

17



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

289046

EVALUACION DEL EFECTO DE LA ADICION DE LARVAS DE
Tenebrio molitor L. (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) A UNA
DIETA DE INICIACION DE POLLOS DE ENGORDA.

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

DIRECTOR DE TESIS:
DRA. JULIETA RAMOS-ELORDUY BLASQUEZ



2001

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE LARVAS DE *Tenebrio molitor* L.
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) A UNA DIETA DE INICIACIÓN DE POLLOS DE
ENGORDA.**

TESISTA: SUSANA BARRERA CARDONA

FACULTAD DE CIENCIAS

UNAM

FEBRERO DE 2001

DIRECTOR DE TESIS: DRA. JULIETA RAMOS-ELORDUY BLASQUEZ

DIRECTOR ADJUNTO: M. EN C. ERNESTO ÁVILA GONZALEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
Evaluación del efecto de la adición de larvas de Tenebrio molitor L. (Coleoptera:
Tenebrionidae) a una dieta de iniciación de pollos de engorda.

realizado por Susana Barrera Cardona

con número de cuenta 5552732-5, pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Doctora Julieta Ramos-Elorduy Blásquez
Propietario

Propietario Maestro en Ciencias Ernesto Avila González

Propietario Doctor José Manuel Pino Moreno

Suplente Doctor Adolfo Navarro Sigüenza

Suplente Biólogo Javier Figueroa Morales

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Edna M. Suárez D.
Coordinadora de Biología
Doctora Edna María Suárez Díaz



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGÍA

A Dios.

A Hernando y Santiago con todo mi amor.

*A mis papás con todo mi corazón y mi más
profundo agradecimiento.*

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por todas las cosas bellas y los grandes retos que ha puesto en mi camino. Gracias, a mi amado esposo Hernando, mi adorado hijo Santiago, a mis queridos y valiosos padres, Susana y Alberto, a mis queridos hermanos Sandra y Beto por su apoyo y presión para realizar este trabajo, pero sobre todo por las vivencias tan lindas que hemos compartido. Y también le agradezco a Stefania por tener un lugar muy importante en mi familia.

También gracias a la Dra. Ramos-Elorduy por su apoyo incondicional y sus valiosos conocimientos tanto académicos como espirituales y por la gratísima experiencia de trabajar con ella. También, gracias al M. en C. Ernesto Avila González, y a todo el equipo que labora con ellos por el apoyo para la realización de este trabajo.

Han habido muchas personas que han promovido la terminación de este proyecto, y a todos ellos gracias. En este momento recuerdo y agradezco especialmente a: mis queridísimas amigas de toda la vida: Alma, Bere, Claudia, Mali; también a mi cuñado Mike, a mis queridas amigas del *Café del Jueves*, que me han dado la oportunidad de sentirme en familia en Veracruz, especialmente a Alina y Angélica, quienes me ayudaron en los trámites de esta tesis. También gracias a mi "jefe" Toño por la fantástica experiencia que fue vivir y trabajar en Catemaco.

INDICE

Introducción	5
Antecedentes	7
Insectos en la nutrición aviar	7
Biología de <i>Tenebrio molitor</i> L.	11
Características generales	11
Investigaciones realizadas con <i>Tenebrio molitor</i> L.	14
Nutrimentos para las aves	15
Proteína	16
Insectos como Fuente de Proteínas	17
Requerimientos nutricionales del ave	18
Objetivos	20
Hipótesis	20
Metodología	21
Resultados	25
Discusión	35
Conclusiones	37
Bibliografía	38

INTRODUCCION

La actividad humana ha arrasado con los recursos naturales. Los efectos negativos han dejado de pasar de ser situaciones locales a severos problemas mundiales (Ceballos, 1993). Se han deforestado bosques, extinguido especies, erosionado suelos y en resumen, se están acabando la naturaleza. El hombre ha sido el responsable de esta crisis ambiental, y tendrá que enfocar sus prioridades para detener lo más posible éste alud de catástrofes ecológicas. Sin duda, ya se resiente la consecuencia más palpable, la carencia de alimentos que han causado las guerras: El hambre. Habrá que investigar más y mejores los recursos alimenticios y, uno de ellos, lo proporcionan los insectos.

Los insectos forman cuatro quintas partes del reino animal. Forman la mayor biomasa del planeta por su gran adaptabilidad y su amplia distribución, en ocasiones, cosmopolita. En general se cree que los insectos son animales negativos porque acaban con los cultivos, porque son vectores de enfermedades, y son "poco atractivos". Pese a estos estigmas negativos, los insectos son una fuente de proteína de excelente calidad, igual o más a los alimentos conocidos como ricos en proteína (Ramos-Elorduy, 1982). Otros aspectos positivos que presentan son sus efectos medicinales, la producción de miel y ceras, la polinización, la fabricación de la seda y el control biológico de plagas.

Los insectos son una fuente de alimento por ser un recurso muy accesible que lamentablemente no se explota ni se cultiva adecuadamente. Los cultivos que se conocen son a escala experimental (Ramos-Elorduy, 1982). Se conocen 1689 especies comestibles en el mundo (Ramos-Elorduy y Conconi, 1994), de las cuales 512 están en México, por lo que son una alternativa en la industria alimenticia muy prometedora (Ramos-Elorduy y Pino, 1992).

Por otro lado, el consumo de pollo de engorda es común en las familias mexicanas. El pollo es la carne destinada al consumo humano más económica en comparación con la carne de res, de puerco y el pescado. A nivel industrial, el costo elevado de las dietas en la producción de aves es un problema primordial. Los insectos podrían sustituir parte de la materia prima de las dietas, y por lo tanto, disminuir el costo total de la producción e incrementar el valor proteínico de la dieta.

La avicultura ha respondido a una necesidad urgente y noble, como es la de producir más carne para la alimentación del pueblo, acortando el tiempo y a más bajo costo que otras en su tipo. Es una responsabilidad científica el mejorar la calidad del alimento, bajar los costos de producción, elevando el índice de transformación como el crecimiento y la conversión alimenticia. El costo de la alimentación constituye uno de los factores más importantes en la producción de carne de pollo y huevo. Es por eso que los nutriólogos y fabricantes de alimentos balanceados estén buscando dietas alternativas, económicas que satisfagan las necesidades alimenticias de las aves (Cuca *et al.*, 1990).

El presente trabajo analiza la utilización de *Tenebrio molitor* L. como un ingrediente proteínico alternativo en una dieta de iniciación para pollos de engorda por el alto porcentaje de proteína y de aminoácidos esenciales como son lisina, leucina y treonina, además de un elevado contenido energético.

Actualmente no existe la infraestructura necesaria para su producción a escala industrial, pero de hacerse, probablemente no resultaría muy costoso debido a la gran adaptabilidad del insecto, su corto ciclo de vida, su gran potencial reproductor, sus hábitos alimenticios y facilidad de manejo (Ramos-Elorduy y Pino, 1990). Considerar al insecto como parte de la dieta de pollos de engorda y en otras especies, podría ser

una alternativa en la producción industrial para bajar costos, así como una alternativa para la producción rural proporcionando una mejor alimentación de los pollos.

ANTECEDENTES

INSECTOS EN LA NUTRICION AVIAR.

Los insectos son una alternativa alimenticia en la nutrición animal, y en el caso de las aves (pollos de engorda, pollas de postura, codornices y pavos) son muchas las investigaciones que se han realizado en el mundo. La mayor parte de ellas se han utilizado las larvas y pupas de la mosca *Musca domestica* L., aunque también se han experimentado con grillos, chapulines, la larva y mariposa del gusano de la seda, abejas, escarabajos, entre otras.

