

82  
lej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

**Facultad de Ciencias**

**"OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE *Tenebrio molitor* L.  
(COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) EN CONDICIONES  
DE LABORATORIO EN RELACION CON LA  
CANTIDAD DE RACION EMPLEADA"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**Licenciado en Biología**

**PRESENTA**

**Margarita Hernández Martínez**

**MEXICO, D. F.**

**1988**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CONTENIDO

	Pag.
Introducción .....	1
Antecedentes .....	6
Características Morfológicas y Fisiológicas de <u>Tenebrio molitor</u> Linnaeus ....	11
Objetivos .....	16
Material y Método .....	17
Resultados y Discusión .....	24
Conclusión .....	68
Literatura Consultada .....	70

## INDICE DE CUADROS

No. de Cuadro	Pag.
1 Tiempo de desarrollo de cada estado de <u>Tenebrio molitor</u> L. ....	28
2 Número de larvas producidas semanalmente en las diferentes raciones del Lote Sin Sexar. ....	30
3 Número de larvas producidas semanalmente en las diferentes raciones del Lote Sexado..	31
4 Media Numerica de tres estados de desarrollo de <u>Tenebrio molitor</u> L. a diferentes -- tiempos, en cada una de las raciones del - Lote Sin Sexar. ....	36
5 Media Numerica de tres estados de desarrollo de <u>Tenebrio molitor</u> L. a diferentes -- tiempos, en cada una de las raciones del - Lote Sexado. ....	37
6 Radio de Mortalidad en dos diferentes estados de desarrollo de T. <u>molitor</u> , en los dos Lotes experimentales en las tres diferentes raciones. ....	43

7	Porcentaje de Supervivencia de adultos de <u>Tenebrio molitor</u> L. en condiciones de Laboratorio. ....	47
8	Fertilidad específica en <u>Tenebrio molitor</u> por pareja, en condiciones de Laboratorio. ....	49
9	Radio Sexual de la F <sub>1</sub> en los diferentes Lotes experimentales (Porcentaje de pupas hembra. ....	50
10	Análisis Bromatológicos Proximales de - - <u>Tenebrio molitor</u> L. ....	52
11	Contenido de Aminoácidos de la larva de - T. <u>molitor</u> . ....	54
12	Análisis Bromatológicos Proximales de - - excretas de <u>Tenebrio molitor</u> L. ....	55
13	Eficiencia de Conversión de las larvas de T. <u>molitor</u> , en los dos Lotes experimentales. ....	57
14	Contenido energético en las diferentes raciones de los dos Lotes experimentales. ..	59
15	Valor Nutritivo de <u>Tenebrio molitor</u> L. -- comparados con algunos alimentos en base húmeda. ....	61

16 Productividad y Costos del cultivo de larvas  
de Tenebrio molitor L., en los dos Lotes expe  
rimentales. .... 62

## INDICE DE GRAFICAS

No. de Gráfica	Pag.
I, II y III	Número de individuos presentes en cada estado de desarrollo en las diferentes raciones del Lote Sin Sexar. .... 33
IV, V y VI	Número de individuos presentes en cada estado de desarrollo en las diferentes raciones del Lote Sexado. .... 35
VII	Número de larvas producidas en un lapso de tres meses de experimentación en el Lote Sin Sexar. .... 39
VIII	Número de larvas producidas en un lapso de tres meses de experimentación en el Lote Sexado. .... 40
IX	Peso (gr) de las larvas obtenidas en - los dos Lotes experimentales durante - dos meses. .... 42
X, XI, XII	Longevidad de los adultos utilizados como pie de cría durante el tiempo de experimentación, en el Lote Sin Sexar. ....45

XIII, XIV, XV	Longevidad de los adultos utilizados como pie de cría durante el tiempo de experimentación, en el Lote Sexado. ....	46
---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



## INDICE DE FIGURAS

No. de Figura	Pag.
1	Ciclo de Vida de <u>Tenebrio molitor</u> L. .... 13
2	Papilas genitales de las pupas de - <u>Tenebrio molitor</u> L. .... 19
3	Modelo Biotecnológico para la obtención de larvas y/o pupas de - - - - - <u>Tenebrio molitor</u> L. .... 64
4	Organigrama para el Cultivo de - - - - <u>Tenebrio molitor</u> L. .... 66

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

Un problema capital en nuestra época es proporcionar una dieta balanceada a los grandes sectores de los pueblos del mundo.

El aumento demográfico ascendente de la población humana reclama día a día mayores volúmenes de granos y cereales que satisfagan las necesidades -- alimenticias de la humanidad. Por esta razón el -- hombre se ha preocupado por conservarlas contra el peligro que significan las plagas (insectos, hongos, bacterias y roedores), pues desde la producción, transporte y aún durante el almacenamiento -- existen pérdidas. Uno de los principales factores que las determinan y acentúan, es la falta de medidas sanitarias. Entre las plagas que merman y destruyen cosechas, los insectos son quizás los más -- importantes tanto en el campo como durante el almacenamiento, causando grandes pérdidas de peso y calidad de los productos debido a la forma de alimentación y oviposición; además contaminan los productos almacenados con sus excretas e individuos muertos. (Jamieson, M. 1975)

Mucho se ha escrito acerca de la acción destructiva de los insectos, sin analizar que muchos -- de ellos tienen atributos y hábitos benéficos, el --

valor de los cuales podemos difícilmente sobreestimar.

Los insectos tienen una innumerable variedad de usos entre los que se encuentran el utilizarlos como colorantes rojos para cabellos y uñas - - - - (Lethocerus indicus, Hemiptera: Belostomidae); en la medicina como antidiuréticos, además de curar riñón, hígado y dolencias estomacales - - - - - (Euschistus gopilotensis D., Hemiptera: - - - - - Pentatomidae); en algunas toscas cirugías e incluso en la medicina afrodisíaca (Aspongopus chinensis, - Hemiptera: Pentatomidae). (Hoffman, W.E. 1974; Ramos Elorduy J. de C. 1977, 1984).

Sin embargo, uno de los más importantes usos que se les ha dado es el de su utilización como - - fuente de proteína animal, la cual no ha sido aprovechada adecuadamente hasta el momento, asegurando éstos, una buena alimentación por ser numerosos, diversos, comestibles y aceptables. (Conconi, R. 1974, 1982).

El hábito conocido como entomofagia, que se refiere al consumo de insectos por humanos es muy frecuente, principalmente en regiones donde las condiciones ambientales son adversas. En algunos lugares son colectados, secados y almacenados en grandes cantidades para consumirlos cuando el alimento es escaso. Los insectos son aprovechados para su consumo en todos sus estados: huevo, larva, ninfa y --

adulto. (Conconi, J.R. 1984).

En México cantidades considerables de insectos son consumidos regularmente, por ejemplo los huevecillos de chinches acuáticas (Corixidae y Notonectidae) conocidas como shuatle, son de gran demanda; - los chapulines (Acrididae), el gusano del queso - - (Muscidae), los escamoles (Formicidae), etc.

La gente de Jamaica considera un guiso de grillo un platillo muy especial. Los tumores de mosca del buey son ingeridos crudos en algunas tribus de Africa. Los nativos de Australia colectan grandes cantidades de la palomilla "Bugong" (Agrotis infusa, Smith) que al tostarlas presentan un agradable olor y sabor a nuez. (Metcalf, C.L. 1976; Hoffman, W.E. 1947; Cravioto 1951).

Es por esto que se ha señalado a los insectos como una prometedora alternativa alimenticia para - el hombre, tanto directa como indirectamente, en -- éste último aspecto se les ha señalado como una posible fuente de proteína y energía para animales domésticos, en la elaboración de alimentos balanceados, en virtud de que poseen aminoácidos esenciales tales como el Triptofano, Metionina, etc. y aminoácidos no esenciales como la Histidina, Glicina y - Arginina, supliendo las carencias de los granos y - diversos alimentos ensayados, todo esto apoyado con el hecho de que en el campo la mayor parte de la -- alimentación de guajolotes, gallinas y otros animales domesticos es a base de insectos. (Metcalf, C.-

L. 1976).

La ventaja del uso de insectos con este fin, ra dice principalmente en que en general tienen ciclos de vida cortos, gran potencial reproductivo, son fácilmente adaptables y lo más importante, tienen un alto contenido de proteínas.

En la actualidad el cultivo masivo de insectos se ha realizado con diferentes fines, uno de los más conocidos es el de utilizarlos en estudios de tipo genético de los que el clásico ejemplo es con las especies de Drosophila spp.; también se ha utilizado como depredadores ó para liberar individuos irradiados con dosis esterilizantes contra poblaciones de insectos plaga, como ocurre en Metapa y Tuxtla Gutierrez, Chiapas, con Ceratitis capitata (Wied), y Cochlymia hominivorax, respectivamente.

Considerando que los insectos debido a sus prodigiosas cantidades probablemente excedan en peso a toda otra materia animal en las áreas terrestres del mundo (Metcalf, 1976), y que además son el grupo animal numericamente dominante que se ha adaptado a todos los medios ambientes que existen en la tierra formando las 4/5 partes de ésta. (Conconi, R 1974, 1982). Actualmente se esta estudiando la posibilidad de una producción masiva de insectos para obtener proteína como una posibilidad menos compleja y más fructifera que el utilizarlos como métodos de control biológico, es de aquí, donde se desprende el interes por su estudio biológico y ecológico

con el fin de realizar cultivos masivos ó semimasivos por ser una rica fuente de proteínas y calorías en la nutrición del ganado, peces y aves de corral, así como para aves exóticas (Guacamayas, Tucanes, - etc.), algunos reptiles y pequeños mamíferos, en lugar de dedicar grandes áreas de cultivo para ellos.

Dentro de los insectos que actualmente han -- aumentado el interés de los científicos se encuen-- tra Tenebrio molitor L. ( "gusano amarillo de las -- harinas"), pues se le esta utilizando en estudios -- sobre el valor nutricional de diferentes vegetales y diversas investigaciones más. Las ventajas de -- utilizar a T. molitor en la alimentación animal, ra-- dicarían en la sencillez de su cultivo, su alto gra-- do de reproducción, su facilidad de manipulación, -- su tamaño y su costo, comparado con otras fuentes -- de proteína utilizadas para los mismos fines.

Actualmente tambien se esta proponiendo al "gu-- sano amarillo de las harinas", para ser usado en la alimentación humana, preparado de diferentes mane-- ras, incluso como un dulce exótico, para ser expor-- tado a las tiendas de gourmets en las grandes capi-- tales.

## A N T E C E D E N T E S

La alimentación tiene que servir a numerosos - propósitos fisiológicos, el primero y más inmediato es mantener la actividad y calor corporal. Todos - los alimentos satisfacen en diversos grados, seme- - jante propósito. Su contribución energética puede medirse con precisión en términos de una unidad de energía, la caloría. Las fuentes de donde se obtie- - ne esa energía son los carbohidratos y las grasas.

Después de la provisión de energía otro desti- - no importante que tienen los alimentos es la fun- - ción plástica, es decir, la formación de los diver- - sos tejidos y órganos, así como su mantenimiento. Esto requiere de un grupo altamente diferenciado de compuestos genéricamente denominados proteínas, que invariablemente contienen en sus moléculas el ele- - mento Nitrógeno.

Cabe señalar que no todas las proteínas con- - tienen todos los aminoácidos esenciales y que tam- - po existe una proteína ideal, es decir, aquella que ofrezca una combinación de aminoácidos en las pro- - porciones requeridas, es por ello que para una bue- - na dieta proteínica se requiere de la ingesta com- - plementaria de diversos alimentos.

En nuestro país la dieta de las mayorías tiene profundas deficiencias nutricionales. Basta pensar

en el maíz y el frijol como alimentos básicos, para referirnos a la dieta de la mayor parte de la población rural y sus problemas nutricionales colaterales. Los alimentos mencionados forman la mayor parte de la dieta y no son capaces de aportar por sí só los, ni en suficiencia ni en proporción todos los nutrimentos que requiere el organismo.

Las diferencias en la participación de la energía y de las proteínas de origen animal en la dieta de los países desarrollados respecto a la dieta de los mexicanos muestra una gran diferencia. Informes del INM (Instituto Nacional de Nutrición) así como de la FAO afirman la necesidad de contar con alrededor de 35% de proteínas animales en la ingesta diaria per cápita, lo cual no siempre es alcanzado en nuestra población pues en el medio urbano es del 46.5% mientras que en el medio rural es del 20.7% (49% de la población total).

Mientras que el hombre promedio rural encuentra en los vegetales 90.8% de energía y 79.3% de proteínas, su similar del medio urbano obtiene de esa misma fuente 77.1% de energía y 53.5% de las proteínas ingeridas.

Como puede observarse, la gran cantidad de derivados de alimentos vegetales en la dieta de la mayoría de la población rural, reafirma la idea de una dieta monótona que sólo le permite a la persona mantenerse en capacidad de incorporarse al trabajo no calificado. Esto se ilustra con el fenómeno de ---



inmigración a las ciudades por parte de los campesinos cuya causa tal vez más importante es la incapacidad de obtener el sustento cotidiano. (Anónimo, - Alimentación. 1983)

Siendo el hambre y la desnutrición problemas reales de nuestro tiempo e importantes en la raza humana, se han tomado en cuenta a los insectos como una alternativa alimentaria, es por ello que se han realizado diversas investigaciones acerca de su valor nutricional en varias partes del mundo y particularmente en algunos estados de la República Mexicana.

Los estudios realizados reportan contenidos -- proteínicos del 30% al 81% base seca, y contenidos adecuados de aminoácidos en base al patrón FAO/OMS 1973. (Conconi y Bourges, 1982)

Se considera a la proteína animal el alimento más completo y su importancia radica en el balance de los aminoácidos esenciales que posee, los que le confieren una mayor digestibilidad y son indispensables para un desarrollo armónico, al facilitar su asimilación. (Maynard y Loosli, 1975).

