



UNIVERSIDAD DE SONORA

Centro Coordinador de
la Investigación
Sección Alimentos

C. I. N. C. I.
309

“Evaluación de la Incidencia y Control de Callosobruchus maculatus F. (Coleoptera, Bruchidae) en variedades y líneas de Garbanzo (Cicer arietinum L.)”.

TESIS

Que para obtener
el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS



Presenta

Tito Ramón Rentería Gutiérrez

Francisco Wong
FRANCISCO WONG C.
Asesor

30 de Sept. 1987
Fecha

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

LISTA DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE TABLAS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
Principales Aspectos Nutricionales.....	3
Estructura de la Semilla de Garbanzo.....	5
Importancia de la Producción de Garbanzo.....	5
Producción Nacional.....	7
Producción Estatal y Regional.....	7
Comercialización.....	9
Normas de Calidad.....	9
Variedades.....	10
Principales Aspectos del Almacenamiento.....	10
Pérdidas durante el Almacenamiento.....	12
Principales Plagas en los Granos Almacena- dos.....	13
Investigaciones sobre el Comportamiento de <u>Ca-</u> <u>llosobruchus spp</u> , en Leguminosas.....	18
Incidencia de Plagas en el Almacenamiento de Garbanzo.....	24
Descripción e Identificación de <u>Calloso-</u> <u>bruchus maculatus F.</u>	25
Polimorfismo en Adultos de <u>Callosobruchus</u> <u>maculatus</u>	29

Resistencia de Variedades de Garbanzo al Ataque de <u>Callosobruchus spp.</u>	30
Control Químico de Plagas en Granos Almacenados...	35
Fumigación en Granos Almacenados.....	35
Manejo de la Fosfina (PH ₃) en Granos Almacena <u>dos</u>	41
Investigaciones sobre el Control de Insectos Utilizando Fosfina.....	44
Aplicación de Fosfina de Leguminosas.....	45
Control de Gorgojo del Garbanzo: <u>Callosobru-</u> <u>chus maculatus</u> F.....	46
MATERIALES Y METODOS.....	48
✕ Pruebas Preliminares.....	48
✓ Variedades y Líneas Utilizadas.....	49
✓ Cultivo de Insectos.....	49
✓ Secuencia de Investigación.....	49
Estudio del Ciclo Biológico.....	50
Evaluación de la Resistencia a <u>C. maculatus</u>	51
Prueba de Libre Elección.....	51
Prueba de No Elección.....	53
Observaciones Complementarias.....	54
Control Químico.....	56
Estudios Complementarios.....	58
RESULTADOS Y DISCUSION.....	61
Ciclo Biológico.....	61
Evaluación de Resistencia Relativa a <u>C. maculatus</u>	64

Observaciones Complementarias.....	66
Control Químico.....	72
Estudios Complementarios sobre el Control Químico.....	75
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFIA.....	80

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Aspectos Nutricionales de las Principales Leguminosas: Aminoácidos Limitantes y Valor Químico.....	4
Tabla 2. Valor Alimenticio del Garbanzo (blanco) en Comparación con Otros Alimentos...	6
Tabla 3. Producción de Garbanzo Ciclos 1979-1986 en Sonora y la Región de la Costa de Hermosillo.....	8
Tabla 4. Clasificación Comercial del Grano de Garbanzo.....	11
Tabla 5. Principales Plagas en Granos de Cereales y Leguminosas.....	14
Tabla 6. Plagas Específicas en las Principales Leguminosas.....	17
Tabla 7. Características Morfológicas Importantes en Ambos Sexos de 3 Especies de Callosobruchus.....	19
Tabla 8. Insecticidas Recomendadas para el Control de las Principales Plagas de Almacén....	36
Tabla 9. Principales Fumigantes Usados en Productos Almacenados.....	39

Tabla 10.	Características Importantes de los Fumigantes para Tratamientos Específicos.....	42
Tabla 11.	Estudio sobre la Duración del Ciclo Biológico y Otras Características Biológicas de <u>C. maculatus</u> en Oviposición Controlada.....	62
Tabla 12.	Estudio sobre la Duración del Ciclo Biológico y Otras Características Biológicas de <u>C. maculatus</u> en Oviposición Libre.....	63
Tabla 13.	Concentrado de Resultados en la Evaluación de Resistencia Relativa al Ataque de <u>C. maculatus</u> en 3 Variedades y 2 Líneas de Garbanzo en la Prueba de Libre Elección.....	65
Tabla 14.	Concentrado de Resultados en la Evaluación de Resistencia Relativa al Ataque de <u>C. maculatus</u> en 3 Variedades y 2 Líneas de Garbanzo en la Prueba de No Elección.....	67
Tabla 15.	Observaciones Complementarias sobre la Resistencia Relativa de Variedades y Líneas de Garbanzo al Ataque de <u>C. maculatus</u> en la Prueba de Libre Elección.....	68
Tabla 16.	Observaciones Complementarias sobre la Resistencia Relativa de Variedades y Líneas de Garbanzo al Ataque de <u>C. maculatus</u> en la Prueba de No Elección.....	70

Tabla 17.	Efectos del Control Químico Mediante Fumigaciones con Phostoxin dirigida sobre Huevecillos (24-48 horas de oviposición) de <u>C. maculatus</u> en un Diseño Factorial 2X2 con 4 Repeticiones.....	74
Tabla 18.	Efectos de Control Químico Dirigido sobre Diferentes Estados de Desarrollo de <u>C. maculatus</u> Utilizando Phostoxin en Dosis de 1.5 Tablet/M ³ como Fumigación Preventiva en Garbanzo Var. Surutato-77.....	76

INDICE DE FIGURAS

	Página
<p>Figura 1. Diferencias Morfológicas de 3 Especies Adultas de <u>Callosobruchus</u>. (A y B) <u>C. chinensis</u> Macho y Hembra; (C y D) <u>C. maculatus</u> Macho y Hembra; y (E y F) <u>C. analis</u> Macho y Hembra respectivamente.....</p>	20
<p>Figura 2. Diferencia Morfológica del Fémur Posterior de Especies Adultas de <u>Callosobruchus</u>. (A) <u>C. maculatus</u> (B) <u>C. analis</u>; (C) <u>C. chinensis</u>; (D) <u>C. rhodesianus</u> (E) <u>C. subinnotatus</u>. (izq. cara interna, Der. cara externa).....</p>	21
<p>Figura 3. Formas adultas de <u>Callosobruchus maculatus</u> Encontrados en Almacenes Locales de Garbanzo. A) Macho, B) Hembra.....</p>	26
<p>Figura 4. Fémur Posterior de Forma Adulta de <u>Callosobruchus maculatus</u>.....</p>	26
<p>Figura 5. Ciclo Biológico de <u>Callosobruchus maculatus</u> en Garbanzo.....</p>	28
<p>Figura 6. Polimorfismo en forma Adulta de <u>Callosobruchus maculatus</u>. (1 y 2) Forma Voladora "activa", (3 y 4) forma No Voladora "típica".....</p>	31

Figura 7.	Descripción de la Genitalia en <u>Callosobruchus maculatus</u> (1 y 2) Genitalia del Macho y Hembra de la Forma No Voladora "típica"; (3 y 4) Genitalia de Macho y Hembra de la Forma Voladora "activa".....	32
Figura 8.	Diagrama de Preparación de muestras Para la Prueba de Libre Elección y No Elección.....	52
Figura 9.	Secuencia de la Fumigación con Phostoxin para Evaluar el Control de Huevecillos de <u>C. maculatus</u> en Garbanzo.....	57
Figura 10.	Evaluación de Resistencia Relativa, de Acuerdo a la Prueba Libre Elección Mostrando la Preferencia del Insecto (<u>C. maculatus</u>) para Dañar la Variedad Surutato-77. S (Var. Surutato-77), BL (Var. Blanco Lechoso), SD (Var. Santo Domingo), LL (Línea Liz) y LT (Línea Tubutama).....	71
Figura 11.	Evaluación de Resistencia Relativa, de Acuerdo a la Prueba de No Elección Mostrando la Preferencia del Insecto (<u>C. maculatus</u>) para Dañar las Variedades Surutato-77 y Blanco Lechoso. S (Var. Surutato-77), BL (Var. Blanco Lechoso) SD (Var. Santo Domingo), LL (Línea Liz) y LT (Línea Tubutama).....	73

R E S U M E N

En esta investigación se presentaron resultados y observaciones experimentales sobre la incidencia Callosobruchus maculatus en garbanzo clasificado para exportación producido en la Costa de Hermosillo, Sonora.

Se consideraron 2 etapas de estudio: Primera etapa a) estudios sobre el ciclo biológico y b) evaluación de la resistencia relativa de 3 variedades y 2 líneas avanzadas de garbanzo al ataque de C. maculatus. Segunda etapa a) control químico.

En las determinaciones sobre el ciclo biológico se utilizaron 2 técnicas de estudio: Oviposición libre y oviposición controlada, con el fin de obtener mayor información sobre el desarrollo de esta plaga. Para la evaluación de la resistencia relativa a C. maculatus se utilizaron 2 métodos de prueba: Libre elección y no elección. Los resultados obtenidos en las pruebas de evaluación de resistencia se relacionaron con las características del grano (color, textura y proteína) con el fin de determinar su efecto en la preferencia del gorgojo para atacar cierta variedad o línea de garbanzo.

El control químico fué dirigido sobre diferentes estados biológicos de desarrollo del insecto, efectuando fumigaciones a base de Phostoxin (fosfina). Para el control de huevecillos recientemente ovipositados (24-48 horas de edad) se realizó una fumigación en condiciones controladas en un diseño experimental.

Otra prueba fué realizada para evaluar el control de esta plaga en los estados de desarrollo de huevecillo, larva y adulto; considerando una fumigación comercial de garbanzo encostalado.

Los resultados sobre el estudio del ciclo biológico, muestran ligeras diferencias de acuerdo a la técnica utilizada y se determinó que la duración de este ciclo (huevecillo-adulto) tiene un rango de 25-36 días.

En la prueba de libre elección, la variedad Surutato-77 resultó mas susceptible y la variedad Santo Domingo fué relativamente mas resistente al ataque de esta plaga. La prueba de no elección indicó que las variedades Blanco Lechoso y Surutato-77 fueron mas susceptibles, la variedad Santo Domingo y las líneas Tubutama y Liz mostraron comparativamente mayor resistencia relativa al daño del insecto.

Al analizar los resultados sobre las características del grano se determinó que las diferencias en color (% de reflectancia), contenido de proteína y textura (dureza del grano y cubierta); no indican el porqué de la preferencia de C. maculatus para atacar cierto tipo de grano.

Respecto al control químico bajo condiciones controladas experimentales los resultados finales indicaron un control de 99-100 porciento sobre huevecillos de C. maculatus tomando como base los adultos emergidos.

Bajo condiciones de fumigación comercial se determinó que huevecillos de reciente oviposición (5-24 horas) y larvas del sexto estadio, presentaron mayor resistencia a ser controlados. Insectos adultos fueron controlados en un 100%.

Garbanzo variedad Surutato-77 producido en la Costa de Hermosillo, Sonora es atacado específicamente durante su almacenamiento por el gorgojo C. maculatus, este insecto presenta una gran reproducción bajo condiciones óptimas y puede dañar la totalidad del grano almacenado.

I N T R O D U C C I O N

Sonora es el primer productor de garbanzo blanco con una producción promedio anual de 20,000 toneladas, el cual es destinado principalmente para el mercado de exportación, ya que reúne las características de calidad requeridas por los países consumidores como son: Tamaño, tiempo de cocción y aspecto.

Debido a las fluctuaciones en el mercado de exportación, la superficie de siembra es muy variable (CIANO, 1982).

Durante el desarrollo de esta leguminosa en el campo, el grano es dañado por diferentes plagas que afectan su crecimiento y producción. En esta etapa de formación de vainas puede ser atacado por el gorgojo Callosobruchus maculatus F., además de que es dañado fuertemente en su almacenamiento. En forma general solo se practica el control químico de manera preventiva para evitar que el garbanzo destinado a exportación sea "picado" por este gorgojo. El control de calidad es muy estricto en el mercado de exportación ya que el garbanzo no debe de presentar huevecillos o granos dañados.

Los responsables del control de calidad del garbanzo producido en la Costa de Hermosillo, recomiendan que éste sea fumigado con tabletas de Phostoxin (fosfuro de hidrógeno) a intervalos de 25 a 30 días, por lo que la frecuencia de las fumigaciones depende del tiempo de almacenamiento, lo cual eleva los costos de producción.

Estos intervalos de fumigación tan cortos se basan en el hecho de que el ciclo biológico del insecto es de 23 a 30 días aproximadamente. El ciclo biológico de C. maculatus se ha estudiado en otros cultivos tales como: Caupí, lenteja, chícharo, etc., y en variedades de garbanzo producidas en la India, Irán, Pakistán y España. Actualmente no se tiene referencia sobre el comportamiento del gorgojo en variedades producidas regionalmente.

Las prácticas de almacenamiento y de control químico en el grano de garbanzo no están basadas en estudios experimentales por lo que los objetivos del presente trabajo fueron:

- 1) Determinar la duración del ciclo biológico del gorgojo del garbanzo y otras características biológicas tales como; porcentaje de oviposición, porcentaje de hembra y macho y porcentaje de viabilidad de huevecillos (emergencia de adultos),
- 2) evaluar la resistencia relativa de tres variedades y dos líneas avanzadas de garbanzo al ataque de C. maculatus y 3)

estudio del control químico, mediante fumigaciones a base de fosforo de hidrógeno, dirigidas sobre diferentes estados de desarrollo del insecto.

LITERATURA REVISADA

Las leguminosas son una importante fuente de proteína en dietas donde el consumo de proteína animal es bajo, y son consideradas como el cultivo principal en países en desarrollo como India, Irán y Pakistán (Schalk, 1973).

Las principales leguminosas consideradas como alimento son: Frijol común (Phaseolus vulgaris), chícharo palomo (Cajanus indicus), caupí (Vigna anguiculata), garbanzo (Cicer arietinum), haba (Vicia faba), chícharo (Pisum sativum), soya (Glicine max) y cacahuete (Arachis hypogaea), las cuales forman alrededor del 93% de la producción mundial de leguminosas y representan una décima parte de la misma en términos de la producción de cereales. Las leguminosas contribuyen con el 12% de la proteína total utilizada por la humanidad (FAO, 1981).

Principales Aspectos Nutricionales

Las leguminosas son alimentos importantes debido a la calidad y cantidad de los nutrientes que contienen, principalmente por las proteínas y aminoácidos esenciales, los cuales proporcionan un valor biológico intermedio entre los alimentos de origen animal, en los que dicho valor es alto. Este valor biológico intermedio de las leguminosas, se debe a que su contenido de aminoácidos sulfurados, cisteína y metionina (en relación a la proteína del huevo) es bajo (Tabla 1). Son relativamente altas

Tabla 1. Aspectos Nutricionales de las Principales Leguminosas: Aminoácidos Limitantes y Valor Químico.