Experimentos con larvas de mosca han demostrado que la calidad de la proteína que contiene la pupa es similar a la que contiene la carne y que el tipo y cantidad de ácidos grasos es similar a la que hay en el aceite de pescado (Calvert *et al.*, 1969)

Para alimentar pollos se han utilizado pupas de moscas. Al final del experimento se compararon los resultados de las dietas balanceadas con pupas de moscas con las dietas control y encontraron que no había diferencias significativas entre los resultados (Teotia y Miller, 1973). En otros experimentos, también con pupas de moscas, determinaron que la composición de aminoácidos de la dieta con el insecto era comparable a una dieta de carne y hueso, o de pescado, y mucho mejor que una dieta de soya (Teotia y Miller, 1974).

Ocio *et al.* (1979) alimentaron a pollos con diferentes dietas, incluyendo una balanceada con larvas de mosca. Encontraron que no había diferencias significativas en el peso ganado o conversión alimenticia.

En otro trabajo se cultivaron larvas de mosca en estiércol de cerdo, y se incorporaron las larvas en forma de harina a las dietas de pollos. Se encontró que la larva podía sustituir totalmente a la harina de soya, sin alterar la ganancia de peso y el consumo de alimento (Reyes, 1979).

Gawaad y Brune (1979) hicieron una dieta balanceada para pollos utilizando las larvas de las especies *Musca domestica* L. y *Phormia terraenovae* R.. Encontraron que el peso ganado y la conversión alimenticia fueron similares en comparación con la dieta testigo balanceada con soya.

Gado *et al.* (1982) compararon una dieta de maíz, soya, pescado, pasta de algodón, trigo, hueso, grasa animal con una dieta con larvas secas de *M. domestica* L.. reemplazando toda la harina de pescado y dos quintas partes de la soya. Los pollos que se alimentaron de la dieta con larvas presentaron mayor concentración promedio de calcio y menor concentración de lípidos totales, glucosa, colesterol y fósforo inorgánico en el suero sanguíneo. También tuvieron éstos un mayor peso del cuerpo, y a la vez, un menor peso de sus plumas en comparación con el testigo.

Peter *et al.* (1985) estudiaron los efectos de la gallinaza con inclusión de pupas de *Musca domestica* L. en la alimentación de pollos de engorda y codornices. Los pollos de engorda que se alimentaron con diferentes porcentajes de la mezcla de gallinaza y pupas tuvieron un significativo aumento de peso, a diferencia de los que se alimentaron únicamente con pupas, pero sin gallinaza.

Chrappa *et al.* (1990) utilizaron larvas y pupas de *M. domestica* L. para alimentar pollos de engorda. Encontraron que emplear estos estados larvarios en dietas para pollos no presentaron efectos negativos en el crecimiento del pollo, ni la calidad y sabor de la carne de éstos.

Koo *et al.* (1980) alimentaron pollos con dietas balanceadas con pupas de *Musca autumnalis* (De Geer) durante cuatro semanas. El contenido del aminoácido metionina era especialmente grande. Los resultados obtenidos no produjeron efectos observables, solo un pequeño decremento en la eficiencia alimenticia debido a la baja densidad calórica de la pupa, comparado con la dieta de soya.

También se han utilizado las larvas de mosca en dietas para gallinas ponedoras. Se ha encontrado que la adición de larvas a una dieta basal para gallinas, reemplaza los nutrientes proporcionados por dietas con base en pescado y con base en carne y hueso; inclusive hay un aumento en grosor, del cascarón del huevo, así como en el peso del huevo, sin que afecte otros patrones del huevo, ni de las gallinas (Parshikova *et al.*, 1981)

Trabajando con el Tetigónido *Anabrus simplex* Haldeman se encontró que su valor proteínico para pollos de engorda es comparable a una dieta basada en soya. Así mismo, se evaluó el sabor de la carne de pollo, y no hubo un efecto adverso en aquellos que se alimentaron con la dieta balanceada con estos insectos (Finke *et al.*, 1985) Se ha demostrado que los grillos domésticos *Acheta domestica* secos, son una buena fuente de calidad proteínica para los pollos, pero solo será un ingrediente indispensable cuando se pueda producir con el menor costo (Nakagaki, *et al.* 1987)

Se utilizaron también *Anabrus simplex* Hald. recolectados en la naturaleza y se balancearon dietas empleando maíz. Se encontró que la dieta maíz-grillo tenía una

mejoría significativa en el crecimiento de los pollos a diferencia de la dieta convencional soya-maíz (DeFoliart *et al.*, 1982).

Despins y Axtell (1994 y 1995) alimentaron crías de pavo y pollos de engorda con la larva del escarabajo *Alphitobius diaperinus*. El lote experimental de pavo se alimentó únicamente de larvas durante unos días. Se encontró que el resultado fue significativamente adverso al peso de las crías. Los mismos resultados se obtuvieron con los pollos de engorda.

También se han utilizado las pupas del gusano de la seda como fuente de proteínas. Joshi *et al.* (1979) encontraron que a mayor porcentaje de inclusión del insecto en la dieta, menor ganancia de peso y conversión alimenticia.

Fagonee (1983) trabajó con dietas balanceadas utilizando la pupa del gusano de la seda. Determinó que el reemplazo total de la harina de pescado por harina de insecto tenía un efecto adverso en el patrón de crecimiento, sin embargo, el reemplazo del 50% no presentó un efecto adverso, lo que parece estar relacionado con los niveles de la hormona de la pupa alpha-ecdysone, la cual depende de la edad de la misma.

Kumar y Hasan (1992) utilizaron la mariposa del gusano de la seda como alimento para pollos de engorda y concluyen que el uso de la mariposa puede ser exitosamente utilizado como fuente de proteína animal en su crianza.

En gallinas ponedoras se han utilizado dietas balanceadas con pupas del gusano de la seda, sustituyendo la harina de pescado. No se ha presentado efecto significativo en la producción de huevo (Virk *et al.*, 1980), y el tamaño del huevo no se ha afectado (Joshi *et al.*, 1980).

Con la finalidad de aprovechar 1 900 000 kgs. de abejas que se destruyen anualmente después de la temporada de producción, en Canadá se ha propuesto utilizar éste material proteínico, secándolo, moléndolo para elaborar dietas y alimentar pavos. La harina de abeja tiene mayor cantidad de proteína cruda que la soya y similar composición de aminoácidos y energía metabolizable. Se encontró que concentraciones grandes de harina de abeja tienen un efecto adverso, esto debido al veneno contenido en ellas (Salmon y Szabo, 1981; Ramos-Elorduy, 2000).

BIOLOGIA DE *Tenebrio molitor* L.

Posición Taxonómica

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Suborden: Polyphaga

Familia: Tenebrionidae

Género: *Tenebrio*

Especie: *T. molitor* Linnaeus

CARACTERÍSTICAS GENERALES

La larva de este insecto es conocida como "gusano amarillo de la harina" y el escarabajo, adulto, como "gorgojo negro". *Tenebrio* viene del latín y significa obscuro, tétrico, tenebroso; y molitor significa devorador, molidor, triturador. Son de color obscuro (café a negro), con hábitos nocturnos y se localizan en lugares poco iluminados.

Este insecto es muy conocido en Europa, es omnívoro-fítófago y es considerado como una plaga secundaria, ya que puede alimentarse de granos y semillas, también de harinas, cereales y plumas.

T. molitor es un insecto holometábolo, es decir, en su ciclo de vida tiene una metamorfosis completa: huevo, larva, pupa, y adulto o imago.

Los adultos tienen una longitud de 12 a 18 mm, con una forma elongada y redondeada. Sus alas tienen estrías longitudinales y antenas moderadamente largas y filiformes (Borror *et al.*, 1989; Ross, 1982).