Actualmente han sido registradas 237 especies de insectos comestibles de los que se han analizado su valor nutritivo en base a la cantidad de proteína, obteniéndose los siguientes resultados: en chapulines (Orthoptera) 53.13% a 75.3%; en chinches -- (Hemiptera) de 36.82% a 71.52%; en moscas (Diptera)

de 35.90% a 76.94%; en escarabajos (Coleoptera) de 29.68% a 69.05%; en periquitos y cigarras - - - (Homoptera) de 59.57% a 72.02%; en mariposas - - - (Lepidoptera) de 41.97% a 71.60% y en abejas, avis-  
pas y hormigas de 9.45% a 81.69% con calificaciones químicas que van de 10% a 96%. (Conconi y col.1984)

Igualmente poseen un alto contenido vitamínico, especialmente en vitaminas del grupo B, lo cual les confiere gran importancia nutricional, debido a que las vitaminas son excelentes reguladores del buen funcionamiento del organismo, formando parte importante en la composición de numerosas enzimas catalizadoras de diversos procesos bioquímicos esenciales.

También se tiene conocimiento del alto contenido de sales minerales en especial de Fósforo y Potasio, así como de Calcio, Hierro y Azufre en los chapulines y otros insectos. (Conconi y Bourges, en prensa).

Entre las investigaciones realizadas con - - - Tenebrio molitor L. se encuentran, el utilizarlo como evaluador del valor nutricional de proteínas en semillas y legumbres (Leclercq et De Bast, 1965; G. R.F. Davis, 1969, 1972, 1974), ofreciendo grandes ventajas sobre las pruebas realizadas con vertebrados tales como ratas, proporcionando los primeros, resultados más rápidos, a partir de una mínima cantidad de alimento y con pequeños gastos de mantenimiento; así mismo se ha utilizado al mismo insecto para alimentar ratas (Goulet, G., 1978); por otro -

lado se ha estudiado la nutrición proteínica más adecuada para un mejor crecimiento de la larva (G.R. F. Davis, 1977; Fraenkel, 1956); también ha sido motivo de investigación el comportamiento del organismo a diferentes temperaturas y humedades (Punzo, F. and Mutchmor, 1978, 1979), e incluso a exposiciones de irradiación (Asraf Mohammad and Brower; Brower -- 1972).

Por otra parte se ha estudiado sobre las relaciones interespecíficas y se ha señalado a un ácaro, el Calouglifus sp., como un enemigo natural que los ataca en estado larval y pupal. (M. Ramirez Genel, 1982).

## CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS Y FISIOLÓGICAS

### DE Tenebrio molitor Linneaus

Este insecto es comunmente conocido como "Gusano Amarillo de la Harina" ó en su estado adulto como "Gorgojo Negro"; perteneciente al Género - - - Tenebrio palabra de origen latino que significa - "obscuridad" calificativo apropiado para estos insectos de hábitos nocturnos y por localizarse en lugares oscuros.

Tenebrio molitor L. es considerado como una plaga secundaria, por alimentarse de granos y semillas que ya han sido dañados con anterioridad por plagas primarias, durante la recolección, etc.

Se considera a estos organismos como una plaga de distribución mundial, pero se ubica su origen más probable en Europa ó Asia.

Se les puede encontrar en lugares oscuros y húmedos alimentandose de harinas, salvado, granos, trozos de plumas, etc.

La duración de su ciclo de vida varía dependiendo de las condiciones ambientales, teniendo como óptimas una temperatura de 25°C a 27°C y una humedad relativa de 70% a 80%, pero en general se sabe que requieren alrededor de 200 días para comple-

tarlo. (Fig. 1)

Por ser organismos holometabolos, atraviesan por -- varios estados durante su vida: huevo, larva, pupa y adulto ó imago.

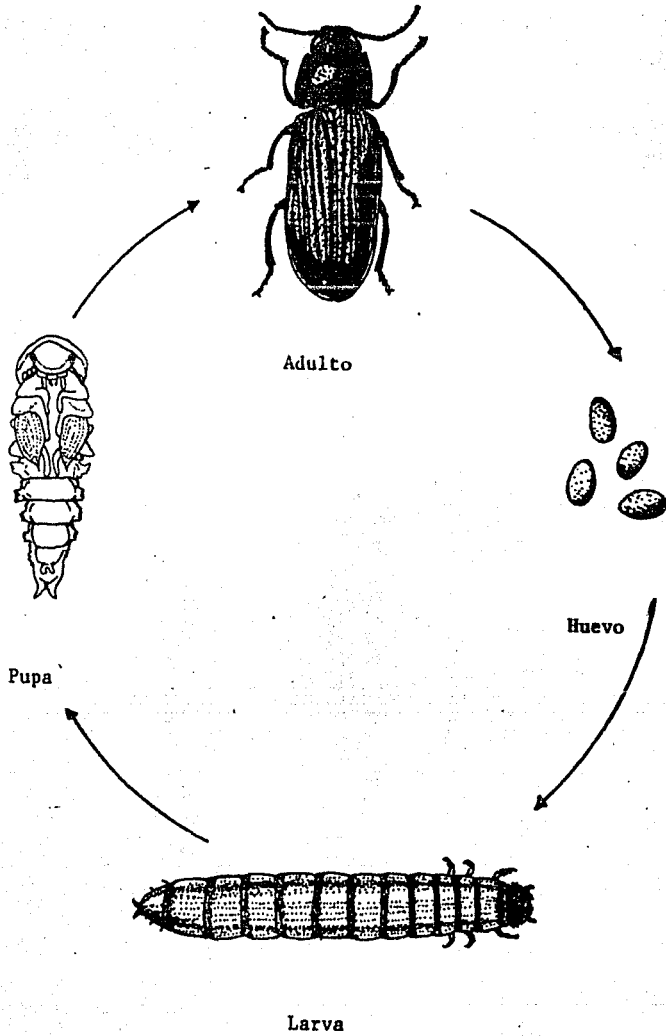
Los adultos son de un color lustroso café obscuro ó negro de aproximadamente 14 mm. de largo, su torax esta finamente punteado y sus alas presentan estrías longitudinales.

Una sóla hembra puede depositar alrededor de - 275 huevecillos, los cuales son cubiertos por una - secreción pegajosa que los adhiere al alimento, formando pequeños grupos; las oviposiciones se realizan en forma continua por más ó menos tres semanas. Algunas veces las hembras emplean más de dos meses para sus actividades de oviposición. Los huevecillos son ovales, de color blanco lechoso y brillantes, de más o menos 1.4 mm de longitud y de 0.66 mm a 0.69 mm de anchura. El periodo de incubación varía de 7 a 10 días.

Las larvas recién nacidas son delgadas y blancas cambiando pronto a un tono amarillo y tienen -- una longitud de 2 a 2.5 mm. El estado larval generalmente requiere de 6 a 9 meses, las larvas mudan frecuentemente hasta alcanzar un estado de larva ma dura (<100 mg; 25 - 30 mm).

La pupa es de color blanco, pero a medida que

Fig. 1 Ciclo de Vida de Tenebrio molitor L.



el tiempo pasa, esta coloración cambia a café amarillento, este período tiene una duración de 6 a 8 días, una vez completada la pupación es desechada - la cutícula pupal apareciendo el adulto cuya longevidad es de dos meses aproximadamente.

Los adultos pueden ser confundidos con cierta facilidad con el Tenebrioides mauritanicus. Esto - debido a que ambos presentan más o menos el mismo tamaño y coloración, sin embargo existen características taxonómicas que los distinguen perfectamente. (Anónimo, 1965; Cotton R.T. 1929, 1940, 1963; Ramirez Genel, 1982).

## P O S I C I O N   T A X O N O M I C A

PHYLUM ..... ARTROPODA

CLASE ..... INSECTA

ORDEN ..... COLEOPTERA

SUBORDEN ..... POLYPHAGA

FAMILIA ..... TENEBRIONIDAE

GENERO ..... TenebrioEspecie ..... molitor Linnaeus



## O B J E T I V O   G E N E R A L

"Determinar la ración óptima para el desarrollo de una población de Tenebrio molitor L. - en condiciones de laboratorio, para su posterior utilización en la alimentación de especies de importancia biológica, alimenticia y ornamental".

## O B J E T I V O S   S E C U N D A R I O S

- \* Descripción del ciclo de vida de T. molitor en condiciones de laboratorio.
- \* Observación y análisis del comportamiento etológico y fisiológico de la población de - - - - - Tenebrio molitor L., durante su ciclo de vida bajo condiciones de laboratorio.
- \* Conocer mediante Análisis Bromatológicos el estado de desarrollo de Tenebrio molitor L., con el mayor valor proteínico.
- \* Determinar la técnica para la obtención de proteína de los estados de desarrollo de T. molitor.

## MATERIAL Y METODO

El presente estudio se realizó en el Insectario del Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los individuos de Tenebrio molitor Linneaus -- utilizados como pie de cría para los cultivos, fueron tomados de cultivos existentes en esa institución.

El medio de cultivo fue una mezcla de salvado de trigo y levadura de cerveza en una proporción -- 10:1 respectivamente.

Todo el experimento se realizó en una cámara a una temperatura de  $26.5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , y con una humedad relativa de  $70\% \pm 2\%$ , empleando un Higrómetro marca Hartman, dichos valores se mantuvieron a lo largo -- de la investigación por considerarse los más convenientes (F. Punzo y J.A. Hutchmor, 1980).

Se prepararon 2 Lotes experimentales, uno de -- ellos utilizando individuos "Sin Sexar" y el otro -- con individuos "Sexados", a su vez cada uno de los Lotes contaba con tres diferentes raciones de medio de cultivo: "a" (250 gr), "b" (500 gr) y "c" (750 -- gr), cada ración de ambos Lotes estaba representada

por tres repeticiones. A cada una de las tres repeticiones de las tres diferentes raciones del Lote - Sin Sexar, se les introdujo 10 individuos adultos - de aproximadamente 1 a 2 días de haber pasado a estado adulto, resultando un total de 90 adultos por todas las repeticiones de este Lote. El Lote restante poseía como única diferencia que sus individuos adultos habían sido sexados, colocando en cada una de las repeticiones de las diferentes raciones 5 machos y 5 hembras. El sexado se realizó en base al dimorfismo sexual, el cual no es muy confiable - en estado adulto, por basarse en el grado de curvatura de la tibia delantera, estructura que puede variar individualmente, por lo que se efectuó en estado de pupa, en el que sí es apreciable tal dimorfismo, observado en la forma de los apéndices genitales. Las características de las papilas genitales en las que se basó el estudio fueron:

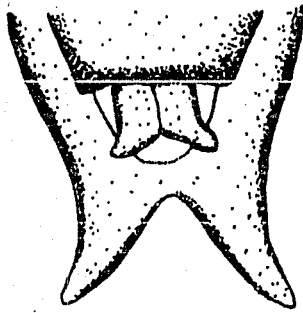
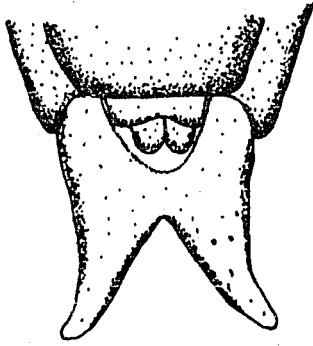
macho (♂): paralelas, fusionadas en la base; pequeñas e inconspicuas.

hembra (♀); divergentes y conspicuas; aplanadas; algo quitinizadas, no papilares.

(D.G.H. Halstead, 1965) (Fig. 2)

La revisión de los cultivos se realizó cada tercer día con el objeto de alterar lo menos posible su habitat. Los adultos de todas las raciones de ambos Lotes, fueron colocados en recipientes de plástico (30 cm largo X 20 cm ancho X 20 cm alto), con una tercera parte del alimento total de su ra--

Fig. 2 Papilas genitales de las pupas de Tenebrio molitor L.



ción, siendo removidos a una nueva caja con otra -- parte igual de alimento cada quince días. Esto con el fin de registrar la Tasa de Natalidad.

Lo anteriormente citado, se realizó durante 3 meses, midiendo diferentes parametros (Ciclo de Vida, Acoplamiento, Mortalidad, Natalidad, etc.).

Una vez que la población de larvas se incre--- mentó y alcanzaron una talla mayor fueron transferi--- das a otra caja de las mismas dimensiones con parte de su alimento de su caja de origen, de manera que cada ración se dividió en tres partes similares, é--- sto para evitar un posible canibalismo hacia las larvas pequeñas; obteniéndose de esta forma 3 cajas -- para cada una de las raciones de ambos Lotes experi--- mentales: adultos con huevecillos, larvas juveniles y larvas maduras.

Las larvas, una vez que han alcanzado el esta--- do pupal, son sexadas para conocer la proporción se--- xual y colocadas en recipientes pequeños de plásti--- co para registrar el tiempo requerido en la trans--- formación de pupa a adulto.

Dentro de los cuidados que requiere el cultivo de este insecto, estan el rociar con 6 ml. de agua cada tercer día las toallas de papel "Sanitas" que estaban colocadas en la superficie del medio que -- contenía a las larvas pequeñas, y con 10 ml de agua a aquellas de los adultos y larvas maduras, así como el lienzo utilizado como cubierta ó tapa de la -

caja que las albergaba, además de otras dos toallas de papel colocadas finalmente sobre esta última, éstas con el objeto de evitar al máximo el paso de la luz directa pues estos insectos poseen fototropismo negativo.

