

00361

13



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

Dirección General de Bibliotecas de la
Universidad en formato electrónico e impreso al
30 de mayo del trabajo recepcional.

DE: BASILIO
RAMOS CALCANE
19 DE MAYO 2003

TESIS DE MAESTRIA

EL USO DE RECURSOS ENTOMOLOGICOS UTILES EN LA
ALIMENTACION AVICOLA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A :
BASILIO RAMOS CALCANE

ASESORES: DRA. JULIETA RAMOS ELORDUY

CODIRECTOR: M. Sc. ERNESTO AVILA GONZALEZ

MEXICO, D. F.

MAYO 2003

A

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

PAGINACIÓN DISCONTINUA



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

OFICIO FCIE/DEP/0250/03

ASUNTO: Asignación de Sinodales

DRA. JULIETA RAMOS-ELORDUY BLASQUEZ
Presente.

Por este conducto me permito comunicarle que ha sido ratificado(a) como Director(a) de tesis celebrada el día 31 de marzo del año en curso, acordó asignar a los siguientes sinodales para dictaminar si el trabajo que ha desarrollado como tesis el(a) alumno(a) antes mencionado tiene los méritos para obtener el grado de MAESTRO(A) EN CIENCIAS (BIOLOGÍA ANIMAL):

Así mismo, comunico que el Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas en su sesión celebrada el día 31 de marzo del año en curso, acordó asignar a los siguientes sinodales para dictaminar si el trabajo que ha desarrollado como tesis el(a) alumno(a) antes mencionado tiene los méritos para obtener el grado de MAESTRO(A) EN CIENCIAS (BIOLOGÍA ANIMAL):

PRESIDENTE	DRA.	JULIETA RAMOS-ELORDUY BLASQUEZ
VOCAL	DR.	JOSÉ MANUEL PINO MORENO
SECRETARIO	M. EN C.	ERNESTO AVILA GONZÁLEZ
SUPLENTE	DRA.	NORA ELIZABETH GALINDO MIRANDA
SUPLENTE	DR.	ROBERTO MIGUEL JOHANSEN NAIME

Sin más por el momento y en espera de su respuesta, quedo de ustedes.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D. F., 7 de abril del 2003
JEFE DE DIVISIÓN

Dra. Deni Claudia Rodríguez Vargas
DRA. DENI CLAUDIA RODRÍGUEZ VARGAS

DCRV/ASR/grf

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

A.S.P.OBT./GRADO

Fecha 20/01/03

**COMITÉ ACADÉMICO DEL POSGRADO
EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Presente.

Por este conducto solicito a ustedes en virtud de haber terminado el Trabajo de Investigación
El uso de recursos entomológicos útiles en la alimentación avícola.

bajo la dirección del(a) Dra. Julieta Ramos-Elorduy
quien labora en el Instituto de Biología para obtener el grado de
Maestro en Ciencias de la Fac. de Ciencias, U.N.A.M, se autorice a los siguientes

profesores como sinodales de examen:

- 01 (Director de Tesis) Dra. Julieta Ramos-Elorduy
02 (Integrante del Comité Tutorial) Dr. Ernesto Avila González
03 (Integrante del Comité Tutorial) Dr. José Manuel Pino Moreno
04 Dr. Roberto Johansen Naime
05 Dra. Nora Elizabeth Galindo Miranda
06 Dr. Gustavo Casas Andreu

07
08
09
10

ATENTAMENTE

MVZ Beatriz Ramos Calcano

Título/Grado, nombre completo y firma del(a)
alumno(a)

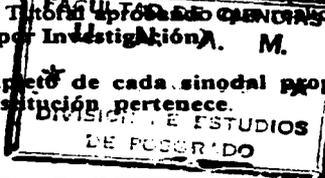
Anexo:

Vo. Bo. Del(a) Director(a) de Tesis

Dra. Julieta Ramos-Elorduy

Grado nombre completo y firma del(a)
Director(a)

- Original de Revisión de Estudios actualizada y expedida por la (UAP) Unidad de Administración del Posgrado (indicando que solo adeuda el examen).
- Copia del último registro de tesis (firmados de Maestría y Doctorado por créditos).
- Formato firmado por el Comité Tutorial (firmados con firmas de los trámites para examen de grado (alumnos de Doctorado por Investigación), M.
- Resumen del Trabajo de Tesis.
- Anotar grado y nombre completo de cada sinodal propuesto, en hoja anexa hacer justificación e indicar a que institución pertenece.



Vo. Bo.

Responsable por el Comité Académico, Grado, Nombre completo y firma.

C

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Dedicatorias

A mi madre

**Guadalupe Calcaneo Cámara (q.e.p.d.)
la mujer más maravillosa del mundo**

A mi hermano

**José Antonio Ramos Calcaneo (q.e.p.d.)
que me enseñaste a abrirme paso ante la adversidad**

*A mis hermanos Roberto y Álvaro
los quiero con toda mi alma*

*Dedico esta tesis con todo mi cariño, amor, admiración y respeto
a:*

*Martha Díaz Hernández
Gracias por soportarme durante todo este tiempo*

*A la Facultad de Ciencias de la Universidad
Nacional Autónoma de México
cuna de biólogos ilustres*

*A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
gracias por darme esta oportunidad*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Agradecimientos

A la Doctora Julieta Ramos-Elorduy, mujer maravillosa que es un ejemplo para todos nosotros al dar su apoyo, orientación y sus conocimientos sin esperar nada a cambio.

Al Doctor José Manuel Pino Moreno, gracias por sus consejos y su don de gente.

Al Doctor Ernesto Ávila González, por su apoyo en la realización de esta tesis

Quiero agradecer muy en especial a las siguientes personas por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo:

***M. en C Jorge Arturo Díaz González
M.V.Z. Juan de Dios Cervantes Herrera
M.V.Z. José Ulises Medina Reyes
Ing. Miguel Arias Ramírez
Ing. Álvaro Hernández Sosa
Ocean. Luis Manuel Gómez Díaz-Duran
M. en C. Serapio López Jiménez***

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

CONTENIDO	PAG.
DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
II. ANTECEDENTES	5
II.1 ALIMENTACION HUMANA	5
II.2 LA ALIMENTACION ANIMAL, COSTO, USO Y POTENCIALIDADES DE LOS INSECTOS COMO ALIMENTO	6
III. GENERALIDADES SOBRE LA MOSCA DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO <i>Cochliomyia hominivorax</i> C.	9
III.1 CLASIFICACION TAXONOMICA	9
III.2 ORIGEN	9
III.3 BIOLOGÍA	9
III.4 HABITOS	10
III.5 CICLO DE VIDA	10
IV. GENERALIDADES SOBRE LA MOSCA COMUN <i>Musca domestica</i> L.	11
IV.1 CLASIFICACION TAXONOMICA	11
IV.2 ORIGEN	11
IV.3 IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LA MOSCA	11
IV.4 BIOLOGIA	11
IV.5 HABITOS	12
IV.6 CICLO DE VIDA	12
V. GENERALIDADES SOBRE EL CHAPULIN <i>Sphenarium purpurascens</i> Ch.	13
V.1 CLASIFICACION TAXONOMICA	13
V.2 CICLO DE VIDA	13
V.3 PRIMER ESTADIO	13
V.4 QUINTO ESTADIO	13
V.5 LA HEMBRA ADULTA	14
V.6 HABITOS	14
V.7 COPULA	14

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

V.8 ALIMENTACIÓN	14
VI. SITUACIÓN ACTUAL DE LA AVICULTURA EN MÉXICO	15
VI.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS	
BALANCEADOS EN MÉXICO	15
VI.2 PROTEINAS.....	15
VI.2.1 FUENTES DE PROTEINA	16
VI.2.2 DIGESTIÓN DE LAS PROTEINAS	16
VI.2.3 AMINOÁCIDOS.....	17
VI.2.4 AMINOÁCIDOS SINTÉTICOS	17
VI.3 SOYA.....	18
VI.4 GLUTEN DE MAIZ.....	19
VI.5 FUENTES DE PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL	19
VI.6 HARINA DE PESCADO	20
VI.7 HARINA DE CARNE Y HUESO	20
VI.8 ALIMENTACIÓN DEL POLLO DE ENGORDA	21
VI.9 ENERGIA	21
VI.9.1 FUENTES DE ENERGIA.....	22
VI.9.1.1 MAIZ.....	22
VI.9.1.2 SORGO.....	23
VI.9.1.3 TRIGO.....	23
VI.9.1.4 GRASAS Y ACEITES.....	24
VII. FORMULACION DE LAS RACIONES PARA POLLOS DE ENGORDA	
.....	24
VII.1 RACIONES PARA POLLOS DE ENGORDA.....	25
VII.2 PREINICIADORES.	25
VII.3 INICIADOR.....	25
VII.4 FINALIZADOR.....	25
VIII. TAXONOMIA AVÍCOLA.....	26
VIII.1 TAXONOMIA DEL POLLO DE ENGORDA.....	26
VIII. 2 APARATO DIGESTIVO DEL POLLO DE ENGORDA	26
X. MATERIALES Y METODOS.....	28
X.1 ANIMALES EXPERIMENTALES	28
X.2 ALIMENTO	28
X.3 CONSUMO DE ALIMENTO	29
X.4 COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS.....	29
X.5 INSTALACIONES	31
X.6 PRACTICAS SANITARIAS.....	31
X.7 PROGRAMA DE VACUNACION	31
X.8 CONTROLES EFECTUADOS.....	31
X.9 OBTENCIÓN DE LOS INSECTOS (CAPTURA DE CHAPULINES).....	32

X.10 OBTENCIÓN DE PUPAS DE <i>Cochliomyia hominivorax</i> C.....	32
X.11 OBTENCIÓN DE PUPAS DE <i>Musca domestica</i> L.	32
XI. RESULTADOS	34
CUADRO 5. VALORES PROMEDIO OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES DURANTE LAS TRES SEMANAS DE EXPERIMENTACIÓN.....	34
CUADRO 7 DATOS PROMEDIO OBTENIDOS EN TRES SEMANAS.....	36
CUADRO 8. VALORES PROMEDIO DEL PESO EN GRAMOS DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON CHAPULINES DURANTE LAS TRES SEMANAS DE EXPERIMENTACIÓN.	37
CUADRO 9. CONSUMO DE ALIMENTO PROMEDIO DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON TRES NIVELES DE CHAPULINES EN LA DIETA.....	38
XII. DISCUSION	40
XII. CONCLUSIONES.....	47
XIII. LITERATURA CITADA.....	48
XIV. APENDICE.....	53
CUADRO 11. VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON DIETA TESTIGO.....	53
CUADRO 13. VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON PUPAS DE <i>Cochliomyia hominivorax</i> AL 10 %.	55
CUADRO 14. VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON PUPAS DE <i>Cochliomyia hominivorax</i> AL 25%.	56
CUADRO 15 VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON PUPAS DE <i>Musca domestica</i> AL 5 %.....	57
CUADRO 16. VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON PUPAS DE <i>Musca domestica</i> AL 10 %.	58
CUADRO 17. VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON PUPAS DE <i>Musca domestica</i> AL 25 %.....	59
CUADRO 18 VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON DIETA COMERCIAL.....	60
CUADRO 19 VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON CHAPULINES <i>Sphenarium purpurascens</i> AL 5%.	61
CUADRO 20. VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON CHAPULINES <i>Sphenarium purpurascens</i> AL 10%.	62
CUADRO 21 VALORES OBTENIDOS DEL PESO CORPORAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON CHAPULINES <i>Sphenarium purpurascens</i> AL 25 %..	63

RESUMEN

Dos experimentos fueron realizados en los meses de Marzo, Abril y Mayo 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 Universidad Nacional Autónoma de México.

Fueron utilizadas tres especies de insectos, mosca del gusano barrenador del ganado, mosca domestica y chapulines, en la ración para pollos de engorda en tres niveles de inclusión de la proteína vegetal en este caso la pasta de soya (5, 10 y 25%).

El primer experimento con mosca domestica y gusano barrenador del ganado se utilizaron 126 pollos de la línea Arbor Acres de un día de edad, sin sexar, distribuidos en 7 tratamientos (seis experimentales más un testigo) constando de 18 aves cada tratamiento. El mejor peso promedio lo obtuvo la mosca doméstica con 502.6 g. Y el peso más bajo fue para la mosca del gusano barrenador del ganado con 430.7 gramos.

Para el segundo experimento con chapulines se utilizaron 80 pollos, Arbor Acres, sin sexar distribuidos en cuatro tratamientos de 20 aves cada uno (tres experimentales más un testigo), el mejor peso promedio lo obtuvo chapulines al 5% con 574.7 gramos y el peso mas bajo fue para chapulines al 25%. Las dietas se elaboraron bajo el criterio del NRC. Los resultados obtenidos indican que desde el punto de vista biológico no existen diferencias significativas en las variables estudiadas entre la dieta testigo y las dietas experimentales, se comprobó que los pollos de engorda pueden ser mantenidos en crecimiento normal utilizando harina de insectos.

I. INTRODUCCION

El estado de nutricional de las personas es el elemento fundamental del capital humano para el desarrollo de la comunidad. Por ello tratar de solucionar los problemas del hambre y de la desnutrición es una tarea primordial de nuestra época, por lo tanto es urgente encontrar soluciones interdisciplinarias e interinstitucionales, contando con métodos alternativos para la rápida producción de alimentos, así como su adecuada distribución, almacenamiento y consumo (Ramos-Elorduy, 2000).

Dentro de las alternativas se han considerado a los insectos debido a su alto contenido de proteínas; así como, su calidad en aminoácidos, la baja cantidad de fibra cruda y su alta eficiencia de conversión los hace poseer una alta digestibilidad, considerándose como "concentrados proteínicos" (Ramos-Elorduy *et al*, 1982).

Los insectos se pueden emplear para complementar los recursos agropecuarios clásicos y así satisfacer las necesidades nutrimentales de una población mundial en constante aumento.

Los insectos, constituyen una fuente ilimitada de proteína animal que esta totalmente desaprovechada y que podrá asegurar un consumo alimenticio, de acuerdo con los requisitos dietéticos para una nutrición aceptable (Ramos-Elorduy, 1982).

En efecto, los pocos estudios realizados acerca de la cantidad de proteínas y vitaminas que contienen, demuestran que los insectos poseen una gran riqueza proteínica de alto valor nutritivo y que, aprovechado de forma sistemática, constituyen una confiable fuente de alimentación ya que cumplen con dos características principales: Ser suficientemente numerosos y ser aceptablemente comestibles (Ramos-Elorduy *et al*, 1984).

Los insectos (Smith,1992 y Wilson,1985). Son el grupo más abundante y dominante sobre la tierra, salvo los polos, no existe un lugar en el cual no puedan ser encontrados. Esta biodiversidad ha originado una estrecha relación con el hombre, el cual los ha clasificado de tres maneras distintas dependiendo de sus interacciones: A) benéficos (cera, seda, laca, miel propóleos, jalea real, polinizadores, recicladores y medicinales), B) nocivos (insectos que causan plagas) C) inocuos (los cuales son aquellos que no afectan al hombre).

México ocupa a nivel mundial el cuarto lugar en biodiversidad, albergando muchísimas especies y, de éstas, un porcentaje importante son endémicas. Su posición biogeográfica le permite compartir especies nearticas y neotropicales.

Históricamente diversas culturas precolombinas de nuestro país tenían un profundo conocimiento de los insectos. Grupos étnicos como los Mayas, los Aztecas y otros más, tenían muchos vocablos para designar especies o

grupos de insectos. Relieves, códices y frescos son testimonios de la representación misma (Ramos-Elorduy y Pino, 1989).

Ahora bien, el valor de un insecto particular como fuente de proteína humana o animal no sólo lo determina su valor nutritivo, sino que también se relaciona con la eficiencia con que convierte el alimento que consume en su peso corporal. En otras palabras, el peso más alto que se gana por cada gramo de alimento consumido corresponde al animal más eficiente en conversión del alimento y éstos han demostrado poseer una buena eficiencia de conversión, mejor que la de muchos animales convencionales utilizados en la alimentación (Taylor, 1975; Ramos-Elorduy, 1984).

En los insectos, solamente una fracción muy pequeña de cerca de un millón de especies conocidas, ha sido examinada como fuente alternativa de proteína de muy buena calidad para la alimentación humana y animal (Ramos-Elorduy, 1987 a, b ;1989 a, b).

La necesidad que tenemos de maximizar los flujos de energía en la alimentación animal con el fin de optimizar nuestros recursos, aunado a la crisis nutricional que se presenta en las zonas rurales de varios Estados de la República Mexicana , requiere de un análisis integral de los ingredientes incluidos en la alimentación de las aves para examinar cuidadosamente que es lo que conviene desarrollar y para qué.