El potencial reproductivo es alto, pues una sola hembra puede depositar alrededor de 275 huevecillos. Estos son cubiertos por una secreción pegajosa y se adhieren al alimento en forma de pequeños grumos. Las oviposiciones se realizan en forma continua durante aproximadamente tres semanas. Los huevos son ovales de una longitud aproximada de 14 mm. Son de color blanco lechoso, brillantes. El período de incubación va de 7 a 10 días (Cotton, 1940).

Las larvas son delgadas y blancas al nacer, y van cambiando al color amarillo obscuro conforme van creciendo. Tienen una longitud de 20 a 30 mm., el estado larvario dura aproximadamente de 6 a 9 meses (Cotton, 1940).

La pupa es de color blanco, pero posteriormente cambia a café amarillento. Este estadio dura aproximadamente de 6 a 10 días. Finalmente se convierte en adulto, viviendo un promedio de dos meses (Cotton, 1940).

Los análisis bromatológicos y el aminograma de *T. molitor* presentan un gran contenido proteínico y energético, así como una buena composición de aminoácidos esenciales:

Análisis bromatológico de *Tenebrio molitor* L. (larvas)

	Base Húmeda %	Base Seca %
Agua	60.94	0.0
Materia Seca	39.06	100.00
Proteínas	18.62	47.96/57.1
Grasas	14.56	37.27
Salas Minerales	1.18	3.02
Fibra Cruda	1.94	4.96
Extracto Libre de Nitrógeno	2.76	7.06
Energía Bruta	-	6351 kcal/kg.

Aminograma de *Tenebrio molitor* L. (larvas)

Aminoácidos	Porcentaje
Arginina	2.24/2.74
Histidina	1.8
Isoleucina	2.48
Leucina	4.06
Lisina	2.7/3.32
Metionina+Cisteína	0.34/0.41
Fenilalanina	1.84
Treonina	1.68/2.06
Triptofano	2.1
Valina	2.66
Tirosina	3.4

En condiciones controladas, los cultivos de *T. molitor* han proporcionado datos interesantes, pues se ha reportado una disminución de su ciclo de vida: de 240 días en condiciones naturales, a 80 días, así como una disminución en la oviposición por hembra: de 275, a 238 huevecillos (Hernández, 1988).

Las larvas de *T. molitor* se comercializan como alimento fresco para mascotas domésticas: aves, reptiles y peces.

INVESTIGACIONES REALIZADAS CON *Tenebrio molitor* L.

Las larvas de este insecto se han utilizado para evaluar el valor nutritivo de proteínas vegetales provenientes de diferentes plantas (Leclercq, 1967), como en caso de pastas de semillas oleaginosas desengrasadas (Davis, 1972). Los resultados aportaron una idea general de su eficiencia alimenticia, su composición en aminoácidos y los substratos más adecuados para su cultivo.

Debido a su valor nutritivo de las larvas de *T. molitor* fueron incluidas en una dieta para ratas albinas recién destetadas y se comparó con dos dietas: una con soya, y otra con caseína como fuentes de proteínas. Se encontró que *T. molitor* es un buen sustituto de soya y caseína, pero aparentemente presenta una deficiencia de metionina (Goulet 1978).

En el Instituto de Biología de la UNAM, la Dra. Ramos-Elorduy dirige una línea de investigación denominada "Los insectos como fuente de proteínas en el futuro", la que ha evaluado el valor nutritivo de los diferentes estados de desarrollo de *T. molitor*. Se ha encontrado las siguientes proporciones de proteína que los estadios de desarrollo poseen:

Contenido de proteína	48% al 68%
Contenido de grasa	37.27-20.79%
Sales minerales	2.74 al 3.19 %
Fibra cruda	4.96 a 16.25%

Del total de nutrimentos digestibles se reporta para las larvas de mayor valor (120.05). También se reportaron valores altos en el contenido energético de larvas (5543.6 kcal/kg. y pupas 5500.1 kcal/kg.) (Hernández, 1988).

El valor nutritivo de la larva es directamente proporcional al valor nutritivo del sustrato del que se alimenta, pero es importante señalar que independientemente, las larvas de *T. molitor* son capaces de reciclar productos de mala calidad y de bajo contenido proteínico a una proteína de buena calidad en un alto porcentaje (Ramos-Elorduy y Pino, 1990).

Se siguen haciendo investigaciones teniendo como objetivo utilizar las larvas de *T. molitor* en el reciclaje de desechos orgánicos, así como en el empleo de las larvas en nutrición animal.

En nutrición porcina se ha experimentado con larvas de *T. molitor* en dietas de iniciación, obteniendo resultados que indican que la inclusión del insecto tiene resultados similares a los que se obtuvieron con el plasma sanguíneo porcino en la dieta, por lo que este insecto podría ser una alternativa de proteína importante en la industria porcina (Gamboa, 1997).

NUTRIMENTOS PARA LAS AVES

El alimento balanceado para las aves debe tener las cantidades óptimas de los nutrientes básicos que son: proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales.

Las proteínas son compuestos orgánicos que contienen carbono hidrógeno oxígeno y nitrógeno. Están formadas por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, formando cadenas largas cuyas propiedades fisicoquímicas dependen de la secuencia de aminoácidos y la manera de como están conectados uno con otro.

Los carbohidratos son compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Tienen como unidades básicas azúcares simples o monosacáridos, siendo las más comunes la glucosa, fructosa y galactosa..

Las grasas o triglicéridos son también compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, que a diferencia de los carbohidratos, tienen un menor porcentaje de oxígeno, y por lo tanto su alto contenido de carbono e hidrógeno lo hacen una fuente más concentrada de energía.

Las vitaminas son compuestos orgánicos indispensables para un desarrollo metabólico normal. Los minerales son compuestos inorgánicos que desempeñan numerosas funciones como la formación de hueso tejido y cascarón (Clarence y Diggins, 1983; Moreng y Avens, 1985; Cuca *et al.*, 1990)

PROTEÍNA

La importancia de las proteínas radica en su participación de cualquier proceso metabólico a nivel celular. Forman parte del citoplasma celular, siendo parte medular en la formación de tejidos y órganos. Todas las enzimas que participan en las reacciones bioquímicas, así como en la formación de hormonas y anticuerpos, son proteínas específicas. Por lo tanto, no se puede prescindir de ellas en la nutrición aviar (NCR, 1994; Avila, 1990, Cuca *et al.*, 1990).

Las proteínas están formadas por aminoácidos. Existen 20 diferentes aminoácidos, de los cuales, se pueden agrupar en dos grandes grupos: esenciales y no esenciales. Los no esenciales son aquellos que pueden ser sintetizados por el

organismo, y los esenciales son los que no se sintetizan en el organismo, por lo que éstos deben de incluirse y consumirse de la dieta. Las proteínas de origen animal contienen, generalmente una mayor cantidad de los aminoácidos esenciales.

En la alimentación de las aves las proteínas de origen animal tienen mayor valor biológico, pero también se pueden balancear dietas con proteína vegetal y aminoácidos sintéticos, con buenos resultados (Avila, 1990; Cuca *et al.*, 1990).

Dentro de las proteínas de origen animal están principalmente la harina de pescado, que se utiliza especialmente en pollos de engorda, por su alto contenido de metionina y lisina. También contiene calcio, fósforo y ácidos grasos insaturados. Tiene la desventaja de que el contenido de proteína varía según la especie de pescado, además puede presentarse alteraciones con urea, amonio y otros ingredientes. La harina de pluma hidrolizada tiene un nivel de proteína de 75 a 80% y es relativamente barata, pero su contenido de aminoácidos esenciales es bajo, y esto limita su uso. La harina de carne tiene un alto contenido de lisina y fósforo, pero su contenido de proteína fluctúa del 41 a 52%. La harina de sangre también contiene 80% de proteína y es rica en lisina y deficiente en isoleucina. El mayor problema que presenta la harina de sangre es la alta incidencia a la contaminación con *Salmonella sp.* (Avila, 1990; Cuca *et al.*, 1990).

INSECTOS COMO FUENTE DE PROTEÍNA

Los insectos son otra alternativa de proteína animal. Tienen un gran contenido proteínico que va del 72.02% de las cigarras (*Proana sp*) a 30.88% del gusano blanco del maguey (*Aegiale hesperiaris* K), exceptuando a la hormiga mielera (*Myrmecocystus melliger* W.) y la miel de abeja (*Apis mellifera* L.) con 9.45 y 1.36% respectivamente. (Conconi 1983) Además, el 87% de las especies de insectos comestibles son más

energéticos que el maíz, el 50% más que la soya, el 70% más que el pescado y el 95% más que el trigo (Ramos-Elorduy, *et al* 1990).

En la alimentación aviar se utiliza, como fuente de proteína de origen vegetal, la pasta de soya. Su contenido de proteína fluctúa de 43 a 50%. Tiene gran contenido de lisina, pero es deficiente en metionina. La pasta de algodón (harinolina) tiene un contenido de proteína de 40 a 45%. Es deficiente en lisina y metionina y se recomienda en no más del 15% de la dieta cuando su contenido de gossipol es bajo, además de suplementar con los aminoácidos limitantes. La pasta de ajonjolí es otra fuente rica en proteínas para las aves, (44%), pero es deficiente en lisina y extraordinariamente rica en metionina. La pasta de girasol tiene un contenido de proteína de 32 a 42% y es limitante en lisina y rica en metionina. La pasta de cártamo posee 18 a 22% de proteína es alto en fibra y deficiente en lisina. El gluten de maíz se caracteriza por tener 42% de proteína, es excelente en su contenido de metionina, y deficiente en lisina y triptofano (Avila, 1990; Cuca *et al.*, 1990)

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL AVE

Las necesidades alimenticias de proteína de las aves varían según la edad de éstas, así como la finalidad de las mismas, ya sea para la pollos de engorda o gallinas de postura. En el caso de pollo de engorda los niveles recomendados por NRC (1994) son: 0-3 semanas 23% de proteína cruda, de 3 a 6 semanas, 20% de proteína cruda, y de 6 a 8 semanas, 18%.

Un exceso de aminoácidos en la dieta, no presenta ventaja alguna, ya que además de ser un desperdicio, disminuye el rendimiento dando como resultado una carne "ineficiente" y cara. Dietas altas en proteína cruda reducen los parámetros productivos del pollo de engorda (Rosebrough y Steele, 1985) Dietas bajas en

proteína cruda aún suplementadas con aminoácidos sintéticos, han dado como resultado una baja en la ganancia de peso, la eficiencia de conversión, y el consumo de alimento (Pinchasov *et al.*, 1990).

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluación de la adición de la larva de *T. molitor* como una fuente alternativa de proteínas de origen animal en una dieta para pollos de engorda.

Objetivo particular

Evaluar y comparar los efectos de dietas balanceadas con larvas deshidratadas de *T. molitor* en diferentes proporciones, como un ingrediente alternativo en los parámetros productivos y morfológicos de pollos de engorda, durante las 3 primeras semanas de su desarrollo.

HIPOTESIS

La inclusión del insecto *Tenebrio molitor* L. en las dietas de pollos de un día de nacidos, producirá parámetros productivos similares o superiores a aquellos observados con dietas convencionales y altamente nutritivas, utilizadas durante la etapa de iniciación.

METODOLOGIA

El experimento se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola C.E.I.E.P.A. de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Se encuentra ubicado en la parte sureste de la Cuenca del Valle de México, en la Calle Salvador Díaz Mirón S/N Km. 21.5 de la carretera México-Tulyehualco dentro del perímetro de Zapotitlán, Delegación Tlahuac en el Distrito Federal, el cual abarca una superficie de 40,000 metros cuadrados. Se localiza en las coordenadas: 19°8' de latitud norte y 99°2'3'' longitud oeste del Meridiano de Greenwich y una altitud de 2242 metros sobre el nivel del mar, con una presión atmosférica de 588 mm Hg. El lugar tiene una temperatura mínima de 12°C y una máxima de 20°C. La precipitación pluvial de 60 mm y 164.80 mm mínima y máxima respectivamente. Los vientos dominantes son del sureste 50%, noroeste 41% y sureste 8%.

Dentro de la granja se asignó para este experimento la caseta ubicada en la galera No. 2. La misma fue perfectamente limpiada, caleada y desinfectada. Se formaron corrales en el piso de 60 X 60 cm. En cada corral se colocó viruta, un comedero y un bebedero. La caseta se selló con plástico negro y se montaron 4 criadoras de gas para evitar la mortandad por frío. Se instaló un filtro de agua y se desclorinaba el agua en un tambor por 24 hrs. antes de suministrarla en los bebederos.

Se utilizaron 72 pollos mixtos de la línea comercial Arbor Acres, de un día de edad, asignados al azar en un diseño en cuatro tratamientos. Cada tratamiento corresponde a una dieta diferente, una la control, y tres las experimentales con diferentes proporciones del insecto. En cada dieta se emplearon 6 pollos y se contó

con tres repeticiones, haciendo un total de 72 pollos (6 aves x 3 repeticiones x 4 dietas = 72 pollos).

Se vacunaron los pollos contra Gumboro a los 7 días por vía oral, y contra Newcastle a los 10 días, por vía ocular (1 gota por ojo) y subcutánea (5 ml. por ave).

Se asignaron 4 tratamientos: No. 1 - Testigo o Control

No. 2 - Dieta 2.5% de *T. molitor*

No. 3 - Dieta 5% de *T. molitor*

No. 4 - Dieta 10% de *T. molitor*

Se prepararon en forma de harina las 4 dietas: 0.0, 2.5, 5.0 y 10.0% de larva de *T. molitor* adicionado. Estas dietas se elaboraron en las instalaciones del C.E.I.E.P.A. y se utilizó la mezcladora ubicada en el almacén de alimentos. En la tabla 1 se presentan la composición de las dietas, donde se incluyó el insecto a expensas de la soya. Se formularon a 22% de proteína y 2950 Kcal de EM/Kg.:

Las larvas de *T. molitor* se obtuvieron del Insectario del Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la U.N.A.M, bajo la dirección de la Dra. Julieta Ramos-Elorduy.

Los pollos consumieron la dieta y el agua a libre acceso, durante 21 días que es la fase de iniciación. Los pollos se pesaron al llegar a las instalaciones, y cada semana. Igualmente, cada semana se midió el consumo de alimento.

Tabla 1. Composición de las dietas:

INGREDIENTE %	DIETA CONTROL	DIETA 2.5 %	DIETA 5%	DIETA 10%
SORGO	54.13	55.31	56.39	58.16
SOYA	37.36	34.53	31.73	26.20
<i>Tenebrio molitor</i>	0.00	2.50	5.00	10.00
ACEITE	3.95	3.24	2.56	1.32
ORTOFOSFATO	1.99	2.00	2.00	2.01
CARBONATO DE CALCIO	1.27	1.26	1.26	1.25
SAL	0.39	0.39	0.39	0.40
DI-METIONINA	0.23	0.09	0.00	0.00
VITAMINAS *	0.25	0.25	0.25	0.25
MINERALES *	0.10	0.10	0.10	0.10
CLORURO DE COLINA 60%	0.10	0.10	0.10	0.10
NICARBAZINA	0.05	0.05	0.05	0.05
MOLD-X	0.05	0.05	0.05	0.05
BACITRACINA	0.05	0.05	0.05	0.05
ANTIOXIDANTE	0.04	0.04	0.04	0.04
	100%	100%	100%	100%

*Vitaminas y minerales en premezcla.