Así mismo se prepararon 10 cajas pequeñas de plástico (8 cm ancho X 16 cm largo X 8 cm alto) por cada diferente ración de 25 gr, 50 gr y 75 gr de medio de cultivo en la misma proporción 10:1. En cada una de estas cajas se introdujeron 10 pequeñas larvas de 9 mm de longitud aproximadamente, las que semanalmente fueron medidas, registrando de esta manera su incremento en talla hasta llegar al estado de pupa. Las toallas de papel de estas cajas que se encontraban sobre el medio de cultivo, fueron rociadas con 1 ml. de agua diariamente durante el primer mes y con 5 ml el tiempo restante de experimentación. También en estas cajas se humedecieron sus respectivas cubiertas de tela y de papel.

Para medir la fertilidad por pareja, se colocó a cada una de ellas, en una caja de Petri con 8 gr de salvado de trigo y 0.8 gr de levadura de cerveza en cuya superficie se encontraba una toalla de papel "sanitas" la cual se humedecía cada tercer día con 1 ml de agua. Esta prueba se realizó con 10 repeticiones, cuantificando el número de huevecillos y su viabilidad.

Los Análisis Bromatológicos de pupas, larvas y adultos, se realizaron en el Laboratorio de Nutri--

ción Animal y Bioquímica de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M., utilizando los Métodos del AOAC (Analytical Official Agricultural Chemists 1975). El porcentaje de humedad se estimó -- por el método de secado a peso constante (Pearson, 1975). Todas las muestras se procesaron en seco. Las cenizas se determinaron por calcinación, los lípidos por extracción en un Soxhlet con éter de petróleo puro, la fibra cruda se determinó en material desgrasado, mediante dos digestiones, una ácida y otra alcalina, las proteínas se determinaron -- por el método de Kjeldahl y los carbohidratos se -- calcularon por diferencia.

Así mismo en el Laboratorio de Análisis Químicos para Alimentos, de la misma Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, se efectuaron pruebas -- de rancidez a larvas de Tenebrio molitor L., mediante el tipo de análisis: Determinación de Índice de Peróxidos.

Por otra parte, en el Laboratorio de Ecología del Instituto de Biología de la U.N.A.M., se determinó el porcentaje de Nitrógeno y Fósforo total de las excretas de T. molitor L., empleando un Autoanalizador II Technican (Método Industrial 334-74W/B. Marzo 1977), en este caso dichas muestras fueron -- analizadas por digestión ácida con  $H_2SO_4$ , catalizadas con  $H_2O_2$  y determinadas por Colorimetría.

Por otro lado se realizó un estudio Económico

en donde se calculó el costo requerido en producir un gramo de proteína a partir de larvas del "gusano amarillo". El valor expresado en Moneda Nacional - se obtuvo dividiendo el costo del alimento consumido en cada una de las repeticiones de cada ración entre su proteína obtenida correspondientemente; el valor reportado es el resultado del promedio de los valores individuales de cada ración.

La Eficiencia de Conversión de las larvas se - calculó en base a los valores promedio de cada ración dividiendo el peso seco de esas larvas entre - el salvado consumido durante el tiempo de experimentación.

El contenido energético de las larvas de éste insecto, se obtuvo tomando en cuenta las constantes calorimétricas que son:

1 g de Carbohidratos produce ...	4 calorías
1 g de Grasa produce .....	9 calorías
1 g de Proteína produce .....	4 calorías

( Harrow, B. 1957)

Los resultados se expresan en Tablas, Gráficas y Figuras, para la evaluación de cada una de las raciones empleadas, asimismo, se realizaron Análisis - de Varianza, obteniendo que todos nuestros resultados se debieron a las variables experimentales.



## RESULTADOS Y DISCUSION

Aspectos generales sobre la biología, ecología y --  
etología de Tenebrio molitor Linnaeus.

### Etología :

Los adultos alcanzan la madurez sexual alrededor de dos días después de haber perdido la cutícula pupal, iniciando entonces los machos la búsqueda de hembras, una vez que la encuentran, existe cierta comunicación entre ambos através de las antenas, las cuales se ponen en contacto y se mueven de arriba hacia abajo a diferentes velocidades, hecho ésto el macho generalmente suele dar una ó dos vueltas -- alrededor de la hembra ó incluso puede efectuar -- inmediatamente la monta sobre su pareja sujetandose fuertemente con ayuda de su primer par de patas a los élitros de la misma, para iniciar de esta manera la cópula, la cual dura aproximadamente 60 seg., terminada ésta, se separa de la hembra, e inmediatamente se retira en busca de otra hembra madura.

En el cultivo se manifestaron actos de rivalidad entre los machos, debido a la disputa por las hembras no fecundadas, tratando de evitar ó interrumpir la cópula los machos rivales. Así mismo, se observó cierto dominio de los machos de mayor tama-

ño y vigor. Las hembras en más de una ocasión fueron fecundadas por varios machos y el periodo de fecundación fue durante toda su vida sexual que es de 98 días aproximadamente.

#### Oviposición :

La primera oviposición de las hembras fecundadas es aproximadamente a los 4 días después de haber pasado al estado adulto. Ellas bajan hasta el fondo de la caja de cultivo, para depositar ahí sus huevecillos los cuales son ovalados y blancos; éstos quedan adheridos a la caja por una secreción pegajosa con la que además son cubiertos al momento de ser expulsados. El número de huevecillos por puesta varía de 2 a 5, llegando a poner durante toda su vida hasta 238 por hembra.

#### Cuidado de crías :

Las hembras presentan cuidado de cría, al colocarse sobre los huevecillos, durante las primeras horas posteriores a su oviposición, colocando la parte anterior del abdomen sobre ellos, a manera de una cierta incubación. Estos huevecillos pasan al estado de larva en un lapso de 7 a 9 días.

#### Larvas :

Las larvas al nacer son de un color blanco, midiendo alrededor de 3 mm, con el tiempo se tornan a un color amarillo obscuro. En el estado de larva -

permanecen alrededor de 9 semanas mudando generalmente 8 veces y llegando a medir hasta 36 mm antes de alcanzar el estado pupal.

#### Pupas :

Las pupas son exaratas. En un principio son de color blanco, cambiando con el tiempo a un color café claro y observandose a medida que transcurre el tiempo un tono más oscuro en los ojos y posteriormente en antenas y patas.

Este estado de desarrollo dentro de todo el ciclo, quizás es uno de los más susceptibles a sus depredadores especialmente en las primeras horas después de haberse formado, por aún no haberse endurecido la cutícula pupal y ser totalmente sedentaria. Este período tiene una duración de 6 a 9 días, siendo lo más frecuente a los 7 días, emergiendo entonces el adulto.

#### Adultos :

Los adultos en un principio son de color blanco con las antenas y la cabeza café claras, posteriormente se tornan café claros ó miel, para finalmente tomar su colocación negra brillante característica. Las hembras generalmente alcanzan un tamaño mayor ( $\pm$  18 mm) que los machos ( $\pm$  16 mm). Los adultos viven un promedio de 100 días, pero en algunos casos llegan a vivir hasta 163 días.

En el Cuadro 1, se muestra de manera resumida, el número de días aproximado de duración de cada estado de desarrollo, bajo las condiciones de laboratorio ya mencionadas, así mismo se anotan los valores que sobre lo mismo se obtuvieron bibliográficamente con el fin de que sirvan de patrón comparativo.

Analizando la duración del ciclo de vida, se puede decir que en el laboratorio, se redujo notablemente, requiriendo de un tiempo aproximado de 80 días para completarlo, mientras que en condiciones naturales de un almacén se necesitan alrededor de 240 días. Por otra parte se obtuvieron incrementos en la talla de las larvas maduras, llegando a medir hasta 35 mm de longitud y pesando hasta 200 mg, mientras que la bibliografía registra datos de 25 a 30 mm de longitud, con un peso máximo de 100 mg.

Sin embargo también se encontró información -- (Cotton, 1963) en la que se menciona que una sola hembra puede llegar a depositar hasta 275 huevecillos, produciendo nuestros organismos experimentales un máximo de 238 huevecillos por hembra aproximadamente en los casos de mayor fertilidad. Al respecto cabe mencionar que en la bibliografía nunca se mencionó simultáneamente dieta y condiciones ambientales (Humedad y Temperatura) en la que fueron estudiados los organismos de Tenebrio molitor L.

Cuadro 1. TIEMPO DE DESARROLLO DE CADA ESTADO DE T. molitor

ESTADO DE DESARROLLO	RESULTADOS EXPERIMENTALES - valores promedio - 26.5 °C ± 2 °C 70 % ± 2 % H.R.	DATOS BIBLIOGRAFICOS * Cotton, R. T. 1940
Huevo	8 ± 1	7 a 10
Larva	63	180 a 270
Pupa	6 a 9	6 a 10
Adulto	80 ± 4	193 a 290
longevidad	100	60

En el Cuadro 2 esta representado el número de larvas originadas semanalmente, así como el total producido durante el tiempo de experimentación en el Lote Sin Sexar.

La cifra total de las columnas verticales indica la sumatoria del número total de larvas producido semanalmente por las tres repeticiones de cada una de las raciones. Como se puede observar en general el número de larvas decrece conforme el tiempo se incrementa y el número total de larvas en las raciones "a" (250 gr) y "b" (500 gr) fue semejante, oscilando los valores entre 2278 y 2339, con una diferencia entre ellas de 61 individuos. Mientras -- que en la ración "c" (750 gr) la población fue de - 2072 larvas con una diferencia de 267 individuos, - en relación con el mayor número de organismos producidos en este Lote. Todo lo anterior se pudo deber posiblemente a que en dicho Lote la proporción tanto de hembras como de machos fue completamente aleatoria, ocasionando que el número de hembras no --- fuera semejante en las diferentes raciones, disminuyendo consecuentemente la proporción de larvas en - aquellas en las que las hembras fueron escasas.

Por lo que respecta al Cuadro 3, se maneja el mismo principio que en el cuadro anterior, con la diferencia de que en este Lote los individuos fueron sexados. Cabe mencionar que a excepción de la ración "a" cuya producción de larvas decrece en la última semana, en las otras dos raciones no hay dig

Cuadro 2. NUMERO DE LARVAS PRODUCIDAS SEMANALMENTE EN LAS DIFERENTES RACIONES DEL LOTE SIN SEXAR

		RACION " a " (250 gr)												
		Núm. de semana												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Repetición	1a	0	38	41	52	61	65	69	53	47	30	28	19	503
	2a	0	43	67	121	104	100	109	37	36	37	32	28	714
	3a	0	124	148	166	176	119	82	67	68	35	39	37	1061
		0	167	215	287	280	219	191	104	104	72	71	65	2278
		RACION " b " (500 gr)												
		Núm. de semana												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Repetición	1b	0	44	66	77	101	105	93	81	73	54	36	28	757
	2b	0	64	70	92	108	119	102	93	81	42	6	3	780
	3b	0	98	112	165	154	46	16	33	56	74	28	20	802
		0	206	248	333	363	270	211	207	210	170	70	51	2339
		RACION " c " (750 gr)												
		Núm. de semana												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Repetición	1c	0	82	115	133	146	112	48	25	37	59	41	23	821
	2c	0	85	186	192	164	144	50	44	9	14	11	17	916
	3c	0	97	122	211	182	129	103	84	7	12	19	20	986
		0	182	308	403	346	273	153	128	53	85	71	70	2072

Cuadro 3. NUMERO DE LARVAS PRODUCIDAS SEMANALMENTE EN LAS DIFERENTES RACIONES DEL LOTE SEXADO

		RACION " a " (250 gr)												
		Número de semana												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Repetición	1a	0	150	130	149	100	44	97	39	91	27	41	19	887
	2a	0	91	184	176	105	56	117	70	46	44	45	18	952
	3a	0	113	178	224	212	73	104	61	44	45	44	19	1117
		0	354	492	549	417	173	318	170	181	116	130	56	2956
		RACION " b " (500 gr)												
		Número de semana												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Repetición	1b	0	92	126	194	118	50	62	38	39	65	91	60	935
	2b	0	62	118	178	138	34	42	32	32	45	55	87	823
	3b	0	104	94	135	80	67	43	46	47	42	85	68	811
		0	258	338	507	336	151	147	116	118	152	231	215	2569
		RACION " c " (750 gr)												
		Número de semana												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Repetición	1c	0	44	73	60	92	82	45	21	25	27	37	49	555
	2c	0	63	21	36	39	58	61	69	82	122	24	38	613
	3c	0	39	53	56	117	76	111	72	115	141	154	256	1190
		0	146	147	152	248	216	217	162	222	290	215	340	2358

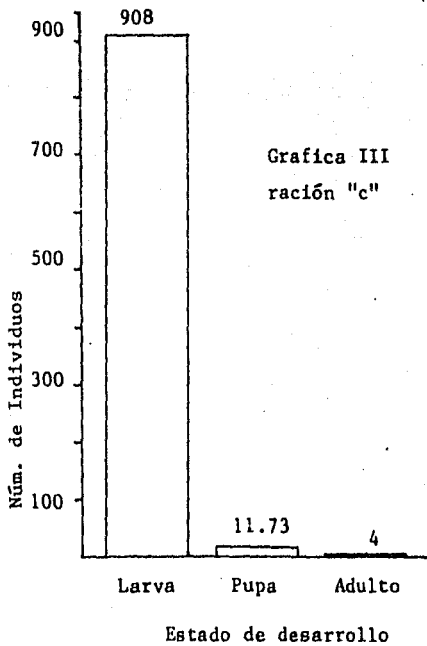
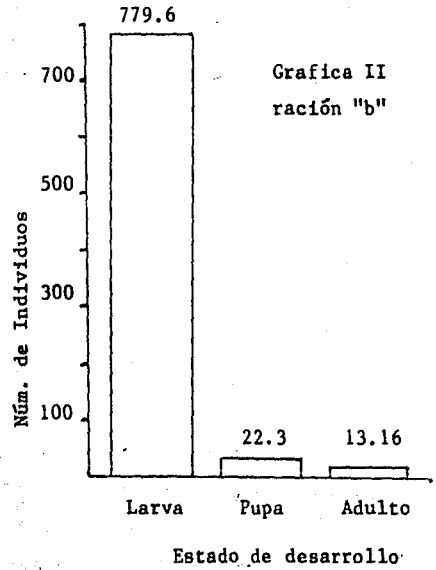
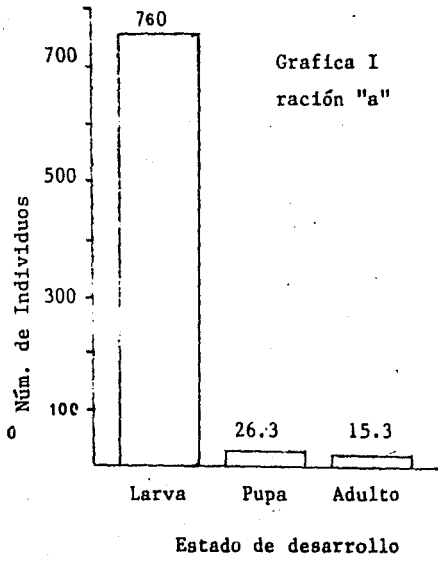


minución en las últimas semanas, sino que por lo general se mantiene e incluso llega a superar la producción de otras semanas, resultando de esta manera una relación inversamente proporcional del alimento respecto al número de larvas producidas, existiendo un mayor número de larvas en la ración con una menor cantidad de alimento y viceversa, con una diferencia entre ellas de 598 larvas.