Dado que la alimentación es un factor muy importante en el crecimiento del pollo de engorda y representa el mayor porcentaje del costo de producción (70 al 80%) de carne y huevo; las dietas no sólo deberán ser adecuadas desde el punto de vista nutricional, sino también producir en el menor costo posible un Kg de carne o de huevo, por lo tanto se deben buscar nuevas alternativas de alimentación para poder reducir estos costos, entre las que destacan los insectos, por ser abundantes, digestibles, nutritivos y se pueden producir en condiciones controladas a un bajo costo por todo lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar tres especies de insectos a tres niveles de inclusión como ingredientes proteicos alternativos a la pasta de soya en dietas para pollos de engorda en la etapa de iniciación, así como también, evaluar la ganancia de peso de las aves, el consumo de alimento y la conversión alimenticia.

Se seleccionaron estas tres especies de insectos por las siguientes razones: estos chapulines presentan una distribución geográfica muy amplia en la Republica Mexicana por lo cual su empleo podría ser generalizado por gentes de las áreas rurales cuya economía es de subsistencia o natural. Ayudando de esta manera a contar con una mejor alimentación.

La mosca domestica es un insecto fácil de procrear y a muy bajo costo o nulo, en donde mediante el uso de extencionistas la técnica de cultivo podría ser implementada en cualquier área rural del territorio ayudando de esta manera a los campesinos de nuestro país.

En el caso de la mosca del gusano barrenador se quiso comparar su efecto en la alimentación de pollos con una mosca cuyo cultivo es extremadamente difícil y caro, contra el de la mosca común que es muy fácil y barato.

II. ANTECEDENTES

La evidente problemática del hambre y la desnutrición en el mundo y particularmente en México, ha sido señalada por varios autores e instituciones y se ha identificado como el problema número uno para la salud e igualmente; se ha indicado que la desnutrición es el factor que más contribuye a la mortalidad infantil en los países en vías de desarrollo. Sabiendo que, en general, el ciclo de vida de los insectos es muy corto y que el potencial reproductivo en algunas especies puede sobrepasar los 47 millones de individuos al año provenientes de una sola pareja y que; además, puede en condiciones controladas, tener un promedio de 25 generaciones al año, resulta que al final del mismo se podrían obtener, en el caso de la *Musca domestica* L. alrededor de 550 millones de individuos provenientes de solo un macho y una hembra (Ramos-Elorduy, 1982).

En otro grupo de insectos, como la langosta de Egipto, encontramos que se pueden contar 6000 cápsulas de huevecillos por m², si se toma en cuenta que cada cápsula contiene de 30 a 35 huevecillos, resulta que hay un promedio de 195 000 huevecillos por m² (Ramos-Elorduy, 1987 a).

Las ventajas del uso de insectos en la alimentación animal, estriban en el hecho de que no compiten con el hombre por su alimento, ya que por ejemplo en el caso de los chapulines que plagan los cultivos del maíz, lo comen por que es lo que más hay, pero al hacer pruebas de selección alimenticias, prefieren otras plantas en este caso, el girasol silvestre. Además, en general tienen ciclos de vida cortos, gran poder de reproducción y adaptación y alto contenido de proteínas (Ramos-Elorduy *et al*, 1984).

En efecto, en estudios realizados, se ve que contribuyen cuantitativa y cualitativamente en la dieta de algunas comunidades, según investigaciones realizadas acerca de su valor nutritivo, se observa que poseen una gran riqueza proteínica y vitamínica (Ramos-Elorduy y Pino, 1990 a, b). Así como una fuente importante de minerales que podrían ser útiles mediante su explotación racional (Ramos-Elorduy , 2000).

II.1 ALIMENTACION HUMANA

La Entomofagia o sea el consumo de insectos por los seres humanos, se practica en todo el mundo desde hace mucho tiempo, hay evidencias de ésta desde el paleolítico (Sutton, 1988 y Pacheco, 1979). En México hasta la fecha se tienen registrados 504 especies de insectos comestibles consumidos por diferentes etnias, y para el mundo se han reportado 3183 especies ingeridas sobre todo en los países tropicales y subtropicales del planeta, pero también se consumen, aunque en menor número en los países desarrollados e incluso ellos se han constituido en platillo de gourmets. Se ingieren por ejemplo: libélulas, chapulines, chinches, escarabajos, mariposas, abejas, avispas, hormigas, etc.; perteneciendo al medio terrestre y siendo

consumidos generalmente en estado inmaduro (Ramos-Elorduy y Pino, 1979).

II.2 LA ALIMENTACION ANIMAL, COSTO, USO Y POTENCIALIDADES DE LOS INSECTOS COMO ALIMENTO

La alimentación de las aves y cerdos implica un costo elevado cuando los hatos se encuentran estabulados; ya que gran parte, de su ración deriva de los granos, que son empleados por el hombre en su nutrición; por lo cual, entran en competencia al dedicar grandes áreas de cultivo para aquel. Esta situación obliga no sólo a producir más sino a utilizarlo en forma más racional.

De esta manera los insectos se apuntan como un grupo convencional de alimentos, con características tales, que los hacen deseables para considerarlos como una prometedora alternativa de producción de alimentos para el hombre tanto directa como indirectamente (Ramos Elorduy y Pino, 1981).

El concepto de producción de alimentos es inseparable del uso correcto de los recursos, se deben, por tanto, planear técnicas de explotación integrales en las que son esenciales los problemas de reciclaje de recursos; establecer una relación analítica entre las especies biológicas que hacen posible el equilibrio del sistema y minimizar los desperdicios para maximizar su aprovechamiento.

En la mayor parte de los procesos de explotación animal, entre el 60 y el 90% del alimento consumido se vuelve desechos orgánicos y solamente 20 a 25% en promedio, se transforma en carne, piel, y otros subproductos de uso directo para el hombre (huevo, leche, vísceras, etc.) por lo que el efuyente de mayor volumen y peso son los desechos orgánicos; es decir, que desde el punto de vista económico, de cada \$ 100.00, \$75.00 son desechos; aunque se empiezan a aprovechar estos desechos, no es por ello un sistema que esté operando en equilibrio (Ramos-Elorduy, 1984).

Un animal es un concentrador de energía que actúa como un transductor, o sea que transforma la energía de un nivel a otro: de 15% de proteína que tienen las plantas, a un 54% que tiene la carne y de un 45 hasta un 80% que tienen los insectos expresados en base seca; por tanto, los insectos son los transductores más eficientes. Desde el punto de vista de costos. Éste estaría en función de la velocidad de transferencia de energía en masa, y los insectos tienen un ciclo de vida muy corto y una eficiencia de conversión muy elevada, alimentándose en muchos casos de plantas no útiles al hombre, por la diversidad de su alimentación, de esta forma su costo de producción sería menor.

Según el principio ecológico de exclusión competitiva, los insectos se apuntan como un grupo dominante sobre otros, ya que este principio establece que si dos o más poblaciones de organismos vivos se expanden

maltusianamente, sin control selectivo en un mismo medio, la población de mayor velocidad de crecimiento termina por dominar las fuentes de energía (Mora, 1981).

En general, las raciones animales deben incluir una dieta balanceada con alrededor de un 20% de contenido proteínico dependiendo del animal de que se trate. En un sentido amplio, la alimentación animal ha estado basada de un 60 a un 70% en granos de cereales (maíz y sorgo), los cuales aportan principalmente la energía de la ración, ya que poseen un elevado contenido de carbohidratos, cuyo principal componente es el almidón, con una baja cantidad de fibra y poca cantidad de proteínas (9% a 13%), que son deficitarios en algún aminoácido esencial, particularmente en lisina, metionina y en otros casos treonina (Ávila, 1992). Buscándose por ello otras fuentes de estos nutrimentos. Entre ellos está la harina de pescado con una gran variación en su contenido proteínico (39% a 66%), la pasta de soya (44% a 48% de proteína), con un alto contenido en lisina y la metionina como limitante (Ávila, 1992).

También se han hecho selección genética de los granos para elevar su valor nutritivo como son los triticales y los maíces opacos, o el aprovechamiento de esquilmos agrícolas que mediante procesos físicos y/o químicos, fermentativos que tienden a mejorar su calidad nutricional y entre los esquilmos animales la gallinaza (Ramos-Elorduy, 1989) y el estiércol de puerco (Reyes, 1979).

La proteína animal es el alimento más completo y su importancia radica en el balance de los aminoácidos esenciales que posee lo que le confiere una mayor digestibilidad y son indispensables para un desarrollo armónico, del hombre y de los animales.

Lo más caro de la ración es la parte de proteína que debe incluirse en su dieta, lo que les da un mejor y más rápido crecimiento y rendimiento a los animales además de protegerlos contra de enfermedades y entrar en la formación de numerosas enzimas y hormonas (Maynard y Loosli, 1981).

Se ha analizado el valor nutritivo y particularmente la cantidad de proteínas de algunas especies de insectos comestibles rastreados en México (Ramos-Elorduy *et al* , 1984).

Expresadas en porcentaje y en base seca, encontramos lo siguiente: chapulines, el contenido varía de 52.13% a 75.3%; en las chinches, de 36.82 a 71.52%; en las moscas de 35.90% a 76.94%; en los escarabajos, de 29.68% a 69.05%; en los membrácidos y cigarras, de 59.57% a 72.02%; en las mariposas, de 41.93% a 71.60%, y en las abejas, avispas y hormigas de 9.45% a 81.69% (Ramos-Elorduy *et al*, 1984).

Analizando el porcentaje de proteínas que albergan los insectos comestibles, en orden creciente encontramos que una sola especie tiene un porcentaje bajo, el 3.22% tiene alrededor de 29%, el 6.45% poseen de 36 a

37%, el 16.12% tiene de un 40 a 48%, el 24.19% alberga de 50 a 59% (aquí se encuentra el producto clásico convencional de obtención proteínica, carne de res con 54 a 57%), el 32.25% de las especies de 60 a 69%, el 14.50% de 70 a 77% y una especie o sea el 1.61% posee 81.69%, la mayor parte de las especies contienen entre un 50 y un 76% de proteínas y donde más de la mitad de cada gramo está formada por proteína; es decir, que el 73.80% de los insectos estudiados aportan una notable cantidad de ellas (Ramos-Elorduy y Bourges, 1977 y Ramos-Elorduy y Pino, 1984).

La calidad de la proteína expresada en las cantidades que albergan de aminoácidos esenciales comparados con el patrón FAO, 1982, indican en 21 especies estudiadas que los valores obtenidos en lisina, leucina, isoleucina, metionina, + cistina, fenilalanina + tirosina, treonina y valina se encuentran en general en proporciones adecuadas, variando la cifra en cada especie de insecto y sobrepasando en muchos casos la cifra del patrón FAO(1982), Siendo ligeramente limitantes en general en triptofano obteniéndose una calificación química que va de 10% a 96% (Ramos-Elorduy *et al*, 1998).

El balance de estos aminoácidos en los insectos comestibles unidos a la baja cantidad de fibra cruda que poseen, les confiere una elevada digestibilidad tanto de la materia seca, como digestibilidad proteínica, por ello se han clasificados como "concentrados proteínicos" (Ramos-Elorduy *et al*, 1998).

III. GENERALIDADES SOBRE LA MOSCA DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO *Cochliomyia hominivorax* C..

Es un díptero conocido comúnmente como gusano barrenador del ganado, es un insecto holometábolo, que consta de cuatro estados de desarrollo que son: huevo, larva, pupa y adulto. En el estado adulto, las moscas son inofensivas, ya que se alimentan del néctar de las flores, excrementos, materia orgánica en descomposición, y de los tejidos muertos de los animales, pero se convierten en parásitos obligados durante sus estadios de larva, alimentándose de tejido vivo y ocasionando las famosas gusaneras, lo cual clínicamente se caracteriza por una herida que resuma abundante exudado sanguinolento con hedor en los animales domésticos y silvestres e incluso el hombre. Los cuales pierden el apetito y pueden morir como consecuencia de la extensa invasión y de complicaciones bacterianas si no son tratadas a tiempo (Quiroz, 1980).

III.1 CLASIFICACION TAXONOMICA

Reino: Animal.

Phylum: Artropoda.

Clase: Insecta.

Orden: Díptera.

Familia: Calliphoridae.

Genero: *Cochliomyia*.

Especie: *C. hominivorax*. C.

III.2 ORIGEN

Esta especie de mosca es originaria de América, desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Chile y sur de Brasil (se consideran erradicadas de EU. y de México). Sin embargo, en Sudamérica, su frecuencia varia mucho según la latitud y la época del año, en época de frío prácticamente desaparece, pero por el contrario permanece todo el año en las regiones tropicales húmedas, de donde por diferentes medios de transporte llegan el siguiente verano a las zonas que quedaron libres durante el invierno (Quiroz, 1980).

III.3 BIOLOGÍA

La hembra adulta oviposita un paquete de huevos en una herida fresca, o sobre pus o sangre seca, los huevos son blancos y eclosionan a las pocas horas de ser puestos, las larvas de *C. hominivorax* son parásitos que se alimentan de tejido vivo, la porción cefálica es la que introduce en la herida y expone la parte posterior, en donde están los estigmas respiratorios, las larvas se congregan en paquetes y excavan una cavidad.

Las heridas más comunes pueden ser en el ombligo de los terneros, rasguños causados por el propio animal con el alambre de púas, intervenciones quirúrgicas, lesiones por vacunación, pero el ombligo de los recién nacidos parece ser el que más atrae a las moscas a ovipositar y esta herida es la que más probablemente sea la causa de la muerte del animal, y además una herida infectada atrae a más moscas que una herida fresca (Quiroz, 1980).

III.4 HABITOS

Las larvas ejercen mediante sus ganchos una acción traumática taladrante y aunado a sus constantes movimientos irritan y destruyen el tejido, del cual se alimentan. La vida parasitaria de la larva dura más o menos seis días, pero como le suceden las generaciones de otras moscas que llegan a ovipositar a la herida ya infestada, el daño continúa y las larvas consumen prácticamente vivo el tejido del animal, trayendo como consecuencia unas oquedades llenas de gusanos y de exudado seroso y sanguinolento (Quiroz, 1980).

III.5 CICLO DE VIDA

La mosca hembra de *C. hominivorax* desova varias veces en posturas de 10 a 400 huevos en la orilla de las heridas abiertas. En pocas horas los huevos eclosionan y salen las pequeñas larvas que comienzan a alimentarse del tejido vivo, en esta etapa de su vida es muy difícil localizarlas a pesar de una inspección minuciosa que se haga, pues la mosca es capaz de ovipositar en una herida tan pequeña como lo es la mordedura de una garrapata. Las larvas con sus ganchos rasgan la herida y se alimentan de los exudados y el tejido por un tiempo de seis días, creciendo hasta unos 13 mm. de largo, esta herida una vez que se infecta atrae más moscas, que ovipositan en el mismo lugar y las reinfestaciones son la causa de la muerte del animal si este no es tratado a tiempo (Quiroz, 1980).

IV. GENERALIDADES SOBRE LA MOSCA COMUN *Musca domestica* L.

IV.1 CLASIFICACION TAXONOMICA

Reino: Animal

Phylum: Artropoda

Clase: Insecta

Orden: Diptera

Familia: Muscidae

Género: *Musca*

Especie: *M. Domestica* L.

Nombre común: Mosca casera o domestica

IV.2 ORIGEN

La llegada de la mosca doméstica al nuevo mundo, se debió a los primeros viajes realizados por los conquistadores españoles a tierras americanas.

IV.3 IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LA MOSCA

Antes de considerar a la mosca como un enemigo del hombre, se debe de pensar en el beneficio que sus actividades generan para nuestro ecosistema, entre otros podemos mencionar (Palomo, 1971):

- 1.- Su capacidad para reducir y descomponer los desechos de plantas y animales.
- 2.- El uso de las larvas de mosca para estimular la cicatrización de heridas.
- 3.- La capacidad parasítica de la larva de la mosca como parasitoide de ciertos insectos nocivos.
- 4.- La increíble cantidad de huevos, larvas, pupas y adultos que sirven de alimento a otras formas de vida.
- 5.- La capacidad de polinización que tienen estos insectos.

IV.4 BIOLOGIA

Los huevecillos son de color blanco y de aproximadamente 1 mm de largo. La larva de la mosca cuando esta totalmente desarrollada muestra 13 segmentos y mide unos 12 mm de longitud, de color crema o casi blanco, tienen el exoesqueleto liso y sin protuberancia prominentes. El extremo anterior del cuerpo es puntiagudo, considerándola acéfalas, en tanto el extremo posterior es romo. La pupa semeja un barril, es color café pardo oscuro y mide alrededor de 6 mm (Palomo, 1971).