Nombre Científico	Nombre Común	Aminoácido Limitante* Valor Químico		
		Deficiente Mayor	Deficiencia Marginal	
<u>Arachis hypogaea</u>	Cacahuate	Lisina	Isoleucina	43
<u>Cajanus cajan</u>	Chícharo palomo	Triptófano Cisteína, Metionina	Treonina Valina	27
<u>Cicer arietinum</u>	Garbanzo	Cisteína Metionina	Triptófano	40
<u>Glicine max</u>	Soya	Cisteína Metionina	Treonina Valina	47
<u>Phaseolus vulgaris</u>	Frijol Común	Cisteína Metionina	Triptófano	--
<u>Pisum sativus</u>	Chícharo	Cisteína Metionina	Triptófano	--
<u>Vicia faba</u>	Haba	Cisteína Metionina	Treonina Triptófano	28
<u>Vigna unguiculata</u>	Caupí	Cisteína Metionina	Isoleucina	41

Fuente: FAO, 1981

* En relación con la proteína del huevo

en contenido del aminoácido esencial lisina, siendo en los cereales deficiente (Quintín, 1975).

El garbanzo blanco es una leguminosa con un alto contenido de proteína en relación con otros alimentos; en la Tabla 2, se puede comparar el valor alimenticio del garbanzo, en relación con productos de origen animal (CIANO, 1982).

Estructura de la Semilla de Garbanzo.

El garbanzo al igual que otras leguminosas, tiene una cubierta interior llamada testa, la cual es relativamente indigerible (fibra) y tiene bajo valor nutritivo. Esta cubierta encierra 2 grandes lóbulos llamado cotiledones que contienen el alimento y envuelven al pequeño embrión. En las leguminosas no hay ninguna reserva extra acumulada de alimento ó endospermo, tal como en los granos de cereales. Todas las reservas alimenticias y proteínicas y de carbohidratos, están almacenadas en los dos cotiledones (Mcfarlane, 1975).

Importancia de la Producción de Garbanzo

De acuerdo a la producción mundial de garbanzo, los principales productores son India, Pakistán y México; su producción en 1980, fué de (5, 366, 645 y 175 mil toneladas de grano respectivamente. (CAESTOD, 1983).

Tabla 2. Valor Alimenticio del Garbanzo (blanco) en Comparación con Otros Alimentos*.

Contenido	Garbanzo %	Carne %	Huevo %	Leche %	Lechuga %
Humedad	11.2	70.0	73.7	87.0	91.5
Proteína	19.7	21.3	14.8	3.3	1.6
Grasa	6.0	7.9	10.5	4.4	0.3
Carbohidratos	60.7	0.0	0.0	5.0	5.6
Ceniza	2.4	1.1	1.0	0.7	1.0
Calorías p/Kg	1726.0	1609.0	1587.0	776.0	520.0

Fuente: CIANO, 1982.

* Base húmeda

Producción Nacional

En México, se cultivan dos tipos de garbanzo: El blanco, para consumo humano y el café ó "porquero", que se utiliza como alimento para ganado. En la región del Bajío (Querétaro, Jalisco, Michoacán y Guanajuato), el 90% del garbanzo que se cosecha es "porquero" y el resto corresponde al tipo blanco; en el Noroeste de México (Sonora, Sinaloa y Baja California Sur), la producción en su totalidad es de garbanzo blanco, de la cual un 80% se destina a exportación y el restante para consumo nacional, principalmente para la Industria (CAESTOD, 1983).

Producción Estatal y Regional

Sonora es el principal productor de garbanzo en México, siendo las regiones más productoras del estado: La Costa de Hermosillo, Valle de Guaymas, Valle del Yaqui y Valle del Mayo. La Costa de Hermosillo, destina mayor superficie de siembra para garbanzo, constituyendo el cultivo de invierno de mayor importancia después de trigo, debido a sus bajos requerimientos de agua, ya que solo utiliza 40 cms. de lámina de riego para producir 2 toneladas de grano por hectárea (CIANO, 1984).

Através de los años, el área sembrada ha fluctuado principalmente por causa de que los productores se encuentran sujetos a la demanda del mercado internacional. En la Tabla 3 se muestran las estadísticas de producción de garbanzo a nivel Estado y Costa de Hermosillo, durante los ciclos de 1979-1986.

Tabla 3. Producción de Garbanzo Ciclos 1979-1986 en Sonora y la Región de la Costa de Hermosillo.

CICLO	SUPERFICIE (Has.)		RENDIMIENTO (Tons./Ha.)	VOLUMEN DE PRODUCCION (Ton)
	Sembrada	Cosechada		
1979-1980				
SONORA	35,306	35,306	1.582	55,868
C. DE HERMOSILLO	27,308	27,308	1.693	46,228
1980-1981				
SONORA	6,459	6,284	1.929	12,119
C. DE HERMOSILLO	5,850	5,850	2.000	11,700
1981-1982				
SONORA	15,504	15,469	1.942	30,049
C. DE HERMOSILLO	13,256	13,256	2.000	26,512
1982-1983				
SONORA	19,300	18,739	1.656	31,036
C. DE HERMOSILLO	12,855	12,710	1.793	22,798
1983-1984				
SONORA	10,435	10,435	1.971	20,577
C. DE HERMOSILLO	7,292	7,292	2.185	15,934
1984-1985				
SONORA	9,878	8,431	1.409	11,883
C. DE HERMOSILLO	8,179	7,269	1.416	10,295
1985-1986				
SONORA	17,524	17,524	1.549	27,144
C. DE HERMOSILLO	13,900	13,500	1.500	20,250

Fuente: SARH, Cuaderno de Datos Básicos del Sector Agropecuario y Forestal 1979-1986.

Comercialización

Los principales países importadores de garbanzo mexicano son: España, Japón, Estados Unidos y Brasil, los cuales imponen que el grano reúna ciertas características de calidad; tales como: Fácil cocción, grano blanco, grande y rugoso. España solicita grano del calibre XXXX, XXX, XX, X, 0, 2, 4; Brasil, Estados Unidos, Japón y Canadá, son países de bajo consumo que demandan grano con calibre 10 como mínimo y en Centro América, se solicitan granos del calibre 12 al 20, especialmente para Industria (CAESTOD, 1983).

En el mercado internacional la cotización del garbanzo varía de un año a otro según la oferta y demanda del producto; el precio se determina con respecto al calibre cero (48-50 granos en 30 gramos) de la escala comercial, el cual aumenta ó disminuye según sea mayor ó menor el tamaño del grano. El garbanzo más aceptado en el mercado de exportación es aquel que contiene menos de 60 granos en 30 gramos (CIANO, 1984).

Normas de Calidad

El mercado internacional tiene normas de calidad que deben respetarse en base a las exigencias de los países compradores, y estas son las siguientes:

- a) Cocimiento o coadura. Es el período de cocimiento del garbanzo, el cual no debe de ser mayor de 2 horas y de preferencia la cubierta de la semilla debe de permanecer adherida.

- b) Aspecto. El garbanzo debe ser blanco, rugoso y uniforme en tamaño.
- c) Tamaño. en la clasificación comercial existe una escala de acuerdo con el tamaño del grano, al cual se le denomina calibre, que está basado en el número de granos en 30 gramos. como se describe en al Tabla 4.
- d) Impurezas. El garbanzo debe ser cribado antes de encostalar se para elimianr restos de cosecha, semillas de malezas, tierra, piedras, grano quebrado, insectos, etc., para obtener un grano con 0.0% de impurezas.
- e) Sanidad. El garbanzo de exportación necesita tener cero porcentaje de grano "picado" por insectos de campo ó de almacén no debe contener grano dañado por microorganismos (hongos principalmente) ya que afectan el aspecto del grano.
- f) Humedad. El contenido de agua en el grano debe ser de 8-10% preferentemente para evitar el desarrollo de microorganismos (CIANO, 1984; AHSA, 1986).

Variedades

Las variedades de garbanzo blanco más utilizadas para mercado de exportación son = Surutato-77, Sonora 80, Macarena, Blanco Lechoso, Santo Domingo.

Principales Aspectos del Almacenamiento

El lento incremento de la producción de alimentos por habitante en los países en desarrollo, ha traído la atención sobre la posibilidad de obtener al menos parte del necesario aumento de los abastecimientos de alimentos mediante un empleo más eficaz

Tabla 4. Clasificación Comercial del Grano de Garbanzo.

Calibre	Granos en 30 gramos	Calibre	Granos en 30 gramos
XXXX	40-42	8	56-58
XXX	42-44	10	58-60
XX	44-46	12	60-62
X	46-48	14	62-64
0	48-50	16	64-66
2	50-52	18	66-68
4	52-54	20	68-70
6	54-56		

Fuente: CIANO, 1984



de la producción existente. La mejora del almacenamiento es uno de los medios principales para aprovechar mejor lo que se produce.

La contribución de la mejora del almacenamiento a la expansión de los abastecimientos mundiales de alimentos presenta dos aspectos primordiales, el mas evidente es el evitar las pérdidas de alimentos ya producidos; y el otro aspecto vital, es la función básica del almacenamiento en la cadena mercantil que va del productor al consumidor (FAO, 1969).

Pérdidas Durante el Almacenamiento

Una vez almacenados los alimentos sufren grandes pérdidas debido a los ataques de diversos agentes biológicos, como insectos, mohos, roedores y hongos. Se cree en general, que las pérdidas atribuibles a tales agentes son enormes no obstante existen muy pocos cálculos fidedignos de las pérdidas que ocurren en el almacenamiento.

Generalmente se acepta que las principales pérdidas en los alimentos almacenados en los países tropicales y subtropicales las causas por orden decreciente de magnitud son los insectos, roedores y los hongos, ocasionalmente ácaros y pájaros también tienen importancia.

La importancia relativa de estas plagas varía con el clima y la fase de desarrollo, por ejemplo, el ataque de hongos constituirá un riesgo de especial gravedad en los trópicos húmedos.

Los ácaros tienen importancia particular en los climas templados, mientras que los insectos constituyen un gran problema como plaga en los trópicos (FAO, 1969).

Principales Plagas de los Granos Almacenados.

De las 700,000 especies conocidas de insectos hay mas de 100 que son responsables de daños a alimentos almacenados y de los mismos hay 20 que son plagas capitales todas ellas de distribución cosmopolita. La población de especies de insectos que se alimentan y reproducen en cosechas almacenadas de cereales, legumbres y otros productos secos del campo, dan origen a pérdidas tanto de peso como de calidad (Jamieson y Jobber, 1975). En la Tabla 5, se muestran las principales plagas que atacan a granos de cereales y leguminosas.

Davey (1965) indicó que la mayoría de los insectos de productos almacenados son diseminados por el comercio mundial y tienden a ser plagas cosmopolitas en un gran rango de adaptación de climas, aunque algunas veces pueden fracasar en su establecimiento en áreas donde otras plagas son abundantes.

Comunmente, la infestación por insectos es la causa mas seria de pérdidas, aunque en general, las leguminosas son notables por su falta de susceptibilidad a la infestación por las plagas comunes de insectos durante el almacenamiento, pero si las atacan cierto grupo de escarabajos, los Brúquidos que no infestan otro tipo de productos almacenados. Muchas especies

Tabla 5. Principales Plagas en Granos de Cereales y Leguminosas.

Nombre Científico	Nombre común	Productos atacados.
<u>Acarus siro</u> (L.) ^b	Acaro de la harina	Granos y harinas de cereales.
<u>Anagasta kuehniella</u> (Seller) ^b	Palomilla del Mediterráneo	Granos, salvado
<u>Ephestia cautella</u> (Walker) ^a	Polilla tropical de almacén	Cereales y semillas de oleaginosas
<u>Plodia interpunctella</u> (Hübner) ^a	Palomilla India de la harina	Cereales, cacahuate y fruta seca.
<u>Sitotroga cerealella</u> (Olivier) ^a	Palomilla de los cereales	Granos de cereales
<u>Cryptolestes ferrugineus</u> (Groub) ^b	Escarabajo plano de los granos	Cereales, semillas oleaginosas.
<u>Oryzaephilus surinamensis</u> (L.) ^b	Escarabajo aserrado	Cereales y productos molidos.
<u>Oryzophilus mercator</u> (Fauv) ^b	Escarabajo aserrado	Cereales, productos molidos oleaginosas.
<u>Prostephanus truncatus</u> (Horn.) ^a	Barrenador mayor de los granos	Cereales, principalmente maíz.
<u>Rhyzopertha dominica</u> (F.) ^a	Barrenillo de los granos	Cereales, principalmente trigo.
<u>Sitophilus granarius</u> (L.) ^a	Gorgojo de los cereales	Cereales
<u>Sitophilus oryzae</u> (L.) ^a	Gorgojo del arroz	Cereales (arroz, sorgo, trigo).

Tabla 5. (Cont.)

Nombre Científico	Nombre común	Productos atacados
<u>Sitophilus zeamais</u> (Mtsch) ^a	Gorgojo del maíz	Cereales (maíz, trigo, arroz)
<u>Tenebroides mauritanicus</u> (L.) ^b	Carcoma grande del grano	Cereales y productos molidos.
<u>Tribolium castaneum</u> (Herbst) ^b	Gorgojo rojo de la harina	Cereales y productos molidos.
<u>Tribolium confusum</u> (Duval) ^b	Gorgojo confuso de la harina	Cereales y productos molidos,
<u>Trogoderma granarium</u> (Everts) ^a	Gorgojo Kapra	Cereales, legumbres secas.
<u>Acanthoscelides obtectus</u> (Say) ^a	Gorgojo del frijol	Frijol ✓
<u>Zabrotes subfasciatus</u> (Boheman) ^a	Gorgojo pinto del frijol	Frijol. ✓ cowpea
<u>Callosobruchus maculatus</u> (F.) ^a	Gorgojo del garbanzo o gorgojo del Caupí	Garbanzo, chicharo, caupí } no

Fuente: USDA, 1979, Jamieson y Jobber, 1975; Davey, 1965

^a Considerada como plaga primaria

^b Considerada como plaga secundaria

de este grupo de insectos causan daños considerables antes de la recolección. Los huevecillos puestos en las vainas o entre las semillas eclosionan liberando larvas que se introducen en la semilla minándola y dentro de ella terminan su desarrollo hasta llegar a la fase adulto, después de la cual salen de la semilla dejando el característico agujero del Brúquido en uno de los cotiledones.

Las semillas que contienen larvas maduras, pupas o insectos adultos presentan una zona circular translúcida "Ventana" donde saldrá el adulto.

El ciclo de infestación comienza de nuevo con los huevecillos producidos por los nuevos individuos adultos (Jamieson y Jobber, 1975).

La Tabla 6 muestra la clasificación de insectos (Familia Bruchidae) que ataca a las diferentes leguminosas.

Las más importantes especies de la familia Bruchidae pueden reproducirse durante muchas generaciones mientras se alimentan de las semillas de leguminosas almacenadas. Diferentes especies de Brúquidos han sido originarios de distintos continentes, pero las de mayor importancia económica se encuentran distribuidos en todo el mundo (TDRI, 1984).

Investigaciones Sobre el Comportamiento de Callosobruchus spp en Leguminosas.

Las leguminosas constituyen la principal fuente de proteína de países en desarrollo como la India, donde el consumo de proteína animal es muy bajo y las principales leguminosas son: Phaseolus aureus, P. mungo, Vigna sinensis, Lens esculenta, Lathyrus sativa, Cicer arietinum, Cajanus indicus y Pisum sativum; las cuales se almacenan por largos períodos. Durante su almacenamiento son infestadas por diferentes especies de Brúquidos de las cinco especies conocidas de Callosobruchus en la India, 3 son más comunes C. chinensis, C. analis y C. maculatus. Las características importantes de tres diferentes especies de Callosobruchus por sexos se encuentran en la Tabla 7 (Raina, 1970). Las diferencias morfológicas de estas tres especies de Callosobruchus se observan en las Figuras 1 y 2.