El hecho de observar un incremento del número de larvas durante las tres últimas semanas de experimentación en dos de las raciones de este Lote, se puede deber al estado funcional de las gónadas y a la etapa en la que se encuentre su Ciclo Hormonal, ya que en los intervalos en los que se observó menor producción de huevecillos, posiblemente la mayoría de las hembras estaban en una etapa de maduración ovular, por lo que después de este período se muestra nuevamente un incremento en la productividad, lo cual hubiese podido ser observado en el resto de las raciones, si se hubiese prolongado el tiempo de experimentación.

En las Gráficas I, II y III se muestran los promedios de las 3 repeticiones en cada ración, en donde están representados los valores encontrados para los tres estados de desarrollo de T. molitor en las raciones estudiadas. Se puede observar como se había comentado anteriormente que las raciones "a" y "b" del Lote Sin Sexar fueron las que menor producción presentaron ( 760 y 780 larvas respectivamente).

Gráfica I,II,III.- Número de individuos presentes en cada estado de desarrollo de las diferentes raciones del Lote - Sin Sexar.



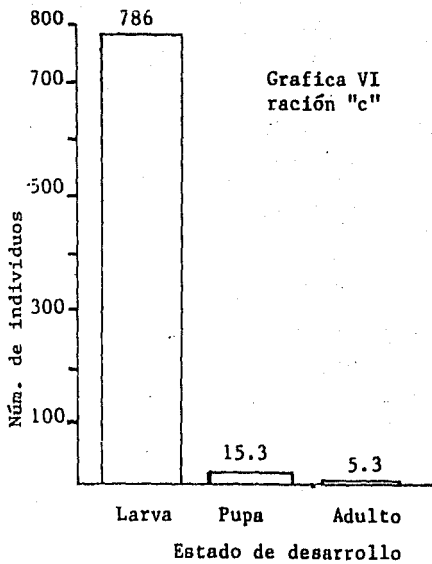
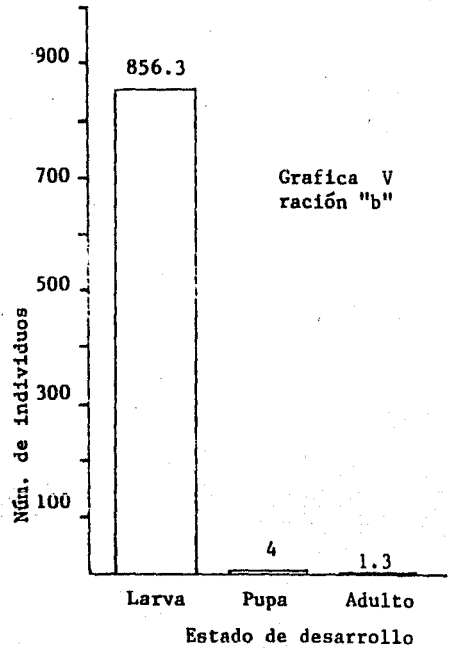
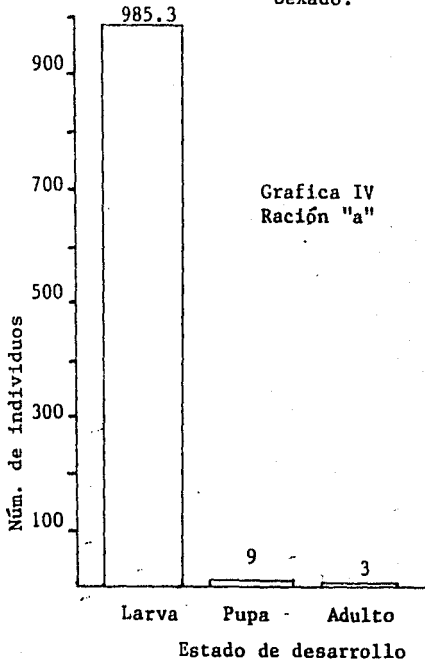
Del mismo modo las Gráficas IV, V y VI esquematizan el número de insectos en los tres estados de desarrollo, refiriéndose en esta ocasión al Lote - Sexado, observándose una mayor producción de organismos respecto al Lote anterior, obteniéndose un promedio máximo de 985 larvas en la ración "a", continuándole la ración "b" con 856 larvas, y por último la ración "c" con 786.

En el Cuadro 4, se anota la media numérica del Lote Sin Sexar, obtenida por semana en cada uno de los estados estudiados, y el tiempo en que aparecieron los estados de pupa y adulto en cada ración; el tiempo requerido fue en general de un lapso de diez semanas con un promedio de 18 a 23 pupas, siendo únicamente en la ración "c", donde hubo sólo 11 pupas, que fue donde se registró el mayor número de larvas. Los adultos en general aparecen a partir de la onceava semana.

El Cuadro 5, contiene los datos de las medias numéricas de el Lote Sexado, en donde señala la presencia de pupas en la décima semana, con un valor promedio máximo de 2.6 y en la doceava semana sus máximos valores oscilaron entre 4 y 7.3 pupas, muy inferiores al Lote opuesto e incluso el número de adultos fue nulo ó muy reducido para ese mismo tiempo.

En síntesis, se puede observar que en el Lote Sin Sexar que presentó un menor número de larvas, - su desarrollo hacia pupa y adulto requirió de un me

Gráfica IV,V,VI.- Número de individuos presentes en cada estado de desarrollo de las diferentes raciones del Lote - Sexado.



Cuadro 4.- Aparición de los tres estados de desarrollo de Tenebrio molitor a diferentes tiempos, en cada una de las raciones del Lote Sin Sexar.

Racion (gr)	"a"		"b"		"c"	
	X	F	X	F	X	F
LARVAS	2	68	2	55	2	88
	4	198	4	154	4	320
	6	208	6	145	6	292
	8	139	8	80	8	118
	10	84	10	86	10	46
	12	61	12	37	12	44
		$\Sigma = 758$ $\bar{M} = 126.3$		$\Sigma = 557$ $\bar{M} = 92.83$		$\Sigma = 908$ $\bar{M} = 151.3$
PUPAS	2	-	2	-	2	-
	4	-	4	-	4	-
	6	-	6	-	6	-
	8	-	8	-	8	-
	10	3	10	3.6	10	0.33
	12	23.33	12	18.6	12	11
		$\Sigma = 26$ $\bar{M} = 13.16$		$\Sigma = 22.2$ $\bar{M} = 11.1$		$\Sigma = 11$ $\bar{M} = 5.66$
ADULTOS	2	-	2	-	2	-
	4	-	4	-	4	-
	6	-	6	-	6	-
	8	-	8	-	8	-
	10	1	10	3	10	-
	12	15	12	12	12	6.3
		$\Sigma = 16$ $\bar{M} = 8$		$\Sigma = 15$ $\bar{M} = 7.5$		$\Sigma = 6.3$

X = Tiempo en semanas

F = Núm. de individuos promedio

$\Sigma$  = Núm. total de individuos

$\bar{M}$  = Núm. de individuos promedio

Cuadro 5.- Media numerica de tres estados de desarrollo de Tenebrio molitor a diferentes tiempos, en cada una de las raciones del Lote Sexado.

Ración (gr)	"a"		"b"		"c"	
	X	F	X	F	X	F
LARVAS	2	118	2	86	2	49
	4	347	4	282	4	100
	6	197	6	162	6	154
	8	163	8	88	8	126
	10	99	10	90	10	171
	12	62	12	148	12	186
		$\sum X = 986$ $\sum F = 164.33$		$\sum X = 856$ $\sum F = 142.66$		$\sum X = 786$ $\sum F = 131$
PUPAS	2	-	2	-	2	-
	4	-	4	-	4	-
	6	-	6	-	6	-
	8	-	8	-	8	-
	10	0.33	10	-	10	2.6
	12	5.3	12	4	12	7.3
		$\sum X = 5.63$ $\sum F = 2.81$		$\sum X = 4$		$\sum X = 9.9$ $\sum F = 4.95$
ADULTOS	2	-	2	-	2	-
	4	-	4	-	4	-
	6	-	6	-	6	-
	8	-	8	-	8	-
	10	0.33	10	-	10	1
	12	3	12	-	12	4.3
		$\sum X = 3.33$ $\sum F = 1.66$		$\sum X = 0$		$\sum X = 5$ $\sum F = 2.65$

X = Tiempo en semanas

F = Núm. de individuos promedio

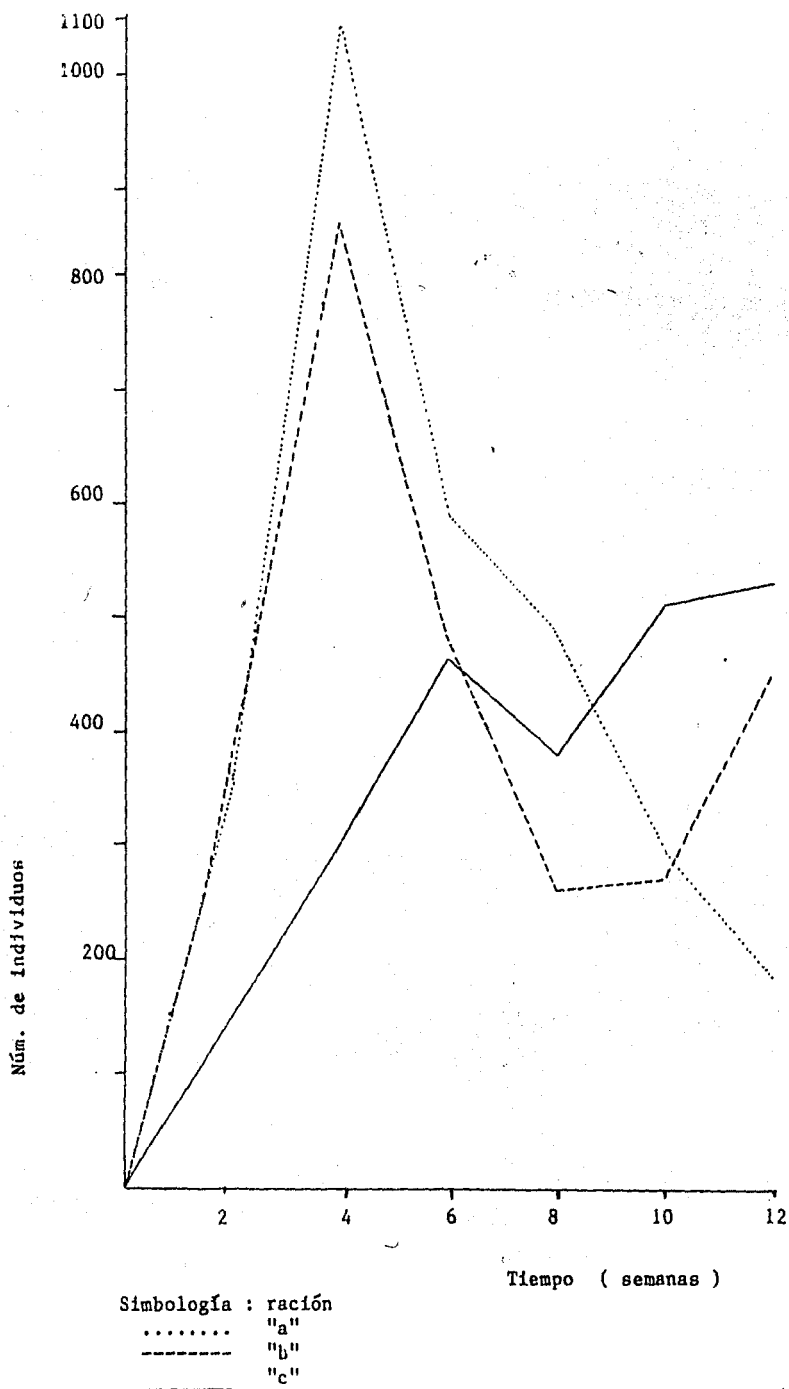
$\sum X$  = Núm. total de individuos

$\sum F$  = Núm. de individuos promedio

nor tiempo; mientras que en el Lote Sexado, en el que se produjo un mayor número de larvas su desarrollo fue más lento. Esto se pudo deber posiblemente, a que el mayor número de larvas de mayor edad se encontraban en el Lote Sexado, ocasionando que al aumentar el número de larvas por ración, se estuviera ejerciendo cierta competencia por espacio, -- alimento y agua, ocasionando de esta manera un mayor tiempo de desarrollo, al no contar con las condiciones óptimas; ésta hipótesis se puede apoyar en el hecho de que en la ración "c" del Lote Sexado que produjo un menor número de larvas fue la que menor tiempo requirió para su desarrollo en este Lote.

