíz. En cambio, en la otra modalidad i/T, o sea, la infestación previa al tratamiento, fue el aceite de Girasol el que protegió a la semilla contra el ataque de Zabrotas subfasciatus y el de Ajonjolí contra el ataque de Acanthoscelides obtectus.

Considerando las dosis de 1, 5 y 10 ml/kg, fue bastante obvio que la dosis mayor, tanto para ambos insectos como para ambas modalidades, la que registró una mayor protección, aún cuando la dosis intermedia (5 ml/kg) también ofreció buena protección indistintamente de los tratamientos y de las dos especies de brúquidos.

Por otra parte, considerando la interacción aceite-dosis fue el aceite de Cártamo el que protegió a la semilla del ataque de Acanthoscelides obtectus en ambas modalidades, pero fue el aceite de Girasol el que protegió a la semilla contra el ataque de Zabrotas subfasciatus, también en las modalidades consideradas.

La germinación, para el caso de aquel grano que se utilizará como semilla, no se afectó, según las pruebas realizadas a los 3 y 12 semanas después del tratamiento.

9.- BIBLIOGRAFIA

Agricultural Research Service,
United States Department of Agriculture.
Stored - Grain Insects.

Agriculture Handbook // 500, 1978
Washington, D. C.

Applebaum, S. W., Birk, Y. 1972. Natural mechanisms of resistance to insects in legume seeds. In insect and Mite Nutrition, ed. J. G., Rodriguez. Amsterdam: North Holland 702 pp.

Bell, E. A., Janzen, D. H., 1971. Medical and Ecological considerations of L-Dopa and 5-HTP in seeds
Nature 229: 136-37

Bottimer, L. J., 1968. Notes on Bruchidae of America north of Mexico with a list of World Genera.
Can. Entomol. 100:1009-19

Bradley, R. H. E., Moore, C. A. 1965
Spread of potato virus V. curtailed by oil
Nature (London) 209: 1370-1

Bridwell, J. C., 1919. Some additional notes on Bruchidae and their parasites in the Hawaiian Islands.
Proc. Hawaii Entomol. Soc. 4: 15-20

Bridwell, J. C., 1946. The genera of beetles of family Bruchidae in America north of Mexico
J. Wash. Acad. Sci. 36: 52-57

Caballero, D. M., 1973 Estadística Práctica para Dasonomos SAE. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Dirección Gral. del Inventario Nal. Forestal. México

Caswell, G. H., 1961 The infestation of Cowpeas in the western regions of Nigeria. Trop. Sci. 3: 154-58

Corby, H. D. R., 1941 Report of a study of a pest (Pachymarus longus Pic) causing damage to groundnuts in the wurkum District of the Muri division of Adamawa. Nigeria Dept. Agric. No. 0402

Decelle, J. E. 1961. Contribution a l'étude des Bruchidae du Congo belge. Rev. Zool. Bot. Afr. 45: 172-92

de Carvalho, J. P., Machado, M. U. M., 1967. A entomofauna dos produtos armazenados. Contribuição para o estudo do Callosobruchus maculatus (Fab). Bolm. Soc. Port. Cienc. Nat. Ser. Zool. 11: 133-240

- Fiore, B. J., E. H. Smith, and P. J. Champman 1963
Some factors influencing the ovicidal effectiveness of saturated petroleum oils and synthetic isoparaffins. J. Econ. Entomol. 56: 885-8
- Gill, J., Kanwar, K. C., Bawa, S. R., 1971
Abnormal "Sterile" strain in Callosobruchus maculatus
Ann Entomol. Soc. Am. 64: 1106-88
- Guevara J. Paraciticidas agricolas
1953. Escuela Nal. de Agricultura, Chapingo
Mex. pp. 17-46
- Hartman, T, Hudson, and Kester, E. Dale 1963
Plant Propagation, Principles and Practices, 2nd. Ed.
Prentice-Hall, Int. Inc. Englewood Cliffs, N. J.
702 pp. 150-53
- Henderson, L. S. 1973
Household Insect Pests and ways to Control them
Yearbook separate No. 3862, USDA
pp. 236-241
- Howe, R. W. and Currie, J. E. 1964
Some Laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses.
Bull. Ent. Res., 55 (3), 437-477
- Hubert M. (1964) The Scientific Principles of Crop Protection. Edward Arnolds Publishers
London pp. 269-283
- Janzen, D. H., 1969 Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. Evolution 23: 1-27
- Janzen, D. H., Juster, H. B., Bell, E. A. 1977. Toxicity of secondary compounds to the seed-eating larvae of the Bruchid beetle Callosobruchus maculatus
Phytochemistry 16:223-27
- Joy, E. G. and Pearman, G. C. Jr. 1973
Carbon dioxide for control of insect infestation in stored corn (Maize)
J. Stored Prod. Res., 9: 25-29
- Johnson, C. D., 1967 Notes on the systematics, host plants and bionomics of the Bruchid genera Merobruchus and Stator Pan Pac. Entomol. 43: 704-71
- Johnson, C. D., 1970 Biosystematics of the Arizona, California, and Oregon species of the seed beetle genus Acanthoscelides Schilsky. Univ. California. Publ. Entomol. 59: 1-116

Johnson, C. D. Kingsolver, J. M. 1973. A revision of the genus Sennius of North and Central America. Tech. Bull. V. 5. Dep. Agric. No. 1462 135 pp.