Se mandó realizar un aminograma de la muestra de larva molida a Degussa (Alemania).

Los parámetros productivos considerados fueron el peso corporal, el consumo de alimento y la conversión alimenticia. La variable conversión alimenticia depende directamente del alimento consumido y la ganancia de peso, por lo que es un reflejo de ambas y uno de los parámetros más importantes en la producción animal, pues se relaciona directamente con los costos de producción. Este valor es mejor entre menor sea, ya que significa que es necesaria una menor cantidad de alimento para que el animal gane 1 kg. de peso, lo que refleja una buena digestibilidad de la dieta. Si además la dieta tiene una buena palatabilidad, el animal consumirá más alimento y por lo tanto tendrá una mayor ganancia de peso por semana. Así, el costo de producción disminuirá a medida que se logra alcanzar el peso de mercado en el menor tiempo y con el menor consumo de alimento.

Se realizó un análisis estadístico de las variables estudiadas mencionadas anteriormente: peso (g.), consumo acumulado (C.A.) en gramos, ganancia de peso (G.P.) en gramos, la conversión alimenticia ($C.V.=C.A./G.P.$). Estas variables se midieron individualmente cada semana. Los datos fueron registrados y se sometieron a un análisis de varianza y prueba de Tukey ($p<0.05$) para determinar el agrupamiento de las dietas con medias semejantes. Se utilizó el paquete estadístico diseñado por Saenz O. E. (1994) FAUNL Ver. 2.5. que se utiliza en el C.E.I.E.P.A.

Los resultados se muestran en forma de cuadros y gráficas.

RESULTADOS

En las tres semanas que duró el experimento (Cuadro 1), el mayor peso corporal promedio lo presentó el grupo testigo. (546.0, 528.0, 439.3, 446.6, Testigo, 2.5%, 5% y 10%). De los tratamientos de *Tenebrio molitor* L. en experimentación, el tratamiento 2 presentó el mayor peso corporal, muy cercano al grupo testigo; y el tratamiento 4 presentó el menor promedio del peso corporal a los 21 días como se aprecia también en la figura 1.

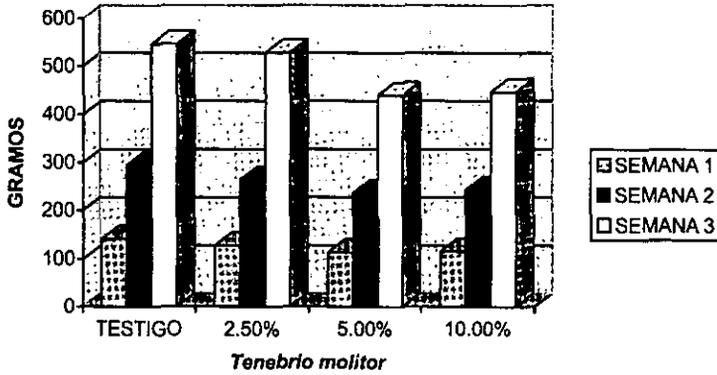
CUADRO 1. PESO CORPORAL

Datos promedio del peso corporal (en gramos) de los pollos Arbor acres alimentados con diferentes niveles de *Tenebrio molitor* L., durante las tres semanas de duración del experimento y la ganancia de peso a los 21 días de edad.

TRATAMIENTO	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Ganancia de Peso
TESTIGO	141.3	294.7	546.0	498.4
2.5%	128.0	264.4	528.0	479.9
5%	113.8	236.8	439.3	392.1
10%	115.8	243.2	446.6	400.2

En la ganancia de peso final a las 3 semanas de experimentación, los resultados fueron (498.4, 479.9, 392.1, 400.2; testigo, 10%, 5% y 2.5%). El testigo y el 2.5% de insecto obtuvieron la mayor ganancia, mientras que los tratamientos 3 y 4 tuvieron la menor ganancia. El análisis de varianza obtuvo los siguientes resultados $F=8.5213$ y $P=0.008$, indicando que los resultados sí fueron significativos. La prueba de Tukey indica que el tratamiento testigo y el del 2.5% fueron similares, mientras que los grupos 5% y 10% fueron diferentes estadísticamente (menor peso).

Fig. 1 Peso corporal de pollitos Arbor Acres en etapa de iniciación alimentados con diferentes porcentajes de *Tenebrio molitor* por semana.



Con respecto al consumo de alimento, los resultados fueron registrados semana a semana como se observa en el Cuadro 2. El tratamiento 3 presentó numéricamente el mayor consumo de alimento y el tratamiento 1 presentó el menor consumo de alimento. Como lo muestra el Cuadro 2., todos los tratamientos consumieron más alimento que el grupo testigo (Figura 2).

CUADRO 2. CONSUMO DE ALIMENTO

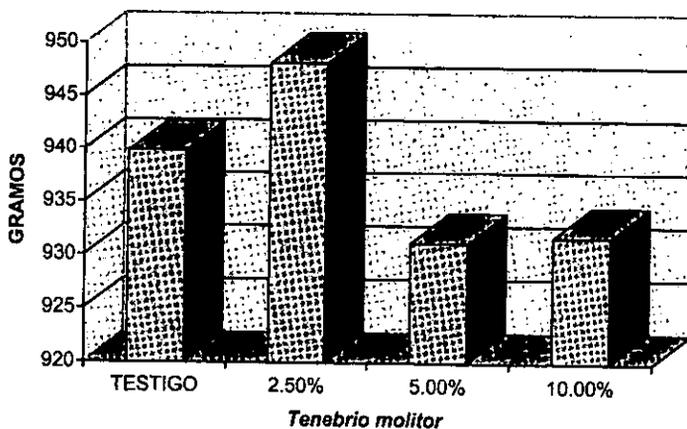
Datos del consumo de alimento (gramos por ave) de los pollos Arbor acres alimentados con diferentes niveles de *Tenebrio molitor* L., en las 3 semanas de experimentación y el acumulado a los 21 días de edad.

TRATAMIENTO	semana 1	semana 2	semana 3	Acumulado
TESTIGO	148.6	294.6	496.7	939.8
2.5%	152.4	294.9	500.8	948.1
5%	156.2	276.3	498.7	931.2
10%	153.8	282.9	495.0	931.8

El análisis de varianza del consumo acumulado fue ($F=0.0728$ y $P=0.973$), indicando que los resultados no fueron diferentes entre tratamientos.

Los resultados de la conversión alimenticia (Cuadro 3) fueron (1.89, 1.98, 2.37, 2.33; Testigo, 2.5, 5 y 10%) y en el análisis de varianza se obtuvieron: $F=11.76$ y $P=0.003$. Estos resultados nos indican que sí hubo diferencias significativas entre los tratamientos, con mejor conversión para 0 y 2.5% de *T. molitor* y las más malas con 5 y 10% (Figura 3).

Fig. 2 Consumo alimenticio de los pollitos Arbor Acres alimentados con *Tenebrio molitor* en gramos durante 3 semanas (fase de iniciación).



CUADRO 3. CONVERSION ALIMENTICIA

Datos de la conversión alimenticia de los pollos Arbor acres alimentados con diferentes niveles de *Tenebrio molitor* L., a los 21 días de edad.,

TRATAMIENTO	MEDIA
TESTIGO	1.89
2.5%	1.98
5%	2.37
10%	2.33

El resultado del aminograma realizado se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Aminograma de *Tenebrio molitor* L. alimentado a pollos arbor acres.