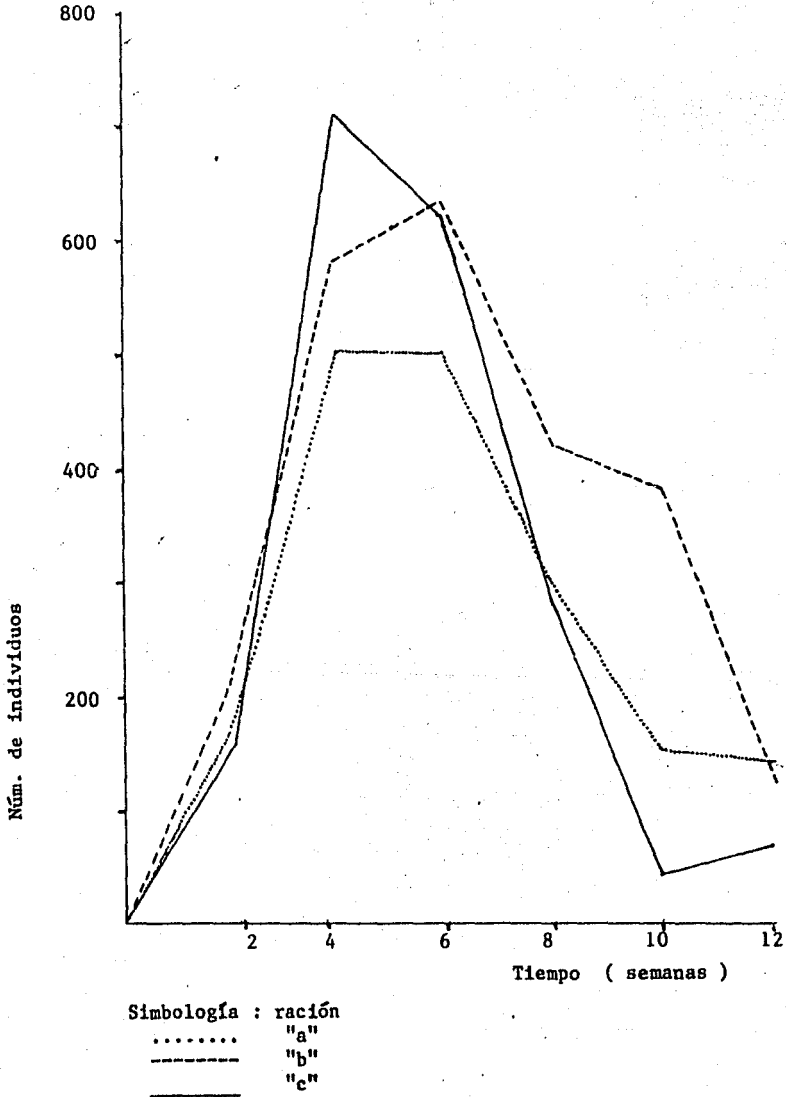
Para visualizar de una manera más clara la cantidad de larvas producidas a lo largo de las doce -- semanas de experimentación se graficó el número de individuos producidos durante este lapso de tiempo, en donde es fácilmente apreciable el tiempo óptimo de producción de larvas en las diferentes raciones, observándose en la Gráfica VII referente al Lote -- Sin Sexar ( en donde se presenta la sumatoria obtenida por semana del Cuadro 1), la cual muestra que entre la 3a. y 6a. semana de experimentación la producción llega a sus máximos valores, ya que de la 8a. y la 9a. empieza a decrecer, para llegar a sus mínimos valores en la 11a. y 12ava. semana; mientras que en el Lote Sexado, la Gráfica VIII presenta asimismo como la semana más productiva a la 4a., con un consecuente descenso en la producción, sin embargo en las raciones "b" y "c", se observa un incremento a partir de la 9a. semana.

Gráfica VIII.- Número de larvas producidas en un lapso de tres meses de experimentación en el Lote Sexado.





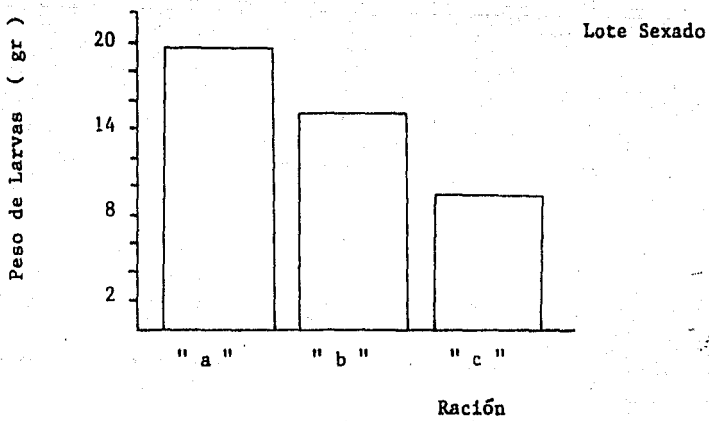
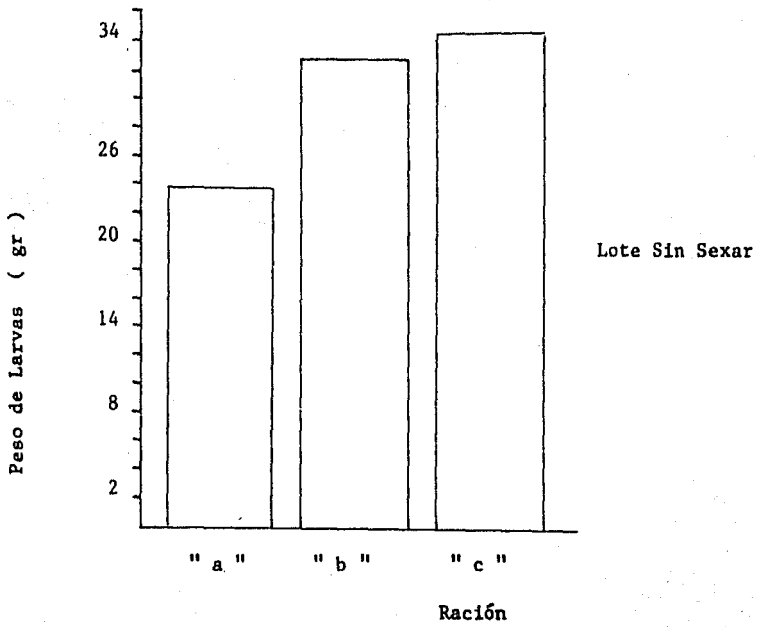
Gráfica VII .- Número de larvas producidas en un lapso de tres meses de experimentación en el Lote Sin Sexar.



El hecho de contar con un menor número de individuos en una mayor cantidad de medio de cultivo, - como ya se mencionó va a repercutir en un menor tiempo de desarrollo de los individuos, pero principalmente en el aumento de su peso corporal, como lo muestra la Gráfica IX, en la que se aprecia comparativamente la producción promedio de larvas representada en peso fresco (gr) en las tres diferentes raciones de los dos Lotes experimentales, pues a pesar de que fue muy superior el número de larvas en el Lote Sexado, su peso obtenido fue inferior, sin embargo también hay que tomar en cuenta que una importante cantidad de las larvas producidas en éste Lote fueron durante las últimas semanas de experimentación y que debido a lo pequeño de su tamaño no fueron tomadas en cuenta al momento de pesar todas aquellas producidas durante el último mes experimental.

Por otra parte si analizamos el Radio de Mortalidad de larvas y pupas (Cuadro 5) de los dos Lotes experimentales, éste, fué mayor para el caso de las pupas, proporcionalmente. En éste estado, los organismos son casi sésiles y sin ningún tipo de defensa, principalmente en las primeras horas después de haberse formado, ya que su cutícula aún no se encuentra esclerotizada y ofrecen a sus compañeros -- una posible fuente de proteína fresca, además de poder obtener de ellas un poco de líquido, pues se observó que estos insectos presentan como un factor limitante el agua, y puede ser esta una posible razón de ese canibalismo, lo cual se corroboró en la

Gráfica IX.- Peso (gr) de las larvas obtenidas en los dos Lotes experimentales durante 2 meses.



Cuadro 6. RADIO DE MORTALIDAD DE DOS DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO DE Tenebrio molitor L. EN LAS DIFERENTES RACIONES DE LOS DOS LOTES EXPERIMENTALES.

LOTE SIN SEXAR

Estado de Desarrollo	RACION					
	"a"		"b"		"c"	
	MM (%)	N	MM (%)	N	MM (%)	N
Larva	0.40	12	0.27	7	0.08	2
Pupa	11.76	2	8.33	1	0.0	0

LOTE SEXADO

Estado de Desarrollo	RACION					
	"a"		"b"		"c"	
	MM (%)	N	MM (%)	N	MM (%)	N
Larva	0.26	6	0.17	3	0.18	5
Pupa	10.44	7	47.05	16	11.53	9

MM = Mortalidad Media

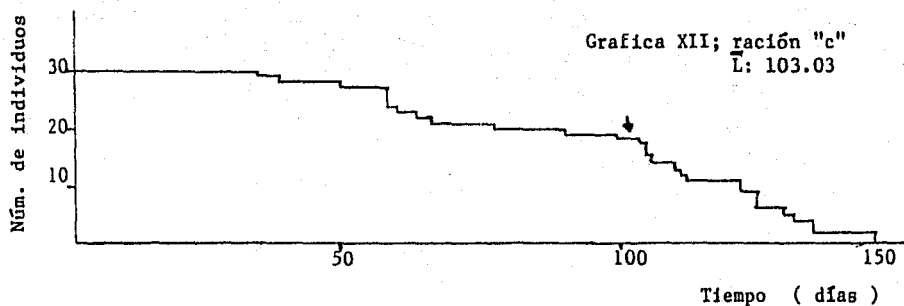
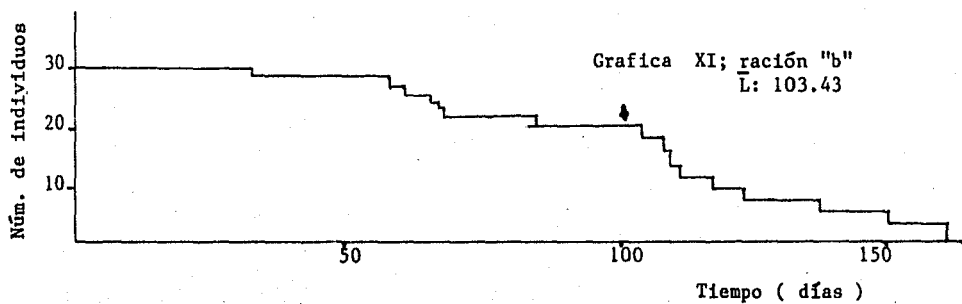
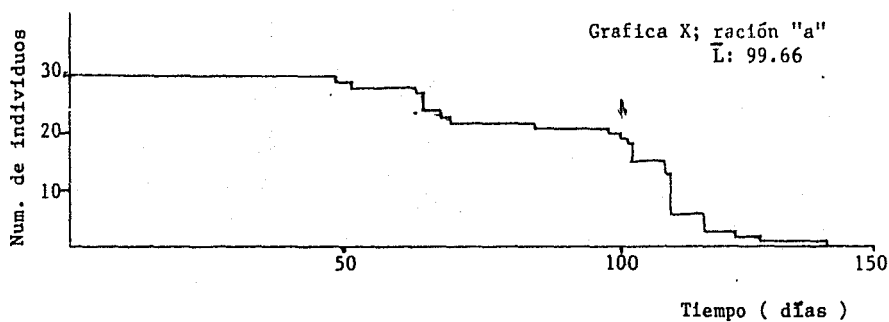
N = Número absoluto de individuos muertos

bibliografía que en general reporta, que los insectos de granos almacenados presentan cierto instinto nato de canibalismo (Harman, J.M. 1976).

En base a los datos obtenidos de las revisiones periódicas de cada una de las repeticiones de cada ración de ambos Lotes, se elaboraron diferentes gráficas representadas con los números X, XI y XII, correspondientes al Lote Sin Sexar y cuya Longevidad Media fue de 102.04 días; mientras que en el Lote Sexado representado por las Gráficas XIII, XIV y XV, se observó una Longevidad Media de 99.82 días. Es interesante mencionar que los escarabajos que formaban dicho Lote, presentaron en sus inicios una mayor mortalidad de machos, sin embargo, debido a las actividades reproductoras ( cópula, disputa por hembras, etc.) las marcas de los élitros se degrendieron, impidiendo continuar rastreando el tiempo de Longevidad de cada sexo.

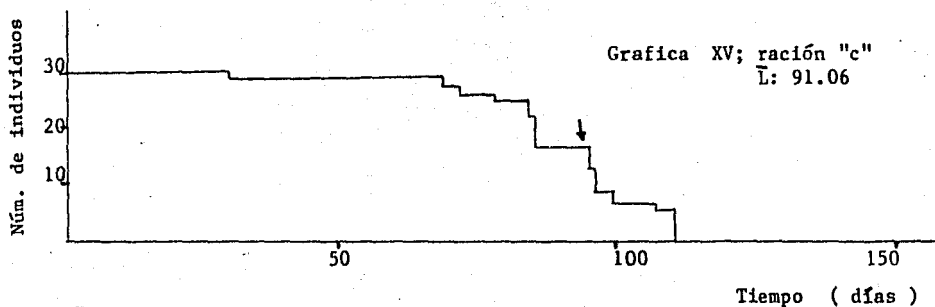
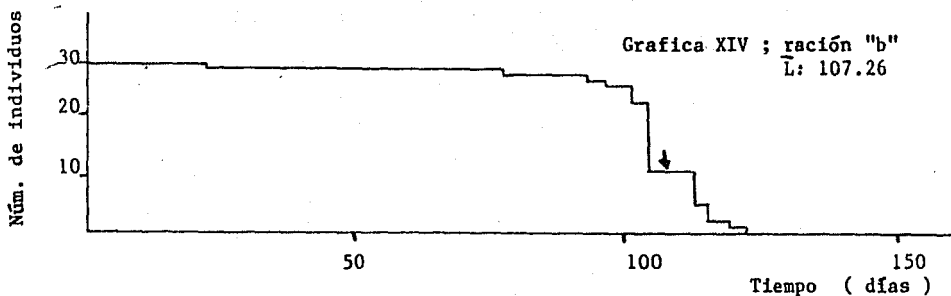
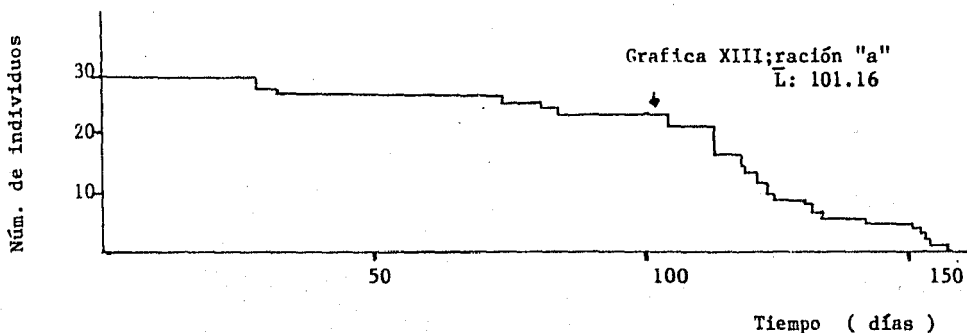
Además apoyados en las observaciones mencionadas anteriormente se calculó el porcentaje de Super vivencia de adultos (Cuadro 7), siendo en el Lote Sin Sexar de 70% a los 100 días de vida en dos de las raciones ("a" y "b"), mientras que en el Lote Sexado alcanzó un porcentaje de 86% en la ración -- "b", ambos porcentajes a los 100 días de vida, lo cual nos hace considerar que el tiempo más adecuado para la conservación de los adultos en el cultivo, puede ser de 14 semanas (100 días), siendo lo más conveniente llegado este tiempo desechar a los adultos sobrevivientes para utilizarlos en la industria

Grafica X, XI, XII.- Longevidad de los adultos utilizados como pie de cría durante el tiempo de experimentación, en el Lote Sin Sexar.



$\bar{L}$ : Longevidad promedio  
 ↓: Localización de la  $\bar{L}$ .

Grafica XIII,XIV,XV.- Longevidad de los adultos utilizados como pie de cría durante el tiempo de experimentación, en el Lote --- Sexado.



$\bar{L}$ : Longevidad promedio  
 ↓: Localización de la  $\bar{L}$

Cuadro 7 . PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE ADULTOS DE Tenebrio molitor L. EN CONDICIONES DE LABORATORIO (  $26.5 \pm 2^{\circ}\text{c}$  ;  $70\% \pm 2\%$  H.R. ).

LOTE	RACION	DIAS DE VIDA							
		20	40	60	80	100	120	140	160
SIN SEXAR	" a "	100	100	93.3	73.3	70	13.3	3.3	0
	" b "	100	96.6	90	73.3	70	40	26.6	6.6
	" c "	100	86.6	76.6	70	66.6	40	6.6	0
SEXADO	" a "	100	90	86.6	86.6	80	46.6	23.3	0
	" b "	100	96.6	96.6	93.3	86.6	6.6	0	0
	" c "	100	93.3	93.3	83.3	30	0	0	0



alimenticia y/o en la alimentación animal, ó bien - reagruparlos en nuevas cajas de cultivo para obtener de ellos un máximo provecho en cuanto a la producción de huevecillos y por lo tanto de larvas; -- considerando que la longevidad media de los adultos varía de 13 a 15 semanas, siempre y cuando se tome en cuenta que el número de adultos sea el suficiente al momento de reagruparlos, ya que las oviposiciones por hembra empiezan a disminuir considerablemente al aumentar su edad.

Para apoyar lo antes mencionado, se registró - la Fertilidad por pareja (Cuadro 8), para ésto, se mantuvieron aisladas a 10 de ellas durante un lapso de 88 días en la que sólo una de las parejas oviposito un máximo de 212 huevecillos. Sin embargo, en las raciones experimentales se llegó a registrar un promedio de hasta 238 huevecillos por hembra, esto debido posiblemente a que en las Cajas de Petri en las que se mantuvieron aisladas las parejas, existieron factores limitantes, tales como espacio y posiblemente agua.

La proporción de Sexos de la  $F_1$ , se estimó en base al promedio de la proporción de pupas hembra - del total de pupas observadas; en el Lote Sin Sexar (Cuadro 9) el porcentaje más bajo fue de 25% de hembras en la ración "b" y el más alto de 58.82% en la ración "a". Por lo que se refiere al Lote Sexado - se observó el mínimo valor de de 52.94% en la ración "b" y el máximo porcentaje de 59.09% en la ración - "a". El hecho de que el mayor número de hembras se

Cuadro 8.- FERTILIDAD ESPECIFICA EN Tenebrio molitor L. POR PAREJA EN CONDICIONES DE LABORATORIO (26.5  $\pm$  2°C; 70%  $\pm$  2% H .R.)

Intervalo de Edad (días)	Pareja núm:										M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Núm. de huevecillos										
1 - 12	28	17	67	77	42	42	35	41	66	62	477
13 - 26	6	45	40	28	29	27	10	26	22	30	263
27 - 40	31	33	33	27	10	6	7	27	10	15	199
41 - 54	36	5	46	37	5	23	0	9	8	23	192
55 - 72	16	3	20	14	22	20	11	4	2	13	125
73 - 88	24	35	6	13	15	2	6	13	2	14	130
M	141	138	212	196	123	120	69	120	110	157	1386
M	23.5	23	35.3	32.6	20.5	20	11.5	20	18.3	26.1	231

Cuadro 9.- RADIO SEXUAL DE LA F<sub>1</sub> EN LOS DIFERENTES LOTES EXPERIMENTALES ( PORCENTAJE DE PUPAS HEMBRA)

RACION (gr)	LOTE SEXADO (%)	RACION (gr)	LOTE SIN SEXAR (%)
250	58.82	250	59.09
500	25.0	500	52.94
750	43.3	750	55.12

hallan presentado en las raciones de menor cantidad de alimento (250 gr), se pudo deber a que estos -- organismos presentaban algún tipo de adaptación genética que los obligó a responder ante determinadas condiciones, que en este caso podría ser la limitante de alimento, produciendo un mayor número de hembras con el fin de asegurar la especie, ó bien, que simplemente esta proporción se deba al azar.

En el Cuadro 10, se muestran los resultados obtenidos de los Análisis Bromatológicos Proximales - de varios estados (larva, pupa y adulto) de desarrollo de Tenebrio molitor L., los valores se reportan en gr/100 gr de materia seca.

El valor porcentual de Proteína oscila entre - 47.67% que corresponde a las larvas y 60.20% para los adultos.

El Extracto Etereo ó sea las grasas, se encuentra que las cifras van de 20.79% en los adultos y - de 37.27% en el caso de las larvas, encontrando en las pupas un valor muy cercano al de éstas últimas.

Los resultados para Cenizas, es decir, de Sales Minerales van de 2.74% para los adultos y de -- 3.19% en pupas.

Las cantidades de Fibra Cruda oscilan de 4.96% presentes en larvas, hasta 16.25% en los adultos, - mientras que para las pupas se encontró un valor de 5.10%, semejante al de las larvas.

Cuadro 10.- ANALISIS BROMATOLÓGICOS PROXIMALES DE Tenebrio molitor L. (BASE SECA)  
 ( gr / 100 gr de Materia seca )

	LARVAS	PUPAS	ADULTOS
Proteínas	47.67	53.14	60.20
Grasas	37.27	36.65	20.79
Sales Minerales	3.02	3.19	2.74
Fibra Cruda	4.96	5.10	16.25
Extracto Libre de Nitrógeno	7.06	1.90	0.001

El Extracto Libre de Nitrógeno, presenta valores que van de 0.001% en el caso de los adultos a 7.06% para las larvas.

En base a los resultados expuestos anteriormente, se puede proponer al estado adulto como el de mayor contenido proteínico, sin embargo al contar con una gran cantidad de Fibra Cruda, los hace menos digeribles; es por ésto que los estados de pupa y larva son los que además de su alto contenido de proteínas cuentan con una gran cantidad de lípidos y una baja cantidad de Fibra cruda, y por ello se pueden considerar los más adecuados para la alimentación animal y/o humana.

El Cuadro 11, muestra el Aminograma, en donde se observa la cantidad de aminoácidos expresados en g/100 gr de la larva del "Gusano Amarillo de las Harinas", comparados con el patron de la F.A.O. y de la O.M.S. (1973), nos indican que las larvas albergan proporciones adecuadas, llegando en algunos casos a superar las cifras marcadas por dicho patrón, como sucede en el caso de la Isoleucina, Leucina, Lisina, Fenilalanina, Tirosina; siendo ligeramente baja en Metionina. Por lo que respecta al Triptofano no se realizó dicho estudio. (Goulet, G. 1978).

Así mismo se realizaron Análisis Bromatológicos Proximales a las excretas de T. molitor (Cuadro 12), encontrando que cuentan aún con altos niveles de Nitrógeno (31.91%), así como una elevada cantidad de Carbohidratos (37.37%). El contenido de gra

Cuadro 11.- Contenido de Aminoácidos de la larva de Tenebrio molitor L., comparados con el patrón de la FAO.

Aminoácidos	g/100 gr+	g/16 g N	FAO g/16 g N
<b>Esenciales</b>			
Histidina	1.80	3.16	-
Isoleucina	2.48	4.34	4.2
Leucina	4.06	7.12	4.8
Lisina	3.32	5.81	4.2
Metionina	0.41	0.72	2.2
Fenilalanina	1.84	3.22	2.8
Treonina	2.06	3.60	2.8
Valina	2.06	4.66	4.2
Triptofano	-	-	1.4
<b>No esenciales</b>			
Alanina	3.88	6.80	-
Arginina	2.74	4.80	-
Ac. Aspartico	4.56	7.99	-
Cisteina	n.d. *	n.d.	2.0
Ac. Glutámico	6.80	11.90	-
Glicina	2.74	4.80	-
Prolina	5.84	10.22	-
Serina	2.76	4.85	-
Tirosina	3.40	5.96	2.8
+ = deshidratado por congelación			
* = no detectados			

Según: Goulet, P. G. 1978.

Cuadro 12. ANALISIS BROMATOLOGICOS PROXIMALES DE EXCRETAS DE  
Tenebrio molitor L. (BASE SECA)  
(gr/100 gr de materia seca)

Proteinas	31.91
Grasas	2.11
Sales Minerales	7.54
Fibra Cruda	10.57
Extracto Libre de Nitrógeno	37.37



sas es mínimo (2.11%, respecto a lo observado en -- los diferentes estados de desarrollo de éste insecto, contando además con un alto contenido de Sales Minerales (7.54%) y lo más probable es que cuente -- también con un alto contenido vitamínico.

Por otra parte el alto contenido de Nitrógeno fue reafirmado por el Método de Colorimetría, obteniendo un valor de 4.34%. Por el mismo método se -- calculó el contenido de Fósforo total hallando un -- valor de 1.74%, ambos valores son elevados tomando en cuenta que de 1% en adelante, se consideran como altas concentraciones de dichos elementos. Compa-- rando los resultados antes mencionados con estudios realizados a la parte sólida del estiércol de diver-- sos animales (Caballo.- N: 0.55%,  $P_2O_5$ : 0.30%; Vaca N: 0.40%,  $P_2O_5$ : 0.20%; Aves.-N: 1.00%,  $P_2O_5$ : 0.80%), se puede pensar que debido a su elevado contenido -- de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo), así como de Sa-- les Minerales (8.40%), pueden proponerse a las ex-- cretas de este insecto, como un fertilizante de ori-- gen animal rico en nutrientes, que proporciona ade-- más el mantenimiento de altos niveles de materia -- orgánica en el suelo. Así mismo se puede sugerir -- su empleo en la elaboración de raciones alimenticias para animales por su elevado contenido energético -- ya que proporciona 3320 Kcal/Kg.

El Cuadro 13, muestra la Eficiencia de Conver-- sión obtenida durante el presente estudio, la cual es de gran importancia conocer, pues gracias a ella podremos saber que tan "eficientes" son estos orga--

Cuadro 13. EFICIENCIA DE CONVERSION DE LOS DOS LOTES EXPERIMENTALES (EN BASE A LOS VALORES PROMEDIO DE CADA RACION), CALCULADOS EN BASE SECA.

LOTE SIN SEXAR				
Ración	Larvas (Peso seco) gr	Salvado cunsumido ( -10% Hum.) gr	Proteína obtenida	Eficiencia de Conversión de larvas
"a"	23.60	173.01	11.25	7.3 - 1
"b"	32.48	255.15	15.48	7.85 - 1
"c"	34.59	224.16	16.48	6.48 - 1
LOTE SEXADO				
"a"	19.52	180.27	9.31	9.23 -1
"b"	15.06	194.0	7.17	12.88 -1
"c"	9.6	201.41	4.57	20.98 -1

nismos para transformar el alimento ingerido en aumento de su peso corporal.

La más alta Eficiencia de Conversión obtenida en el Lote Sin Sexar, correspondió a la ración "c" en donde por cada 6.48 gr de alimento, se produjeron 1 gr de larvas, o bien si lo que se desea saber es la Eficiencia de Conversión de Proteína, entonces se necesitaran 13.60 gr de alimento para obtener 1 gr de Proteína. La ración "a" del mismo Lote le continua en cuanto a las mejores eficiencias, obteniéndose en este caso 1 gr de larvas por cada 7.3 gr de alimento. La ración "c" del Lote Sexado, fue la que presentó la menor Eficiencia de Conversión, pues en ella se requirieron de 20.90 gr de salvado para producir sólo 1 gr de larvas.