Investigaciones sobre la interacción en el desarrollo de Callosobruchus maculatus y Callosobruchus chinensis, fueron realizadas basadas en: i) período medio de desarrollo y porcentaje de huevecillos desarrollados en adultos, ii) cantidad de alimento consumido en diferentes leguminosas y iii) pérdida de peso de las semillas. Los resultados de estas investigaciones reportaron preferencia de Callosobruchus maculatus sobre chícharo (Pisum sativum), garbanzo (Cicer arietinum), chícharo palomo (Cajanus indicus),

Tabla 7. Características Morfológicas Importantes en Ambos Sexos de 3 Especies de Callosobruchus.

Especie	Macho	Hembra
C. chinensis	Antena pectinada	Antena aserrada
C. maculatus	Antena comparativa- mente más larga, éli- tros de color opaco	Antena corta, éli- tros generalmente con puntos claramen- te observables.
C. analis	Cuerpo de color claro, pigidio ca- fé claro	Cuerpo color oscuro, pigidio negro con puntos blancos

Fuente: Raina, 1970

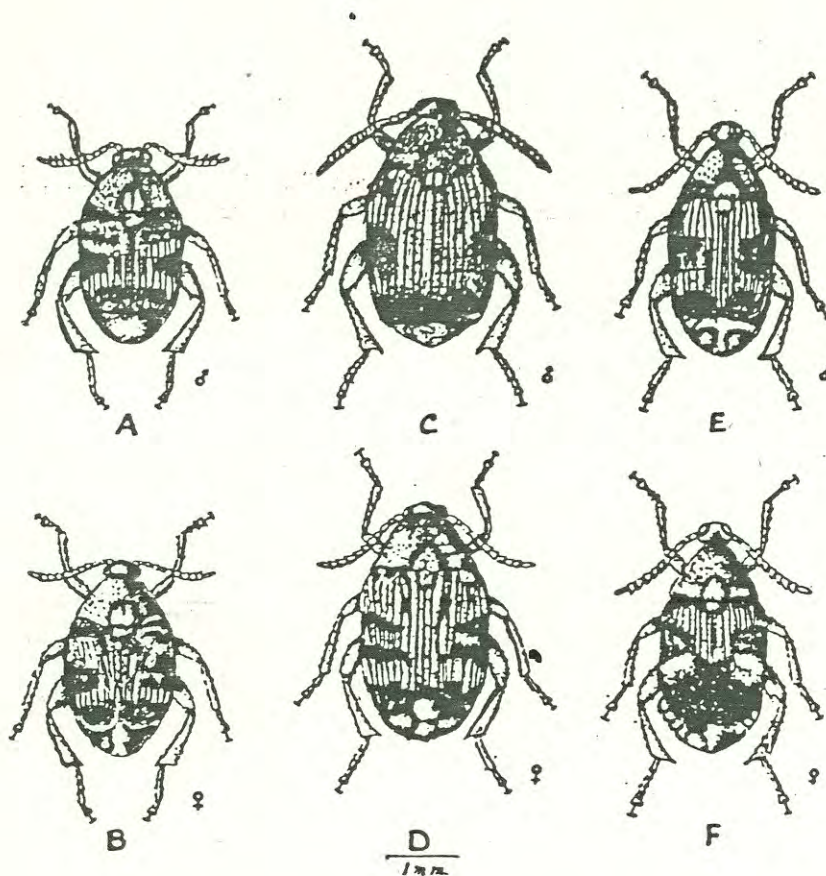


Figura 1. Diferencias Morfológicas de 3 Especies Adultas de *Callosobruchus*. (A y B) *C. chinensis* Macho y Hembra; (C y D) *C. maculatus* Macho y Hembra; y (E y F) *C. analis* Macho y Hembra Respectivamente.

Fuente: Raina, 1970

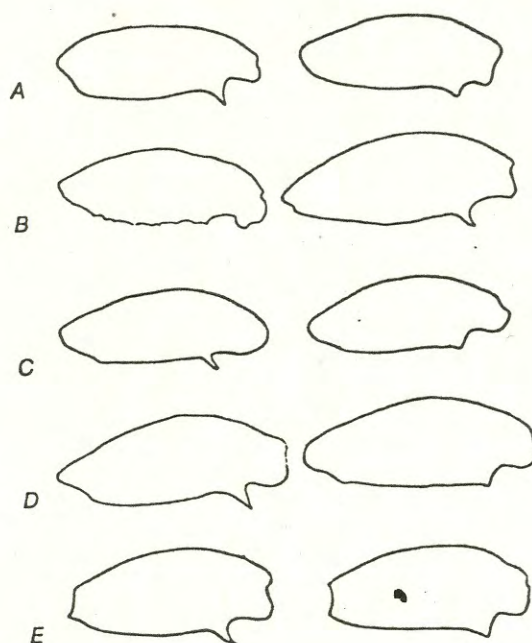


Figura 2. Diferencia Morfológica del Fémur Posterior de Especies Adultas de *Callosobruchus*. (A) *C. maculatus*; (B) *C. analis*; (C) *C. chinensis*; (D) *C. rhodesianus*; (E) *C. subinnotatus*. (Izq. cara interna, Der. cara externa).

Fuente: TDRI, 1984

caupí (Vigna radiata), urd (Vigna mungo) a 30, 50, 70, 90% de H.R., pero no se desarrolló en lenteja (Lens esculenta).

Callosobruchus chinensis, se desarrolló en las mismas leguminosas que C. maculatus incluyendo lenteja pero no se desarrolló en urd (Vigna mungo) bajo las mismas condiciones de humedad relativa (Yadav y Pant, 1978).

El comportamiento de oviposición de C. maculatus, exhibe un alto grado de especificidad por varias leguminosas y se ha demostrado que no existe correlación entre 1) la preferencia para oviposición de ciertas especies de semilla y el subsecuente desarrollo de la larva y 2) no existe diferencia en la preferencia para ovipositar semillas con diferente área de superficie. Investigaciones realizadas para observar la preferencia de oviposición de C. maculatus en distintas leguminosas utilizando cajas petri conteniendo semillas con igual área de superficie (aprox. 500 mm.), demostraron preferencia de oviposición por orden decreciente: Vigna mungo, Vigna aconitifolius, Vigna sinensis, Phaseolus aureus, Cajanus cajan, Pisum sativum, Lens culinaris, Cicer arietinum, Phaseolus vulgaris (Gokhale y Srivastava, 1975).

Giga y Smith (1983) realizaron estudio sobre la ecología de C. analis, C. chinensis, C. rhodesianus y 2 razas de C. maculatus, utilizando 3 temperaturas (25, 30 y 35°C) y 3 humedades relativas (60, 70 y 80% H.R.). Los resultados de sus investigaciones indicaron que el óptimo de temperatura para el desarrollo de todas las especies de Callosobruchus fué de 30°C y la oviposición total fué más

alta a 30°C también para todas las especies, pero la sobrevivencia de huevecillo a adulto fué más alto en 25°C para C. rhodesianus y la raza de Malawi de C. maculatus comparada con 30°C para las otras especies.

El rango de humedad relativa de 70-80% no tuvo efectos apreciables en el desarrollo de las especies estudiadas. Raina (1970), comparó el desarrollo biológico de C. chinensis, C. analis y C. maculatus en Vigna mungo, utilizando una temperatura de 30°C y 70% de humedad relativa. Los resultados de sus investigaciones dirigidas sobre C. maculatus, muestran que puede aparearse en 1 hora posterior a la emergencia como adulto y cuyo tiempo de apareamiento fué de 3-6 minutos, siendo suficiente un apareamiento para asegurar la oviposición; usualmente, prefiere semillas lisas para depositar sus huevecillos, los cuales posteriormente son cubiertos por el cuerpo de la hembra durante 30 segundos. Durante este tiempo la secreción endurece y fija el huevecillo en las semillas secas.

Para C. maculatus el rango de oviposición por hembra fué de 109 - 157 huevecillos, El-Sawaf (1956) reportó el número más alto de huevecillos depositados por una hembra fué de 75 para garbanzo. Raina (1970) determinó que el período de incubación en 30°C y 70% H. R. fué de 5 días, con un tiempo de larva-pupa de 20 días y que el desarrollo completo de huevecillo a adulto es de 23-27 días.

Howe y Currie (1974) reportaron que el período de emergencia de C. maculatus en Caupí (Vigna unguiculata), fué de 56 días y la relación de hembra y macho es de 7:6 en condiciones óptimas de desarrollo.

C. maculatus puede presentar varias generaciones por año y no inverna, desarrolla en semillas secas y no requiere alimento para sobrevivir o reproducirse (De Luca, 1966).

No existe gran diferencia en la duración de vida adulta en ambos sexos, hembras vivieron de 6-10 días y los machos de 7-10 días. El porcentaje de mortalidad de los huevecillos fué de 9% en observaciones realizadas en 100 huevecillos depositados en 100 semillas. El período de desarrollo de huevecillo a adulto fué de 23-26 días para huevecillos depositados en el primero al séptimo día y resultaron no viables los depositados en el octavo y noveno día. El 90% de los huevecillos depositados en los 3 primeros días de oviposición se desarrollaron en adultos (Raina, 1970).

Incidencia de Plagas en el Almacenamiento de Garbanzo

El garbanzo (Cicer arietinum L.), es una de las más importantes leguminosas en la India donde es grandemente consumido como grano entero. Durante su almacenamiento es atacado por insectos de la familia Bruchidae: Callosobruchus maculatus F., C. chinensis L., C. analis F.; garbanzo infestado por estos insectos baja su calidad, consumo y reduce la capacidad de germinación (Raina, 1971). Callosobruchus maculatus, es la principal plaga primaria de garbanzo en México (Caestöd, 1983), Irán (Schalk, 1972).

Descripción e Identificación de Callosobruchus maculatus F.

Orden: Coleóptera

Familia: Bruchidae

Género: Callosobruchus

Especie: maculatus

Nombre común: Gorgojo del garbanzo, gorgojo del Caupí,
gorgojo de 4 puntos.

Es un escarabajo pequeño que mide de 3.0-4.5 mm. de longitud. Los élitros de la hembra (Figura 3) con visibles manchas negras; el macho de color castaño con solamente pequeñas manchas negruscas. El fémur (Figura 4) posterior con dos crestas en el borde interior, cada una de ellas con un diente apical. Ojos grandes y emarginados; los élitros no cubren totalmente el abdomen; antenas ligeramente aserradas.

Productos atacados: Alverja ó chícharo de Cumaná, frijol dorado, frijol grande de América, chícharo palomo (Cajanus cajan), garbanzo (Cicer arietinum), soya (Glicine max), lenteja (Lens culinaris), chícharo (Pisum sativum), caupí (Vigna unguiculata, V. aconitifolia etc.) y otras leguminosas.

Tipos de daño e importancia: Plaga primaria; las larvas se desarrollan dentro del grano causando serios daños.

Hábitos y ciclo de vida: Los hábitos y ciclo de vida son parecidos a los de Acanthoscelides obtectus, con la salvedad de que los huevecillos quedan pegados a la vaina o a la semilla

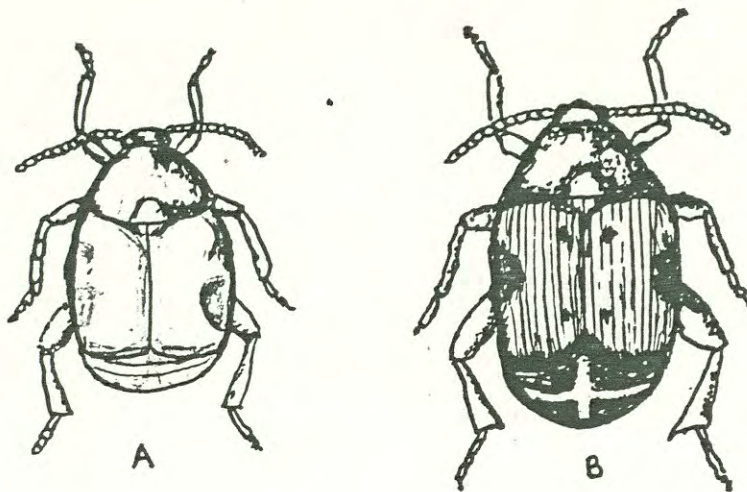


Figura 3. Formas Adultas de Callosobruchus maculatus encontrados en Almacenes Locales de Garbanzo. A) Macho y B) Hembra.

Fuente: Gráficas Realizadas en el Laboratorio de de Entomología del CCI Alimentos de la Universidad de Sonora

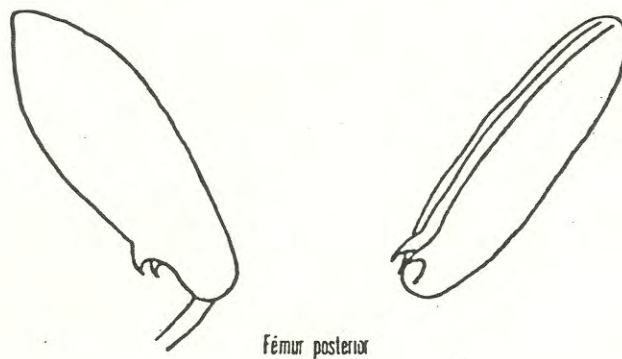


Figura 4. Fémur Posterior de Forma Adulta en Callosobruchus maculatus.

Fuente: Jamieson y Jobber, 1975

(Figura 5). El ataque puede comenzar en el campo, antes de la recolección. Los huevecillos están pegados a la vaina o a la semilla durante el almacenamiento y las larvas que salen de ellos entran de inmediato dentro de la semilla y se desarrollan dentro de ella hasta llegar a la fase adulta. Al igual que en el caso de A. obtectus, la infestación se hace perceptible en forma de "frijoles con ventana" (Figura 5). Los adultos tienen vida corta (arriba de 12 días en condiciones óptimas) y no se alimentan del producto agrícola. En condiciones óptimas la duración del período de desarrollo de la fase de huevecillo a la de individuo adulto es de 23 días, este período puede variar dependiendo del tipo de semilla. (Jamieson y Jobber, 1975).

Distribución: Es originario de Africa, plaga cosmopolita y está muy distribuida en los trópicos y subtrópicos.

Generalidades: La hembra puede depositar arriba de 100 huevecillos en su ciclo con una temperatura de oviposición de 35°C. Los huevecillos son fuertemente adheridos a la superficie de vainas y semillas. Las variedades lisas son más preferidas para la oviposición que las semillas de variedades rugosas. Los huevecillos son ovales engrosados en la base siendo pequeños recientemente depositados (Lecato y Flaherty, 1974) y de color gris.