El adulto es un insecto de color café sin tintes metálicos, con una longitud promedio de 7 mm de largo, el aparato bucal es un disco plano y esponjoso con el cual chupa a los alimentos, por la anatomía del aparato bucal solo es capaz de ingerir alimento líquidos o semilíquidos con particulas

sólidas en suspensión. Las antenas son plumosas en su base y desnuda en la porción final de las mismas. Las alas se colocan en posición de descanso, en tal forma de que dan la impresión de ser triangulares cuando son observadas desde arriba (Palomo, 1971).

IV.5 HABITOS

La mosca doméstica es un insecto cosmopolita como el hombre mismo, ya que puede ser encontrada en casi la totalidad de las habitaciones del mundo. Las hembras tienen un marcado tropismo olfativo hacia el medio adecuado para el desarrollo de sus larvas, ya que se le puede encontrar en cualquier tipo de desecho animal o vegetal (Metcalf y Flint, 1980).

IV.6 CICLO DE VIDA

La mosca doméstica tiene uno de los ciclos de vida más corto conocidos entre los insectos.

El apareamiento ocurre en una temperatura promedio de 25°C. Los machos buscan a las hembras a la edad de 12 horas y las hembras alrededor del 13 día de vida. La hembra es capaz de producir huevos fértiles durante toda su vida, pero para ello necesita consumir una dieta rica en proteína y energía. La hembra prefiere poner la masa de huevos en grietas o hendiduras a una profundidad de 8 mm, además de preferir la oscuridad y un lugar húmedo para ovipositar. Los huevos son puestos en forma apiñada, y muchas hembras prefieren ovipositar en el mismo lugar (Borrór *et al*, 1980).

La hembra oviposita de 100 a 160 huevecillos por postura, pudiendo ovipositar hasta en 7 ocasiones, por lo que la producción total de un sola mosca puede fluctuar entre 200 a 1200 huevos (Palomo, 1971).

Los huevos tardan en incubar de 12 a 36 horas dependiendo de las condiciones de alimentación, humedad y temperatura del medio ambiente.

El último estado del ciclo de vida de la mosca doméstica es el de pupa, la cual es resistente a cambios ambientales de humedad y temperatura, además de ser resistente a los insecticidas.

El ciclo de vida total de la mosca doméstica es de alrededor de 6 a 20 días pudiendo tener una longevidad de hasta 57 días (Metcalf y Flint, 1971).

V. GENERALIDADES SOBRE EL CHAPULIN *Sphenarium purpurascens* Ch.

Esta especie de chapulín presenta una amplia distribución en la Republica Mexicana, principalmente en el centro, sur y sureste de nuestro país, alimentándose de una gran variedad de plantas como son: maíz, frijol, alfalfa, girasol silvestre (este ultimo parece ser su alimento preferido), este insecto a pesar de su alta tasa reproductiva no llega a representar una seria amenaza como plaga ya que es consumido por los campesinos y representa una buena fuente de proteínas de origen animal (Ramos-Elorduy, 1982).

V.1 CLASIFICACION TAXONOMICA

Reino: Animal.

Phylum: Artropoda.

Clase: Insecta.

Orden: Orthoptera.

Familia: Acrididae.

Genero: *Sphenarium*.

Especie: *S. purpurascens*. Charpentier

Nombre común: chapulín o chapulín de la milpa.

V.2 CICLO DE VIDA

La hembra oviposita en la tierra suelta y/o arena humedecida un paquete de huevos. Las primeras ninfas de estos chapulines aparecen bajo condiciones naturales en los meses de mayo a junio y llegando a estado adulto entre los meses de septiembre a noviembre (Ramos-Elorduy, 1982).

V.3 PRIMER ESTADIO

Las primeras ninfas son muy pequeñas, 0.1mm. aproximadamente de largo, son de color crema o pálidas, con manchas en forma de puntilleo por todo el cuerpo, la cabeza es proporcionalmente más grande que el resto del cuerpo, en el que destacan los ojos, por su tamaño, las antenas son gruesas y constan de 8 artejos, los segmentos abdominales son muy pequeños y presentan cercos en su parte terminal. El segundo, tercer y cuarto estadio no sufre ningún cambio significativo salvo el aumento de tamaño y una coloración más oscura (Ramos-Elorduy, 1982).

V.4 QUINTO ESTADIO

El tamaño de estas ninfas es de 1.5 mm. Su cuerpo se alarga por la distensión de los segmentos abdominales, las antenas son largas y delgadas constando de 14 artejos, los ojos son grandes globosos y de color negro. El ultimo par de patas se distingue de los anteriores por que el fémur esta muy desarrollado permitiéndole a esta especie de insecto saltar grandes distancias en relación a su tamaño (Ramos-Elorduy, 1982).

V.5 LA HEMBRA ADULTA

Se distingue muy fácilmente del macho por que es más grande, aproximadamente 2.5 cm. de largo, las antenas a pesar de contar con 14 artejos como los del macho se ven más pequeñas, además de que los fémures del tercer par de patas son mas chicos que los del macho.

El adulto macho: mide 2.075mm. de largo, y son generalmente más delgados que las hembras, siendo su coloración variable que va desde el pardo asta el verde olivo (Ramos-Elorduy, 1982).

V.6 HABITOS

Estos organismos son muy activos tanto en etapa juvenil como adulto en las horas de mas calor, es decir alrededor del medio día, por el contrario muy temprano por la mañana se encuentran letárgicos debido al frio y en este momento la gente aprovecha para atraparlos pues relativamente es fácil su captura (Ramos-Elorduy, 1982).

V.7 COPULA

La copula se observa con mas frecuencia en la tarde en organismos de vida libre, pero por el contrario en experimentales, se observó que la pueden efectuar a cualquier hora del día (Ramos-Elorduy, 1982).

V.8 ALIMENTACIÓN

Tanto las ninfas como los adultos se alimentan de una gran variedad de plantas tanto silvestres como cultivadas, como son: el maíz, alfalfa, lechuga, col, frijol y pastos silvestres, aunque en estudios experimentales que se hicieron sobre preferencias alimentarias se encontró que prefieren alimentarse del girasol silvestre, es una planta que encontramos todo el año y la cual estos insectos consumen en su totalidad.

Aunque esta especie de chapulines no acostumbra a reunirse en grandes mangas como la langosta bíblica, si llega a existir en grandes cantidades, que, por la depredación humana o animal, no llegan a ser una importante plaga económica de los cultivos.

Esta especie de insecto es consumida por el hombre de varias maneras, asada en tacos, o como botana, incluso los campesinos las asan para desecarlos y son guardados para ser consumidos posteriormente o se comercializan (Ramos-Elorduy, 1982).

VI. SITUACIÓN ACTUAL DE LA AVICULTURA EN MÉXICO

La avicultura en México se ha incrementado año con año, siendo hoy en día un área del sector pecuario muy importante. La participación en el Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario incrementó anualmente 5.2%. El sector avícola participa con el 54% de la producción pecuaria; el 29% lo aporta el pollo, 30% el huevo y el 2% el pavo. Generando con esto 840 000 empleos, de los cuales 140,000 son directos y 700,000 indirectos(U. N. A., 1999).

La avicultura en México llegó en 1999 a producir 1.89 millones de toneladas de carne de pollo con un valor de 25,920 millones de pesos y alcanzando un consumo per cápita de 18.2 Kg en 1999(U. N. A., 1999).

VI.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS BALANCEADOS EN MÉXICO

La industria avícola en el año de 1999 consumió 10.3 millones de toneladas de granos forrajeros y pastas oleaginosas entre otros ingredientes. En los últimos 5 años el consumo de insumos agrícolas creció a un ritmo anual de 3.4%, siendo así la principal industria transformadora de proteína vegetal a proteína animal(U.N.A., 1999).

La distribución de alimentos balanceados en nuestro país en las diferentes especies domésticas es similar a otros países, dándose el mayor consumo por la avicultura y la porcicultura(CANACINTRA, 1999).

VI.2 PROTEINAS

Los insumos protéicos son aquellos ingredientes que en su composición química aportan más de un 20% de proteína, donde podemos incluir a subproductos de origen animal que se obtienen de actividades de sacrificio de los rastros, de esquilmos de la industria que procesa alimentos de origen marino para consumo humano y subproductos de origen lácteo(N.R.C. 1994).

Otro grupo de insumos proteicos, son aquellos ingredientes de origen vegetal que se obtienen como subproductos de la industria aceitera, pudiéndose obtener con la ayuda de solventes orgánicos o mediante mecanismos como la prensa hidráulica, los subproductos que son procesados de esta manera son llamados pastas(Scott *et al*, 1982).

El termino proteína proviene de la palabra griega proteos, el cual significa "primero" o "el más importante", ya que esta se encuentra en todas las células vivas, es constituyente principal de los órganos, por lo tanto el animal requiere de una provisión abundante para su crecimiento y

mantenimiento constante durante toda la vida (Ávila, 1990. , Maynard y Loosli, 1981).

Las proteínas forman parte de la estructura de los tejidos del cuerpo como el músculo, tejido conectivo, colágeno, piel, pelo, plumas, pico y uña; las proteínas de la sangre, como albúminas y globulinas, ayudan al mantenimiento homeostático, regula la presión osmótica, actúan como reserva de aminoácidos, etc. Una de las principales fuentes de proteína para dietas avícolas son plantas, principalmente las semillas; sin embargo, no siempre poseen un buen balance de aminoácidos esenciales. Por otro lado, debido a que los pollos son omnívoros se pueden complementar las dietas con productos de origen animal (Cuca *et al.*, 1996).

Las proteínas son moléculas gigantes formadas por unidades más simples a las cuales se les conoce como aminoácidos, que están unidos entre sí por enlaces peptídico formando cadenas largas (Ávila, 1990).

Las proteínas, en conjunto con las grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua, tienen participación en distintas funciones orgánicas, siendo una de las más importantes la formación estructural (Boon *et al.*, 1991).

Las proteínas tienen un contenido relativamente constante de elementos, entre los que podemos encontrar están el carbono (50-55%), hidrógeno (5-8%), oxígeno (20-25%), nitrógeno (15-17%), azufre (1-3%), fósforo (0.2-1.5%) y hierro (Boon *et al.*, 1991., Antillon y López, 1987).

Se sabe que los consumos altos de proteína pueden incrementar el gasto de energía debido a un aumento en la excreción del nitrógeno (Kerr, 1993 y 1994) y debido al aumento del peso de los órganos, dicha energía neta disminuida es la que estaría disponible para el anabolismo, el cual traería como resultado una disminución en el crecimiento y en la eficiencia alimenticia. Señala Kerr (1994) que se alimentaron pollos con dietas desde un 15 hasta un 36% de proteína cruda y reportaron que no existió ningún cambio en la ganancia de peso y solo una ligera disminución en el consumo de alimento debido a los altos niveles de proteína en la dieta.

VI.2.1 FUENTES DE PROTEINA

Existen dos tipos de fuentes de proteína utilizadas en la formulación de raciones para animales domésticos. Estas fuentes son las de origen animal y las de origen vegetal. La proporción de estas en la dieta dependen de su disponibilidad, precio y calidad, así como de los factores del producto que limitan su uso (Campabadal y Navarro, 1997).

VI.2.2 DIGESTIÓN DE LAS PROTEINAS

Las proteínas al ser consumidas por las aves son procesadas por los diferentes órganos, primeramente son desdobladas por las enzimas del proventrículo (HCl y pepsina), siguiendo las enzimas pancreáticas a nivel del duodeno (tripsina, quimiotripsina y carboxipetidasa) y después las del jugo intestinal (Ávila, 1990).

Tienen estos procesos digestivos el objetivo de degradar las proteínas hasta sus componentes más simples; los aminoácidos, para que sean absorbidos y utilizados para la síntesis de proteína corporal.

VI.2.3 AMINOÁCIDOS

Los aminoácidos son las unidades estructurales básicas de las proteínas y como su nombre lo indica presentan un grupo amino (NH₂), un grupo carboxilo (-COOH), un átomo de hidrógeno y un grupo distintivo "R".

Los a.a. están unidos por un enlace peptídico a través del grupo amino de un a.a. y el grupo carboxilo del otro, llegando a formar un polipéptido de cadena larga (estructura primaria), posteriormente estos polipéptidos forman estructura secundaria, terciaria y cuaternaria, hasta llegar a formar la proteína misma (Maynard y Loosli, 1981).

Son 22 los aminoácidos que se encuentran con mayor incidencia en la alimentación de las aves, los cuales son clasificados como: esenciales, semiesenciales y no esenciales (Ávila, 1990; Maynard y Loosli, 1981). Estos últimos, sintetizados por las células y por lo tanto no necesitan estar presentes en la dieta, no así los a.a. esenciales que no son sintetizados y tienen que ser suministrados en la dieta; sin embargo todos los a.a. son esenciales a nivel metabólico (Lloyd, 1982).

En exceso los aminoácidos a.a. se desaminan por el hígado y el nitrógeno se puede utilizar para sintetizar a.a. no esenciales o solo eliminarse en forma de ácido úrico por la orina (Ávila, 1990).

El nitrógeno siempre es necesario en cierta cantidad y proviene de los a.a. no esenciales y se tienen que suministrar las cantidades suficientes de carbohidratos. Si la cantidad de a.a. no esenciales es insuficiente, los a.a. esenciales serán utilizados por el organismo como fuente no específica de nitrógeno (López, 1998).

VI.2.4 AMINOÁCIDOS SINTÉTICOS

A nivel mundial la producción comercial de aminoácidos sintéticos empleados en la industria de alimentos balanceados para animales llega a 700,000 toneladas anuales aproximadamente, un 90% de la producción, son ventas de metionina y lisina, con expectativas de un aumento continuo (Best y Gill, 1998).

En nuestro país se puede obtener desde hace varios años a nivel comercial y en forma rentable para su uso en la industria de alimentos balanceados, las formas cristalinas de treonina, metionina y lisina, estos dos

últimos son considerados como los principales a.a. limitantes en las dietas de aves y cerdos, a base de sorgo o maíz como fuentes de energía y la pasta de soya como fuente principal de proteína (Ávila, 1992).

En la actualidad los aminoácidos cristalinos (lisina, metionina y treonina), son mucho más económicos y los requerimientos para cada aminoácido han sido estudiados y referidos, los nutriólogos fundamentan la formulación de dietas en las necesidades individuales de aminoácidos del pollo en crecimiento, ya que formulando dietas solo con ingredientes naturales para satisfacer el primer a.a. limitante, tendrán un exceso de varios a.a. dispensables e indispensables. Aún cuando se ha estudiado por varios años la utilización de a.a. cristalinos en las dietas y los niveles de a.a. requeridos(Kerr, 1993), para disminuir la proteína cruda, sigue existiendo duda de cuales a.a. son limitantes cuando la proteína de la dieta se reduce.

En un principio las dietas tanto de cerdos como de aves, se formulaban con base en el contenido de proteína cruda de los ingredientes(Baker y Chung, 1992). Posteriormente con la producción de aminoácidos sintéticos en forma cristalina a nivel comercial, se han utilizado ciertos niveles totales de a.a. esenciales para cubrir las necesidades específicas de las aves y de los cerdos. Sin embargo, el conocimiento que se tenía de la composición de los ingredientes con base en a.a. totales era insuficiente para formular dietas de alto nivel nutricional, ya que las cantidades que están presentes en los ingredientes frecuentemente son menores a la cantidad total de estos nutrientes presentes en los diferentes alimentos(Parsons, 1991).

VI.3 SOYA

En México, a pesar de que la pasta de soya es la leguminosa más utilizada por presentar un balance de aminoácidos que complementan correctamente las deficiencias de los granos (Cuca *et al.*, 1996), la producción de soya y sorgo, resulta insuficiente a nivel nacional, por tal motivo se requiere importar estos insumos, principalmente de Estados Unidos (González, 1995).

La pasta de soya es una de las mejores fuentes de proteína de origen vegetal con que se cuenta actualmente debido a la característica que presenta ésta en relación con otras pastas y su alto contenido de lisina (Cuca *et al.*, 1996).

La pasta de soya es el subproducto de la extracción de aceite y contiene de 42 a 50% de proteína según el método de procesado. Esta se puede complementar con alguna proteína de origen animal o de pescado para cubrir las deficiencias de algunos aminoácidos; o pueden suplementarse aminoácidos sintéticos. No debe darse soya cruda ya que contiene un inhibidor de la tripsina, esto se corrige con calor (buena cocción) u otros métodos (North, 1993).

La harina o pasta de soya es la más utilizada a nivel mundial. Si está correctamente procesada no presenta ninguna restricción nutricional. Existen dos categorías, de 44 y 48% de proteína cruda, siendo mejor utilizada la de 48% por contener un nivel menor de fibra cruda.