En síntesis, comparados los resultados antes mencionados con los valores de eficiencia presentados por otros animales, ninguna de nuestras raciones supero los resultados observados con pollos, los que tienen una eficiencia de 5.12-1, pero si superaron a otros animales como a las reses (20 -1), cerdos (10 -1), peces (10 -1), pavos (0.52 -1). (Taylor, R. 1975)

En base a los resultados obtenidos de los análisis químicos proximales se calculó el valor energético de los estados de desarrollo de T. molitor estudiados (Cuadro 14), hallando que el estado de larva es el más rico energéticamente hablando, ya que cuenta con 5543.50 Kcal/Kg, siguiendoles las pupas con 5500.10 Kcal/Kg y finalmente los adultos.

Cuadro 14.- Contenido Energético de tres estados de desarrollo de Tenebrio molitor L.

Estado de Desarrollo	Energía (Kcal/Kg.)
Larvas	5543.50
Pupas	5500.10
Adultos	4279.10

En el Cuadro 15, se encuentran enlistados los valores nutritivos de diferentes alimentos comparados con varios estados de desarrollo de T. molitor, resultando superados los estados de larva y pupa en su contenido de proteína únicamente por la carne de res magra, y el filete de cazón, pero es apreciable que estos alimentos son superados a su vez por el mismo insecto pero en esta ocasión en estado adulto.

Por lo que respecta al aspecto Productivo y Económico (Cuadro 16) se observó que el gramo de Proteína a más bajo precio se obtuvo en la ración "c" del Lote Sin Sexar a \$ 3.01 M.N., debido a que en este Lote sus organismos se desarrollaron más rápidamente alcanzando un mayor peso, respecto al Lote Sexado, por lo que en este último el precio del gramo de Proteína se elevó hasta \$ 7.20 M.N. en la ración "c".

Considerando lo antes expuesto se puede afirmar, que es más económico obtener un gramo de Proteína a partir de Tenebrio molitor L., en comparación con otras fuentes de Proteína de consumo común tales como la carne de res (\$ 18.14), el pescado -- (\$ 16.60) y el pollo (\$ 18.18), los que en la actualidad son casi imposibles de adquirir por la población en general.

En base a la experiencia obtenida a lo largo del presente trabajo, se diseñó un posible Modelo Biotecnológico para la obtención de larvas y/o pupas

Guadro 15-VALOR NUTRITIVO DE Tenebrio molitor L. COMPARADOS CON

ALGUNOS ALIMENTOS EN BASE HUMEDA

(por cada 100 gr)

	ENERGIA	PROTEINAS	GRASAS	HIDRATOS DE CARBONO
Pollo	170	18.2	10.2	0.0
Gallina	246	18.1	18.7	0.0
Cerdo	194	17.5	13.2	0.0
Res magra	113	21.4	2.4	0.0
Carnero	292	15.6	25.0	0.0
Huevo	149	11.3	9.8	2.7
Cazon (filete)	106	24.5	0.2	0.0
Mojarra	81	13.6	0.3	5.0
Bagre	233	17.6	16.8	16.8
Lisa	98	20.6	1.1	0.0
Gusano de Maguey	194	16.7	3.4	0.0
Ahuahutle	303	63.8	3.4	0.0
<u>T. molitor</u>				
Larvas	216.56	18.62	14.56	2.76
Pupas	213.55	20.63	14.23	0.74
Adultos	380.57	53.54	18.49	0.001

Cuadro 16. PRODUCTIVIDAD Y COSTOS DEL CULTIVO DE LARVAS DE *T. molitor*, EN LOS DOS LOTES EXPERIMENTALES

Lote	Racion	Peso Seco (Larvas)gr	Salvado consumido gr	Costo de alimento (Moneda Nacional	Protefna obtenida	Costo por gr. de Protefna ( Moneda Nacional )
Lote Sin Sexar	"a"	24.84	153.2	30.64	11.84	
		21.09	170.6	34.12	10.05	
		24.89	252.9	50.58	11.86	3.41
	"b"	35.01	276.09	55.21	16.68	
		32.42	256.4	51.28	15.45	
		30.03	318.0	63.6	14.31	3.66
	"c"	40.73	327.1	65.4	19.41	
		29.31	162.2	32.44	13.97	
		33.74	257.3	51.46	16.08	3.01
Lote sexado	"a"	21.43	200.17	40.03	10.22	
		18.97	186.29	37.25	9.04	
		18.18	214.45	42.89	8.65	4.30
	"b"	19.96	253.2	50.64	9.51	
		13.61	138.3	27.66	6.48	
		11.62	190.5	38.1	5.54	5.40
	"c"	10.39	169.59	33.91	4.95	
		9.38	220.57	44.11	4.47	
		9.03	214.08	42.81	4.30	8.80

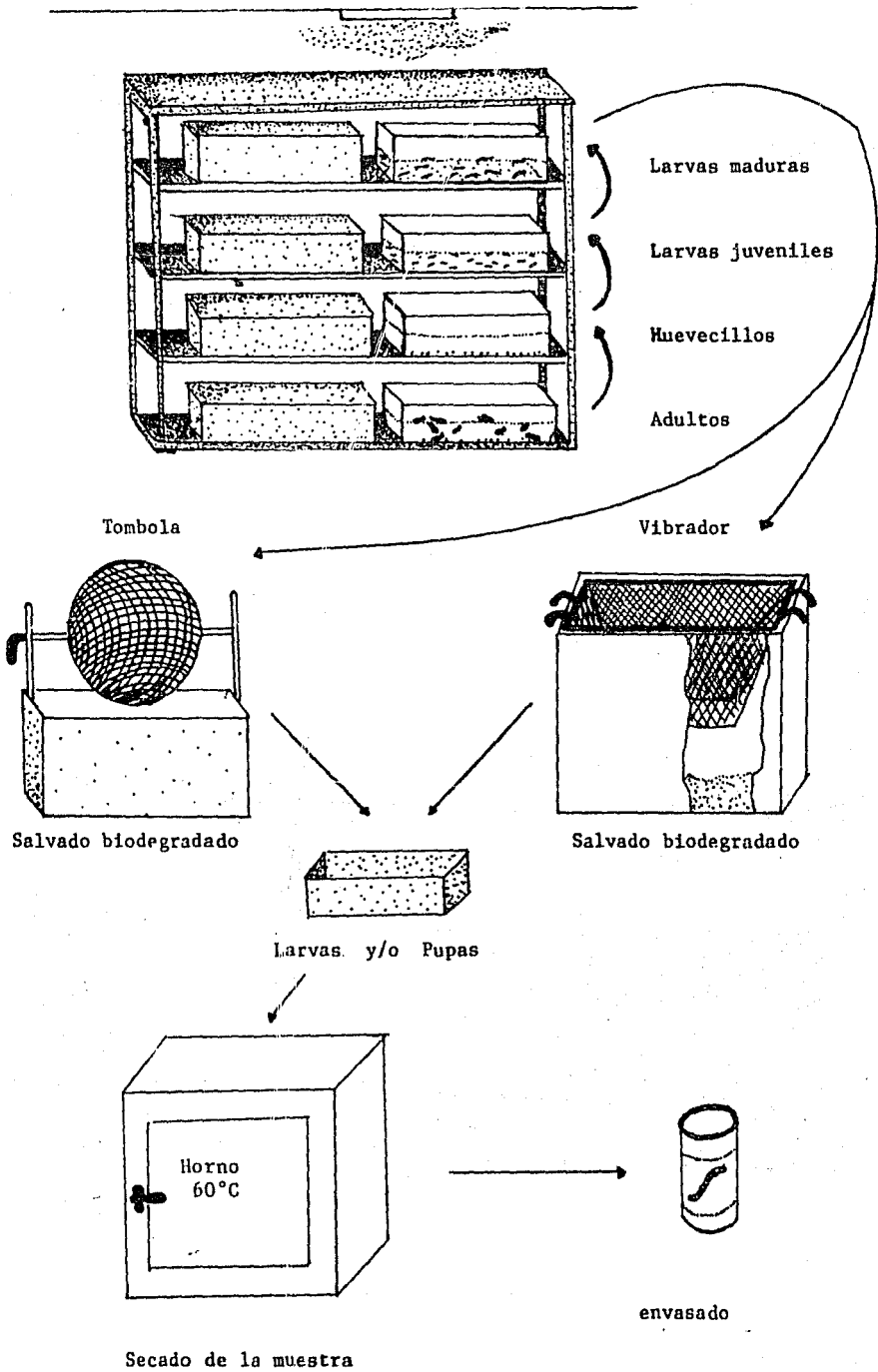
del "Gorgojo negro" para la alimentación animal y/o humana, como se observa en la Fig. 3, en la que se sugieren dos alternativas para separar a los organismos a consumir, la primera por medio de una tómbola y la segunda utilizando un vibrador, para su posterior secado y envasado, el cual puede ser en recipientes de 50 ml. que contendrá alrededor de -- 103 larvas con un peso fresco aproximado de 11.6 gr, ó bien en el caso de utilizar a las pupas como alimento, el recipiente puede contener alrededor de 75 pupas con un peso fresco aproximado de 11 gr.

La ventaja que ofrece el "gusano de la harina" es el de poder unicamente secarlo y almacenarlo en frascos ó recipientes esterilizados (bolsas, botes, etc.) en los que se mantengan frescos y secos, ya que pruebas realizadas con larvas secas y almacenadas durante un año no mostraron rancidez. Lo antes expuesto es aconsejable cuando se van a utilizar a las larvas para alimentación animal, y en cuyo caso no se requiera que los organismos esten vivos, como sería en la alimentación de animales de ganadería y con peces, sin embargo existen algunas otras especies en las que es necesario que su alimento este fresco, como sucede con algunas aves de ornato y -- exóticas e incluso con algunos reptiles, que debido a que se encuentran en cautiverio no es posible que por si mismos consigan su propio alimento y cuya -- principal fuente de proteína es a base de insectos vivos.

Sin embargo como alimento humano es posible --



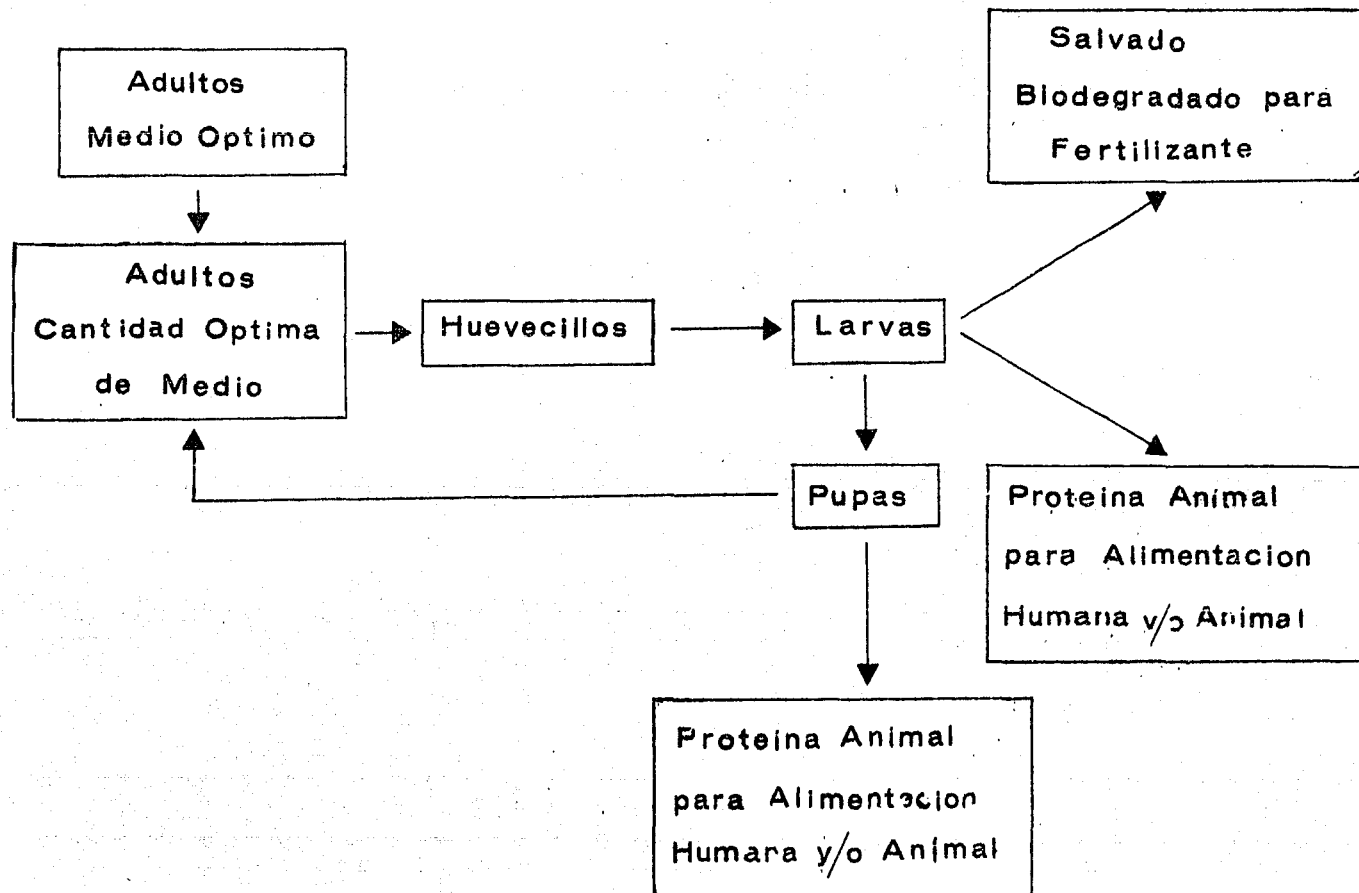
Fig. 3.- Modelo Biotecnológico para la obtención de larvas y/o pupas de Tenebrio molitor L.



envasarlos en recipientes de cristal ó bien enlatar los, para lo cual es necesario procesar a los organismos (larvas ó pupas), lo cual puede ser freirlos con manteca ó mantequilla y condimentarlos con sal, ajo y ¿porque no?, con un poco de picante para darle un toque mexicano, para ser paladeado por los -- seguidores de estos exquisitos alimentos que son -- los insectos.