Algunos investigadores han descrito una forma activa ó voladora de C. maculatus, la cual es mas activa pudiendo resultar por factores genéticos o por efectos ambientes, lo que aún no

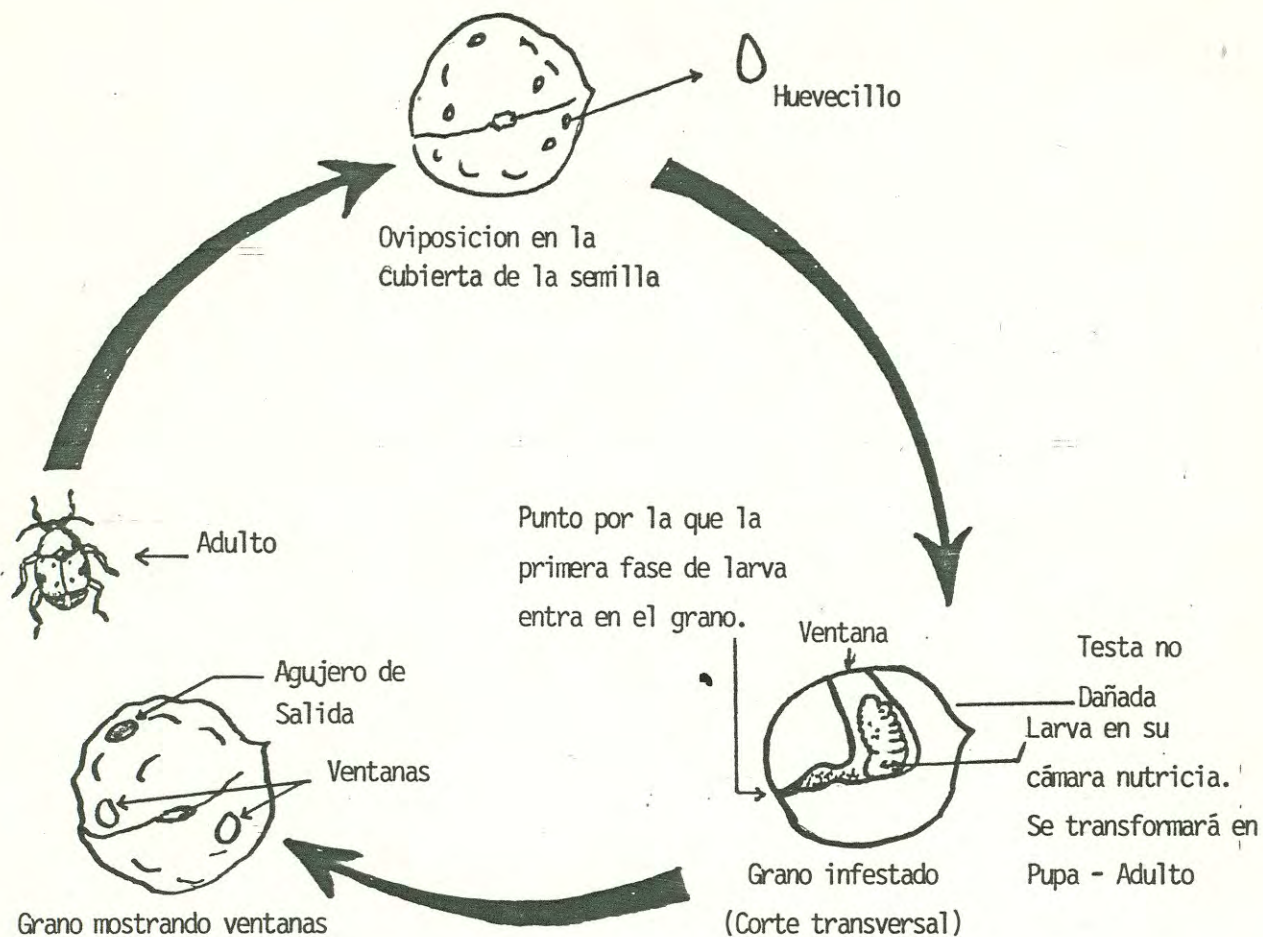


Figura 5. Ciclo Biológico de Callosobruchus maculatus en Garbanzo.

Fuente: Adaptado de Jamieson y Jobber, 1974

está bien definido (Jamieson y Jobber, 1975; TDRI, 1984).

Condiciones de Temperatura y Humedad Relativa:

Temperatura en °C		% Optimo de H.R.
Máx.	Mín.	
35	18	70

% de H.R.		Temperatura Optima en °C
Máx.	Mín.	
90	25	30

Polimorfismo en Adultos de Callosobruchus maculatus

En las poblaciones de *C. maculatus*, existen 2 formas distintas morfológicamente de adultos, una vive en leguminosas almacenadas y otra, desarrolla en el campo, llamadas forma no voladora y forma voladora respectivamente (Utida, 1954). Utida (1958, 1969) notó que el porcentaje de formas voladoras emergidas fué más alto en huevecillos depositados por adultos más desarrollados y que el fotoperíodo fué uno de los factores que causan la forma voladora. Utida (1970) mostró experimentalmente que el porcentaje de emergencia de la forma voladora declina gradualmente de generación en generación en el caso de continuas reproducciones de *C. maculatus*. El porcentaje más alto de forma voladora fué en las primeras generaciones y fué declinando continuamente hasta llegar a cero. Utida (1954) y Caswell (1960), delucidaron que la forma voladora es producida fenotípicamente

bajo la influencia de varios factores externos como alta temperatura y bajo contenido de agua durante la alimentación de la larva. En la Figura 6 se observan la forma voladora y no voladora. Southgate, Howe and Brett (1957) demostraron que la forma voladora es capaz de emigrar. Utida y Takahashi (1958) distinguieron la forma típica (no voladora) y la forma activa (voladora) por el peso del cuerpo, la cantidad de agua en el cuerpo y también por el número y naturaleza de las grasas del cuerpo. Caswell (1960) indicó que la duración del ciclo biológico de huevo a adulto para la forma voladora (forma activa) de 32-36 días y para la forma no voladora (forma típica) de 25-30 días.

Spirina (1974) en la identificación de C. maculatus, encontró dos tipos de genitalia diferentes para ambos sexos y las dos formas activa y típica (Figura 7).

Utida (1972), distinguió las dos formas de C. maculatus, una que es más activa y puede volar y otra que es de cuerpo más oscuro y no puede volar, además demostró que no solo difieren morfológicamente sino también fisiológicamente y que un elemento hereditario controla la apariencia de la forma activa.

Resistencia de Variédades de Garbanzó al Ataque de Callosobruchus spp

Varios investigadores han estudiado las causas de las diferentes respuestas a la preferencia de C. maculatus por las

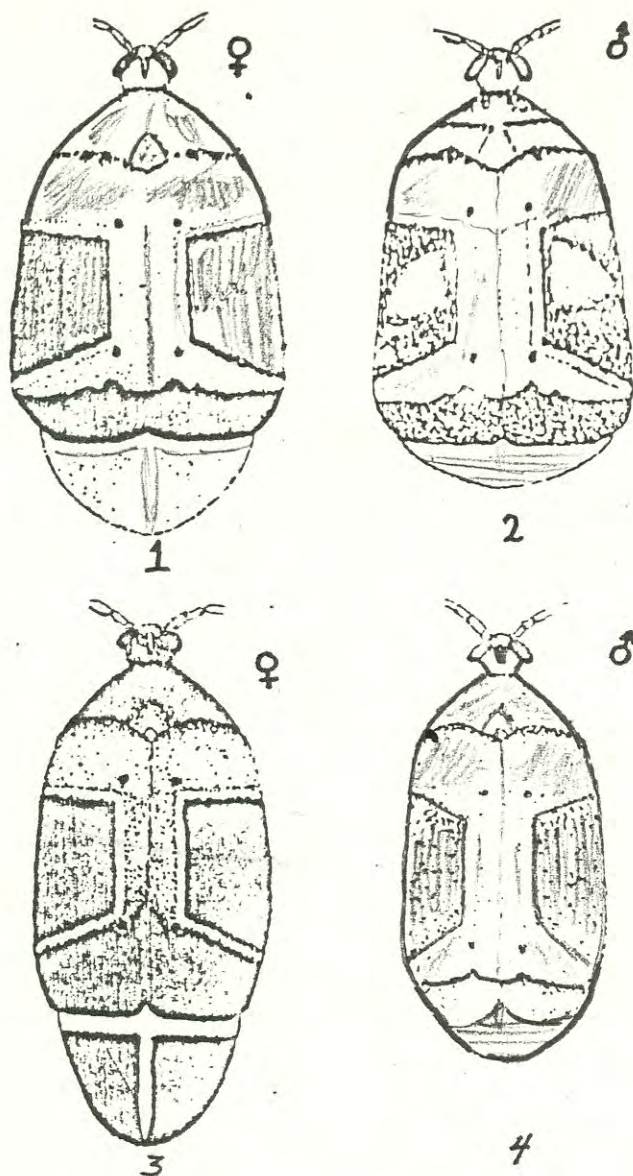


Figura 6. Polimorfismo en Forma Adulta de Callosobruchus maculatus. (1 y 2) Forma Voladora "activa"; (3 y 4) Forma No Voladora "típica".

Fuente: Caswell, 1960

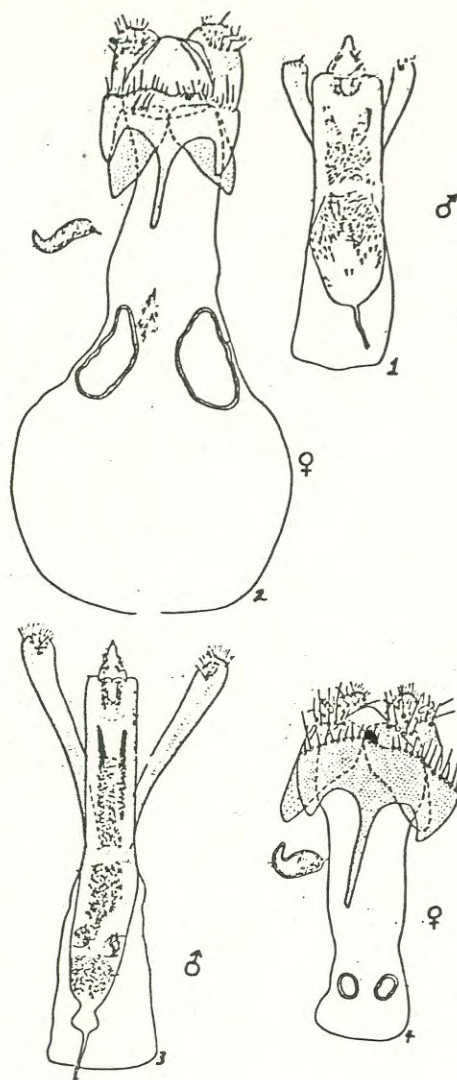


Figura 7. Descripción de la Genitalia en Callosobruchus maculatus. (1 y 2) Genitalia de Macho y Hembra de la Forma no Voladora "típica"; (3 y 4) Genitalia de Macho y Hembra de la Forma Voladora "actica".

Fuente: Spirina, 1974

leguminosas (Zaazou, 1951; Teotía y Singh,; Dina, 1971). Singh y Col. (1980), demostraron que garbanzo (Cicer arietinum L.) presntó mayor preferencia para oviposición (97.71%) con un 85.8 de viabilidad y con 81.5% de emergencia de adultos en comparación con otras leguminosas consumidas en la India.

Raina (1971), realizó investigaciones para evaluar y comparar la resitencia a 3 especies de *Callosobruchus* en 14 variedades de garbanzo de la India, utilizando 2 métodos preferencia selectiva y no preferencia. La variedad G109-1 mostró resistencia a las 3 especies de insectos C. analis, C. chinensis y C. maculatus. El número de huevecillos depositados por las 3 especies fué muy pequeño en la variedad G109-1 comparado con las otras variedades de garbanzo, lo cual repercutió en un menor porcentaje de daño pero no fué inmune al ataque, ya que hembras de C. maculatus murieron sin depositar huevecillos desarrollándose normalmente.

Los posibles factores responsables de la resistencia de la variedad G109-1 fueron estudiados encontrándose que la cubierta de la semilla es muy rugosa casi espinosa comparada con las otras variedades. Podoler y Applebaum (1968) observaron que la dureza de la cubierta de la semilla pareció ser un factor limitante en la oviposición, desarrollo del huevecillo (eclósión) y para la

penetración de la larva al interior de la semilla al estudiar la resistencia de Vicia faba (haba) al ataque de C. chinensis.

Reddy y Singh (1972) investigaron la resistencia relativa de 8 variedades importantes de garbanzo en India, al ataque de Callosobruchus chinensis. Basándose en el número de gorgojos emergidos y cantidad de alimento consumido, se determinó la relativa resistencia y susceptibilidad de las diferentes variedades. Estos investigadores observaron que las variedades rugosas fueron menos o moderadamente consumidas y las de cubierta lisa presentaron mayor preferencia para la oviposición así como mayor daño.

Schalk (1973) investigó la resistencia de 49 variedades de garbanzo a C. maculatus en Irán. En este estudio se utilizaron 2 métodos de prueba: Libre elección y No elección; la resistencia o susceptibilidad fué basada en el grado de daño. La resistencia de garbanzo al ataque de Callosobruchus maculatus, puede ser asociada con la rugosidad y quizá la rigidez de la cubierta de la semilla.

En este experimento se consideró ambos factores:

- a) tipo de superficie del grano de garbanzo (rugosa ó lisa)
- y b) color (blanco, negro y café).

Para la evaluación de la resistencia al ataque de C. maculatus, se encontró una relación positiva entre el número de huevecillos depositados y la susceptibilidad de la semilla. Cuando

la oviposición decreció la resistencia incrementó.

El control por insecticidas o fumigación es muy costoso y requiere la utilización de materiales y algún conocimiento técnico del agricultor y comerciante en países en desarrollo como la India no es fácilmente aplicable. La incorporación de resistencia genética en variedades de garbanzo es una manera de prevenir serias pérdidas por efecto del ataque de insectos (Raina, 1971).

Control Químico de Plagas en Granos Almacenados

El control químico es la utilización de insecticidas para matar y combatir insectos. Los principales insecticidas utilizados para el control de plagas en granos almacenados se muestran en la Tabla 8.

Debido al peligro que representan los insecticidas para la salud, su aplicación directa al grano deberá ser cuidadosamente controlada en cuando a su dosificación y al tipo de insecticida (Zettler y Redlinger, 1983). Actualmente existen pocos insecticidas para aplicación directa al grano: malathión, piretrinas y fumigantes (ANDSA, 1979).

Fumigación en Granos Almacenados

Los fumigantes son agentes químicos insecticidas que actúan a la temperatura ambiente en estado gaseoso. Los fumigantes ejercen su actividad tóxica penetrando a los tejidos del cuerpo

Tabla 8. Insecticidas Recomendadas para el Control de las Principales Plagas de Almacén.

Plaguicida	Dosis
Malathión (directo al grano)	10-12 g. Ingrediente activo/ton.
Lindano (Cordón sanitario)	0.4-1.0g. Ingrediente activo/m ²
Bromofos (directo al grano)	12-15g. Ingrediente activo/ton.
Vapona (aerosol en el aire)	4.4-10.0g./1000m ³ .
Bromuro de metilo (fumigación)	30-40g/ton.
Fosfuro de aluminio (fumigación)	3-5 tabletas/ton.
Fenitrotión (cordón sanitario)	0.4-1.0g. Ingrediente activo/m ²
Metil primifos (actellic)	4f. Ingrediente activo/ton.

Fuente: ANDSA, 1979

por conducto del sistema respiratorio.

Debido a su forma gaseosa los fumigantes son capaces de penetrar en el espacio libre de los productos, así como en hendiduras y grietas de las superficies del almacén, exterminando a los insectos presentes. Debido a esta ventaja resultan de gran utilidad para la desinfestación de almacenes, silos, bodegas, fulgones de ferrocarril y bodegas de barcos. (ANDSA, 1979).