Aminoácido	Método **	Contenido (%)***	AA en P.C.	AA en M.S.
Metionina	1	0.48	1.06	0.52
Cisteína	1	0.45	1.00	0.49
Metionina+Cisteína		0.93	2.06	1.02
Lisina	1	2.09	4.65	2.30
Treonina	1	1.63	3.63	1.79
Triptofano	2	0.42	0.93	0.46
Arginina	1	1.90	4.24	2.09
Isoleucina	1	1.81	4.03	1.99
Leucina	1	3.10	6.91	3.41
Valina	1	2.63	5.86	2.89
Histina	1	1.30	2.89	1.42
Fenilalanina	1	2.99	6.66	3.29
Glycina	1	2.33	5.19	2.56
Serina	1	1.91	4.25	2.10
Prolina	1	2.48	5.52	2.72
Alanina	1	3.47	7.73	3.81
Acido Aspártico	1	3.25	7.23	3.57
Acido Glutámico	1	4.95	11.02	5.44
Subtotal (sin NH ₃)		37.18	82.80	40.85
Amonia	1	0.89	1.98	0.98
Total		38.07	84.78	41.83

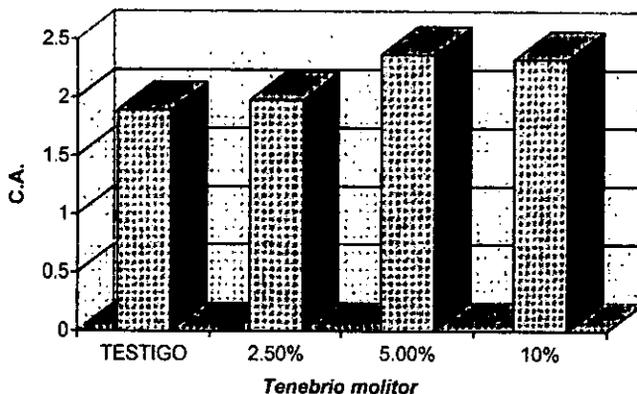
** Método utilizados: 1 - Oxidación (Metionina analizada como metionina sulfonada y Cisteína como ácido cisteico). 2 - Hidrólisis alcalina con hidróxido de bario. Determinación HPLC.

*** Contenido de materia seca estandarizado al 91.00%

P.C.= Proteína cruda. M.S. =Materia seca. A.A.= Aminoácido.

En este análisis realizado por Degussa, podemos ver que la larva de *T.molitor* contiene un balance de aminoácidos esenciales muy bueno.

Fig. 3 Conversión alimenticia al final del experimento de pollitos Arbor Acres alimentados con *Tenebrio molitor* durante la etapa de iniciación



PARÁMETRO MORFOLÓGICOS:

Se tomaron medidas de algunos 3 parámetros morfológicos: culmen del pico, el largo del ala derecha y el grosor del tarso derecho. Se realizaron medidas del culmen y no se encontraron diferencias entre tratamientos como se muestra a continuación. Pero existió tendencia como se ve en la figura 4 al ser menor con 5 y 10% de *T. molitor* quizás por el menor tamaño de los pollos.

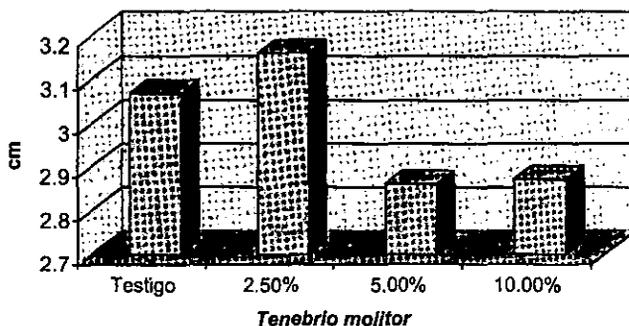
1. MEDIDAS DEL CULMEN

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA
TESTIGO	18	3.07
2.5%	18	3.16
5.0%	18	2.86
10%	18	2.87

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	1.187561	0.395854	2.2878	0.085
ERROR	68	11.766052	0.173030		
TOTAL	71	12.953613			

Fig. 4 Medidas de culmen (en cm) de pollitos Arbor Acres alimentados en la fase de iniciación con diferentes proporciones de *Tenebrio molitor*.



En cuanto a las medidas del ala derecha, se observa que fue menor en 5 y 10% de *T. molitor* (Figura 5)

2. MEDIDAS DEL ALA DERECHA

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA
TESTIGO	18	5.46
2.5%	18	5.61
5.0%	18	5.09
10%	18	5.23

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	2.81848	0.939616	5.9151	0.002
ERROR	68	10.801758	0.158849		
TOTAL	71	13.620605			

C.V. = 7.45%

PRUEBA DE TUKEY

TRATAMIENTO	MEDIA	
2.5%	5.6055	A
TESTIGO	5.4611	AB
10%	5.2333	BC
5%	5.0944	C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA= 0.05

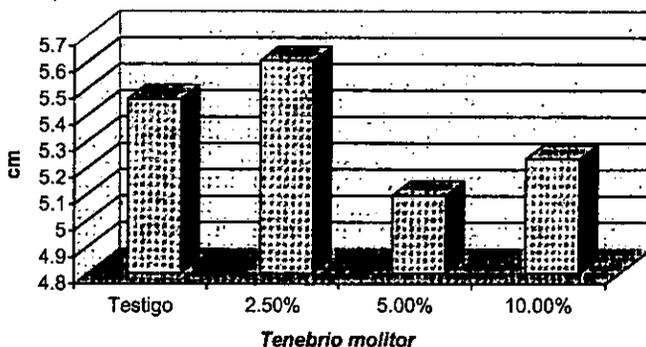
Tukey=0.3507

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05)3.73$

$q(0.01)=4.59$

Fig. 5 Medidas de las alas derechas de pollitos Arbor Acres alimentados con diferentes porcentajes de *Tenebrio molitor* en la etapa de iniciación, al final del experimento.



De igual manera se aprecia los tarsos derechos fueron menor con 5 y 10% de *T. molitor* (Figura 6).

3. TARSO DERECHO

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA
TESTIGO	18	0.883
2.5%	18	0.881
5.0%	18	0.664
10%	18	0.668

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.875923	0.291974	5.9405	0.001
ERROR	68	3.342213	0.49150		
TOTAL	71	4.218136			

C.V.=28.72%

PRUEBA DE TUKEY

TRATAMIENTO	MEDIA	
TESTIGO	0.8833	A
2.5%	0.8811	A
5%	0.6644	B
10%	0.6588	B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA= 0.05

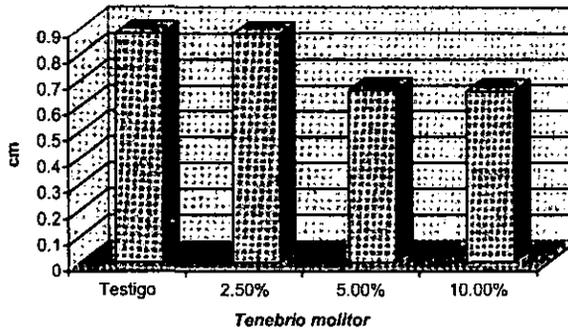
Tukey=0.1951

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05)3.73$

$q(0.01)4.59$

Fig. No. 6 Talla del tarso derecho de pollitos Arbor Acres alimentados con diferentes porcentajes de *Tenebrio molitor*, al final del experimento.



DISCUSION

Los resultados concuerdan, hasta cierto punto, con los obtenidos por otros autores, ya que en las dietas balanceadas con *Musca domestica* han encontrado que no hay diferencias significativas entre la conversión alimenticia y el peso ganado, en moscas (Teotia y Miller, 1973), (Ocio y Vinaras, 1979). Sin embargo, en experimentos donde se utilizan las larvas de mosca y otro sustrato, los resultados han sido positivos. (Reyes, 1975)(Gawaad y Brune, 1979)(Peter, Chrappa, Boda, Zajonc y Vanco, 1982). Algo similar se encontró utilizando pupas de gusano de la seda, donde no se han encontrado diferencia significativa. ((Virk, et al. ,1980)(Joshi, 1980).