Por otra parte es de gran importancia conocer, que debemos iniciar nuestro cultivo con individuos adultos en un medio óptimo de alimentación, humedad, espacio, temperatura y fotoperíodo (Fig. 4) del --- cual obtendremos inicialmente a partir de los prime ros, huevecillos, los que en cuestión de días pasaran al estado larvario y a partir de este momento -- es cuando empieza a tener mayor significado económi co nuestro cultivo, pues a medida que las pequeñas larvas se estan alimentando, estan biodegradando el salvado y la levadura, convirtiendolo en pequeñas -- excretas, las que debido a su alto contenido de Sales Minerales, Nitrógeno y Fósforo, bien podría --- utilizarse como fertilizante e incluso si analiza-- mos más a fondo su composición química se podría -- utilizar al reciclarlo como alimento para animales; así mismo una vez que las larvas alcanzan una talla adecuada ( $\pm$  3 cm) para su consumo, se pueden procesar para emplearlas como alimento, ó bien, esperar de una a dos semanas más (dependiendo de su tamaño) para procesarlas en estado de pupa de las cuales -- tambien se obtiene una muy buena cantidad de protef -- nas y calorías.

Fig. 4. Organigrama para el Cultivo de Tenebrio molitor L.



Es necesario tomar en cuenta que si agotamos - todo nuestro material vivo de Tenebrio molitor L. - no podremos mantener nuestro cultivo, pues llegaría el momento en el que los adultos que utilizamos como pie de cría morirían y no habría más producción de huevecillos, es por esto necesario, el conservar cierto número de pupas para continuar con el ciclo de vida de este insecto (en el Organigrama adjunto se observa el flujo del cultivo).

Por último es necesario mencionar la importancia que tiene el conocer la Biología, Etología, Fisiología, Ecología, etc., de T. molitor, para de esta manera precisar con bases más sólidas, que este insecto es adecuado para cultivarse, correlacionando su valor nutritivo con su ritmo de desarrollo. Procesando estos y otros datos con estudios económicos y productivos para una adecuada explotación de este recurso alimenticio, siendo este una poderosa herramienta para nuestros actuales economistas que se encuentran fuertemente presionados por mantener las poblaciones humanas.

## C O N C L U S I O N

Con base en el Análisis de los resultados, se considera más conveniente sexar a los individuos utilizados como pie de cría, debido a que en el Lote Sexado, se observaron los más altos valores poblacionales.

Por lo que se refiere a la proporción de sexos de los adultos para iniciar el cultivo, ésto podría ser, de 2 a 1 a favor de las hembras, evitando así, hasta cierto punto la lucha entre los machos y concomitantemente disminuyendo de esta manera la mortalidad de adultos.

La ración numericamente más productiva fue la "a" (250 gr) en el Lote Sexado, y la menos productiva fue la "c" (750 gr) del Lote Sin Sexar, sin embargo, esta última fue la que mayor peso obtuvo y más proteína registró, y como consecuencia la que mayor valor energético contenía.

Por lo que se refiere al tiempo necesario para llevar a cabo su ciclo de vida, la ración "a" del Lote Sin Sexar requirió de un menor tiempo (70 días), mientras que la ración "b" del Lote Sexado, lo completó en 91 días.

El mayor número de pupas hembras se obtuvo en la ración "a" del Lote Sin Sexar y el menor fué en la ración "b" del Lote Sexado.

La Eficiencia de Conversión más alta se registró en la ración "b" del Lote Sin Sexar y la más baja en la ración "c" del Lote Sexado, lo que lógicamente provoca una elevación en los costos de esta última ración (\$8.80), siendo la primera más económica (\$3.41), (Calculos efectuados en el tercer bimestre de 1987).

Por otra parte se puede concluir que el estado de desarrollo de más alto valor alimenticio por su alto contenido proteínico y energético corresponde a las larvas, con la ventaja de que requieren de un menor tiempo para su desarrollo; correspondiendo al estado adulto el menor valor energético y además de contener una gran cantidad de fibra cruda que dificulta su digestibilidad.

En resumen; La ración "a" del Lote Sin Sexar -- fue la que con 2278 individuos producidos, obtuvo la mejor proporción sexual, eficiencia de conversión y menor tiempo de desarrollo. Ahora bien, si extrapolamos estos resultados a la ración con mayor número de larvas (2956), correspondiente a la ración "c" -- del Lote Sexado, podemos concluir que la cantidad -- óptima de alimento sería de 0.11 gr, por individuo -- para soportar esa densidad de población de larvas, -- que equivaldría a 325 gr., la que podemos elevar a -- 350 gr. para optimizar el cultivo.

## L I T E R A T U R A   C O N S U L T A D A

- 1.- A.O.A.C., 1975. Official Methods of Analysis 12th. Ed. Washington, D.C. 832.
- 2.- Anónimo. 1965. Stored-Grain Pests. Farmers' -- Bull. No. 1260. U.S.D.A.
- 3.- Anónimo. 1983. Alimentación. Necesidades especiales en México. Situación Actual y Perspectiva al año 2000. Siglo XXI. México 302.
- 4.- Asraf Mohammad, Brower J.H. . Combined ---- effects of egg age and radiation dosage on egg hatch of Tenebrio molitor (Coleoptera: - - - - Tenebrionidae). Can. Ent. 104:141-144.
- 5.- Conconi, Ramos-Elorduy, J. de. 1982. Los insectos Comestibles de México. Presente y Futuro. - Rev. Tecnol. Aliment. México. 17(6):19-22.
- 6.- \_\_\_\_\_, 1982. Los insectos como fuente de Proteína en el Futuro. Ed. Limusa. México. 144.
- 7.- \_\_\_\_\_, 1983. Ciclo de Vida y Fundación de las Sociedades de Licetopum apiculatum M. - - - - (Hymenoptera, Formicidae). A. Inst. Biol. Univ. Auton. de México. Ser. Zool. 54(1):161-176.
- 8.- \_\_\_\_\_, Utilización de insectos comestibles co

mo una fuente de Proteína en la elaboración de raciones para alimentación animal provenientes o no de reciclaje de materia orgánica. en prensa.

- 9.- \_\_\_\_\_, Digestibilidad In Vitro de tres avis--pas comestibles en México. en prensa.
- 10.- \_\_\_\_\_, Bicensayos en rata raza Wistar para es--timar la calidad proteínica de tres insectos co--mestibles de México. en prensa.
- 11.- Cotton, R.T. 1929. The Mealworms. Tech. Bull. U. S. Dep. Agric. 95: 1-38
- 12.- \_\_\_\_\_, 1940. Mealworms. U.S. Department of Agri--culture. Leaflet No. 195.
- 13.- \_\_\_\_\_, 1963. Pests of Stored Grain and Grain - Products. Mineapolis, Minn: Burgess Publishing Co. Ed. Revisada. 2(1):218.
- 14.- Cravioto, R.O. 1951. Composición de Alimentos - Mexicanos. Ciencia. 11(5-6):129-155.
- 15.- Davis, G.R.F. 1969. Protein nutrition of - - - Tenebrio molitor L. X. Improvement of the nu--tritional value of lactalbumin by supplementa--tion with amino acids. Arch Int. Physiol. Bio--chem. 80:501-509.



- 16.- \_\_\_\_\_, 1972. Use of larva of Tenebrio molitor L. to determine nutritional value of proteins in six defatted oilseed meals. Arch Int. Physiol. Biochem. 80:501-509.
- 17.- \_\_\_\_\_, 1974. Evaluation of the nutritional value of proteins of rape, turnip rape, and yellow -- mustard seed by larve of the yellow mealworm, - Tenebrio molitor L. Arch. In. Physiol Biochem. 82: 141-148.
- 18.- \_\_\_\_\_, 1974. Nutritional quality of oil seed - protein isolates as determined with larvae of - the yellow mealworm, Tenebrio molitor L. J. - - Nutr. 104:1172-1177.
- 19.- \_\_\_\_\_, 1978. Growth response of larva of - - - Tenebrio molitor L. to concentrations of dietary amino acids. J. Stored. Prod. Res. 14(1): 69-71.
- 20.- Díaz del Pino, A. 1953. Cereales de Primavera. Salvat Editores. España. 458.
- 21.- Evans, A.C. and Goodliffe, E.R. 1939. The utilization of food by the larva of the mealworm - - Tenebrio molitor L. Proc. R. Ent. Soc. Lond. A. 14:57-62
- 22.- Freeman, B.E. 1976. A spatial approach to insect population dynamics. Nature. 260(5548):240-241

- 23.- Fernald, H.T. and Shepard H.H. 1955. Applied -- Entomology. Fifth Edition. MacGraw-Hill Book - Co. Inc. 196-197.
- 24.- Fraenkel, G. et Leclercq J. 1956. Nouvelles recherches sur les besoins nutritifs de la larve du Tenebrio molitor L. (Insecte, Coleoptere). - Arch. Int. Physiol. Biochem. 64:601-622.
- 25.- Goulet, G. 1978. Nutritional evaluation of - - dried Tenebrio molitor larvae in the rat. ---- Nutritional Reports International. 18(1):11-15.
- 26.- Hagstrum, D.W. 1983. The population dynamics of stored products insect pests. Proceedings of -- the third International Working Conference on - Stored-Product Entomology. 10-19.
- 27.- Halstead, D.G.H. 1965. External sex differences in stored products coleoptera. Bull. Ent. Res. 54:119-134.
- 28.- Hardman, J.M. 1976. Life Table data for use in Deterministic a d Stochastic simulation models predicting the growth of insect population unde Malthusian conditions. Can. Entomol. 108: 897-906.
- 29.- Harrow, B., Mazaur, A. 1957. Tratado de Bioquímica. Ed. Interamericana. México. 565.

- 30.- Hoffmann, W.E. 1947. Insects as Human Food. - -  
Proc. Ent. Soc. Wash. 49:223-237.
- 31.- Jamieson, M. and Jobber O. 1975. Manejo de Alimentos. Ecología del Almacenamiento. Ed. Pax-México. 1:195.
- 32.- Hernández, M., Chávez A., Bourges, H. 1980. Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Publicaciones de la Div. de Nutrición. México. 34.
- 33.- Le Cato, G.L. and B.R. Flaherty. 1974. Description of eggs of selected species of stored-product insects. J. Kansas Ent. Soc. 47(3):307-317.
- 34.- Leclercq, J. et Bast D. 1965. Projet d'utilisation des larves de Tenebrio molitor pour la --- valeur nutritive de proteines. Ann. Nutr. Alim. 19:19-25.
- 35.- \_\_\_\_\_, . Utilization de larvas de - - - Tenebrio molitor pour comparer la valeur nutritive des proteines de feuilles de végétaux. . 189-197.
- 36.- Lindblad C. and Bruben L. 1981. Almacenamiento de Grano. Ed. Concepto. México. 331.
- 37.- Leung Woor-Tsuen Wu. 1975. Tablas de Composición de Alimentos para uso en America Latina. Interamericana. México. 150.

- 38.- Metcalf, C.L., W.P. Flint. 1976. Insectos Destructivos e Insectos útiles. Ed. C.E.C.S.A. --- México. 1208.
- 39.- Murray S. Blum. 1983. Fundamentals of Insect Physiology. John Wiley and Sons. U.S.A. 548.
- 40.- Pracros, P. 1982. Intéres comparé de L'estimation biologique de la valeur nutritional des source protéiques par des vertébrés (rat et poulets) et par un insecte (Tenebrio molitor L.). Académie d' Agriculture de France. 1279-1285.
- 41.- \_\_\_\_\_, 1983. The early classification of the nutritional value of protein source by biological tests using two insects found in stored --- foodstuffs of the Tenebrionidae family: - - - Tenebrio molitor L. and Tribolium confusum Duval. Qual. Plant Foods Hum. Nutr. 33:215-220.
- 42.- Pianka, R.E. 1982. Ecología Evolutiva. Ed. Omega. España. 365.
- 43.- Punzo, F. and Mutchmor, J.A. 1980. Effects of - Temperature, relative humidity and Period of - exposure on the survival capacity of - - - - - Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae). - J. Kansas Ent. Soc. 53(2):260-270.
- 44.- \_\_\_\_\_, 1978. Changes in Temperature tolerance as function of relative humidity during the larval stage of Tenebrio molitor (Coleoptera: - - Tenebrionidae). J. Kansas Ent. Soc. 51(2):207-212.

- 45.- Ramirez Genel, M. 1982. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. Ed. C.E.C.S.A. México. 300.
- 46.- Ramos-Elorduy de C.J. 1984. Protein content of some edible insects in Mexico. J. Ethnobiol. -- 4(1):61-72.
- 47.- \_\_\_\_\_, 1982. Valor Nutritivo y Calidad de la Proteína de algunos Insectos Comestibles de México. Folia Ent. Méx. (53):111-118.
- 48.- Taylor, R. 1975. Butterflies in my stomach. - - Woodbridge Press Publishing Co. California. 224.
- 49.- Urs, K.C.D. and T.L. Hopkins. 1973. Effects of moisture on the lipid content and composition - of two strains of Tenebrio molitor L. - - - - (Coleoptera;Tenebrionidae). J. Stored Prod. Res. 8:299-305.