La pasta de soya es una excelente fuente de lisina, pero contiene valores limitados de metionina. Cuando el procesamiento de la harina es correcto, los factores antinutricionales presentes en esta oleaginosa, como son los inhibidores de tripsina, se destruyen por acción del calor (Campabadal y Navarro, 1997).

Cuando los pollos consumen una pasta de soya cruda, no solo disminuyen de peso; sino que se produce una hipertrofia del páncreas y un aumento de la actividad proteolítica. El porcentaje de utilización de esta pasta en las dietas es del orden de 30% para pollos en crecimiento y 20% para gallinas de postura (Cuca *et al.*, 1996).

En los últimos años ha existido un gran interés por el uso de la soya integral en la alimentación del pollo de engorda, ya que al no habersele extraído la grasa presenta un elevado contenido de EM (3.8 Mcal/kg) y un nivel alto de proteína (38%). El nivel máximo en dietas en harina está estipulado en 20%; sin embargo, en la práctica los niveles de incorporación más habituales varían de 10 a 15%, dependiendo de su precio y disponibilidad.

En estudios hechos por la Asociación Americana de la Soya se reportan niveles de inclusión hasta de 35% con resultados óptimos (Navarro *et al.*, 1995).

VI.4 GLUTEN DE MAIZ

El gluten así como otros productos del maíz, se utilizan como suplementos proteicos y energéticos en la formulación de alimentos para aves. Campabadal y Navarro (1997), mencionaron que el gluten de maíz es un producto alto en proteína (60%), rico en metionina y además contiene niveles altos de energía metabolizable (3.7 Mcal/kg.). Por lo que puede usarse en la formulación de dietas para pollos de engorda; sin embargo, la proteína es muy limitante en lisina y triptofano. También presenta un desbalance en el perfil de leucina, isoleucina y valina. Para el pollo las proteínas del gluten de maíz son limitantes en lisina, treonina y arginina (Cuca *et al.*, 1996).

VI.5 FUENTES DE PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL

Las fuentes de proteína de origen animal son todos aquellos ingredientes que provienen del animal completo, de partes de él o de su procesamiento. El valor nutricional de esta fuente de proteína es muy

variable, pues dependen de dos factores muy importantes que son los componentes que lo forman y el tipo de procesamiento a que fueron sometidos. Es importante mencionar que son productos muy susceptibles a la contaminación bacteriana o a la oxidación de sus lípidos, al desarrollo de hongos y a la adulteración. Las fuentes de proteína de origen animal más utilizadas son la harina de pescado, carne y hueso y la de subproductos avícolas (Anderson, 1996).

Estos productos pueden presentar un patrón excelente de aminoácidos. Pero tienen el problema de presentar una gran variabilidad nutricional por los diferentes elementos que la conforman (Campabadal y Navarro, 1996).

VI.6 HARINA DE PESCADO

Las harinas de pescado es uno de los ingredientes más ampliamente utilizados para la elaboración de dietas para pollos de engorda, lo anterior se debe a que son fuentes concentradas de aminoácidos esenciales principalmente lisina y metionina (Cuca *et al*, 1996).

Debido al costo relativamente alto y a su escasez, las harinas de pescado se limitan alrededor de 5% en raciones de engorda y de 2% en otras, pero valores hasta de 8% mostraran mejoras en la producción. El aceite contenido en la harina de pescado tiene sabor y olor "a pescado" y pasa notoriamente a la carne y huevos cuando la dieta contiene más de 6 a 10% de ésta (North, 1993).

Sin embargo, Campabadal y Navarro (1997) mencionan que su utilización en pollos de engorda se limita por problemas tales como la gran variabilidad en su contenido proteico (45 a 70%), problemas de procesamiento (sobrecocimiento = desarrollo de mollerósina), contaminación bacteriana (salmonella), adulteraciones (arena), rancidez (niveles altos de grasas no estabilizadas).

Existen harinas de pescado que contienen un tipo específico, como la de anchoveta, sardina o de salmón. Las hay con grasa y sin grasa, pescado entero o de partes y aún se pueden clasificar de acuerdo a su calidad biotóxica por su relación con las erosiones en la molleja y el vomito negro aviar (Castro, 1987).

VI.7 HARINA DE CARNE Y HUESO

Este producto contiene de 47 a 50% de proteína. Contiene un alto porcentaje de hueso molido lo cual eleva el calcio y el fósforo. Puede usarse hasta 10% en la ración, pero frecuentemente está restringido en alrededor de 5% (North, 1993).

Anderson (1996) indicó que la harina de carne y hueso debe contener un mínimo de 4% de fósforo y un nivel de calcio que no exceda a 2.2 veces el nivel real de fósforo.

Este producto tiene un patrón de aminoácidos más problemático y muchas veces se utiliza más como una fuente de calcio(12%) y fósforo (6%), que como fuente de proteína. Los niveles de inclusión en la dieta varían según su calidad entre 3 y 5% (Campabadal y Navarro, 1997).

VI.8 ALIMENTACIÓN DEL POLLO DE ENGORDA

En la alimentación del pollos de engorda las etapas o fases de alimentación son muy variadas y dependen del objetivo final que se le dará, el peso que se quiere al mercado y la presencia o no de problemas metabólicos. Cada etapa de vida tiene un requerimiento especial de nutrimentos y una capacidad de utilización de ingredientes alimenticios. Normalmente en los sistemas modernos de producción, lo más común es la utilización de tres fases de alimentación, aunque hay muchas compañías que recomiendan cuatro etapas.

El alimento representa de 70 a 75% del total del costo de producción; esto significa que el precio del alimento influye considerablemente sobre el costo de producción de carne de pollo (Cuca *et al*, 1996).

Generalmente, al pollo de engorda se le debe suministrar todo el alimento que pueda comer desde el primer día de nacido hasta su salida al mercado, esto debido a que entre más coma, más rápido crecerá y a su vez la conversión alimenticia será mejor (Quintana,1991; North, 1993).

Las dietas para aves, están compuestas básicamente de una mezcla de varios ingredientes, tales como granos de cereales, harina de soya, harinas de subproductos animales, grasas y premezclas de vitaminas y minerales. Estos junto con el agua, proveen la energía y los nutrimentos esenciales para el crecimiento, reproducción, salud y producción de las aves (NRC, 1994).

La combinación sorgo-soya es la más frecuentemente usada en las dietas para alimentar pollos de engorda; estos ingredientes son los que aportan la mayor cantidad de proteína y energía. Estos se complementan con pequeños porcentajes de otras fuentes de proteína como el gluten de maíz, harina de carne y harina de pescado, entre otros y los aminoácidos cristalinos como, DL-metionina y L-lisina, para cubrir los aminoácidos esenciales requeridos por los pollos (Ávila, 1990).

VI.9 ENERGIA

Los carbohidratos y las grasas proporcionan a las aves la energía necesaria para que desarrollen funciones como movimiento del cuerpo, conservación de la temperatura corporal, y producción de grasa, huevo y carne. Una dieta baja en energía hace que se retarde el crecimiento y que la eficiencia alimenticia sea baja. La fuente de energía más económica es la proveniente de cereales como el maíz, sorgo, cebada y trigo. Las grasas son

fuentes más concentradas de energía, pues proporcionan 2.25 veces más energía que las proteínas y los carbohidratos, por unidad de peso (Cuca *et al.*, 1996).

Cuca *et al.* (1996) señalan que el consumo de alimento de las aves depende de los niveles de energía que contenga la dieta, además de la proteína se encuentre en cantidad adecuada para el nivel empleado de energía. Por otra parte, se menciona que las aves monitorean el gasto de energía y regulan el consumo de alimento cuando han ingerido determinada cantidad de calorías, aunque tales ajustes no son precisos ni inmediatos. Scott *et al.* (1982) explicaron que las aves comen principalmente para satisfacer la necesidad de energía; y que cuando ésta ha quedado satisfecha, el animal deja de comer.

VI.9.1 FUENTES DE ENERGIA

Las fuentes energéticas incluyen todos aquellos alimentos que contienen menos de 20% de proteína y menos de 18% de fibra cruda. Estas fuentes se pueden clasificar en cuatro categorías:

- 1.- Cereales.
- 2.- Subproductos agroindustriales.
- 3.- Grasas y aceites.

La utilización eficiente de estos productos en la formulación de una dieta es de mucha importancia pues estos productos representan según la especie animal entre 50 y 80% de la ración (Campabadal y Navarro, 1996).

VI.9.1.1 MAIZ

Este cereal constituye, en muchos lugares del país, la base de la alimentación de las aves. Su porcentaje de utilización en las raciones avícolas es comúnmente entre 69 y 70% (Calleja, 1996).

El maíz también posee un contenido proteico variable, de 8 a más de 11%, es una fuente de ácido linoleico, un ácido graso esencial; contiene una cantidad abundante de pigmentos carotenos llamados xantofilas, principalmente en el maíz amarillo, que también origina el pigmento amarillo de los depósitos de grasa en los pollos y en la yema del huevo, además es una buena fuente de actividad de vitamina A pero al almacenaje tiende a reducirse el contenido en un 30% (North, 1993).

En los últimos años se han desarrollado nuevas variedades de maíz que contienen niveles altos de aceite (6 – 8%) que proporcionan niveles altos de energía metabolizable y que son utilizados eficientemente por los pollos. Estas variedades además contienen 2 – 3% más proteína y una cantidad proporcional de aminoácidos esenciales. Es por eso que el maíz es la principal fuente de energía (Campabadal y Navarro, 1997).

VI.9.1.2 SORGO

En México el sorgo se emplea en la formulación de raciones para aves, básicamente como fuente de energía; aproximadamente del 55 al 70% del total de la dieta es sorgo. En términos económicos este cereal también es importante ya que representa del 35 al 45% del costo total de la dieta. Desde el punto de vista nutricional y en términos de aporte de energía (EM), proporciona cerca del 75% del contenido total de energía de la dieta. Si bien es cierto que el sorgo no se emplea como fuente de proteína en la formulación de raciones para animales, su aporte de proteína es considerable (5.44 a 12.9), ya que cubre aproximadamente el 20% del requerimiento total de proteína para pollos de engorda en su etapa de iniciación (Cuca *et al.*, 1996).

Las variedades de sorgo, de acuerdo al contenido de taninos, se pueden clasificar en tres categorías:

- 1.- sorgos bajos en taninos (<0.50%).
 - 2.- sorgos medios (0.5 – 1.0%).
 - 3.- sorgos altos en taninos (> 1.0%).
- (Campabadal, 1993).

Una característica común en todos los sorgos híbridos comerciales es que poseen pigmentos fenólicos que dan un color determinado al grano de cada variedad; entre estos grupos fenólicos se encuentran los taninos (Cuca *et al.*, 1996), el cual tiene un efecto depresivo de la digestibilidad de los alimentos, en el crecimiento y eficiencia alimenticia, el contenido varía de acuerdo a la variedad (Calleja, 1996).

La propiedad esencial de los taninos es su capacidad para combinarse con proteínas, y otros polímeros como celulosa y peptina, lo que se traduce en una menor digestibilidad de la proteína. Por otra parte, estudios de laboratorio hechos con muestras de sorgo con diferentes cantidades de taninos, se observa que conforme aumentan los taninos disminuye el contenido celular de almidón y carbohidratos solubles, además se observó un aumento de las paredes celulares, lo cual sugiere que los sorgos amargos presentan un menor contenido de energía metabolizable (Cuca *et al.*, 1996).

VI.9.1.3 TRIGO

El trigo como fuente de energía no es tan eficiente como el maíz o el sorgo por la presencia de niveles altos de pentosanos (5 a 8%) que afectan su utilización. Los arabinosilanos solubles son los que afectan su valor nutritivo ya que estos no son bien digeridos, y aumentan la viscosidad de la digesta, lo que causa una reducción en el consumo, en la tasa de pasaje por el sistema digestivo y la digestión de los nutrimentos, además de proporcionar una excesiva proliferación bacteriana. Para contrarrestar lo

anterior es recomendable utilizar una suplementación con enzimas que ayuden a disminuir este problema (Bedford, 1996).

El trigo completo tiene relación análoga al maíz y contiene mayor porcentaje de proteína, la cual puede variar entre 10 y 17%, según el tipo de trigo y área donde se cultiva. Sin embargo, el trigo es práctico para dietas avícolas solo cuando está disponible este cereal y provee una fuente de energía económica. Por su uso continuo en dietas humanas, tiene generalmente alto costo. El trigo es gelatinoso, cuando se tritura, y si se usa en grandes cantidades tiende a "empastarse" en el pico de las aves. La pastosidad algunas veces puede producir necrosis del pico. El problema anterior puede superarse triturando o peletizando este cereal (North, 1993).

Según Leeson y Summers (1997) no es conveniente usar el trigo en niveles superiores al 30%, por su difícil digestión y problemas de viscosidad, ya que estas características disminuyen el contenido de energía metabolizable entre 10 y 15%.

VI.9.1.4 GRASAS Y ACEITES

El nivel de inclusión de las grasas y los aceites varían entre 2 y 6% además de incrementar el valor energético de la dieta, las grasas y los aceites cumplen funciones muy importantes en la nutrición del pollo de engorda, como fuente de ácido linoléico, reductores de la polvosidad, mejoradores de la palatabilidad y abatidores del incremento calórico en condiciones de estrés por calor (Campabadal y Navarro, 1997).

Los aceites más utilizados en la elaboración de alimentos balanceados son de soya, algodón y coco. El aceite de coco, por su alta proporción de ácidos grasos saturados, se encuentra en estado sólido, por lo que se requiere derretirlo para su utilización. Las grasas de origen animal son las mantecas de cerdo y pollo. Estos productos tienen la desventaja de que por estar en estado sólido y ser altamente saturados, requieren de derretirse y además, contienen un nivel energético menor que los aceites, además de que se contaminan frecuentemente con bacterias patógenas (Salmonella) (Campabadal y Navarro, 1994).

VII. FORMULACION DE LAS RACIONES PARA POLLOS DE ENGORDA

Como el alimento representa entre un 70 y un 80% del total de los costos de producción del pollo de engorda, es necesario no solamente que las dietas sean adecuadas nutricionalmente, sino que también produzcan un Kg. de carne de pollo al menor costo posible.

Para poder balancear una buena dieta es necesario tener en cuenta una gran cantidad de factores como son entre otros:

- 1.- Necesidades de nutrimento de las aves.
- 2.- Línea o raza del ave.
- 3.- Etapa fisiológica en la que se encuentra el ave.
- 5.- Medio ambiente (frío, calor, humedad).
- 6.- Manejo o Zootecnia avícola.
- 7.- Materias primas disponibles.

Una vez que contamos con toda la información disponible al respecto, ya es posible formular la ración adecuada para cada línea de ave (Cuca *et al*, 1996).

VII.1 RACIONES PARA POLLOS DE ENGORDA

Existen varios tipos de alimentos para pollo de engorda empleados a nivel comercial, este alimento es proporcionado "*ab libitum*" al pollito para que el mismo autorregule su consumo y llene todas sus necesidades nutrimentales, esto no representa ningún problema en el caso del pollo de engorda por su corto ciclo de producción que va entre 6 y 8 semanas para salir al mercado (Ávila, 1990).

VII.2 PREINICIADORES. Este tipo de alimento se le da al pollito la primer semana de vida y que contiene todos los nutrimentos necesarios para un buen desarrollo, con un contenido de proteínas que va del 23 al 24%, también incluyen antibióticos y coccidiostatos para evitar la mortalidad y favorecer el crecimiento, cuya importancia se señala posteriormente.

VII.3 INICIADOR. Este tipo de alimento se le da al pollito de engorda hasta la tercera semana de edad y contiene de 20 a 23% de proteína, también se le adicionan vitaminas para llenar las necesidades del ave durante su crecimiento y al mismo tiempo evitar la tensión que se genera al ave en las explotaciones comerciales.

VII.4 FINALIZADOR. Este alimento se le proporciona al ave hasta su salida al mercado y contiene entre un 18 y un 20% de proteína, además de contener coccidiostatos y en algunos casos antibióticos.

El alimento que se le proporciona al pollo de engorda puede ser en forma de harina, migajas y pellets, este último es el mejor ya que en los primeros el pollito al alimentarse tiene por conducta raspar el comedero desperdiciando de esta manera mucho alimento (Ávila, 1990).

VIII. TAXONOMIA AVÍCOLA

Las aves utilizadas en avicultura fueron seleccionadas y domesticadas por el hombre hace cientos de años, existe evidencia de que en México en el año 2500 A. C. los pavos ya eran utilizados como aves domésticas.

Las aves domesticas como tal pertenecen a dos grandes familias.

La familia Phasianidae la cual comprende al pollo de engorda, la gallina de guinea, la codorniz y el pavo.