Johnson, C. D., Kingsolver, J. M. 1975 Ecology and redescription of the Arizona grape bruchid Amblycerus vitis Coleopt. Bull. 29: 321-31

Kunni Kannan, K., 1923 The function of the prothoracic plate in Mylabrid (Bruchid) larvae Bull. Dep. Agric. Mysore Entomol. Ser. 7: 1-47

Lepesme, P. (1944) Les Coléoptères
Paul Lechevalier
Editeur Paris

Lindbland, C. y Druben, L. (1979)
Almacenamiento del Grano
Edit. Concepto S. A.
México, 327 pp.

Linsley, E. G. and Michelbacher, A. E. 1943
Insects affecting stored food products
Berkeley Calif. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull, 676, p. 44

Loaiza M. V. 1962
Control Biológico de plagas de granos almacenados.
Biología y pruebas preliminares en el combate de
Ephestia cautella Walk con el Bacillus thuringiensis
Fitofilo. Abr-Mayo-Jun.
No. 34, p. 30-48

Loaiza M. V. 1962 Control Biológico de plagas de granos almacenados
Biología y pruebas preliminares en el combate de Ephestia cautella
Walk con el Bacillus thuringiensis Fitofilo, México
Jul. Ago. Sept. No. 35
Pags. 5-29

Loya Ramírez, J. G. 1977
Efecto de los rayos Gamma sobre Zabrotes subfasciatus Boh.
(Coleoptera: Bruchidae) y algunas observaciones sobre su
comportamiento biológico. Tesis de Maestría
ENA Chapingo, Mex.
P. 3-5, 8-10, 15, 25-30, 33-35

Menéndez, A. E., 1980. Resistencia de algunas variedades de frijol, Phaseolus vulgaris al ataque de los gorgojos Acanthoscelides obtectus (Say) y Zabrotes subfasciatus (Boh) (INSECTA-COLEOPTERA-BRUCHIDAE). Tesis de Licenciatura. FAC. CIENCIAS UNAM.

Normas para la Certificación de Semillas, 1975
Secretaría de Agricultura y Ganadería
Dirección Gral. de Agricultura
Pag. 57

- Pfaffenberger, G. S., Johnson, C. D. 1976 Biosystematics of the first stage Larvae of some North American Bruchidae. Tech. Bull. U. S. Dep. Agric. No. 1525. 75 pp.
- Prevett, P. F. and Wright, S. P. D. 1974 Tropical stored products Information. The Bull. of the Tropical Stored Products Center No. 28 p. 52
- Ramírez, G. M. 1966 Almacenamiento y conservación de granos y semillas CECOSA, México 300 pp.
- Rosenthal, G. A., Dahlman, D. L., Janzen, D. H. 1976. A novel means for dealing with *L. canavapino* a Toxic metabolite, Science 192: 255-58
- Roubaud, E., 1916. Les insectes et la dégenescence des Arachides au senegal. Ann. Mem. Com. Etudes Hist. Sci. Afr. Occ. Française 76 pp.
- Roy, D. N., Bhat, R. V., 1975. Variation in neurotoxin, trypsin inhibitors and susceptibility to insect attack in varieties of Lathyrus sativus seeds Environ. Physiol. Biochem. 5: 172-77
- Sano, I., 1967. Density effect and environmental temperature as the factors producing the active form of Callosobruchus maculatus. J. Stored Prod. Res. 2: 167-95
- Schilsky, J., in Küster. 1905 deKafer Europa's Nürnberg: Baner and Raspe
- Schoonhoven, A. V. 1978. Use of Vegetable Oils to Protect Stored Beans from Bruchid Attack. J. Econ. Entomol. 71 (2): 254-56
- Southgate, B. J., 1979. Biology of the Bruchidae. Ann. Rev. Entomol. 24: 449-73
- Spirina, T. S., 1974. The comparative morphology of the male and female genitalia in the two forms of the four spotter cowpea beetle Callosobruchus maculatus (F) Entomol. Rev. Wash. 53: 22-27
- Tilton, E. W. Brower J. H. and Cogburn R. R. Gamma Irradiation for control of insects in Wheat Flour. J. Econ. Entomol 67 (3) 430-432
- Utida, S., 1953 "Phase" dimorphism observed in the laboratory population of the cowpea weevil Callosobruchus quadrimaculatus, Jpn. J. Appl. Zool. 18:161-68

Utida, S., 1955 "Phase" dimorphism observed in the laboratory population of the cowpea Callosobruchus maculatus
2nd Rep: Differential effects of temperature, humidity and population density upon some ecological characters of the two phases. Res. Pop. Ecol. 3: 93-104

Utida, S., 1968. The influence of the parental condition on the production of the flight form in the population of Callosobruchus maculatus Ann. J. Ecol. 18: 246-49

Vardell, H. H. 1974
Methyl Bromide, effect of Multiple Fumigation on Residues in Flour.
J. Econ. Entomol. 68 (1) : 69-70

Vanna, B. K., and Pardey G. P. 1978
Treatment of stored greengram seed with edible oils for protection from Callosobruchus maculatus (Fabr.)
Indian J. agric. Sci. 48 (22): 72-75

Walker, D. W. and Telford H. S. 1955
Grain insect control in commercial storage
St. Paul Minn. Wet. Sta. circ. 275

Whitney, W. K. and Walkden, H. H. 1961
Concentration of Methyl Bromide lethal to insects in grain USDA Marketing Research Rep. No. 511 p. 25

Whitney, W. K. and Pedersen J. R. 1962
Physical and Mechanical Methods of Stored product Insect control. Contribution No. 813, Department of Entomology, Kansas State University, Manhattan