Una desventaja que presentan los fumigantes es que no ejercen una protección duradera en el producto debido a su volatilidad, por lo que más bien actúan como medio corrector en el control de plagas de insectos, no impidiendo una reinfestación inmediatamente después de la fumigación. Debido al modo de acción de los fumigantes por penetración a través del sistema respiratorio, su efectividad dependerá del ritmo respiratorio de los insectos. Las temperaturas óptimas para la actividad de los insectos en las que el ritmo respiratorio es más elevado, ofrecerán las condiciones más adecuadas para la fumigación. A medida de que sea más baja la temperatura, mayor será la dosis necesaria y más largo será el período de tiempo requerido para la fumigación. De esta forma los estados biológicos de los insectos más inactiva en cuanto a respiración, como por ejemplo, los huevecillos y pupas, serán más resistentes a la acción de los fumigantes. (Bond et al, 1969; ANDSA, 1979).

Un buen fumigante deberá reunir además de volatilidad y toxicidad otras características como el de ser no residuales, es

decir, que no dejen restos nocivos que envenenen o manchen el producto, no deberán ser inflamables, no deberán formar mezclas explosivas con el aire, deberán tener una buena penetrabilidad, no deberán reaccionar con los productos y no deberán ser corrosivos.

Existen dos propiedades fisicoquímicas que son de gran importancia en la elección de un agente químico como fumigante: la difusión y la adsorción. La difusión establece la capacidad de penetración de un gas y es inversamente proporcional a su densidad, a su vez la densidad va a depender del peso molecular, a mayor peso molecular su densidad será mayor y se difundirá más lentamente en el almacén. La difusión de un gas se ve influenciada por la temperatura, la cual será más rápida a mayor temperatura. La densidad de los fumigantes es un 20% mayor que la densidad del aire y por lo mismo su capacidad de difusión, influenciarán directamente la forma y tipo de fumigación.

Un fumigante adecuado deberá ser poco adsorbible y ser fácilmente desorbido por aireación (ANDSA, 1979).

Algunos fumigantes utilizados para el control de insectos en alimentos se mencionan en la Tabla 9. El bromuro de metilo y la fosfina son más ampliamente utilizados como fumigantes en diferentes tipos de tratamientos mientras que otros son de limitada aplicación. El tipo de fumigación está determinado por el tipo de problema encontrado y las propiedades del material

Tabla 9. Principales Fumigantes Usados en Productos Almacenados.

Nombre	Peso Molecular	Punto de Ebullición (°C)	Flamabilidad por Vol de Aire (%)	Observaciones
*Bromuro de metilo	94.9	3.6	No flamable	Fumigante extensivo.
*Fosfina	34.0	87.4	1.79	Fumigante extensivo; buena penetrabilidad.
Oxido de Etileno	44.1	10.7	3-80	Control microorganismos e insectos.
Cianuro de Hidrógeno	27.0	26.0	6-41	Fumigante extensivo; pobre capacidad de penetración.
Dibromuro de Etileno	187.9	131.0	No flamable	Fumigante principalmente mezclado con otros.

Nombre	Peso Molecular	Punto de Ebullición (°C)	Flamabilidad por Vol de Aire (%)	Observaciones
Tetracloruro de carbono	153.8	77.0	No flamable	Usado principalmente en mezclas con compuestos flammables para reducir los peligros de explosión.
Bisulfuro de carbono	76.1	46.3	1.25 - 44	Fumigante de granos; generalmente mezclado con compuestos no flammables.
Cloropicrina	164.6	112.0	No flamable	Poderoso gas lacrimogeno ha sido usado en granos.
Dicloruro de Etileno	98.9	83.9	6.16	Generalmente mezclado con tetracloruro de carbono.
Diclorvos	221.0	120 a 0.14 mm	No flamable	Bueno en espacios libres muy tóxico a los insectos

Fuente: Monro, 1969

* Fumigantes mas utilizados en aplicaciones comerciales para el control de insectos.

a fumigar. Compuestos de bajo punto de ebullición por ejemplo fosfina y bromuro de metilo, son usados donde la penetración dentro de los productos es muy importante. Los compuestos fumigantes de mayor punto de ebullición como los fumigantes líquidos (dibromuro de etileno, dicloruro de etileno, tetracloruro de carbono, bisulfuro de carbono) son usados para tratamientos rápidos o en otras situaciones donde las condiciones de gas cerrado no puede ser mantenido. Generalmente formulaciones particulares son diseñadas para tratamientos específicos (Bond et al, 1984).

Algunos de los usos de los fumigantes para tratamientos específicos se muestran en la Tabla 10.

Manejo de la Fosfina (PH_3) en Granos Almacenados

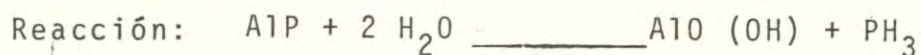
La fosfina es un gas extremadamente venenoso e inflamable que tiene utilidad práctica como fumigante gracias a la preparación sólida de fosfuro de aluminio en forma de tableta que liberan al fumigante en forma gradual y paulatina.

Las tabletas sólidas de fumigantes están compuestas por fosfuro de aluminio y carbonato de amonio principalmente. En presencia de humedad las tabletas se descomponen liberando fosfina (fosfuro de hidrógeno) e hidróxido de aluminio a partir del fosfuro de aluminio; bióxido de carbono y amoníaco, a partir del carbamato de amonio. El bióxido de carbono y amoníaco contrarrestan la flamabilidad de la fosfina. La descomposición de la tableta a una temperatura de 25°C normalmente tarda aproximadamente 36 hrs. (ANDSA, 1979).

Tabla 10. Características Importantes de los Fumigantes para Tratamientos Específicos.

	Bromuro de Metilo	Fosfina	Dibromuro de Etileno	Disulfuro de Carbono	Diclorvos
Formulación Comercial	Líquido en latas y cilindros	Pellets tabletas polvo	Líquido	Líquido	Líquido
Solubilidad en agua (gr/100 ml)	1.3-25°C	Ligera	0.43-30°C	0.22-22°C	Muy soluble
Penetración	Muy buena	Excelente	Pobre	Pobre	Pobre
Absorción	Poca	Casi nula	Alta	Alta	-
Desorción y Aereación	Medianamente rápida	Rápida	Lenta	Lenta	Alta
Toxicidad en Insectos	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Mortalidad	Rápida	Lenta	Lenta	Lenta	Lenta
Efecto en Germinación	Variable	Casi nula	Variable	Poco	-
Reacciones Adversas	Combinado con Sulfuro produce olores	Corrosión	-	-	-

Fuente: Monro, 1969



La fosfina se difunde rápidamente y penetra a todo lo largo del almacén de granos, pilas de sacos y otros tipos de alimentos empacados para dar un efectivo y económico control de insectos. Exposiciones de gas por períodos de 3-5 días a temperatura de 5°C (41°F) son recomendadas. La fosfina no presenta factores adversos en materiales alimenticios y no deja residuos en niveles significantes. Reacciona con algunos materiales, particularmente con cobre y solo bajo ciertas condiciones de alta humedad, pudiendo dañar las instalaciones eléctricas u otros componentes de cobre.

En tratamientos de fumigación, el gas de fosfina es producido a partir de tabletas, pellets o polvos formulados de fosfuro de aluminio o fosfuro de magnesio (Bond et al, 1984).

Para el tratamiento de depósitos de granos, tabletas, pellets o polvos de la formulación pueden ser insertados dentro de la masa del grano durante su traslado al interior del almacén. Los métodos de aplicación y dispersión de la fosfina a través de bajos flujos de recirculación en granos fueron probados por Cook (1980).

Los análisis de concentraciones de fosfina pueden hacerse más convenientemente con detectores de tubo de vidrio los cuales son utilizados para concentraciones en el rango de 0.1 a 1000 ppm. El analizador de gas infrarrojo y aparatos portátiles de cromatografía de gas son utilizados para análisis más precisos (Bond y Dumas, 1982).

Las fumigaciones de granos almacenados se ven afectadas por una serie de factores diversos que pueden ser determinantes en su efectividad como controladoras de insectos; dentro de estos factores los más sobresalientes son: a) temperatura, b) humedad de grano y c) composición del grano.

Investigaciones sobre el Control de Insectos Utilizando Fosfina.

El fumigante fosfina fué utilizado hace tiempo (a mediados de 1930) en almacenes de grano en Alemania. Gran cantidad de investigaciones se han llevado a cabo para evaluar la toxicidad de la fosfina sobre los insectos, sin embargo, los resultados tuvieron grandes diferencias entre las dosis estimadas para la misma especie, así como también mostraron control diferente a concentraciones distintas, siendo más tóxico a bajas que a altas concentraciones y a su vez, esto era favorecido por períodos largos de exposición (Heseltine, 1960).

Howe (1974) y Bond et al (1969) indicaron que la respuesta a la utilización de fosfina sigue una relación estrecha entre la concentración y tiempo de exposición y que el producto de la concentración y el tiempo es una constante $Ct = K$.

Los fumigantes bromuro de metilo y fosfina, fueron probados juntos para el control de 2 insectos de granos almacenados: Sitophilus granarius (L.) y Tribolium confusum (Duval). Los resultados mostraron que las mezclas de estos dos fumigantes provee mayor efectividad en el control de insectos y concluyeron que

esta mezcla de fumigantes produce efectos aditivos en las propiedades de control (Bond, 1977).

Ahmad (1976) realizó una investigación en semillas de leguminosas almacenadas para evaluar el efecto de la fumigación con fosfina (fosfuro de aluminio). La fosfina, se utilizó en leguminosas almacenadas para el control del gorgojo Callosobruchus spp., los resultados de la investigación mostraron que no hubo diferencia significativa sobre la germinación comparando semillas de leguminosas sin tratamiento y sanas, con semillas fumigadas con altas dosis de fosfina.

Aplicación de Fosfina en Leguminosas

El fumigante comercial Degesh Phostoxin, es utilizado para el combate de insectos en granos, semillas, productos y alimentos envasados, el cual está formulado a base de fosfuro de aluminio (fosfina) al 56%. Este producto comercial es ampliamente usado en México para controlar insectos en leguminosas que se encuentran en espacios cerrados o en tránsito, silos u otros almacenes.

En estibas de grano ensacado, se recomienda la utilización de comprimidos o perdigones cuyas dosis recomendadas son:

Comprimidos	Perdigones	Tiempo de Exposición (arriba de 20°C)
1 a 3 / m ³	5 a 15 / m ³	3 días

Estas dosis están recomendadas en base al boletín comercial de Phostoxin; las dosis de fosfuro de aluminio recomendadas por

ANDSA, se encuentran especificadas en la Tabla 8.

Control del Gorgojo del Garbanzo: Callosobruchus maculatus F.

Para evitar el daño del gorgojo en garbanzo, es indispensable conservar la semilla en un local cerrado, que permita aplicar periódica y adecuadamente fumifantes como Delicias (Gastoxin), en dosis de 6 pastillas por tonelada de grano.

Para obtener éxito en la aplicación de fumigantes, debe evitarse la fuga de gases, para lo cual el grano habrá de cubrirse con lona y otro material; las pastillas han de colocarse en la parte superior de la estiba con el propósito de que el gas, por ser más pesado que el aire, baje hasta las partes inferiores (Caestod, 1983).

Para garbanzo de exportación, las aplicaciones de fumigantes son preventivas al ataque de C. maculatus. Estas se realizan dirigidas a las estibas de garbanzo encostalado previamente cribado y clasificado. Los almacenes destinados para garbanzo deben acondicionarse previamente a la recepción de grano, lo cual se efectúa eliminando barreduras de grano, basura, tratando costales con insecticidas, asperjamiento en paredes y techos de insecticida Malathión 1000 en dosis de 5-10 cm³ por m², mientras que en pisos se espolvorea en forma de cuadrícula Malathión polvo. Estos insecticidas eliminarán las distintas formas biológicas de los insectos presentes en el almacén. (Valenzuela, 1987).

Una vez acondicionado el almacén y que se efectúa el almacenamiento del grano de garbanzo, es recomendable una primera fumigación, colocando 5 pastillas de fosforo de aluminio (Phos-toxin) por tonelada de grano, con un tiempo de exposición de 3 días. A causa de que los almacenes no son herméticos y en ocasiones solo se fumigan ciertos lotes de grano, se utilizan lonas de plástico con el objeto de evitar la fuga de gas (fosforo de hidrógeno). Las dosis de fumigación pueden variar de acuerdo al tipo de presentación comercial del fumigantes (pastillas, pellets, etc.) y con las necesidades de comercialización o movimiento de grano. (ANDSA, 1979).

Con la primera fumigación se previene una posible infestación, proveniente del campo. Los intervalos de aplicación de fumigantes se recomiendan cada 25-30 días, considerando el ciclo biológico de la plaga, y algunas veces varía este intervalo por sugerencias del responsable en conservación de granos (Valenzuela, 1987).

Garbanzo ligeramente infestado por C. maculatus, no es aceptable para consumo humano puesto que el insecto se alimenta y desarrolla en el interior del grano (Schalk, 1973).

MATERIALES Y METODOS

Pruebas Preliminares

Para llevar a cabo la presente investigación fué necesario realizar pruebas preliminares con el fin de identificar al gorgojo del garbanzo. La identificación y clasificación del insecto se basó en las claves entomológicas de insectos y arácnidos en productos tropicales almacenados (TDRI, 1984) y estudios realizados por Lecato (1984), Raina (1970), Spirina (1974) y Utida (1972).

La identificación se llevó a cabo en el laboratorio de entomología del CCI Alimentos de la Universidad de Sonora, realizando observaciones morfológicas externas (tipo de alas, manchas en los élitros, forma de extremidades y del huevecillo) y observaciones internas (tipo de aparato reproductor de hembras y machos). De acuerdo a las características morfológicas mencionadas se dedujo que el insecto que mas comunmente ataca a garbanzo almacenado en la región de la Costa de Hermosillo es Callosobruchus maculatus F.

Variedades y Líneas Utilizadas

El grano utilizado para todas las determinaciones correspondientes a esta investigación fueron hechas con garbanzo producido en la región de la Costa de Hermosillo en el ciclo agrícola 1985-1986. Las variedades usadas son: Surutato-77 y Blanco Lechoso donadas por la Almacenadora de Hermosillo, S.A. La

variedad Santo Domingo y las líneas Tubutama y Liz se obtuvieron en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. Estos granos fueron conservados en cuarto frío a una temperatura de 0 a 5°C antes de su utilización.

Cultivo de Insectos

Para la realización de esta investigación fué necesario reproducir insectos en grandes cantidades para lo cual se hizo una recolección de grano infestado en distintos almacenes de garbanzo para posteriormente ser multiplicado de acuerdo al método del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos desarrollado en Savannah, Georgia, 1969. Este método fué adaptado para garbanzo ya que corresponde al método de cría en caupí (Vigna anguiculata).

Todas las pruebas correspondientes a esta investigación se llevaron a cabo en incubadoras marca Shel-lab modelo 22 a condiciones controladas de temperatura ($30^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa ($50^{\pm} 5\%$), tomando como base las condiciones climáticas prevalecientes en la ciudad de Hermosillo, Sonora en los meses de mayo a septiembre de los últimos 3 años, el cual es el período de desarrollo de la mayoría de las plagas de granos almacenados.

Secuencia de Investigación

Primera Etapa:

- a) Estudio del ciclo biológico.
- b) Evaluación de la resistencia relativa de 3 variedades y 2 líneas avanzadas de garbanzo al ataque de C. maculatus

Segunda Etapa:

a) Control químico .

Estudio del Ciclo Biológico

Este estudio comprendió la deteminación de la duración de huevecillo a adulto en días, porciento de aparición de hembra y macho y porciento de viabilidad (emergencia de adultos). Se utilizó la variedad Surutato-77 por ocupar el 90% de la superficie sembrada en Sonora.

Estas determinaciones se realizaron utilizando dos técnicas:

a) Oviposición controlada. Esta técnica consistió en depositar 100 granos sanos en 7 series de frascos de 250 ml. con tapa perforada cubierta con tela de nylon para favorecer la ventilación. Posteriormente, se agregaron 10 pares de adultos (hembra y macho) no mayores de 48 hrs. de emergencia en el primer frasco de cada serie, donde los insectos ovipositaron libremente durante un día y después estos fueron cambiados al siguiente frasco mediante un embudo perforado, hasta el séptimo día de oviposición.

b) Oviposición Libre. Se utilizaron frascos de 250 ml. conteniendo 100 granos sanos en donde se depositaron 10 pares de adultos para oviposición libre y continua durante 7 días.

En ambas pruebas se usaron 3 repeticiones con distribución al azar bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa.

Las observaciones concluyeron hasta la aparición final de insectos adultos. Estos fueron cuantificados mediante el cribado diario del grano a partir de la aparición del primer adulto.

Para las anteriores determinaciones se utilizó equipo entomológico de disección, estereoscopio y lupa.

Evaluación de la Resistencia Relativa a *C. maculatus*

En esta evaluación se utilizaron las variedades Surutato-77, Santo Domingo y Blanco Lechoso, así como dos líneas avanzadas genéticamente; Tubutama y Liz. Se emplearon dos métodos de prueba; prueba de libre elección y prueba de no elección. Ambas pruebas se realizaron en condiciones controladas de 30°C de temperatura y 50% de humedad relativa. La Figura 8 muestra un diagrama sobre la preparación de la muestra para ambas pruebas.

Prueba de libre Elección

Esta prueba evalúa la resistencia o susceptibilidad mediante la libre elección del insecto a infestar los diferentes tipos de grano. El procedimiento consiste en utilizar charolas pasteleras de 30 cm de diámetro con tapa y orificios de ventilación, esta charola se dividió en 5 partes iguales donde se colocaron 100

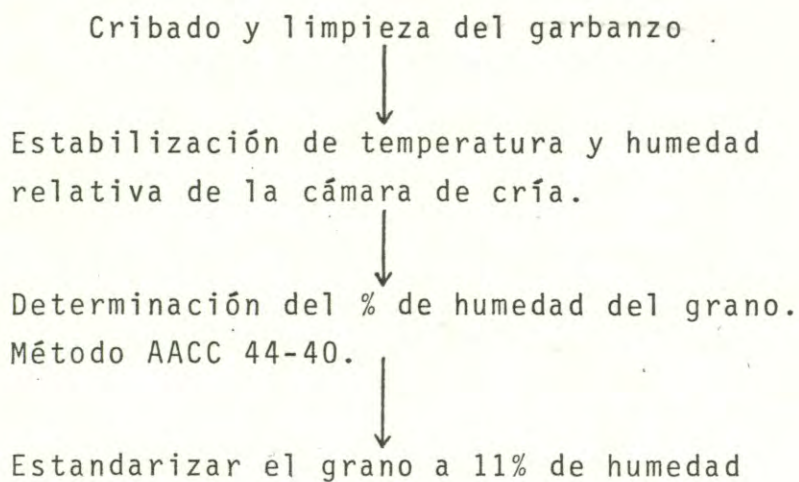


Figura 8. Diagrama de Preparación de Muestras para la Prueba de Libre Elección y no Elección.



granos sanos previamente pesados de cada variedad y línea. En el centro de la charola se depositaron 20 pares de insectos de adultos no mayores de 48 hrs. de emergencia para que infestaran libremente a los diferentes tipos de garbanzo. Posteriormente se introducen las charolas en las incubadoras bajo condiciones controladas.

Al morir los insectos fueron retirados y se cuantificó el número de huevecillos depositados en cada línea y variedad. Cada tipo de grano se colocó en frascos de vidrio de boca ancha y tapa con orificio cubierto con tela para favorecer la ventilación en las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa con el fin de esperar la emergencia de los nuevos adultos y determinar su porcentaje así como otras variables.

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con 3 repeticiones. Como control se tomaron 100 granos de cada línea y variedad sin insectos bajo las mismas condiciones. Las variables respuestas fueron: a) número de oviposición, b) número de grano dañado, c) número de adultos emergidos y d) pérdida de peso.

Prueba de No Elección

Esta prueba es utilizada para la evaluación de resistencia y se basa en los efectos que produce en insectos al ser forzado a dañar cierto tipo de grano. En esta prueba se utilizaron frascos

de 250 ml. donde se colocaron 100 granos sanos pesados de las distintas líneas y variedades, posteriormente se depositaron en cada frasco 10 pares de adultos no mayores de 48 hrs. de emergencia. Una vez preparados los frascos se colocaron en incubadoras a condiciones controladas.

Como control se usaron 100 granos de cada línea y variedad sin insectos bajo las mismas condiciones. La humedad del grano se estandarizó a 11% al igual que en la prueba de libre elección para reducir al mínimo los factores que pudieran afectar los resultados.

Al morir los insectos adultos fueron retirados y se determinó el número de oviposición, después se efectuaron observaciones periódicas en los frascos para detectar el inicio de emergencia del adulto, los cuales al aparecer son cuantificados y retirados.

El diseño experimental y variable respuesta fueron considerados igual que para la prueba de libre elección.

Observaciones Complementarias

Para complementar los datos obtenidos en las pruebas de libre elección y no elección se realizaron las siguientes determinaciones: textura objetiva (dureza), color (porcentaje de reflectancia relativa) y contenido de proteína.

El contenido de proteína se determinó en el microkjeldahl utilizando el método AACC 46-13. La evaluación de color se realizó en el Agtron (Magnuson Engineers, Inc., San José, CA) modelo

M-300A, determinándose el porciento de reflectancia relativa en el espectro verde (546 μ). calibrando con los discos estandar de 0 a 90.

La textura se determinó en el texturómetro universal Instron modelo 1130, utilizando una celda con alambres para extrusión diseñada en el Centro Coordinador de Investigación en alimentos de la Universidad de Sonora. Para realizar esta prueba de textura fué necesario tomar como base la variedad Surutato-77 a la cual se le determinó el tiempo necesario para obtener el 100% de absorción de agua en el grano (tiempo de remojo a 25°C), siendo 10:15 hrs. el tiempo de remojo adecuado. Posteriormente se determinó el tiempo de cochura a ebullición siendo 30 minutos el óptimo.

Las condiciones de trabajo del Instron seleccionados fueron: velocidad de cabezal 5 cm por minuto, velocidad de la carta 5 cm por minuto y celda de carga de 500 Kgs, se tomó la escala de 200 para la realización de la gráfica. Con estas condiciones de trabajo se logró una buena resolución de gráfica. Esta prueba se realizó por triplicado.

Las variedades y líneas de garbanzo fueron tratadas al mismo tiempo de remojo y tiempo de cocción. Los resultados de la textura (dureza) son expresados en kilogramos fuerza tomando como indicador la máxima fuerza necesaria para extruir los granos de garbanzo.

Control Químico

Para la evaluación de control en el gorgojo del garbanzo se utilizó el método químico mediante fumigaciones con tabletas de Phostoxin (producido por DEGESCH de México) formuladas a base de fosforo de aluminio.

Se emplearon 500 Kg de garbanzo encostalado variedad Surutato-77, grano que fué facilitado para experimentación por la Almacenadora de Hermosillo, S.A.

En esta investigación se evaluó la acción de control del fumigante sobre huevecillos de 24-48 hrs de edad, ovipositados por la hembra sobre la superficie del grano. Se utilizó un diseño factorial 2X2 con 3 repeticiones y distribución completamente aleatoria; siendo los factores:

Factor A:

(Dosis)	<u>Dosis Baja</u>	<u>Dosis Alta</u>
	2 tabletas	4 tabletas
	por M ³	por M ³

Factor B:

(No. de fumigaciones)	1 fumigación	2 fumigaciones
-----------------------	--------------	----------------

Se utilizaron 10 sacos de 50 Kg. de garbanzo, los cuales se estibarón en dos en dos ocupando espacio de 1 M³. Tomando como base lo anterior se aplicaron 2 tabletas de Phostoxin para la dosis baja y 4 tabletas para la dosis alta. En la Figura 9

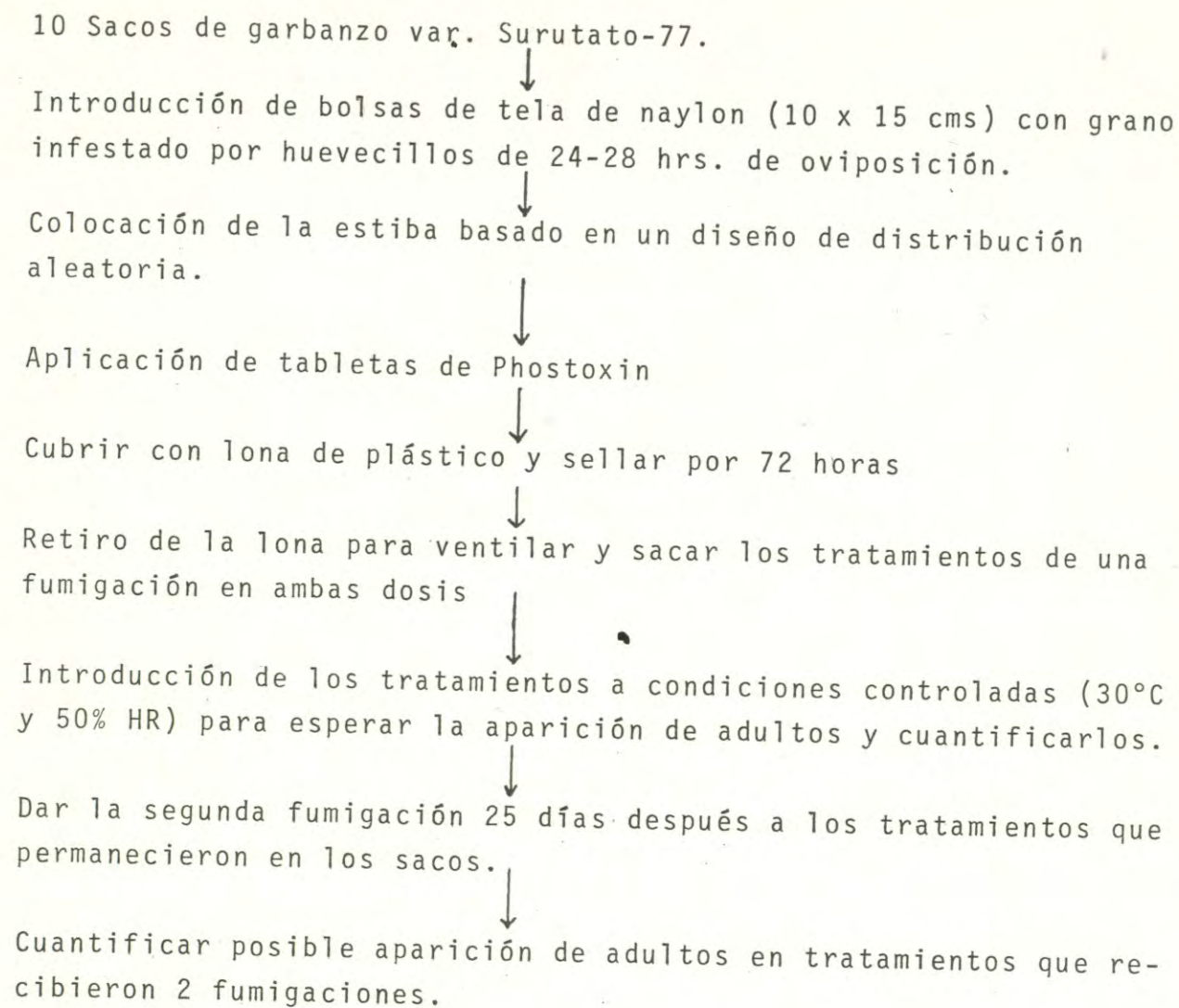


Figura 9. Secuencia de la Fumigación con Phostoxin para Evaluar el Control de Huevecillos de C. maculatus en Garbanzo.

se muestra la secuencia de fumigación con Phostoxin para ambas dosis, así como también el manejo que recibieron los tratamientos.

Para determinar el porcentaje de control se consideró el número de insectos adultos que emergieron posterior a la fumigación, basado en 100 huevecillos.

Estudios Complementarios

Con el fin de realizar comparaciones entre los resultados obtenidos en la investigación antes mencionada y los efectos sobre diferentes estados de desarrollo de C. maculatus en una fumigación comercial a gran escala, se efectuó este estudio, aprovechando la fumigación realizada en un almacén, conteniendo aproximadamente 200 tons. de garbanzo. En este almacén se introdujeron bolsas de tela de nylon de 10X15 cms. con grano infestado presentando diferentes estados biológicos de desarrollo del insecto, como son: Huevecillos de 5 a 24 horas de oviposición, larvas del primero, tercero y sexto estadio larvario y adultos. Estas pruebas se efectuaron con 3 repeticiones cada una.

Las bolsas conteniendo el grano infestado se distribuyeron en el interior del almacén, entre los sacos de garbanzo. Se consideró además la altura de las estibas, por lo que las repeticiones de las pruebas fueron distribuidas en la parte alta, media y baja. En cada caso las mediciones se tomaron en base a 100 huevecillos ovipositados sobre la superficie del grano.

Para el control de adultos se seleccionaron 100 adultos los cuales fueron introducidos en las bolsas de tela de nylon conteniendo 200 granos sanos.

La fumigación se realizó con tabletas de Phostoxin en dosis de 1.5 tabletas por M^3 de espacio total, con un tiempo de exposición de 4 días (96 hrs.). Transcurrido este tiempo de almacén fué ventilado y se retiraron las bolsas conteniendo el grano infestado para ser introducido en incubadoras a condiciones controladas de 30°C y 50% H.R.

Para determinar el porcentaje de control de los diferentes estados biológicos del insecto en grano, fué necesario seccionar el grano para detectar los individuos que continuaron en actividad. Para el caso de huevecillos que no habían eclosionado al momento de la fumigación (Huevecillos de 5 a 24 hrs.), se cuantificó como "no controlado" a aquellos huevecillos que dieron origen a larvas y que presentaban actividad.

Con respecto a larvas con diferentes estadios de desarrollo se tomó como individuo "no controlado" a aquellos que presentaron actividad y evolución de su metamorfosis en larvas maduras y pupas.

En las observaciones anteriores el grano fué seccionado cuidadosamente, utilizando cuchilla de corte, aguja de disección y microscopio, para el caso de adultos se cuantificó directamente como insecto muerto o vivo, en la determinación del porcentaje de control.

Los resultados de la evolución de resistencia relativa y control químico fueron analizados usando el programa estadístico STATPAK en la microcomputadora Printaform. Las comparaciones de medias se realizaron de acuerdo a la prueba de duncan (Reyes, 1978).

RESULTADOS Y DISCUSION

Ciclo Biológico

Para el estudio del ciclo biológico de Callosobruchus maculatus se utilizaron dos técnicas de evaluación: De oviposición controlada y de oviposición libre. Los resultados obtenidos en ambas técnicas se pueden observar en las Tablas 11 y 12; respectivamente. De acuerdo con la duración del ciclo biológico (huevecillo adulto) no existió gran diferencia con respecto a las técnicas utilizadas y se encontró un rango de duración de 25-36 días. Jamieson y Jobber (1975) determinaron que la duración del ciclo biológico de esta plaga en caupí (Vigna anguiculata) fué de 23 días en condiciones óptimas. El estudio sobre características biológicas en garbanzo variedad Surutato-77 de acuerdo a la técnica de oviposición libre indica que la emergencia de hembras fué de 57% y 43% en machos. Howe y Currie (1964) reportaron que la relación hembra y macho es de 7:6 en condiciones óptimas de desarrollo (30°C y 70% de humedad relativa) en caupí (Vigna mungo). El porcentaje de viabilidad de huevecillos se basó en la emergencia de adultos del grano y fué de 78%, Singh y Col. (1980) demostraron que C. maculatus presentó mayor preferencia por garbanzo (Cicer arietinum) con 97.81% de oviposición y 85.8% de viabilidad (adultos emergidos). La técnica de oviposición controladas se realizó para verificar las investigaciones de Raina (1970), quien afirma que el 90% de los huevecillos puestos en los 3 primeros días producen adultos y esto es semejante a los resultados obtenidos

Tabla 11. Estudio sobre la Duración del Ciclo Biológico y Otras Características Biológicas de C. maculatus en Oviposición Controlada.

	1° día	2° día	3° día	4° día	5° día	6° día
Durac. Ciclo Biol.	25-35	26-35	27-36	27-35	30-35	---
% Oviposición	38.5	31.7	19.7	9.1	0.93	---
% de hembras y de machos	54 46	59 41	66 34	74 26	100 0	---
% de viabilidad (Emergencia de adultos)	72	71	66	50	50	---

Tabla 12. Estudio Sobre la Duración del Ciclo Biológico y Otras Características Biológicas de C. maculatus en Oviposición Libre.

Duración ciclo biológico	25 - 33 días
% de hembras	57
% de machos	43
% de viabilidad (emergencia de adultos)	78

en la variedad Surutato-77 producida en la C. de Hermosillo. También se observó que el porcentaje de oviposición disminuye hasta cero después del quinto día y el porcentaje de hembras que emergen es mayor con respecto al macho, como se observa en la Tabla 11.

El desarrollo del insecto adulto es variable, de tal modo que la duración de huevecillo adulto, depende principalmente de las condiciones ambientales y del tiempo de oviposición ya que huevecillos ovipositados por una hembra en el quinto día de vida, el ciclo biológico se amplía hasta 30-35 días (Tabla 11).

Evaluación de Resistencia Relativa a *C. maculatus*

Esta evaluación se realizó utilizando dos métodos, prueba de libre elección y prueba de no elección.

a) Prueba de libre elección

En esta prueba, la variedad Surutato-77 fué la mas susceptible al ataque del insecto, ya que presentó los mayores valores en cuanto a los parámetros de oviposición, emergencia de adultos, grano dañado y pérdida de peso, siendo esta variedad estadísticamente diferente a las demás variedades y líneas de garbanzo (Tabla 13)

b) Prueba de No Elección

El análisis estadístico de resultados de los parámetros de evaluación indicaron que las variedades Surutato-77 y Blanco Lechoso, fueron las mas susceptibles al ataque

Tabla 13. Concentrado de Resultados en la Evaluación de Resistencia Relativa al Ataque de C. maculatus en 3 Variedades y 2 Líneas de Garbanzo en la Prueba de Libre Elección*.

Tipo de Garbanzo	Oviposición (No. de huevecillos)	No. de Adultos	No. de Granos dañados (con orificio)	Pérdida de peso (Grs.)
<u>Vars.</u>				
Surutato-77	346 ^a	280 ^a	90 ^a	6.3 ^a
Blanco Lechoso	99 ^b	91 ^b	51 ^b	2.1 ^b
Santo Domingo	89 ^b	62 ^b	22 ^b	2.7 ^b
<u>Líneas</u>				
Liz	64 ^b	53 ^b	35 ^b	2.5 ^b
Tubutama	71 ^b	55 ^b	37 ^b	3.0 ^b

*Medias con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

de esta plaga. La variedad Santo Domingo, las líneas Liz y Tubutama presentaron menores efectos por el ataque de esta plaga, (Tabla 14).

Observaciones Complementarias

En la evaluación de resistencia, las pruebas de libre elección y no elección, se han utilizado en muchas investigaciones para evaluar la resistencia de semillas de leguminosas (Phaseolus spp, Cicer spp, Pisum spp, etc) al ataque de Callosobruchus spp, en las cuales los resultados indican susceptibilidad o resistencia de ciertos tipos de granos, pero en estas pruebas no expresan el porque del comportamiento de la plaga.

Basado en lo anterior se realizaron algunas observaciones complementarias de acuerdo a las características físicas y químicas del grano tales como: Contenido de proteína total, color (% de reflectancia relativa) y textura objetiva (dureza del grano entero y cáscara).

Los resultados de estas observaciones para la prueba de libre elección se muestran en la Tabla 15 y de acuerdo a la determinación de color (% de reflectancia) la variedad Surutato-77 tiene un valor de 28.6%, la variedad Blanco Lechoso presenta un 36.7% y la línea Tubutama el menor valor con 26.3 %, esto indica que no existe relación entre el color del grano y la preferencia del insecto en dañar la variedad Surutato-77. Se puede observar también que el contenido de proteína de las diferentes

Tabla 14. Concentrado de Resultados en la Evaluación de Resistencia Relativa al Ataque de C. maculatus en 3 Variedades y 2 Líneas de Garbanzo en la Prueba de No Elección*.

Tipo de Garbanzo	Ovipoñición (No. de huevecillos)	No. de adultos	% grano dañado (con ori ficio)	Pérdida de Peso (Grs.)
<u>Vars.</u>				
Surutato-77	385 ^a	299 ^a	93 ^a	8.0 ^a
Blanco Lechoso	459 ^a	373 ^a	97 ^a	10.5 ^a
Santo Domingo	238 ^b	185 ^b	66 ^b	6.8 ^b
<u>Líneas</u>				
Liz	255 ^b	213 ^b	72 ^b	6.6 ^b
Tubutama	235 ^b	193 ^b	82 ^b	7.2 ^b

* Medias con diferente letra en la misma columna son estadística_{mente} diferentes ($P < 0.05$).

Tabla 15. Observaciones Complementarias sobre la Resistencia Relativa de Variedades y Líneas de Garbanzo al Ataque de C. maculatus en la Prueba de Libre Elección.

Tipo de Garbanzo	Color (% de Reflectancia Relativa)	Proteína ^b total (%) NX6.25	Textura objetiva (dureza en Kgs.)	
			Grano Entero	Cubierta del grano
<u>Vars.</u>				
Surutato-77 ^a	28.6	21.23	120.0	38.0
Blanco Lechoso	36.7	21.62	86.7	12.7
Santo Domingo	29.9	20.70	121.3	43.3
<u>Líneas</u>				
Liz	33.5	19.31	131.3	51.3
Tubutama	26.3	20.37	111.6	36.6

^a Variedad más susceptible al ataque de C. maculatus.

^b Base seca

líneas y variedades es similar, por lo que se descarta como factor de preferencia a dañar la variedad Surutato-77. En la determinación de la textura objetiva, tampoco se encontró relación de preferencia de ataque, ya que siendo la variedad Blanco Lechoso más blanda con respecto al grano entero y la cubierta, Surutato-77 fué más dañada.

En la Tabla 16, se muestran los resultados de las observaciones complementarias, considerando a la prueba de no elección donde no es posible establecer relación entre las características del grano y la preferencia del insecto a dañar las variedades Surutato-77 y Blanco Lechoso. Los resultados sobre la textura, considerando la dureza de la cubierta del grano, no fué un factor determinante en la preferencia del insecto a atacar cierta variedad ó línea; por lo tanto no es posible apoyar las investigaciones de Podoler et al (1968) y Schalk (1973) que indican que la dureza de la cubierta puede ser asociada con la resistencia relativa o susceptibilidad del grano al ataque de Callosobruchus spp.

Las características físicas y químicas del grano determinados para evaluar el comportamiento de C. maculatus en garbanzo producido en la región, no demuestran el porque en la prueba de libre elección, la variedad Surutato-77 (Figura 10) es mas dañada que los otros tipos de grano. Solo se puede inferir que esta variedad ocupa el 90-95% de la superficie dedicada a la siembra de garbanzo blanco, por lo que el gorgojo se ha adaptado a reproducirse casi exclusivamente en esta variedad,

Tabla 16. Observaciones Complementarias sobre la Resistencia Relativa de Variedades y Líneas de Garbanzo al Ataque de C. maculatus en la Prueba de No Elección.

Tipo de Garbanzo	Color (% de Reflectancia Relativa)	Proteína ^b Total (%) NX6.25	Textura objetiva. (Dureza en Kgs.)	
			Grano Entero	Cubierta
<u>Vars.</u>				
Surutato-77 ^a	28.6	21.23	120.0	38.0
Blanco Lechoso ^a	36.7	21.62	86.7	12.7
Santo Domingo	29.9	20.70	121.3	43.3
<u>Líneas</u>				
Liz	33.5	19.31	131.3	51.3
Tubutama	26.3	20.37	111.6	36.6

^aVariedades mas susceptibles al ataque de C. maculatus.

^bBase seca.

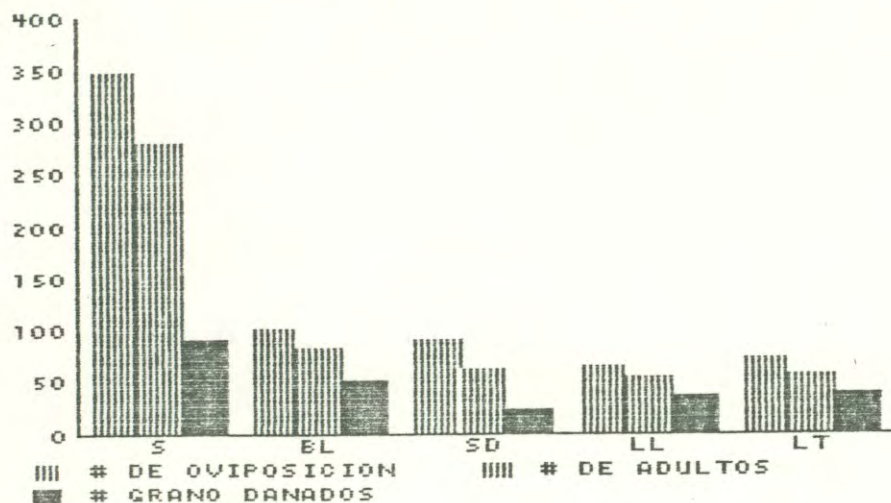


Figura 10. Evaluación de Resistencia Relativa de acuerdo a la Prueba de Libre Elección mostrando la Preferencia del Insectos (*C. maculatus*) para Dañar la Variedad Surutato-77. S(Var. Surutato-77), BL (Var. Blanco Lechoso), SD(Var. Santo Domingo), LL (Línea Liz) y LT (Línea Tubutama)..

de manera que en la prueba de libre elección mostró una amplia preferencia por la variedad Surutato-77.

En la prueba de no elección el insecto es forzado a dañar el grano, siendo la variedad Surutato-77 y Blanco Lechoso los mas afectados (Figura 11). En este caso, solo se puede mencionar que el insecto presenta adaptación en estas 2 variedades ya que ocupan el 95-100% del área de siembra destinada a garbanzo y que la variedad Blanco Lechoso fué fuertemente dañada por ser el grano más blando de acuerdo a las pruebas de textura.

Control Químico

De acuerdo al análisis estadístico de los resultados obtenidos en el diseño factorial que considera dosis y número de fumigaciones para el control de huevecillos (24-48 horas de oviposición) de C. maculatus, indica que no existe diferencia significativa con respecto a utilizar Phostoxin en dosis bajas (2 tabletas / M³) ó dosis altas (4 tabletas / M³) con una y dos fumigaciones. La Tabla 17 muestra los resultados obtenidos en esta investigación en la cual, se observa de 99.2 % a 100% de control en base a la emergencia de adultos.

Estos resultados indican que aún siendo la fase de huevecillo una de las mas difíciles de controlar por su baja actividad respiratoria, es posible obtener altos porcentos de control en forma experimental, cuando se manejan adecuadamente factores como: fugas de gas de fosfuro de hidrógeno, tiempo de exposición

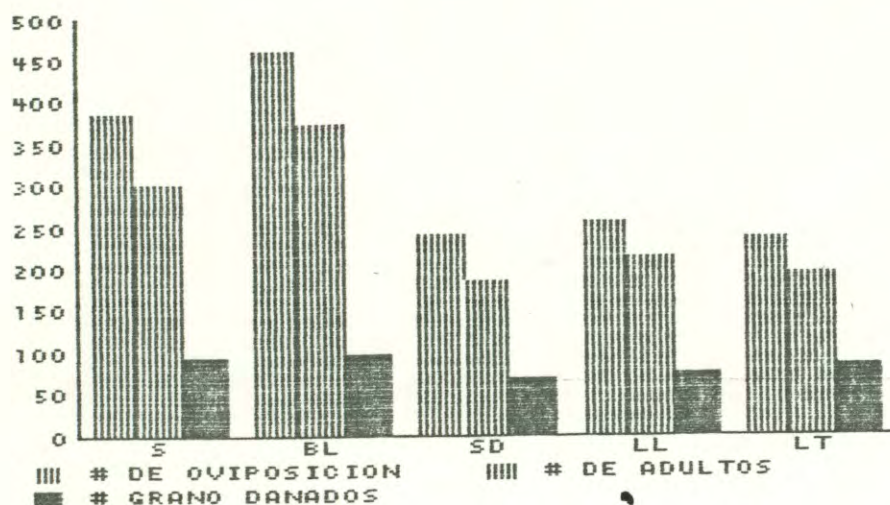


Figura 11. Evaluación de Resistencia Relativa, de acuerdo a la prueba de No Elección mostrando la Preferencia del Insecto (*C. maculatus*) para Dañar las Variedades Surutato-77 y Blanco Lechoso. S(var. Surutato-77), BL (Var. Blanco Lechoso), SD (Var. Santo Domingo), LL (Línea Liz) y LT (Línea Tubutama).

Tabla 17. Efectos del Control Químico Mediante Fumigaciones con Phostoxin dirigida sobre Huevecillos (24-48 horas de oviposición) de C. maculatus en un Diseño Factorial 2 x 2 con 4 Repeticiones.

Tratamiento	No. de huevecillos tratados	Adultos emergidos				% de control
		Repeticiones				
		I	II	III	IV	
Dosis baja 1 fumigación	100	0	0	1	0	99.7
Dosis baja 2 fumigaciones	100	0	0	0	0	100.0
Dosis alta 1 fumigación	100	0	1	0	1	99.5
Dosis alta 2 fumigaciones	100	0	0	0	3	99.2

no menor de 72 hrs. y dosis de Phostoxin mayores que los recomendados comercialmente (1-2 tabletas / M³).

Estudios Complementarios sobre el Control Químico.

Estos se realizaron con el fin de efectuar comparaciones entre el efecto de la fumigación con Phostoxin sobre huevecillos en condiciones experimentales y condiciones de almacén en forma comercial, además se verificó el grado de control que efectúa el fumigante sobre diferentes estados larvarios del insecto y adultos. La Tabla 18, muestra los resultados obtenidos en esta investigación e indican que existe diferencia entre tratamientos en cuanto al estado de desarrollo que presenta el insecto al momento de la fumigación. Pero no se encontró efecto con respecto al control de huevecillos o adultos considerando la posición de las pruebas en las estibas (parte alta, media y baja).

Realizando comparaciones entre el efecto de la fumigación con Phostoxin sobre huevecillos sin eclosionar en condiciones experimentales (24-48 hrs. de oviposición) y condiciones de almacén (5-24 hrs. de oviposición), se observa que en condiciones experimentales el % de control varía de 99.2 -100% (Tabla 17) y en condiciones de almacén al menos controla 80% de los huevecillos (Tabla 18). En ambos casos se consideró que el huevecillo no había eclosionado y producido larva ya que esto ocurre después de 6 días de oviposición.

Tabla 18. Efectos de Control Químico Dirigido sobre Diferentes Estado de Desarrollo de C. maculatus Utilizando Phostoxin en Dosis de 1.5 tableta/M³ como Fumigación Preventiva en Garbanzo Var. Surutato-77.

		Estados de desarrollo			
		<u>Estadíos larvarios</u>			Adultos
Huevecillos de 5-24 horas de oviposición.		1°	3°	6°	
No. de individuos	100	100	100	100	100
% de control	80	99	100	81	100

El bajo porcentaje de control sobre huevecillos en condiciones de almacenamiento comercial, representa un gran peligro ya que es de esperarse la emergencia de adultos que continuarán la infestación.

Larvas del sexto estadio de desarrollo presentaron resistencia a ser controladas, ya que al menos 81% de las larvas no continuaron su desarrollo (Tabla 18). Esto puede deberse a que larvas desarrolladas aunque realicen mayor metabolismo de respiración, éstas se encuentran más internamente en el grano por lo que pueden recibir menores concentraciones de gas (fosfuro de hidrógeno).

En cambio larvas del primer y tercer estadio larvario fueron fácilmente controladas (Tabla 18), esto debido posiblemente a que las larvas se encuentran en plena actividad respiratoria, dañando la parte superficial del grano donde reciben mayores concentraciones de fosfuro de hidrógeno (PH_3).

Los adultos fueron controlados en un 100% (Tabla 18) ya que el fosfuro de hidrógeno producido por la reacción del Phostoxin tiene una amplia capacidad tóxica sobre insectos que se encuentran sobre el grano como es el caso de adultos de C. maculatus.

CONCLUSIONES

- Garbanzo variedad Surutato-77, producido en la Costa de Hermosillo, Sonora es atacado específicamente durante su almacenamiento por el gorgojo C. maculatus, este insecto presenta una gran reproducción bajo condiciones óptimas y puede dañar la totalidad del grano almacenado.
- La duración del ciclo biológico (huevecillo-adulto) de Callosobruchus maculatus, en garbanzo variedad Surutato-77 presentó un rango de 25-36 días.
- Se determinó que el 90% de los huevecillos son ovipositados en los tres primeros días de vida fértil de la hembra y la emergencia de adultos, hembra y macho tienen un promedio de 55 y 45% respectivamente. La viabilidad de los huevecillos presentó un rango de 66-78%.
- No fué posible determinar el porqué de la preferencia de C. maculatus, a dañar a las variedades Surutato-77 y Blanco Lechoso, de acuerdo a las pruebas realizadas.
- El fumigante fosfuro de hidrógeno (Phostoxin) controló eficazmente a huevecillos recientemente ovipositados en granos, bajo condiciones experimentales.
- El anterior fumigante no controló totalmente la población de huevecillos recién ovipositados y larvas del sexto estadio en condiciones de almacenamiento comercial.

RECOMENDACIONES

1. Considerar la duración del ciclo biológico (25-36 días) de C. maculatus en la selección de el intervalo de fumigación para garbanzo almacenado.
2. En el caso de que se detecte sobre el grano de garbanzo huevecillos recientemente ovipositados, se recomienda aumentar las dosis de fumigación respecto a las descritas comercialmente.
3. Debido a la alta adaptación que presenta C. maculatus en garbanzo variedad Surutato-77, es necesario que se apliquen eficientemente las prácticas de almacenamiento.

B I B L I O G R A F I A

- AACC. 1976. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods. Vo. 1, St. Paul, Minn. 44-40, 46-13.
- Agtron Color/Quality Control. Reflectance Spectro Photometer Instructions Operation and Maintenance Manual. San José, California.
- Ahmad, M. 1976. Effect of Phosphine Fumigation on the Germination of Edible Legume Seeds. J. Stored. Prod. Res. 12:211-212.
- A H S A, 1986. Comunicación Personal. Sr. Jesús Figueroa, Responsable de Manejo y Conservación de Granos y Semillas en la Almacenadora de Hermosillo, S.A. Entrevista realizada en Almacenes de garbanzo, Octubre 13, 1986.
- ANDSA. 1979. Manual de Procedimientos de Muestreo y Análisis de Granos y Semillas. Editado por ANDSA México, 1-16.
- Bond, E. J. 1977. Toxicity of Mixtures of Methyl Bromide and Phosphine to Insects. America, Ent. Soc. 77:1-15
- Bond, E. J., Robinson, J. R., and Buckland, C. T. 1969. The Toxic Action of Phosphine-Absorption and Symptoms of Poisoning in Insects. J. Stored. Prod. Res. 5:289-298.
- Bond, E.J., and Dumas, T. 1982. A Portable Gas Chromatograph for Macro and Micro Determination of Fumigants in the Field, J. Agric. Fd. Chem. 30:986-988.
- Bond, E. J., Dumas, T., and Hobbs, S. 1984. Corrosion of Metals by the Fumigant Phosphine. J. Stored. Prod. Res. 20:57-63
- CAESTOD. 1983. Guía para Producir Garbanzo en el Valle de Santo Domingo. Grupo Interdisciplinario de Garbanzo. CAESTOD B.C. Sur, México. 3, 4, 19.
- Caswell, G. H. 1960. Observation on an Abnormal Form of Callosobruchus maculatus (F.) Bull. Ent. Res. London. 50(4):671-680.
- CIANO. 1982. Guía para Producir Garbanzo en la Costa de Hermosillo. Grupo Interdisciplinario de garbanzo CAECH. Folleto para productores. No. 2, 3, 18.
- CIANO. 1984. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola, Costa de Hermosillo. Grupo Interdisciplinario de garbanzo CAECH. 24, 31

- Cook, J. S. 1980. Use of Controlled Air with Fumigants in Mass Grain Storages. Report of Degesh Technical Meeting. República Federal de Alemania. 79-85.
- Davey, Pauline, M. 1965. Insect Pests of Stored Products in the Tropics and the Commodities and Conditions in which they Occur. Trop. Stored. Prod. Inf. No. 10.379.
- De Luca, Y. 1966. Alimentation Imaginale Des Bruchidas (Col.) (adult feeding of bruchids). Parasitica. 22-26-54.
- Dina, S.O. 1971. The Reaction of Various Types of Pulses on the Life Process of Bruchids *C. chinensis*, *C. maculatus*. M. Sc. Thesis, post Graduate School, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi. Folleto de divulgación s/n.
- El-Sawaf, S. K. 1956. Some Factors Affecting the Longevity, Oviposition and Rate of Development in the Southern Cowpea Weevil, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). Bull. Soc. Ent. Egypt. 40:29-95
- FAO. 1969. Mejores Cosechas Mejor Almacenadas. La función del Almacenamiento en el Abastecimiento Mundial de Alimentos. Italia. Folleto. 3-7.
- FAO. 1981. Improvement of Nutritional Quality of Food Crops. Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations. Roma, Italy. 1,2,4-6.
- Giga, D. P., and Smith, R.H. 1983. Comparative Life History Studies of Four *Callosobruchus* Species Infesting Cowpeas with Special Reference to *Callosobruchus rhodesianus* (PIC) (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored. Prod. Res. 19(4):189-198.
- Gokhale, U. G., and Srivastava, B. K. 1975. Ovipositional Behavior of *Callosobruchus maculatus* (fabricius) (Coleoptera: Bruchidae)-I. Distribution of Eggs and Relative Ovipositional Preference on Several Leguminous Seeds. Indian. J. Ent. 37(2):122-128.
- Heseltine, H. K. 1960. A Concentration-Time Product Indicator for Fumigations. Pest tech., Bulletin, 88-92.
- Howe, R.W., and Curries, J.E. 1974. Some Laboratory Observations on the Rates of Development, Mortality and Oviposition of Several Species of Bruchidae Breeding in Stored Pulses. Bull. Ent. Res. 55:437-477.

- Jamieson, Michael y Jobber, Petter. 1974. Manejo de los Alimentos. Ecología del Almacenamiento. Ed. Pax-México. vol. 1:30-31.
- Jamieson, Michael y Jobber, Petter. 1975. Manejo de los Alimentos. Técnicas de Conservación. Ed. Pax-México. vol. 2: 212-213.
- Lecato, Leonardo G., and Flaherty, B. R. 1974. Description of Eggs of Selected Species of Stored product Insects. (Coleoptera and Lepidoptera). Kansas. J. Ent. Soc. 47(3). 313, 314.
- MaFarlane, J. A. 1975. Legumbres secas, En: Manejo de los Alimentos. Editado por Jamieson y Jobber ed. Pax-México. vol. 2:217.
- Monro, H. A. U. 1969. Manual of Fumigation for Insect Control. FAO Agricultural Studies. FAO, Rome No. 79 2nd Ed. (Rev) 381 pag.
- Osmun, J. V. 1969. Physical and Mechanical Control in Insect Pest Management and Control. Nat. Acad. Sci. Publ. 1965: 243-281.
- Podoler, H., and Applebaum, S. W. 1969. Physiological Aspects of Host Specificity in the Bruchidae V. Varietal Differences in the Resistance of *Vicia faba* C. to *Callosobruchus chinensis* L. J. Stored, Prod. Res. 4:9-11.
- Quintín, O. J. 1975. Dietética. Bromatología de los Alimentos Industrializados. Tomo III 24 Edición. Ed. José Quintín, Olascoaga. México. 229-232.
- Ramírez, M. M. 1985. Biología e Identificación de Insectos de Granos Almacenados. Instituto de Biología, UNAM. México. 39.
- Raina, A. K. 1970. *Callosobruchus* spp. Infesting Stored Pulses (grain legumes) in India and Comparative Study of Their Biology. Indian. J. Ent. 32(4):303-310.
- Raina, A. K. 1971. Comparative Resistance to Three Species of *Callosobruchus* in a Strain of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) J. Stored. Prod. Res. 7-213-216.
- Reddy, A. R., and Singh, J. 1972. Relative Resistance of Eight Important Varieties of Grain *Cicer arietinum* (Linn.) to Pulses Beetle, *Callosobruchus chinensis* (Linn.) Indian J. Ent. 34(1):50-51.

- Reyes, P. 1978. Diseño de Experimentos Aplicados. Edit. Trillas, México. 104, 112-116.
- SARH. 1979-1986. Cuaderno de Datos Básicos del Sector Agropecuario y Forestal. SARH. Subdirección de planeación. Hermosillo, Sonora.
- Shalk, J. M. 1973. Chickpea Resistance to *Callosobruchus maculatus* in Iran. J. Econ. Ent. 66(2). 578-579.
- Shalk, J. M. and Rassoullian, G. 1973. *Callosobruchus maculatus*: Observations of Attack on Cowpeas in Iran. J. Econ. Ent. 66(2). 579-580.
- Singh, Yeshbir, Saxena, H. P., and Singh, K. M. 1980. Exploration of Resistance to Pulse Beetles I. Ovipositional Preference of *Callosobruchus chinensis* Linnaeus and *Callosobruchus maculatus* Fabricus. Indian J. Ent. 42(3):375-382.
- Southgate, B. J., Howe, R. W., and Brett, G.A. 1957. The Specific Status of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus analis* (F.). Bull. Ent. Res. 48(1)78-89.
- Spirina, T. S. 1974. The Comparative Morphology of the Male and Female Genitalia in the Two Forms of the Four-Spotted Cowpea Beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Ent. Rev. 53-4:22-27.
- TDRI. 1984. Insects and Arachnids of Tropical Stored Products Their Biology and Identification. (A training Manual). (42-43, 48-49). Compiled by Entomologists of the Storage Department of the Tropical Development and Research Institute. U.S.A. 42-43, 48-49.
- Teoria, T. P. S., and Singh, V. S. 1966. The Effect of Host Species on the Oviposition, Fecundity and Development of *Callosobruchus chinensis* Linn. (Bruchidae: Coleoptera). Bull. Grain. Technol. 4:3-10.
- USDA. 1979. Stored-Grain Insects. Agriculture Handbook. Science and Education Administration United States Department of Agriculture. Washington, D.C. 6, 15, 50.
- Utida, S. 1954. Phase Dimorphism Observed in the Laboratory Population of the Cowpea Weevil. *Callosobruchus quadramaculatus*. Jap. J. Appl. Ent. Zoo. 18:161-168.
- Utida, S. 1969. Photoperiod as a Factor Inducing the Flight Form in the Population of Southern Cowpea Weevil, *Callosobruchus maculatus*. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 14:71-78.

- Utida, 1970. Secular Change of Percent Emergence of the Flight Form in the Population of Southern Cowpea Weevil, *Callosobruchus maculatus*. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 14:71-78.
- Utida, S. 1972. Density Dependent Polymorphism in the Adult of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Res. 8:11-126.
- Utida, S. and Takakash, F. 1958. "Phase" Dimorphism Observed in the Laboratory Population of the Cowpea Weevil *Callosobruchus quadramaculatus* III. Chemical Differences of Body Constituents Between Two Phases. Jap. Journ. Appl. Ent. Zool. 2:33-37.
- Valenzuela, C. R. 1987. Comunicación Personal. Técnico en Conservación y Certificación de Granos y Semillas. Entrevistado en FUMICERT, 5 de enero de 1987. Hermosillo, Sonora.
- Winks, R. G. 1984. The Toxicity of Phosphine to Adults of *Tribolium castaneum* (Herbst): Time as a Dosage Factor. J. Stored Prod. Res. 20(1):45-56.
- Yadav, T. D. and Pant, N. C. 1978. Development Response of *Callosobruchus maculatus* (FAB) and *Callosobruchus chinensis* (Linn.) on Different Pulses. Indian. J. Ent. 40(1):7-15.
- Zaazou, H. T. 1951. The Effect of Age on the Host-Selection Principle. Bull. Soc. Found. 1er. Ent. 35:167-174.
- Zettler, L. J., and Redlinger, L. M. 1983. Arthropodes Management with Residual Insecticides. In Research Entomologists. USDA. ARS Laboratory, Savannah, GA 31403. 14.



**BIBLIOTECA
D. I. P. A.**