La familia anatidae la cual comprende a los patos y los gansos.

VIII.1 TAXONOMIA DEL POLLO DE ENGORDA

Reino: Animal
Phylum: Cordados
SubPhylum: Vertebrados
Clase: Aves
Orden: Galliformes
Familia: Phasianidae
Genero: *Gallus*
Especie: *G. Gallus* L.

VIII. 2 APARATO DIGESTIVO DEL POLLO DE ENGORDA

El aparato digestivo del pollo de engorda comienza en el pico y termina en el ano, prácticamente es un tubo que consta de las siguientes partes(Cuca *et al*, 1996).

Pico: el pico del ave es un órgano corneo, cortante y puntiagudo que sirve para la aprehensión del alimento, no tienen labios ni dientes y posee pocas glándulas salivales, pero si tiene una lengua cónica y queratinizada que ayuda a empujar el alimento hacia el esófago.

Esófago: esta situado debajo de la boca y conecta esta con el buche.

Buche o ingluvies: es un órgano que se expande y sirve para almacenar los granos que el ave consume cuando se encuentra en estado silvestre o también almacena el alimento, en este órgano el alimento se remoja con la saliva y el agua que el ave toma, además existe en el una gran población bacteriana, principalmente *Lactobacilos spp.* los cuales fermentan algunos carbohidratos para su propio beneficio.

Proventrículo: o estómago glandular: Contiene glándulas que secretan ácido clorhídrico y pepsinógeno (el cual es un precursor de pepsina) este jugo gástrico pasa a la molleja junto con el alimento.

Molleja: es un órgano el cual esta constituido por músculos muy fuertes y que en unión con las piedras que el ave come es capaz de triturar los granos más duros que llegan aquí(Rose, 1997).

Intestino delgado: el alimento llega de la molleja al asa duodenal donde continúan los procesos de absorción y digestión, gracias a unos órganos accesorios que secretan jugos aquí, los cuales son el Hígado y el Páncreas.

Hígado: en el se elabora la bilis, estas sales biliares que contienen lecitina, colesterol, grasa, pigmentos y mucina son las encargadas de la emulsión, digestión y absorción de las grasas.

Páncreas: el jugo pancreático ayuda a la digestión de las proteínas, carbohidratos y grasas.

Intestino grueso: en la unión del intestino delgado con el grueso se encuentran dos sacos conocidos como ciegos, tienen la función de reabsorción de líquidos y digestión bacteriana de la fibra.

Cloaca: este órgano tiene una llegada común para los aparatos digestivo, genital y urinario, desembocando todos al ano.

IX. MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación se dividió en dos fases:

1).- El trabajo de gabinete o fase I, se realizó en el Departamento de Zoología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La fase II experimental 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 Universidad Nacional Autónoma de México, localizado en Zapotitlán Tláhuac, Distrito Federal, a una altitud de 2,250 m.s.n.m, entre los paralelos 19°17' latitud norte y los meridianos 99° 02' 30" longitud oeste, con clima templado subhúmedo y bajo grado de humedad (C (wo)(w)).

Enero es el mes mas frío y Mayo el mes más caluroso, la temperatura media anual de 16°C y la precipitación pluvial anual de 747 mm.

En este Centro fueron realizados dos experimentos en los meses de Marzo, Abril y Mayo, con tres especies de insectos; mosca del gusano barrenador del ganado, mosca doméstica y chapulines, los cuales fueron usados en la ración para pollos de engorda en tres niveles de inclusión como sustitución de la proteína vegetal en este caso la pasta soya (5, 10 y 25%).

IX.1 ANIMALES EXPERIMENTALES

Para el primer experimento con mosca domestica y gusano barrenador, se utilizaron 126 pollos de la línea Arbor Acres de un día de edad, sin sexar ; distribuidos en 7 tratamientos (seis experimentales más un testigo) constando de 18 aves cada tratamiento, alimentados con las dietas elaboradas a partir de harina de insectos y la dieta testigo durante su etapa de iniciación.

Para el segundo experimento con chapulines se utilizaron 80 pollos de engorda de la línea Arbor Acres de un día de edad, sin sexar, distribuidos en cuatro tratamientos (3 experimentales y 1 testigo) con 20 aves cada tratamiento, distribuidos en grupos de 5 pollos cada uno y cada tratamiento con 4 repeticiones. La duración fue hasta la tercera semana de edad.

La distribución de los grupos experimentales en ambos experimentos fue completamente al azar.

IX.2 ALIMENTO

Las dietas se elaboraron bajo los criterios del National Research Council (NRC, 1994) empleando un molino, tolva y mezcladora.

Se utilizó proteína de origen animal proveniente de tres especies de insectos, pupas de mosca doméstica, pupas de mosca del gusano barrenador del ganado y ninfas y adultos de chapulines desecados.

Las dietas se conformaron utilizando el 5, 10 y 25% de insectos como sustituto de la proteína de pasta de soya en raciones balanceadas isoproteínicas al (22%).

IX.3 CONSUMO DE ALIMENTO

Para cada tratamiento, se asignó una cantidad fija de alimento, el cual fue proporcionado gradualmente, pesándose los residuos al final, determinándose de esta manera el consumo total por cada experimento.

IX.4 COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS

Los Cuadros 1, 2 y 3 muestran el contenido de ingredientes utilizados en la formulación de las dietas experimentales y el Cuadro 4 muestra la dieta testigo.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales utilizando harina de pupas de *Cochliomyia hominivorax*

INGREDIENTES	<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 5 %	<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 10 %	<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 25 %
Sorgo	64.02	66.29	69.83
Pasta de Soya	24.3	17.5	0
Harina de pupas de mosca	5	10	25
Aceite	2	1.6	0.61
Ortofosfato de Calcio	2.6	2.6	2.6
Carbonato de Calcio	1	1	1
L-lisina HCl	0.21	0.21	0.21
DL-metionina	0.12	0.12	0
Vitaminas y Minerales	0.39	0.39	0.39
Sal	0.3	0.3	0.3
Cocciostato	0.06	0.06	0.06

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales utilizando harina de pupas de *Musca domestica*

INGREDIENTES	<i>Musca domestica</i> al 5 %	<i>Musca domestica</i> al 10 %	<i>Musca domestica</i> al 25 %
Sorgo	64.82	67.52	70.37
Pasta de Soya	23.7	16.7	0
Harina de pupas de mosca	5	10	25
Aceite	1.8	1.16	0.07
Ortofosfato de Calcio	2.6	2.6	2.6
Carbonato de Calcio	1	1	1
L-lisina HCl	0.21	0.21	0.21
DL-metionina	0.12	0.06	0
Vitaminas y Minerales	0.39	0.39	0.39
Sal	0.3	0.3	0.3
Coccidiostato	0.06	0.06	0.06

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales utilizando harina de chapulines *Sphenarium purpurascens*

INGREDIENTES	<i>Sphenarium purpurascens</i> al 5 %	<i>Sphenarium purpurascens</i> al 10 %	<i>Sphenarium purpurascens</i> al 25 %
Sorgo	64.42	65.12	60.44
Pasta de Soya	24.0	19.5	5
Harina de pupas de mosca	5	10	25
Aceite	1.9	0.5	0.5
Ortofosfato de Calcio	2.6	2.6	2.6
Carbonato de Calcio	1	1	1
L-lisina HCl	0.21	0.21	0.21
DL-metionina	0.12	0.32	0.5
Vitaminas y Minerales	0.39	0.39	0.39
Sal	0.3	0.3	0.3
Coccidiostato	0.06	0.06	0.06

Cuadro 4. Composición de la dieta testigo usada durante el estudio.

INGREDIENTES	INICIACIÓN (0-21 DIAS)
SORGO	64.42
Pasta de Soya	29.0
Harina de pupas de Mosca	0
Aceite	1.9
Ortofosfato de Calcio	2.6
Carbonato de Calcio	1
L-lisina HCl	0.21
DL-metionina	0.12
Vitaminas y Minerales	0.39
Sal	0.3
Coccidiostato	0.06

IX.5 INSTALACIONES

Las aves fueron colocadas en una criadora eléctrica en batería marca: IAMEX, que fue específicamente diseñada para estos experimentos, la cual cuenta con 6 pisos y 12 compartimentos.

La criadora tiene las siguientes dimensiones, 2.0 mts. de altura, 1.2 mts. de ancho y 1.7 mts. de largo. la temperatura es controlada automáticamente por medio de termostatos, y se mantuvieron entre 32 y 34 grados centígrados la primer semana, 30 grados la segunda y 28 grados la tercera.

En las charolas de la criadora para recoger las excretas se colocó un papel periódico para facilitar la limpieza de las mismas y evitar al mismo tiempo la humedad de las deyecciones.

La criadora se ubicó en un ambiente con iluminación y ventilación adecuada, con una temperatura ambiental promedio de 25 grados centígrados y una humedad relativa de 60%.

Los bebederos son lineales, manuales con 8 lts. de capacidad, los cuales fueron lavados diariamente, colocándoseles agua fresca y limpia.

Los comederos también son lineales, manuales y se les llenaba cada vez que era necesario, previamente al pesaje de la ración proporcionada.

Tanto el alimento como el agua fueron proporcionados "ad libitum", aunque al agua se le añadió las primeras 48 horas (multivitamínicos y electrolitos: para evitar la deshidratación y sobreponer al pollito de la tensión a la que fue sometido por el transporte y la alimentación) a razón de 1g. por cada cuatro litros de agua.

IX.6 PRÁCTICAS SANITARIAS

Antes de iniciar el experimento la criadora fue lavada con cloro, agua y jabón y desinfectada con creolina para evitar posibles contaminaciones de organismos patógenos.

IX.7 PROGRAMA DE VACUNACIÓN

Las aves fueron vacunadas contra enfermedad de Marek en la nacedora y a los 12 días de edad contra enfermedad de Newcastle por vía ocular con la cepa B1 (se coloca una gota en el ojo del pollito).

IX.8 CONTROLES EFECTUADOS

Las aves fueron pesadas al inicio de la investigación y semanalmente, de manera individual para los dos experimentos y por lotes para el experimento uno, con el fin de graficar y tener su curva de crecimiento, obteniéndose de esta manera los incrementos de pesos semanales, por lotes y por individuos, como el total por cada experimento.

Los resultados se presentan en forma de cuadros y graficas. Los datos de las variables en estudio se analizaron estadísticamente conforme al diseño empleado a través de un análisis de varianza.

IX.9 OBTENCIÓN DE LOS INSECTOS (Captura de chapulines)

En el caso de los chapulines se efectuaron cuatro salidas, una cada fin de semana en el mes de Septiembre que es cuando más abunda esta especie en los alrededores de Cuautitlán (Estado de México).

La captura era manual y se hacia muy temprano por la mañana, ya que por lo frío de la hora, los chapulines casi no tienen movimientos y era relativamente fácil capturarlos, pues se encontraban apiñados en las diferentes plantas y arbustos silvestres, y de cultivos de maíz de los que se alimentaban. Una vez atrapados se depositaban en una bolsa de plástico y eran colocados dentro de un congelador marca American para su posterior secado en una estufa de cultivo marca Ríos-Rocha S.A., modelo HSME- 102, a 50 °C. durante una semana, para evitar la desnaturalización de la proteína del insecto.

Una vez secados fueron molidos hasta obtenerse una harina y se guardaron en el congelador, para posteriormente adicionarse a las raciones que se prepararon.

IX.10 OBTENCIÓN DE PUPAS DE *Cochliomyia hominivorax* C.

En el caso de la mosca del gusano barrenador del ganado, esta fue proporcionada seca y en estado de pupa por la planta de la comisión México-Americana para la erradicación del gusano barrenador del ganado (La cual produce actualmente 143 millones de moscas semanalmente). Ubicada en Chiapa de Corzo Estado de Chiapas, México. Las cuales se sometieron al mismo procedimiento anterior.

IX.11 OBTENCIÓN DE PUPAS DE *Musca domestica* L.

La mosca doméstica se utilizó en estado de pupa y esta fue producida en las cámaras de cultivo de insectos del Instituto de Biología de la UNAM.

La obtención fue de la siguiente manera:

Los adultos fueron colocados en cajas de un metro cúbico de espacio, forradas de malla fina, con una trampa embudo al frente para evitar su escape y facilitar su manejo y alimentación.

Los adultos eran alimentados con una dieta especial la cual consistía principalmente en una solución de leche, levadura, azúcar y salvado.

El medio de oviposición para los adultos constaba de una solución de leche con poca levadura que se colocaban en un recipiente de plástico de 10 cm. de ancho, 20 cm. de largo y 10 cm. de alto, humedeciendo un pedazo de algodón en esta solución.

Una vez que las hembras ovipositaban, los huevecillos, se colocaban en un recipiente de plástico de cuatro litros de capacidad, el cual estaba lleno con un sustrato a base de sanitas, papel higiénico y diversos desechos orgánicos caseros de origen vegetal (cáscaras de zanahoria, papa, pepino, piña, papaya, elote).

Posteriormente las larvas comenzaban su transformación al estado de pupa, estas últimas eran retiradas manualmente y colocadas en bolsas de plástico y guardadas en refrigeración a 4°C, (para su posterior pesado, secado y utilización). Hasta contar con la biomasa adecuada para poder alimentar al numero de pollitos de que constaba el experimento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

X. RESULTADOS

PESO CORPORAL PROMEDIO (EXPERIMENTO UNO)

En el Cuadro 5, se puede observar que el peso mínimo promedio con el que iniciaron los pollitos experimentales correspondió a la dieta que utilizó harina de pupas del gusano barrenador del ganado al 10 % mientras que el peso máximo fue para el grupo testigo con un promedio de 47.0 g.

Para la primera semana, el peso mínimo correspondió al experimento con mosca domestica al 25 % con 98.7 g y el máximo al de gusano barrenador al 25 % con 137.8 g.

Para la segunda semana, el peso mínimo correspondió a gusano barrenador al 25 % con 207.4 g y el máximo a gusano barrenador al 5 % con 260.3 g, no obstante el peso final máximo lo alcanzó mosca domestica al 25 % con un peso de 502.6g., en las medias generales de los parámetros estudiados las tres semanas del experimento en los diferentes tratamientos se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$); el tratamiento de *Musca domestica* al 25% fue el mejor y sin encontrar diferencias entre los tratamientos restantes.

Cuadro 5. Valores promedio obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres durante las tres semanas de experimentación
(gramos)

TRATAMIENTO	PESO INICIAL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
TESTIGO	47.0	116.5	260.0	459.1
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 5%	45.1	111.9	260.3	446.4
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 10%	39.5	114.7	225.8	430.7
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 25%	40.9	137.8	207.4	467.8
<i>Musca domestica</i> al 5%	44.7	104.9	237.6	450.0
<i>Musca domestica</i> al 10%	45.1	107.6	257.3	455.3
<i>Musca domestica</i> al 25%	46.1	98.7	259.3	502.6

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONSUMO DE ALIMENTO

En el Cuadro 6, se presenta el consumo de alimento promedio de los pollitos Arbor Acres durante las tres semanas que duró el experimento.

En la primer semana, el mayor consumo correspondió a gusano barrenador al 25 % con un consumo promedio por pollo de 245 g, el menor consumo lo obtuvieron el grupo testigo y mosca doméstica al 5 % con 225 g de alimento consumido en promedio por pollo.

Para la segunda y tercer semana el menor consumo fue para el grupo testigo con 293 y 387 gr respectivamente y el mayor consumo fue para mosca domestica al 25 % con 308 y 410 g respectivamente.

Sin embargo el analisis de varianza de los resultados del consumo de alimento, indicó que no existia efecto significativo a los tres niveles de adición de harina de insectos en la dieta para pollos de engorda.

Cuadro 6. Consumo de alimento promedio de pollitos Arbor Acres alimentados con dos especies de pupas de mosca.

TRATAMIENTO	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
TESTIGO	225 g	293 g	387 g
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 5%	228 g	298 g	395 g
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 10%	233 g	300 g	398 g
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 25 %	245 g	305 g	400 g
<i>Musca domestica</i> al 5%	225 g	295 g	390 g
<i>Musca domestica</i> al 10%	235 g	305 g	405 g
<i>Musca domestica</i> al 25%	240 g	308 g	410 g

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONVERSION ALIMENTICIA, PESO GANADO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA

En el Cuadro 7, se presentan los resultados promedio de conversion alimenticia, peso ganado y eficiencia alimenticia de pollitos Arbor Acres alimentados durante 21 dias con harina de pupas de mosca del gusano barrenador del ganado y mosca domestica a tres niveles de inclusion en la dieta.

Se aprecia que la mejor eficiencia de conversion correspondió a mosca domestica al 25% con una conversion de 2: 1 y la conversion menos eficiente fue para mosca al 10% y *Cochliomyia* al 10% con 2.3:1 respectivamente.