El hecho de haber tenido menores pesos en los alimentados con *T. molitor*, se puede deber a que el contenido de aminoácido de la muestra llegó posterior a la prueba y éstas (5 y 10%) tuvieron un menor contenido.

Los aminoácidos sulfurados metionina y cisteina son los más limitantes para dietas prácticas de malz, sorgo y harina de soya. El requerimiento adicional para estos aminoácidos por encima de los niveles contenidos en los ingredientes naturales en dietas para aves se satisface con la adición de DL-metionina o un hidroxianálogo como forma comercial (Wicker, 1987). En dietas para aves en México, la metionina es el primer aminoácido limitantes y después le sigue la lisina (Cuca *et al.* 1990), 1990)

La metionina está considerada como un aminoácido esencial para las aves, ya que no puede ser sintetizada por lo que debe estar presente en la dieta para una adecuada formación de proteína del organismo (Cuca *et al.* 1990).

Las fuentes de metionina para las dietas de aves que han sido suplementadas por más de 30 años, son L-metionina, DL-metionina y Metionina Hidroxianálogo (González, 1993).

El peso corporal máximo alcanzado por los pollos de engorda a cierto nivel de metionina en la dieta (nivel óptimo biológico) no corresponde necesariamente al nivel de metionina que maximiza las unidades (\$) para el productor (nivel óptimo económico). Para estimar las ganancias es necesario optimizar la cantidad de alimento consumida y el incremento de peso vivo de los animales con diferentes niveles de inclusión de metionina en la dieta utilizada para su alimentación. Las ganancias pueden definirse como la diferencia obtenida de los ingresos totales en los costos por concepto de alimentación (González *et al.* 1992)

La metionina es precursor de fosfolípidos, proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos metilados, así como creatinina, epinefrina, colina, etc. (Sosa, 1985)

Al tratar de suplir las deficiencias de aminoácidos azufrados, se puede obtener un alto nivel de metionina en la ración superior a niveles recomendados. El exceso de este aminoácido será catabolizado para llenar los requerimientos de cistina, cisteína, taurina, sulfato, etc. (Lehninger, 1975) (White, et al., 1975). La metionina puede convertirse a cisteína pero debido a la irreversibilidad de la reacción catalizada por la enzima cistanionina sintetasa, es imposible obtener metionina a partir de cisteína. (Baker, 1976 1977).

Los niveles óptimos de metionina son: 0.48 (Cuca, et al., 1990), 0.5 (NCR, 1994). Quizás mayor nivel de suplementación permitan emplear mayores cantidades.

La finalidad de efficientizar y maximizar las utilidades de las granjas. Como una alternativa para satisfacer la necesidad de una productividad mayor de las aves a nivel rural son los cultivos de insectos.

Se han realizado diferentes tipos de cultivo de insectos con fines avícolas. En Togo, Africa, se ha descrito una técnica para producir termitas para las aves "scavenging" . Los desechos de sorgo, maíz y mijo se parten y se colocan en tazones de barro y éstos son humedecidos con agua. La boca del contenedor se coloca sobre un termitero en construcción. El contenedor se cubre con yute para evitar la desecación y se le coloca una piedra encima. Después de tres a cuatro semanas, se tiene una nueva parte abundante de la sociedad dentro de la vasija. Los huevos y las larvas son un suculento alimento para las aves. (Farina, *et al.* 1991).

La dieta ideal que se maneja en el cultivo de pollos de engorda está basada en sorgo y soya. Como se mencionó inicialmente, la soya es un grano rico en proteína que también se utiliza en alimentación humana. Este cultivo también utiliza tierra que podría destinarse a otras necesidades humanas. Independientemente de los datos obtenidos en este estudio, no debe de dejarse de tomar en cuenta que todo esto finalmente es para el uso y consumo del ser humano. Es importante considerar que con la deficiencia alimentaria mundial, los recursos alimenticios deberían destinarse primeramente para el consumo humano y posteriormente, al consumo de animales.

Hay que pensar que los suelos cultivados se desgastan cada temporada de cultivo y se erosionan con el tiempo. Un cultivo de insectos no acabaría con los suelos, y utilizaría desechos orgánicos. Se han realizado diferentes tipos de cultivo de insectos con fines avícolas. En Togo, Africa, se ha descrito una técnica para producir termitas para las aves. Los huevos y las larvas son un suculento alimento para las aves. (Farina, Demey y Hardouin, 1991).

CONCLUSIONES

Los resultados indican que las dietas utilizadas con 2.5% de *T. molitor* en este experimento son una alternativa viable tanto nutricionalmente, como económicamente, no hay que descartar que los insectos son una fuente alternativa de proteínas para la avicultura. Lo importante es encontrar la fórmula balanceada inclusive hacer mezclas de diferentes especies de insectos hasta encontrar la dieta ideal.

La finalidad de eficientizar y maximizar las utilidades de las granjas es el objetivo primordial de este tipo de trabajos científicos. Como una alternativa para satisfacer la necesidad de una productividad mayor de las aves a nivel rural son los cultivos de insectos.

BIBLIOGRAFIA

1. Avila, E. 1990. *Alimentación de las aves*. 2ª de., Trillas. México. pp. 17-55.
2. Baker, D. H. 1976. Nutritional and metabolic interrelationships among sulfur compounds in avian nutrition. *Federation Proceedings*. **35**:1917
3. Baker, D. H. 1977. Sulfur in non-rumiant nutrition. *National Feed Ingredients Association*. Iowa.
4. Borror, D. et al. 1989. *An Introduction to the Study of Insects*. Sixth edition. Saunders Collage Publishing. USA. 875 pp.
5. Calvert, C., R. D. Martin, N.O. Morgan. 1969. House fly pupae as food for poultry. *J. Econ. Ent.*, **62**:938-939.
6. Ceballos, G. 1993. Especies en Peligro de Extinción. *Ciencias* (7):5-10.
7. Chrappa, V., Z. Strozyk, V. Peter, H. Straznicka, V. Sabo y H. Abelova. 1990. Production effects of feeding housefly (*Musca domestica* L.) larvae and pupae to broiler chicks. *Scientia-Agriculturae-Bohemoslovaca*. **22**:3,201-2018.
8. Cotton, R. 1940. *Mealworms. Leaflet. U.S. Dep. Agric. No.* 195:1-5
9. DeFoliart, G.R., M.D. Finke, M.L. Sunde. 1982. Potencial value of the mormon cricket (Orthoptera: Tettigoniidae) harvested as a high-protein feed for poultry. *Journal-of-Economic-Entomology*. **75**:5, 848-852.
10. Clarence, E.B., y R.V. Diggins. 1993. *La producción avícola*. 1ª. De., Continental México. pp. 176-178.
11. Cuca, M., E. Avila, y A. Pró. 1990. *Alimentación de las aves*. Colegio de postgraduados. Montecillos, Estado de México. pp. 6-44, 75-102.
12. Davis, G. and W. Sosulski, 1972. Use of larvae *Tenebrio molitor* L. to determine nutritional value of proteins in six defatted oilseed meals. *Arch. Int. Physiol. Biochem.*, **80**: 501-509
13. Despins, J.L., R. Axtell. 1995. Feeding Behavior and Growth of Broiler Chicks Fed Larvae of the Darkling Beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Sci.* **74**:2,331-336.

14. Despins, J.L., R. Axtell. 1994. Feeding Behavior and Growth of Turkey Poults Fed Larvae of the Darkling Beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Sci.* 73:10, 1526-1533.
15. Fagoonee, I. 1983. Inclusion of silkworm pupae in poultry rations. *Tropical-Veterinary-Journal.* 1:1,91-96.
16. Finke, M.F., M.L. Sunde, J.G.R. DeFoliart. 1985. An Evaluation of the Protein Quality of Mormon Crickets (*Anabrus simplex* Haldeman) When Used as a High Protein Feedstuff for Poultry. *Poultry Sci.* 64:708-712.
17. Gado, M.S., S.M. El-Aggory, A.A.A. El-Gawaad y A.K. Mahmoud. 1982. The possibility of applying insect protein in broiler rations. Research-bulletin, -Ain-Shams-University. No. 1769, 16 pp.
18. Gamboa, R.B.P. 1997. Efecto de la adición de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae) a una dieta de iniciación sobre el crecimiento de lechones. Tesis de licenciatura. UNAM, México, 62 pp.
19. Gawaad, A., H. Brune. 1979. Insect protein as a possible source of protein to poultry. 1. Introduction and statement of the problem. *Zeitschrift-fur-Tierphysiologie,-Tierernahrung-und-Futtermittelkunde.* 42:4, 216-222.
20. González, A. M. 1993. Estimation of the Body Weight Response to Dietary Concentrations of DL-Metionine Hidroxy Analog. Tesis Doctoral. The University of Georgia. Pp. 82-126.
21. González, M.J., G.M. Pesti, J.H. Dorfman. 1992. Formulation feed For Maximun Cost Versus Maximum Profits. Georgia Nutrition Convergence for the Feed Industry. Nov. Pp. 90-100.
22. Goulet, G. et al. 1978. Nutritional evaluation of dried *Tenebrio molitor* larvae in the rat. *Nutr. Rep. Int.*, 18(1):11-15.
23. Hernández, M. 1988. Optimización del cultivo de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae) en condiciones de laboratorio en relación con la cantidad de ración empleada. Tesis de licenciatura. UNAM. México, D.F. 76 pp.

24. Joshi, P.S., P.V. Rao, A. Mitra, B.S. Rao. 1980. Evaluation of deoiled silkworm pupae-meal on layer performance. *Indian-Journal-of-Animal-Sciences*. 50:11,979-982.
25. Koo,S.I, T.A. Currin, M.G. Johnson, E.W. King, D.E. Turk. 1980. The nutritional value and microbial content of dried face fly pupae (*Musca autumnalis* (De Geer)) when fed to chicks. 59:11,2514-2518.
26. Kumar, A., S.B. Hasan, R.J. 1992. Studies on the performance of broilers fed on silworkm moth meal. *International-Journal-of-Animal-Science*. 7:2,227-229.
27. Leclercq, J., C. Duchaeerts, CH. Gaspar, 1957. Utilisation des larves de *Tenebrio molitor* pour comparer la valeur nutritive des proteines de feuilles de végétaux. *Ann. Nutr. Alim.*, 21: 189-197
28. Lehninger, A.L. 1975. *Biochemistry*. 2nd. Ed. Worth Publishers Inc. New York.
29. Moreng, R.E. and J.S. Avens. 1985. *Poultry Science & Production*. Preston, Virginia, USA.
30. Nakagaki, B.J., M.L. Sunde, G.R. DeFoliart. 1987. Protein Quality of the House Cricket, *Achaeta domestica*, When Fed to Broiler Chicks. *Poultry Sci*. 66:1367-1371
31. National Research Council. (NRC). 1994. *Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nutrient requirements of poultry*. 9th Revised Edit. National Academy of Sciences-National Research Council. Washington, D.C. USA.
32. Oclo, E, R. Vinaras y J.M. Rey. 1979. House fly larvae meal grown on municipal organic waste as a source of protein in poultry diets. *Animal-Feed-Sci.-and Tech*. 4: 3, 227-231.
33. Parshikova, O.S., K.N. Chaplinskaya, N.V. Molchanova, V.N. Romas-ko. 1981. Obmen veshchestv i produktivnost' kur pri ispol'zovanii v ratsione muki iz lichinok komnatnoi mukhi. 1981. Nauchnye-Trudy-Novosibirskoga-Sel'skokhozyaistvennogo-Institutu. 134-68-74.

34. Peter, V., V. Chrappa, K. Boda, I. Zajonc y M. Vanco. 1985. Effect of poultry excreta dressed with housefly (*Musca domestica* L.) pupae in the fattening of broilers and rearing of Japanese quail. *Pol'nohospodarstvo*. 31:11, 1019-1025.
35. Pinachasov, Y., C.X. Mendoca, L.S. Jensen. 1990 Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. *Poult. Sci.* 69:1950-1955
36. Ramos-Elorduy, J. 1982. *Los Insectos como fuente de proteínas en el Futuro*. Limusa. México. 144 pp.
37. Ramos-Elorduy, J., J.M. Pino M., C. Márquez M., F. Rincón V., M. Alvarado P., E. Escamilla P., H. Bourges R., 1984. Protein Content of Some Edible Insects in Mexico. *J. Ethnobiol.* 4 (1):61-72.
38. Ramos-Elorduy, J., J.M. Pino M., 1979. Insectos Comestibles del Valle del Mezquital y su Valor Nutritivo. *An. Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. México* 50, Ser. Zoología (1):563-574.
39. Ramos-Elorduy, J. y J.M. Pino. 1989. Los insectos comestibles en el México antiguo. ADG editor, S.A. México, 108 pp.
40. Ramos-Elorduy, J. y J.M. Pino. 1990. Variation de la valeur nutritive de *Tenebrio molitor* L. eleve sur differents substrats. In Proceedings of the fifth International working conference on stored-product protection. (1):201-209. Bordeaux, France.
41. Ramos-Elorduy, J. J.M. Pino M. 1990. Contenido calórico de algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quim. Méx.* 34(2):56-68.
42. Ramos-Elorduy, J. 2000 La Entomología actual en México en la alimentación humana, en la medicina tradicional y en el reciclaje y alimentación animal. Ponencia Magistral. *Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología*, Acapulco, Guerrero.
43. Rey, J.M., R. Vinas y E. Ocio. 1979. La larva de mosca (*Musca domestica* L.) como biotransformador intermediario en la obtención de proteínas. *Avances-en Alimentación-y-Mejora-Animal*. 20:1,3-9.

44. Reyes, M., 1979. Estudio preliminar de la larva de mosca (*Musca domestica*) como fuente de proteína en dietas para pollos. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 48 pp.
45. Rosebrough, R.W., N.C. Steele. 1985. Energy and protein relationships in the broiler. 1. Effect of protein levels and feeding regimens on growth, body composition, an *in vitro* lipogenesis of broiler chicks. *Poult. Sci.* **64**:119-126.
46. Ross, H. 1982. *Introducción a la Entomología General y Aplicada*. 5ª edición. Omega. 536 pp.
47. Salmon, R.E., T.I. Szabo. 1981. Dried Bee Meal as a Feedstuff for Growing Turkeys. *Can. J. Anim. Sci.* **61**:965-968.
48. Sosa, E. M. 1985. *Sulfato de sodio en la alimentación del pollo de engorda*. Chapingo. México.
49. Teotia, J. S., B.F. Miller, 1973, Fly pupae as a dietary ingredient for starting chicks. *Poultry Sci.* **52**:5, 1830-1835.
50. Teotia, J.S., B.F. Miller. 1974, Nutritive content of house fly pupae and manure residue. *British-Poultry-Sci.* **15**:2,177-182.
51. Virk, R.S., G.N. Lodhi, J.S. Ichhponani. 1980. Deoiled silk worm pupae meal as a substitute for fish meal in White Leghorn laying ration. *Indian-Journal-Poultry-Science.* **15**:3,149-154.