El mejor peso ganado fue para mosca domestica al 25 % con 456 g.

Para la eficiencia alimenticia, la mejor fue para mosca domestica al 25% con una eficiencia de 0.47, siendo la menos eficiente *Cochliomyia* al 10% con 0.42

En los promedios no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos para conversion alimenticia. Para peso ganado existieron diferencias significativas con el tratamiento de *Musca* al 25%. y la mejor eficiencia alimenticia numericamente fue para el tratamiento de *Musca* al 25%.con 0.47.

Cuadro 7 Datos promedio obtenidos en tres semanas.

TRATAMIENTOS	CONVERSION ALIMENTICIA	PESO GANADO	EFICIENCIA ALIMENTICIA
TESTIGO	2.1 a	412 a	0.45 a
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 5%	2.2 a	401 a	0.43 a
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 10%	2.3 a	416 a	0.42 a
<i>Cochliomyia hominivorax</i> al 25%	2.2 a	424 a	0.44 a
<i>Musca domestica</i> al 5%	2.2 a	405 a	0.44 a
<i>Musca domestica</i> al 10%	2.3 a	410 a	0.43 a
<i>Musca domestica</i> al 25%	2.0 a	456 b	0.47 a

a,b valores en distinta letra son diferentes ($p< 0.05$).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PESO CORPORAL PROMEDIO (EXPERIMENTO DOS)

En el Cuadro 8, se presentan los pesos promedios ganados por los pollos Arbor Acres alimentados con harina de chapulines a tres diferentes dosis durante las tres semanas de experimentación.

El análisis de varianza de los resultados promedio indicó que no existía diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$).

El peso mínimo correspondió al testigo con 42.4 g y el máximo fue para chapulines al 5% con 46.5 g al primer día de edad.

La primera semana el peso mínimo fue para chapulines al 25% con 128.0 g y el máximo para el testigo con un peso de 139.2 g.

Para la segunda semana el mejor peso correspondió para chapulines al 5% con 309.4 g y el menor peso para chapulines al 10% con 290.9 g.

El mejor peso al final del experimento fue para el testigo con 583.3 g siendo el menor peso para el de chapulines al 25 % con 567.3g. Sin encontrar diferencia estadística entre tratamiento.

Cuadro 8. Valores promedio del peso en gramos de pollitos Arbor Acres alimentados con chapulines durante las tres semanas de experimentación.

TRATAMIENTO	PESO INICIAL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCER SEMANA
TESTIGO	42.4	139.2	294.7	583.3
CHAPULINES AL 5 %	46.5	133.8	309.4	574.7
CHAPULINES AL 10 %	44.9	134.8	290.9	572.6
CHAPULINES AL 25 %	45.4	128.0	291.3	567.3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONSUMO DE ALIMENTO

En el Cuadro 9, se presentan los consumos promedios de los pollitos Arbor Acres alimentados con harina de chapulines *Sphenarium purpurascens* a tres niveles inclusión en la dieta.

Los parámetros obtenidos las tres semanas en los diferentes tratamientos indican que no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos.

Para la primera, segunda y tercer semana el menor consumo correspondió al grupo testigo con un consumo en promedio de 230, 295 y 390 g respectivamente, el mayor consumo de alimento correspondió en las tres semanas a chapulines al 25% con 270, 310 y 410g respectivamente.

Cuadro 9. Consumo de alimento promedio de pollitos Arbor Acres alimentados con tres niveles de chapulines en la dieta.

TRATAMIENTO	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
TESTIGO	230 g	295 g	390 g
CHAPULINES AL 5%	242 g	298 g	395 g
CHAPULINES AL 10%	255 g	305 g	405 g
CHAPULINES AL 25%	270 g	310 g	410 g

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONVERSION ALIMENTICIA, PESO GANADO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA

En el Cuadro 10, se resumen los resultados conversi3n alimenticia, peso ganado y eficiencia alimenticia de pollitos Arbor Acres alimentados durante 21 d1as con harina de chapulines *Sphenarium purpurascens* a tres niveles de inclusi3n en la dieta.

La mejor eficiencia de conversi3n corresponde al grupo testigo con una conversi3n de 1.56 : 1 y la conversi3n menos eficiente fue para chapulines al 25 % con 1.74 : 1

El mejor peso ganado fue para el testigo con 540 g.

Para la eficiencia alimenticia, la mejor fue para el grupo testigo con 0.59, siendo la menos eficiente chapulines al 25 % con 0.52

Sin embargo el analisis de varianza de los resultados indic3 que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$) en ninguna de las variables.

Cuadro 10. Resultados promedio obtenidos de pollitos Arbor Acres alimentados con chapulines a tres niveles de inclusi3n en la dieta

TRATAMIENTO	CONVERSI3N ALIMENTICIA	PESO GANADO	EFICIENCIA ALIMENTICIA
TESTIGO	1.56 a	540 a	0.59 a
CHAPULINES AL 5%	1.62 a	528 a	0.56 a
CHAPULINES AL 10%	1.68 a	527 a	0.54 a
CHAPULINES AL 25%	1.74 a	521 a	0.52 a

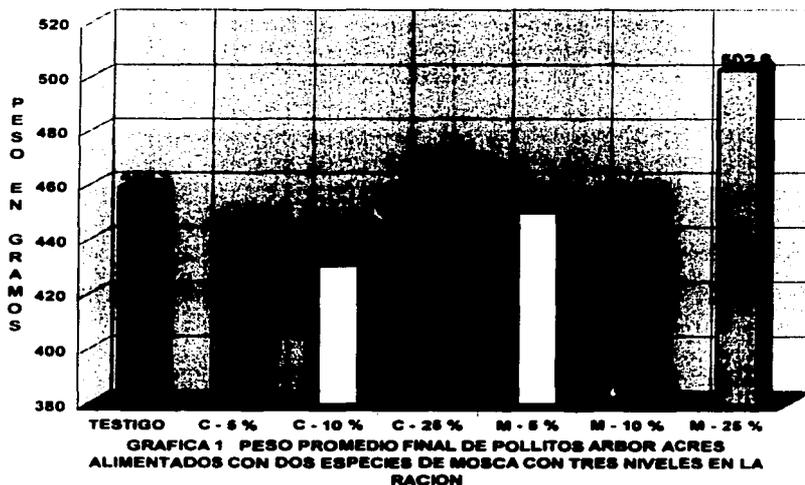
* No se encontraron diferencias estad1sticamente significativas ($>p 0.05$)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

XI. DISCUSION

En la grafica 1 se muestra el peso final del experimento uno de los pollitos alimentados con harina de pupas de mosca del gusano barrenador del ganado y de mosca domestica, El mejor peso lo obtuvo *Musca domestica* con 502.6 gramos lo cual demuestra que los desechos orgánicos caseros, es decir todas las sobranes de alimentos de las casas (cáscaras de piña, zanahoria, tomates elote, tortillas, pan, etc.), son una fuente potencial de alimentos para los insectos lo cual promete ser un abaratador de costos en el futuro de la alimentación de los mismos. El peso más bajo lo obtuvo *Cochliomyia hominivorax* con 430.7 gramos, a pesar de que al inicio del experimento prometía ser la dieta que se comportaría mejor debido a los nutrientes tan ricos con los que había sido criada esta especie de mosca. Sin embargo en relación a la dieta testigo los datos fueron semejantes a los tres niveles empleados de *Cochliomyia* y a los de 5 y 10% en *Musca domestica*.

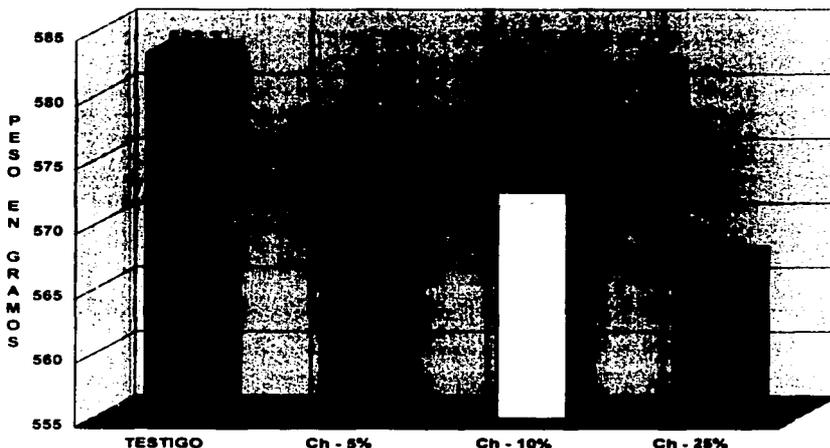
C = *Cochliomyia hominivorax* M = *Musca domestica*



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La grafica 2 presenta el desempeño final de los pollitos Arbor Acres alimentados con harina de chapulines (*Sphenarium purpurascens*) fue parecido a lo largo de las semanas en que se llevo a cabo el experimento ya que chapulines al 5 % fue el que gano el mejor peso promedio con 574.7 gramos, solo superado por el testigo con 583.3 gramos aunque estadísticamente esto no fue diferente y se puede afirmar que las dos raciones son igualmente buenas para la producción de pollos de engorda. Por el contrario el peso más bajo fue chapulines al 25 % con 567.3 gramos, corroborándose sin embargo, que estadísticamente todos los tratamientos fueron iguales.

Ch = Chapulines (*Sphenarium purpurascens*)

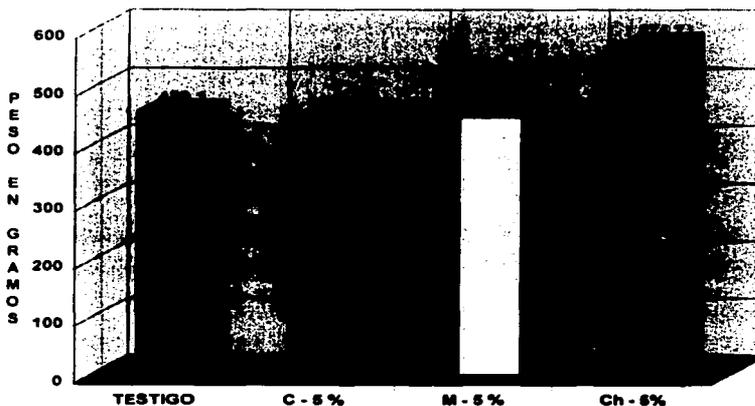


GRAFICA 2 PESO PROMEDIO FINAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON CHAPULINES CON TRES NIVELES EN LA RACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para fines comparativos en la grafica 3 se puede notar que al final del experimento de los pollitos Arbor Acres alimentados con tres especies de insectos a igual nivel en la ración, el mejor peso promedio ganado fue para chapulines con 574.7 gramos en promedio, quedando el testigo en segundo lugar con 459.1 gramos en promedio, en tercer lugar *Musca domestica* con 450.0gramos y *Cochliomyia hominivorax* el peso mas bajo ganado con 446.4 gramos en promedio a pesar de que la dieta con las que fueron alimentadas esta especie de mosca es alta en proteínas.

C = *Cochliomyia hominivorax* M = *Musca domestica* Ch = *Sphenarium purpureascens*

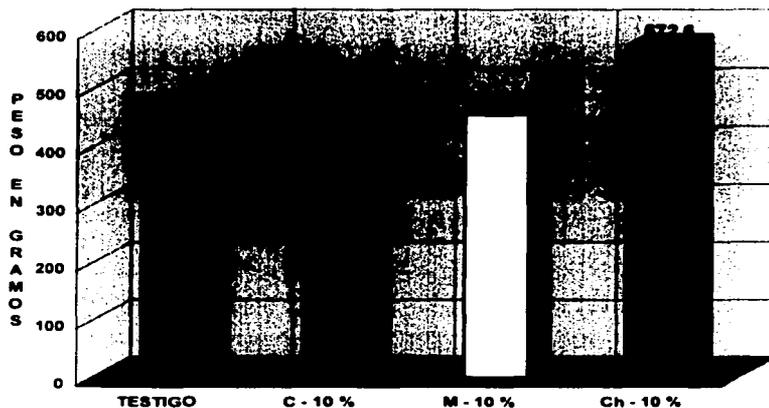


GRAFICA 3 PESO PROMEDIO FINAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON TRES ESPECIES DE INSECTOS A IGUAL NIVEL EN LA RACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De igual manera para comparación al final del experimento de los pollitos Arbor Acres alimentados con tres especies de insectos al 10% de la ración. Prácticamente los pollitos se comportaron como desde el inicio del experimento obteniendo el mejor peso promedio chapulines con 572.6 gramos, seguido por el testigo con 459.1 gramos, el tercer lugar fue para *Musca domestica*, siendo otra vez el peso mas bajo el que obtuvieron los pollitos alimentados con harina de pupas de *Cochliomyia*.

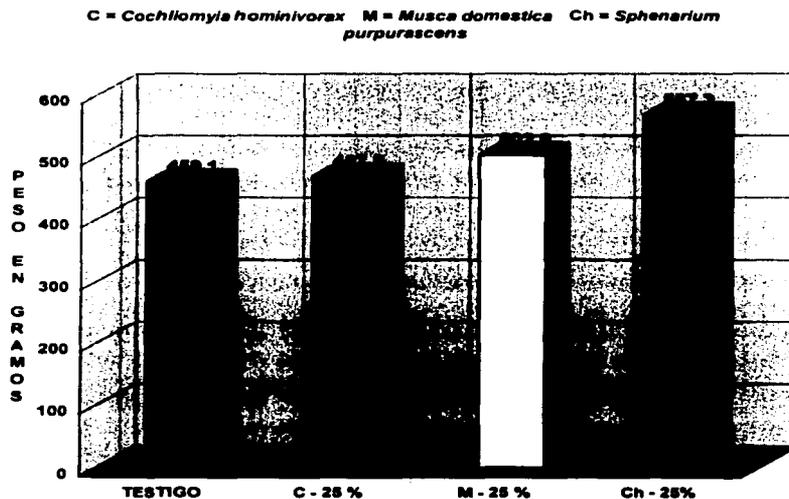
C = *Cochliomyia hominivorax* M = *Musca domestica* Ch = *Sphenarium purpurascens*



GRAFICA 4 PESO PROMEDIO FINAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON TRES ESPECIES DE INSECTOS A IGUAL NIVEL EN LA RACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De igual forma se compara el resultado final de los pollitos Arbor Acres alimentados con tres especies de insectos al 25% de la ración. Se observó que el mejor comportamiento fue para chapulines con 567.3 gramos, siendo estos los mejores promedios obtenidos por todos los pollos en experimentación, el segundo lugar lo ocupó *Musca* con un peso promedio de 502.6 gramos, el tercer lugar lo ocupó *Cochliomyia* con 467.8 gramos seguido muy de cerca por el grupo testigo con 459.1 gramos siendo este grupo el que obtuvo el peso mas bajo.



GRAFICA 5 PESO PROMEDIO FINAL DE POLLITOS ARBOR ACRES ALIMENTADOS CON TRES ESPECIES DE INSECTOS A IGUAL NIVEL EN LA RACION

La velocidad de reproducción de los insectos es enorme y en particular las moscas, ya que una sola hembra puede llegar a producir 500 huevos cada semana, con una tasa sexual de 50/50, entonces 250 parejas produciendo 500 huevos semanales nos daría la cantidad de 125 mil individuos semanales, los cuales producirían una biomasa anual de 6 millones 500 mil individuos (Ramos-Elorduy, 1982).

En el caso de los cultivos tecnificados de insectos encontramos que la planta del gusano barrenador del ganado ubicada en Chiapas, produce la ingente cantidad de 143 millones de moscas del gusano barrenador del ganado cada semana (Vázquez, 1985).

Los chapulines son univoltinos, pero la biomasa obtenida es significativa en el caso de *Sphenarium*, aunque no se ha estudiado de manera metódica, Serrano y Ramos-Elorduy, (1989) encontraron que en cada planta se pueden contabilizar hasta 50 individuos, de una manera pragmática si extrapolamos esto a que por cada metro cuadrado encontramos 15 plantas por 50 individuos nos da una cantidad de 750 individuos por m², los cual nos da una biomasa de 7 millones 500mil individuos por hectárea.

En el caso de los insectos cultivados en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México provenientes de reciclaje de desechos orgánicos caseros, se producen biomosas significativas en relación a la cantidad de espacio utilizado, que si lo comparamos con la producción de soya que se produce por metro cuadrado de espacio sería significativamente menor. Ahora bien si comparamos la extensión utilizada para el cultivo de soya en el campo y que este cultivo fuera de insectos la proporción de biomasa obtenida sería enorme (Ramos-Elorduy, 1987).

Los resultados obtenidos semanalmente del crecimiento de los pollos, indican que desde el punto de vista biológico no existen diferencias significativas en las variables estudiadas entre la dieta testigo y las dietas experimentales.

Se comprobó que los pollos pueden ser mantenidos en un crecimiento normal utilizando harina de insectos, lo cual concuerda con trabajos anteriores como los de Reyes (1979) y Pacheco, (1979).

La proteína contenida en la harina de insectos utilizada en estos experimentos, demostró que puede ser un sustituto potencial de la proteína vegetal utilizada en la elaboración de raciones para aves, en este caso la pasta de soya, lo que concuerda con lo publicado por varios autores

(Despins y Axtell, 1995; Finke *et al*, 1985; Nakagaki *et al*, 1987; Ocio *et al* 1979; y Ramos-Elorduy *et al* 2000).

En el caso del experimento llevado a cabo con chapulines, el mejor peso, menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia la obtuvo la dieta testigo, seguida en orden de importancia por la dieta con chapulines al

5%, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$) tanto experimentales como testigos, corroborándose trabajos anteriores (Cabral, 2001),.. donde se empleó harina de Axayacatl

(Hemiptera: Corixidae-Notonectidae) y los resultados obtenidos fueron similares, ya que la mejor dieta resultó ser Axayacatl a 2.5 y 5% respectivamente.

XII. CONCLUSIONES

Los resultados indican que la proteína de insectos, pueden ser una muy buena alternativa para la sustitución de la proteína de soya en las dietas para pollos de engorda.

En la alimentación animal la pasta de soya empleada en las raciones para aves parte es de importación, por lo tanto se encarecen las raciones.

De acuerdo a esta investigación, los insectos son una fuente de proteínas que prometen ser una alternativa en la alimentación de las aves en condiciones de cautividad.

Es necesario realizar otras investigaciones al respecto, empleando distintos niveles de inclusión o bien probar con otras líneas de aves y otras especies animales con esta proteína de insectos.

XIII. LITERATURA CITADA

- 1.- Anderson, D.C. 1996. Productos de proteína animal. National Renderes Asociation, Información, U.S.A.
- 2.- Antillon, R. A. y C. C. López. 1987. Enfermedades nutricionales de las aves. 1ra. Edición, México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- 3.- Ávila, E. 1990. Alimentación de las aves. 1ra.edición. México. D. F. Editorial Trilla.107 p.
- 4.-Ávila, G. E. 1992. Avances recientes sobre las necesidades de aminoácidos de los pollos de engorda. INIFAP. Chapingo, Estado de México.
- 5.- Baker, D. H., T. K. Chung. 1992. Ideal protein for swine and poultry. Fermex Technical review – 4- U.S.A.
- 6.- Bedford, M. 1996. La utilización eficaz del trigo en las dietas avícolas. Industria Avícola. Octubre, 1996. pp. 22-25.
- 7.- Best, P. y C. Gill. 1998. En auge: venta de aminoácidos. Alimentos balanceados para animales. Mayo / junio. Vol. 5. No. 3. Mt. Morris, Il. U.S.A.
- 8.- Boon, G. B.,D.D. Elmshorn, G.G. Ludwigshafen, H.H. Celle, K.K. Cuxhaven y H.T: Hanau. 1991. Los aminoácidos en la nutrición animal. DEGUSSA. Frankfurt, Alemania.
9. - Borrór, D.J., Dwight, M.L.y Triplehorn.1980. An introduction to the study of insects. Fourth Edition.Holt Rinehart and Winston. 856 p.
- 10.- Cabral, P. H. 2001. Evaluación del efecto de la adición de "Axayacatl" (Hemiptera:Corixidae-Notonectidae) a una dieta de iniciación de pollos de engorda. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM.44 p.
- 11.- Calleja, L. A. M. 1996. Estimación de los niveles óptimos biológico y económico de lisina para pollo de engorda. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Zootecnia. Chapingo, Estado de México. 76 pp.
- 12.- Campabadal, C. M. 1993. Utilización de fuentes alternativas de energía en la alimentación avícola. ASA/México. A. N. N°. 133. 7pp.
- 13.- Campabadal, C. y H. A. Navarro. 1994. El papel de los ingredientes en la formulación de los alimentos balanceados por computadora. Asociación Americana de la Soya. ASA/México. A. N. N°. 133. 29pp.
- 14.- Campabadal, C. y H. A. Navarro. 1996. Clasificación de los ingredientes utilizados en la elaboración de alimentos para animales. Asociación Americana de la Soya. ASA/México. A. N. N°. 150. 21pp.
- 15.- Campabadal, C. y H. A. Navarro. 1997. Sistema de alimentación del pollo de engorde. Asociación Americana de la Soya. ASA/México. A. N. N° 152. 20pp.

- 16.- CANACINTRA. 1999. La industria alimenticia animal en México. Sección de fabricantes de alimentos balanceados para animales. 1998-1999. anuario.
- 17.- Castro, E. 1987. Erosiones en la molleja y vomito negro aviar. Prevención a través del control de calidad de las harinas de pescado. *Avicultura profesional*. Vol. 5 (2): 55 – 56.
- 18.- Cuca, G. M., E. Ávila. y A. Pró. 1996. Alimentación de las aves. 8ª. Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. Estado de México. 154 pp.
- 19.- Despins, J.L.y Axtell, R.C.1995. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Science*, **74**: 331-336.
- 20.- FAO. 1982. Agricultural Residues: Compendium of Technologies used in the Treatment of Residues of Agriculture, Fisheries, Forestry and Related Industries. Boletín de Servicios de Agricultura. 1(33): 460-479.
- 21.- Finke, M.D., Sunde, M.L. and DeFoliart, G.R. 1985. An evaluation of the protein quality of the Mormon crickets (*Anabrus simplex haldeman*) when used as a high protein feed stuff for poultry. *Poultry Science* **64**: 708-712.
- 22.- González, Y. F. 1995. Sintesis Avícola. Enero-Febrero, 1995. Ed. Año 2000. México, D. F. Pp. 28-31.
- 23.- Kerr, B. J. 1993. Revisión critica de la investigación sobre dietas bajas en proteína y suplementadas con aminoácidos para pollos de engorda. Memorias del quinto ciclo de conferencias sobre aminoácidos sintéticos; México. D. F. Fermex México, 35-51.
- 24.- Kerr, B. J. 1994. Consideraciones practicas en la utilización del concepto de la proteína ideal en pollos de engorda. Sexto Ciclo de conferencias, FERMEX. México, D. F.
- 25.- Leeson, S. and J. D. Summers. 1997. Commercial Poultry Production. 2ª. Edición. University of Guelph. Notario – Canada. 350 pp.
- 26.- Lehninger, A. L. 1981. Biochemistry. 2nd. Ed. New York. Worth Publishers.
- 27.- López, C. C. 1998. Los aminoácidos sintéticos. Temas de actualidad en la industria avícola. editorial Midia.
- 28.- Lloyd.I.E. 1982. Fundamentos de Nutrición. Ed. Acribia Zaragoza España.464p.
- 29.- Maynard, A. L, K. J. Loosli. 1981. Nutrición Animal. Ed. U.T.E.H.A. Mex. Séptima Edición.638 p.
- 30.- Metcalf, C. L. y Flint, W. P. 1980. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 1208 p.
- 31.- Mora. V. G. 1981. Primer Seminario sobre sistemas de producción animal en equilibrio. Departamento de Zootecnia. Sección de Genética- Estadística, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 46p.

- 32.- Nakagaki, B. J., Sunde, M.L. and DeFoliart, G.R. 1987. Protein quality of the house cricket *Acheta domesticus*, When feed to broilers chicks. Poultry Science. 66:1367-1371.
- 33.- National Research Council. (NRC). 1994. Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nutrients requirements of Poultry, 9th. Revised Edit. National Academic of Science- National Research Council. Washington, D.C: USA.
- 34.- Navarro, H., Forat, M., Casarin, A., López, C. y Miles, R. 1995. Utilización de niveles máximos de soya integral en dietas para pollos de engorda. ASA/México. A. N. N°. 141. 13 pp.
- 35.- North, O. M. 1993. Manual de producción avícola. Editorial Manual moderno, tercera Edición, México DF. 829p.
- 36.- Ocio, E., Viñaras, R. and Rey, J. Ma. 1979. House fly larvae meal grown on municipal organic waste as a source of protein in poultry diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* , 4: 227.2311.
- 37.- Parsons. C. M. 1991. Amino acids digestibility's for pultry feedstuff evaluation and requirements. Biokyowa technical review. 1:1-15.
- 38.- Pacheco, E. J. H. 1979. Evaluación de la gallinaza con pupas y larvas de mosca casera *Musca domestica* L. como ingredientes en raciones de iniciación para pollos de engorda. Tesis profesional. ITESM. México. 74 p.
- 39.- Palomo, R.I.J. 1971. Eficiencia de cinco insecticidas en el control de mosca casera (*Musca domestica* L). Tesis Profesional. Fac. de Agronomía. Universidad de Nuevo León. México. 37 P.
- 40.- Quintana, L.J.A. 1999. Avitecnia. Manejo de las aves domésticas más comunes. Ed. Trillas. México, DF. 384p.
- 41.- Quiroz, R.H. 1980, Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Ed. Limusa. México, D.F. 876 p.
- 42.- Ramos-Elorduy J. y H. Bourges R. 1977. Valor nutritivo de ciertos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos del mundo *An. Inst. de Biol.* UNAM. Ser. Zoología 48 (1): 165-186 pp.
- 43.- Ramos-Elorduy J y J. M. Pino M. 1979. Insectos comestibles del valle del Mezquital y su valor nutritivo. *An.Inst.de Biol.* UNAM.50, Ser. Zoología (1).
- 44.- Ramos-Elorduy J. y J. M. Pino M. 1981. Digestibilidad in Vitro de algunos Insectos comestibles de México. *Fol. Ent. Mex.* No. 49:141-154 pp.
- 45.-Ramos-Elorduy J. 1982. Los Insectos como fuente de proteínas en el futuro. Ed. Limusa, México 144pp.
- 46.- Ramos-Elorduy J., H. Bourges R. y J.M. Pino M. 1982. Valor nutritivo y la calidad de la proteína de algunos insectos comestibles de México, *Fol. Entomológica. Méx.* 53: 111-118.

- 47.- Ramos-Elorduy J. 1984. Los insectos como un recurso actual y potencial. Seminario sobre la Alimentación en México, Instituto de Geografía. UNAM.
- 48.- Ramos-Elorduy J. et al 1984. Protein content of some edible insects in Mexico. *J. Ethnobiol.* May 4(1): 67-72.
- 49.- Ramos-Elorduy J. y J. M. Pino M. 1984. Digestibilidad in Vitro de 3 especies comestibles de México (Hymenóptera- Vespidae) *Fol. Entomol. Mex.* UNAM. Vol. 49: 141-154 p.
- 50.- Ramos-Elorduy J. 1987a. Are insects edible, Mans attitudes toward the eating of insects. UNESCO. Food Deficiency Studies and Perspectives vol. 20:78-83 pp.
- 51.- Ramos-Elorduy, J. 1987b. Utilización de insectos comestibles provenientes o no de reciclaje de materia orgánica como fuente de proteínas en la elaboración de raciones en la alimentación animal. Proyecto Programa Universitario de Alimentos. UNAM. 93 p.
- 52.- Ramos-Elorduy, J. 1989. Biología de *Sphenarium purpurascens* Charpentier y algunos aspectos de su comportamiento (Orthoptera-Acrididae) *An. Inst. de Biol.* U.N.A.M. México. Ser. Zool., 59(2): 139-152,30-IX-1989.
- 53.- Ramos-Elorduy, J. y J.M. Pino M. 1989. Los Insectos Comestibles en el México Antiguo. ADG. Editor, S.A. México, 108pp.
- 54.- Ramos-Elorduy, J. y J.M. Pino M. 1990 a. Contenido calórico de algunos insectos comestibles de México. *Rev.Soc. Quím. Mex.* 34(2):56-68.
- 55.- Ramos-Elorduy, J. and J. M. Pino M. 1990 b. Variation of the valeur nutritive de *Tenebrio molitor* L. élevé sur différents sustrats. In Proceedings of the Fifth International Working Conference on Stored- Product Protection. (1):201-209. Bordeaux, France.
- 56.- Ramos-Elorduy, J., J. M. Pino M. y S. Cuevas C. 1998. Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo, *An. Inst. de Biol.* UNAM, Ser. Zool. 69(1): 65-104. 1998.
- 57.- 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. Memoria del XXXV Congreso Nacional de Entomología, Acapulco, Guerrero. pag. 1-46.
- 58.- Ramos-Elorduy, J., Ávila, G. E, y J. M. Pino, M. 2000. Uso de insectos en la alimentación primaria de aves de criadero. Proyecto, IN-501997. DGAPA. UNAM. 5 pp.
59. - Reyes, M. R. 1979. Estudio preliminar de la larva de mosca *Musca domestica* L. Como fuente de proteína en dietas para pollos. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

- 60.- Rose, S.P.1997. Principles of Poultry Science. Ed. Harper Adams Agricultural.College. Cab International. UK. 135p.
- 61.- Scott, M. L., M. C. Nesheim and R. J. Young. 1982. Nutrition of Chicken. Third Edition. Published by M. L. Scott and Associates. Ithaca, New York.
- 62.- Serrano, L.G. y J. Ramos-Elorduy, 1989. "Biología de *Sphenarium purpurascens* CH, (Ortoptera.Acrididae) y algunos aspectos de su comportamiento" An. Inst. de Biol.. UNAM. Ser. Zool. 59(2): 139-152.
- 63.- Sutton.M.Q. 1988. Insects as food: Aboriginal entomophagy in the great basin. Ballena Press Anthropological papers.No. 33.
- 64.- Smith, H.S. 1992. Global Biodiversity: status of the Earth's living resources. Chapman and Hall, London 594 p:
- 65.- Taylor, F.1975. Butterflies in my stomach, & Woodbrige Press. 134p.
- 66.- Teotia, J. S. and B. F. Miller. 1974. Nutritive content of house fly pupae and manure residue. *Br. Poult. Sci.*, 15:177-182.
- 67.- Unión Nacional de Avicultores. UNA. 1999. Perspectivas de la avicultura Mexicana hacia el año 2000. México. D.F.28p.
- 68.- Vazquez, G.M.E. 1985. Grados de resistencia al frío de *Chliomyia hominivorax* y alteraciones en la emergencia, la mortalidad y la agresividad sexual. Tesis. UNAM. Fac. De Ciencias.49 pp.
- 69.- Wilson, E.O.1985. The Biological diversity crisis: A challenge to Science. *Issues Sci. Technol.* 2:20-29pp.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

XIV. APENDICE

PESO CORPORAL

En el Cuadro 11, se presentan los valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con dieta testigo, durante los 21 días que duró el experimento, el peso promedio con el que iniciaron los pollitos fue de 46.9 g, siendo el mínimo de 45 g (un pollo) y el máximo de 49.5 g (dos pollos).

En la primera semana el promedio de peso fue de 116.48 g, con un mínimo de 86.1 g y un máximo de 134.5 g.

Para la segunda semana el peso mínimo fue de 200.3 g y el máximo de 299.5 g, y un promedio de 259.97 g.

El peso final oscilo entre una mínima de 400 g y una máxima de 499.5 g, con un promedio de 459 g.

Cuadro 11. Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con dieta testigo.

(gramos)

Numero de pollos	Peso inicial	Peso primer semana	Peso segunda semana	Peso tercer semana
1	45	108	299.5	476.5
2	48.8	130.5	197.3	436.6
3	41.7	123.6	250	466.8
4	40.9	135	260.1	470.5
5	42.6	141	271.5	488
6	41.5	94	270	490.1
7	48.1	122.5	271	436.7
8	48	129.5	276	446.9
9	49.3	125.1	297.3	477
10	49.5	101.4	253.6	460
11	48.7	110.2	267	499.5
12	47	124.9	260	400
13	48.9	123	288.5	480.8
14	49.4	88.5	200.3	461.1
15	49.4	111.5	220.8	425.8
16	48.6	107.5	244.9	439
17	49.5	134.5	265.7	481
18	48.8	86.1	266	426
Peso total	845.7	2096.8	4679.5	8264.3
Peso Promedio	46.9	116.4	259.9	459.1

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

PESO CORPORAL

En el Cuadro 12, se presentan los pesos obtenidos por los pollitos alimentados con harina de pupa de mosca del gusano barrenador del ganado al 5 %, el peso promedio con el que iniciaron estos pollitos fue de 45.1 g con un peso mínimo de 40.5 g y un máximo de 49.8 g.

Para la primera semana el promedio aumento a 111.93 g con una mínima de 100.8 g y una máxima de 135.8 g.

La segunda semana el mínimo fue de 231 g y el máximo de 300 g con un promedio de 260.34 g.

El peso promedio final fue de 446.4 g con una mínima de 400.2 g y una máxima de 489.3 g.

Cuadro 12. Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con pupas de *Cochliomyia hominivorax* al 5 %
(gramos)

Numero de pollos	Peso inicial	Peso primer semana	Peso segunda semana	Peso tercer semana
1	45.9	101.9	270	400.2
2	41.7	118.8	245.9	489.3
3	41.4	105.4	299.9	418.6
4	41.2	100.8	232.2	469.8
5	41	101.6	246.5	427.5
6	49.8	120.4	231	444.3
7	40.1	105.3	288.5	480.5
8	49.3	120.6	255	426.7
9	48.6	100.8	300	475.1
10	40.9	110	259.1	423.2
11	48.8	115.8	280.3	467
12	49.8	118.3	248.8	470.5
13	48	126.2	280.5	476.4
14	45.8	135.8	248.3	421.2
15	49.3	102.7	289.8	428.7
16	48.6	108.6	258.7	481.8
17	40.5	110.7	287.4	419.7
18	41.1	109.1	244.3	415.6
peso total	811.8	2014.8	4886.2	8036.1
Peso promedio	45.1	111.9	260.3	446.4

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PESO CORPORAL

El Cuadro 13, presenta los valores obtenidos al alimentar a los pollitos con harina de pupa de mosca del gusano barrenador del ganado al 10 %

El peso con el que iniciaron los pollos en promedio fue de 39.5 g, con un peso mínimo de 37.6 g y un máximo de 41.3 g.

La primera semana el mínimo fue de 89.6 g y el máximo de 128.7 g con un promedio de 114.6 g.

La segunda semana el peso oscilo entre un mínimo de 205.3 g y un máximo de 265.7 g con un promedio de 225.7 g.

El peso promedio final fue de 430.7 g con un mínimo de 405.1 g, y un máximo de 478.2 g.

Cuadro 13. Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con pupas de *Cochliomyia hominivorax* al 10 %.

(gramos)

Numero de pollos	peso Inicial	Peso semana primer	peso semana segunda	Peso semana tercer
1	40	125.7	260.1	467
2	39	118.6	243.2	466.7
3	39	120.3	248.8	470.8
4	38.9	125.9	254.8	458.1
5	38.3	117.6	266.7	468.3
6	37.6	119.8	230.1	457.2
7	41.1	103.5	252.5	405.1
8	38.5	98	0	0
9	39.9	106	206.7	438.7
10	40.5	89.6	229.4	467.3
11	39.6	109.4	233	478.2
12	40	116.9	205.3	480.1
13	39.8	112.8	258.6	450.3
14	40.1	106.7	226.5	421.4
15	38.7	116.8	233.6	459.3
16	41.1	120.9	249.3	463.2
17	38.5	126.8	240.5	451.2
18	41.3	128.7	225.6	430.3
Peso total	711.9	2064	4063.7	7763.2
Peso Promedio	39.5	114.6	225.7	430.7

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PESO CORPORAL

El Cuadro 14, muestra los pesos que obtuvieron los pollitos Arbor Acres al ser alimentados con harina de pupa de mosca del gusano barrenador del ganado al 25 %

El peso con el que iniciaron los pollos en promedio fue de 40.93 g con un mínimo de 37.9 g y un máximo de 43.3 g. (dos pollos).

La primera semana el promedio fue de 137.67 y el mínimo de 120.9 g con un máximo de 150.8 g.

La segunda semana el mínimo fue de 160.5 g y el máximo de 255.7 g teniendo un promedio de 207.36 g.

El peso promedio final fue de 467.7 g con un mínimo de 436.5 g y un máximo de 498.3 g.

Cuadro 14. Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con pupas de *Cochliomyia hominivorax* al 25%.

(gramos)

Numero de pollos	peso inicial	peso semana primer	peso semana segunda	peso semana tercer
1	42.1	145.3	180.7	436.6
2	42.1	130.1	203.4	442.7
3	42.1	138.5	183.4	466.3
4	43.3	139.3	160.6	472.1
5	43.3	138.8	223	483.3
6	41.6	140.6	211	438.9
7	40.3	140.2	190.7	498.3
8	40.6	138.6	200.1	458.5
9	38.7	140.5	205.3	471.8
10	41.4	120.9	185.5	487.4
11	42	145	240.6	446.3
12	38.6	139.3	220.1	456.8
13	41.1	160.8	200.1	485.7
14	39.8	141.1	210.5	465.8
15	39.4	139.2	211.6	489.8
16	37.9	128.7	199.8	498.1
17	41.7	125.6	250.6	457.7
18	40.9	135.6	266.7	466.3
Peso total	736.9	2478.1	3732.6	8420.3
Peso promedio	40.9	137.6	207.3	467.7

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PESO CORPORAL

El Cuadro 15, muestra el peso inicial de los pollos al ser alimentados con harina de pupa de mosca domestica al 5 %, siendo el peso mínimo de 40 g y el máximo de 49.6 g teniendo un promedio de 44.6 g.

La primera semana el promedio fue de 104.90 con un mínimo de 80.8 g y un máximo de 121.8 g.

La segunda semana el promedio fue de 237.6, con una mínima de 210.5g y una máxima de 260.8 g.

El peso promedio final fue de 450.0 g teniendo un mínimo de 408.3g y un máximo de 509.6g.

Cuadro 15 Valores obtenidos del peso corporal de pollos Arbor Acres alimentados con pupas de *Musca domestica* AL 5 %

(gramos)				
Número de pollos	Peso inicial	Peso semana primera	Peso semana segunda	Peso semana tercer
1	43.6	101.1	234	509.6
2	44.4	93.5	222	410
3	43.6	104	237.6	436.3
4	43.6	121.8	226.4	428.6
5	43.6	106.2	211.7	418.9
6	43.6	95.3	251.4	459.2
7	43.3	105.6	260.8	408.3
8	47.5	99.8	248	499
9	45.3	100.6	250.2	422.3
10	40.7	120.8	233.4	486.5
11	48.8	110.3	210.8	429.7
12	40.6	99.5	260.6	433
13	49	107.8	259.9	455.5
14	40	100.1	220.8	431.2
15	49.6	105.5	231.1	466.2
16	45	120	244.3	473.8
17	42.9	115.6	225.5	440.8
18	48.8	80.8	249.5	491.3
Peso total	803.9	1888.3	4277.7	8100.2
Peso promedio	44.6	104.9	237.6	450.0

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PESO CORPORAL

El Cuadro 16, muestra el peso alcanzado por los pollos alimentados con harina de pupa de mosca domestica al 10 %

El peso inicial promedio fue de 45.1 g con un mínimo de 40.1 g y una máxima de 49.4 g.

Para la primera semana el peso promedio fue de 107.6 g con un mínimo de 99.1 g y un máximo de 120.5 g.

La segunda semana tuvo un promedio de 257.3 g y una mínima de 238.6 g con un máximo de 300.1 g.

El peso promedio final fue de 455.2 g con un mínimo de 400.1 g y un máximo de 501.1 g.

Cuadro 16. Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con pupas de *Musca domestica* al 10 %.

(gramos)

Numero pollos	de	Peso Inicial	Peso primera semana	Peso segunda semana	Peso tercera semana
1		46.3	104.5	298.5	500.1
2		45.1	111.1	300.1	495
3		46	116.9	241.8	450.4
4		46.6	114.9	238.6	430.6
5		47.9	105	251.1	480
6		46.1	104.7	260	400.1
7		48	100.2	280.8	470.3
8		40.1	110.4	290.5	480.8
9		42	105.8	284	501.1
10		48.9	99.1	197.6	418.7
11		49.4	102.3	253.7	425.5
12		41.5	103.6	272.3	436.7
13		40.5	120.6	156.8	408
14		46.3	110.6	250.6	409.8
15		41.1	111.8	288	491.3
16		48.3	100.5	248.9	468.5
17		45.2	105.6	259.1	470.7
18		43.3	109.8	260	477.1
peso total		812.6	1937.3	4632.4	8194.7
Peso promedio		45.1	107.6	257.3	455.2

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PESO CORPORAL

El Cuadro 17, muestra el peso ganado por los pollitos alimentados con harina de pupa de mosca domestica la 25 % durante las tres semanas que duro el experimento.

El peso promedio inicial de los pollitos fue de 46.1 g con una mínima de 39.9 g y una máxima de 49.6 g.

La primera semana el promedio fue de 98.6 g con un mínimo de 64.4 g y un máximo de 137.2g.

La segunda semana tuvo un promedio de 259.3 g con un mínimo de 147 g y un máximo de 301.3g.

El peso promedio final fue de 502.6 con una mínima de 406g y una máxima de 573 g.

Cuadro 17. Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con pupas de *Musca domestica* al 25 %.

(gramos)					
Número de pollos	Peso inicial	Peso semana primera	Peso semana segunda	Peso semana tercera	
1	47.9	137.2	254	573	
2	49.2	64.4	238.3	487	
3	48	110.1	301.3	561.3	
4	48.5	111.9	147	540.5	
5	48.4	110.2	287.6	546.2	
6	49.6	97.9	271.2	406	
7	47.5	130.5	294.9	495.6	
8	45.8	70	285.9	500.1	
9	48.2	111.4	290.5	511.7	
10	47	100.7	270	495.5	
11	49.1	80.6	255.5	480	
12	39.9	88	239.9	470	
13	40.3	125.3	276.9	507.3	
14	46	120.6	225.3	501	
15	45.5	105.7	283.1	490.7	
16	40.8	66.6	264.6	480.6	
17	41.9	78.9	251.8	499	
18	46.6	66.3	249.7	501.6	
Peso total	830.2	1776.3	4667.5	8047.1	
Peso Promedio	46.1	98.6	259.3	502.6	

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

PESO CORPORAL

El Cuadro 18, se presentan los pesos ganados por los pollitos Arbor Acres testigos durante las tres semanas del experimento en el que se utilizo harina de chapulines a tres niveles de sustitución de la soya.

El peso promedio con el que iniciaron estos pollos fue de 42.3 g con un mínimo de 40 g. (3 pollos) y un máximo de 48.8 g. (1 pollo).

La primer semana el promedio fue de 139.2 con un peso mínimo de 108.6g y un peso máximo de 179.1 g.

La segunda semana el promedio fue de 299.7 g con una mínima de 255.6 g y una máxima de 330.1 g.

El peso final fue de 583.3 g en promedio con un mínimo de 506.6 g y un máximo de 640.1 g.

Cuadro 18 Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con dieta comercial.

(gramos)

Número de pollos	Peso inicial	Primera semana	Segunda semana	Tercer semana
1	40	170.5	330.1	520.3
2	45.3	108.6	255.6	630.1
3	41.5	110.4	299.7	533.3
4	41.7	120.3	325.8	608.7
5	40.3	145.7	300.1	609.8
6	44.3	115.6	330	640.1
7	42.7	179.1	301.2	590.2
8	43.7	155.3	285.5	568.3
9	40.7	166.3	270.6	561.5
10	40	143.9	288.7	619.6
11	40	111.7	292.2	618.9
12	42.4	148.7	298.9	545.6
13	40.6	166.2	280	588.1
14	40.8	160.1	303.9	570.3
15	48.8	133.9	314.4	606.6
16	40.9	126.8	317.9	580.9
17	40.3	144.4	321.1	566.1
18	45.1	131.3	295.5	601.1
19	43.9	126.1	290.2	606.5
20	44.4	120	293.4	600.1
Peso total en gramos	847.4	2784.9	5994.8	11666.1
Peso promedio	42.3	139.2	299.7	583.3

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

PESO CORPORAL

El Cuadro 19, muestra los pesos obtenidos las tres semanas del experimento con harina de chapulines al 5 %

El peso promedio inicial fue de 46.5 g con un mínimo de 41 g y un máximo de 52.7 g.

La primera semana el peso mínimo fue de 96 g y el máximo de 68.5 g con un promedio de 133.8 g.

La segunda semana el peso promedio fue de 309.3 g con un mínimo de 174.2 g y un máximo de 397.4g.

El peso promedio final fue de 574.7 g con un peso mínimo de 406 g y un máximo de 717.3 g.

Cuadro 19 Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con chapulines *Sphenarium purpurascens* al 5%.

(gramos)

Número de pollos	peso inicial	Primera semana	Segunda semana	Tercer semana
1	49.4	124.5	310	629
2	46.7	134.5	321.8	606
3	45.8	127.4	298.5	573.8
4	41	110.6	256.2	487
5	50.5	147.8	306.6	586.5
6	44.6	125.2	305	561.5
7	43.1	131.6	382	575
8	52.7	145.3	321.1	572.3
9	48.5	132.5	297.5	582
10	42.9	141.5	326.5	601.5
11	41.2	116.5	284	537.5
12	49.4	124.5	321.3	621.5
13	48.3	168.5	397.4	717.3
14	44.9	125.4	288.9	511.6
15	42.8	135.5	330	621.5
16	50.1	96	174.2	406
17	47.9	158.5	355	663.6
18	47.4	141.5	280.6	546.5
19	47.3	154	332.5	583.5
20	45.5	134.8	298.5	511
Peso total en gramos	930	2676.1	6187.6	11494.6
Peso promedio	46.5	133.8	309.3	574.7

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PESO CORPORAL

En el Cuadro 20, se presentan los valores obtenidos del peso de pollitos alimentados con chapulines al 10 % en las tres semanas que duro el experimento.

El peso promedio con el que iniciaron los pollos fue de 44.9 g con una mínima de 40 g y una máxima de 50.9 g.

La primera semana el peso mínimo fue de 107.5 g y la máxima de 174.6 g con un promedio de 134.8 g.

La segunda semana el promedio fue de 290.8 , con una mínima de 253 g. (2 pollos) y una máxima de 338.3 g.

El peso mínimo final fue de 406.5 g y el máximo de 663 g con un promedio de 572.6 g.

Cuadro 20. Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con chapulines *Sphenarium purpurascens* al 10%.

(gramos)

Número de pollo	Peso inicial	Primera semana	Segunda semana	Tercer semana
1	48	165.6	337.2	570
2	50.2	123	299	545.5
3	50.9	124.5	310	511.6
4	47	133	273.5	586.5
5	47.5	150.3	330.5	523.8
6	46	134.5	197.5	586.2
7	40	113.5	321.8	583.5
8	40.3	138.8	265.3	635.2
9	44.6	111.5	308.5	498
10	46.4	124.4	253	614
11	46.9	138	298.5	546.5
12	43.1	150.3	291.6	539
13	42	107.5	338.3	515.3
14	42.5	110.6	253	629
15	42.9	132.6	298.5	663
16	45.3	174.6	291.6	539.5
17	46.5	134	336.1	675
18	41.2	147.8	261.5	641
19	41.5	108	256.2	406.5
20	45.3	174	296.2	643.5
Peso total en gramos	898.1	2696.5	5817.8	11452.6
Peso promedio	44.9	134.8	290.8	572.6

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PESO CORPORAL

En el Cuadro 21, se presentan los pesos de los pollos alimentados con chapulines al 25 % los 21 días que duro el experimento.

El peso promedio inicial fue de 45.4 g con una mínima de 41.7 y una máxima de 49.7 g.(2pollos)

La primera semana el promedio fue de 128.0 g y una mínima de 96 g con una máxima de 168.5 g.

La segunda semana tuvo un promedio de 291.2 g con una mínima de 161.5 g y una máxima de 397.4 g.

El peso final promedio fue de 567.3 g, con una mínima de 408.2 g y una máxima de 717.5 gramos.

Cuadro 21 Valores obtenidos del peso corporal de pollitos Arbor Acres alimentados con chapulines *Sphenarium purpurascens* al 25 %.

(gramos)

Número de pollos	Peso inicial	Primera semana	Segunda semana	Tercer semana
1	44.9	130.1	271	608.5
2	45.1	125	302	607
3	45.9	116.5	272.5	546.9
4	42	130.5	276	629
5	42.5	130.1	321.1	526.2
6	43.5	125	297.7	600.5
7	45	124.5	297.5	408.2
8	48.5	132	298.5	605.5
9	46.6	141	253.6	634.5
10	49.7	122.5	326.5	518.5
11	49	168.5	275.8	601.5
12	46.7	127.8	257	535
13	44	126	284	436
14	49.7	135	315.5	489.6
15	45	96	161.6	
16	47.3	106.5	316	537.6
17	41.7	129.5	397.4	676.6
18	43.1	123.5	291.5	581.6
19	45.5	130.6	321.5	519.6
20	43.1	140.5	288.9	717.5
Peso total en gramos	908.8	2561.1	5926.6	3032.9
Peso promedio	45.4	128.0	291.2	567.3

En negritas están señalados el peso máximo y el mínimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN