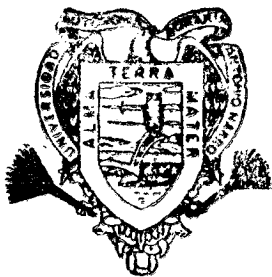


CRIA Y UTILIZACION DE LARVAS DE
Musca domestica L. (Diptera: Muscidae), EN LA
ALIMENTACION DE CODORNIZ JAPONESA
Coturnix coturnix japonica (Aves: Phasianidae),

MANUEL LARA VILLALON

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buena Vista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 1993

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA**

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



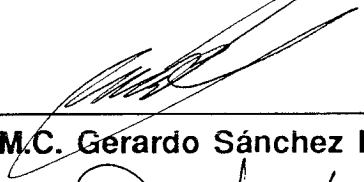
Dr. Oswaldo García Martínez

Asesor:



M.C. Ramón García Castillo

Asesor:



M.C. Gerardo Sánchez Ramos

Asesor:

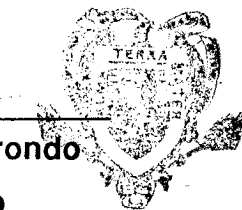


M.C. Eduardo González Hernández

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Postgrado



BIBLIOTECA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 1993

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento para:

- La Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por su hospitalidad brindada.
- La Universidad Autónoma de Tamaulipas, por el apoyo constante a la formación de recursos humanos.
- El Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología, en Cd. Victoria por el apoyo para la impresión final de esta tesis.
- Los Departamentos de Parasitología Agrícola y Nutrición Animal de la UAAAN, por las atenciones y facilidades prestadas.
- Mi comité de asesores y amigos, por la orientación y sugerencias a la presente.
- Las granjas avícolas de Ramos Arizpe, Coahuila, por las facilidades y acceso a las mismas.
- Todos los Académicos de la UAAAN que influyeron en mi formación.
- El Instituto de Ecología y Alimentos de la UAT, por las facilidades otorgadas para la realización del posgrado y esta tesis.

- Todos los amigos del Instituto de Ecología y Alimentos, que brindaron sus habilidades para la realización de este documento, en especial a José F. Barral, Adelina Nuñez, Martha Laura Berlanga y Pablo Moreno por el apoyo estadístico y de cómputo.

DEDICATORIA

A Lety mi esposa:

Por su apoyo, comprensión y tolerancia, a los pormenores del posgrado.

A mi hijo Manuel:

Por ser fuente de felicidad y lucha constante

A mis padres:

Maria del Carmen Villalón y Manuel Lara, por su aliento de esfuerzo.

A mis hermanos:

Isilda, Julia, Adriana y David.

A la familia Leal Aguilar, por su apoyo y estimación.

A todos mis amigos.

COMPENDIO

Cría y Utilización de Larvas de *Musca domestica* L. (Diptera:Muscidae), en la Alimentación de Codorniz Japonesa *Coturnix coturnix japonica* (Aves:Phasianidae)

POR

MANUEL LARA VILLALON

MAESTRIA
PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

JUNIO DE 1993

Dr. Oswaldo García Martínez -Asesor-

Palabras clave: Larvas de moscas, cría, harinas, valoración nutricional, codornices

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un procedimiento práctico para la producción y procesamiento de larvas de *Musca domestica* L. como fuente protéica a partir de la biotransformación de desechos pecuarios (excrementos de cerdo). Se ajustaron técnicas de cría de moscas caseras a su

forma más sencilla, por medio del incremento de poblaciones nativas, cría masiva de adultos y de larvas en camas de excremento al aire libre. Con el confinamiento en jaulas de 18,000 moscas caseras se obtuvieron después de recolectar e inocular 400 ml de huevecillos en camas de excremento de cerdo, 43.200 kg de larvas de moscas, las cuales una vez procesadas (secas y molidas), rindieron 11.646 kg de harina. Los resultados de los análisis proximales presentaron niveles de 49.28 por ciento de proteínas, 8.16 por ciento de fibra cruda y 25.90 por ciento de grasas. Los aminoácidos de las proteínas presentaron buen balance, con valores altos en glicina (10.74 por ciento), prolina (11.34 por ciento) y alanina (9.49 por ciento). Los aminoácidos sulfurados como metionina y lisina, mostraron niveles (2.18 por ciento y 1.63 por ciento respectivamente) aceptables. Una vez conocida la calidad bromatológica, se procedió a realizar una valoración nutricional en codorniz japonesa. Se calcularon raciones isocalóricas e isoproteicas con 28 por ciento de proteínas, 5 - 7 por ciento de grasa, 5 - 6 por ciento de fibra y 3,000 kcal de EM/MS para iniciación y 24 por ciento de proteínas, 5 - 7 por ciento de grasas, 5 - 6 por ciento de fibra y 3,000 kcal de EM/MS para finalización o engorda, probándose cuatro tratamientos con niveles de inclusión de harina de larvas al 0, 5, 10, y 15 por ciento, utilizándose un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y ocho unidades experimentales (aves) por cada repetición. Los parámetros evaluados cuya validación estadística se realizó por medio de un análisis de varianza y prueba de diferencia mínima significativa fueron: **Peso vivo**; con 172.05 g para el tratamiento 5 por ciento como el mejor. **Consumo de alimento**; no significativo para ninguno de los tratamientos, con consumos reales de 857.16, 801.15, 782.88 y 856.24 g respectivamente para los tratamientos 0, 5, 10, y 15 por ciento. **Peso en canal**; significativo al .05

de confiabilidad y separado por DMS como el mejor, al tratamiento 5 por ciento con pesos de 85.52 g y como iguales a los tratamientos 0, 10, y 15 por ciento con rendimientos de 77.32, 76.83, y 76.36 g respectivamente. **La mortalidad;** registrada fue para los tratamientos 0, 5, 10 y 15 por ciento, de 33.3, 4.76, 0, y 9.52 por ciento respectivamente. **El emplume;** fue paralelo para todos los tratamientos a cinco días de edad. **El rompimiento de postura;** a 43 días para los tratamientos 0 y 15 por ciento y 39 días para 10 y 15 por ciento. No se presentaron enfermedades de tipo gastrointestinal, ni intoxicaciones debido al insumo experimental (harina de larvas de moscas caseras).

ABSTRACT

**Breeding and Usage of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)
larva, in Feeding Japanese Quail *Coturnix coturnix japonica*
(Aves:Phasianidae).**

**BY
MANUEL LARA VILLALON**

**MASTER DEGREE IN
AGRICULTURAL PARASITOLOGY**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.**

JUNE, 1993

Key Words: Fly larva, breeding, meal, nursing evaluation, quail.

The objective of this work was to develop a practical procedure for reproducing and processing *Musca domestica* L. larvi as a source of protein through biotransformation of cattle residues (pig dung).

Techniques for house fly breeding were reduced to its simplest forms, by means of increasing native populations, massive breeding of adults and larvae in dung beds in open air. Through confining 16,000 house flies in jars, after recollection and inoculation of 400 ml eggs 43,200 kg of larva were obtained in pig dung beds which, after processing, (dried and ground) yielded 11,646 kg of flour. Results of proximal analysis showed levels of 49.28 per cent protein, 8.16 per cent raw fiber, and 25.90 per cent fat. Aminoacids of protein showed a good balance, with high values in Glycine (10.74 %), Proline (11.34 %), and Alanine (9.49 %). Sulfurous aminoacids such as Methionine and Lisine, showed acceptable levels (2.18 % and 1.63 % respectively). Once bromatologic quality became known a nursing evaluation in japanese quail was performed. Isocaloric and isoproteic rations were calculated, with 28 per cent protein, 5-7 per cent fat, 5-6 per cent fiber and 3,000 kcal of E.M./M.S. Four treatments including larva flour were tried at 0, 5, 10, and 15 per cent, using a randomized block design with three replications and 8 experimental units (birds) for each replication. Evaluated parameters were as follows and its statistic validation was done by means of a variance analysis and a test of Minimal Significant Difference: **Live weight**, with 172.05 for 5 per cent treatment as the best one, **Food supply** with no significance at all for any treatment, with actual consumptions of 857.16, 801.15, 782.88, and 856.24 g respectively for treatments 0, 5, 10, and 15 per cent. **Meat Weight**; significant at .05 confidence and separated for de MSD as the best one, at treatment 5 percent with weights of 85.52 g and like treatments 0, 10, and 15 per cent with a yield of 77.32, 76.83, and 76.36 g respectively. Recorded **Mortality**; was for treatments 0, 5, 10 and 15 per cent, of 33.3, 4.76, 0, and 9.52 per cent respectively. **Feathering**; was parallel in all treatments at age 5 days. **Egglaying break off** at 43 days for

treatments 0 and 15 per cent and 39 days for 10 and 15 per cent. No gastrointestinal diseases were present, neither intoxications due to experimental input (house fly larva meal).

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS	xviii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
- <i>Musca domestica</i> L	3
- CONTROL QUIMICO.	6
- CONTROL CULTURAL	7
- CONTROL BIOLÓGICO	7
- ENTOMOFAGIA	8
- LOS INSECTOS EN LA ALIMENTACION ANIMAL.	9
- LA CODORNIZ JAPONESA <i>Coturnix coturnix japonica</i>	13
- MORFOLOGIA	14
- EXPLOTACION Y MANEJO	16
- REQUERIMIENTOS DE ENERGIA Y PROTEINA	17
- REQUERIMIENTOS DE MINERALES	18
- REQUERIMIENTOS DE VITAMINAS.	19
MATERIALES Y METODOS	22
- PRODUCCION DE HARINA DE LARVAS DE <i>M. domestica</i>	22

- INCREMENTO DE POBLACIONES DE <i>Musca domestica</i>	22
- CRIA DE <i>Musca domestica</i> L.	25
- CRIA MASIVA DE LARVAS Y SU RECOLECCION	27
- OBTENCION DE HARINA DE LARVAS DE <i>M. domestica</i>	28
- CALCULO Y ELABORACION DE RACIONES PARA CODORNIZ JAPONESA	29
- VALORACION NUTRICIONAL DE LA HARINA DE LARVAS DE <i>M. domestica</i> L., EN RACIONES PARA CODORNIZ JAPONESA	30
- RECIBIMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO DE POLLUELOS.	31
- CONSUMO DE ALIMENTO	32
- INCREMENTO DE PESO	32
- CONVERSION ALIMENTICIA	33
- RENDIMIENTO EN CANAL	33
- OTROS PARAMETROS	33
RESULTADOS	34
- PRODUCCION DE HARINA DE LARVAS DE <i>M. domestica</i>	34
- ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE LARVAS DE <i>M. domestica</i> L. Y AMINOGRAMA DE SU PROTEINA	36
- CALCULO Y ELABORACION DE RACIONES	38
- PRUEBA DE VALORACION NUTRICIONAL.	39
- PESO VIVO	40
- INCREMENTO DE PESO.	45

- CONSUMO DE ALIMENTO.	48
- CONVERSION ALIMENTICIA	51
- PESO EN CANAL Y VISCERAS	55
- OTROS PARAMETROS	61
DISCUSION	62
- CRIA DE ADULTOS Y LARVAS DE M. domestica L..	62
- DETERMINACION QUIMICO PROXIMAL Y AMINOGRAMA DE LA PROTEINA DE LA HARINA DE LARVA DE <i>M. domestica</i>	63
- CALCULO Y ELABORACION DE RACIONES	65
- COSTOS DE PRODUCCION DE HARINAS Y ALIMENTOS BALANCEADOS	66
- PRUEBA DE VALORACION NUTRICIONAL	67
CONCLUSIONES	69
RESUMEN	72
LITERATURA CITADA	75

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°.	PAGINA
2.1. COMPARACION DE ANALISIS PROXIMAL DE LA PUPA DE <i>M. domestica</i> L	12
2.2. COMPARACION DE ANALISIS DE ACIDOS GRASOS EN PUPAS DE MOSCA CASERA	12
4.1. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE LARVAS DE <i>M. domestica</i> L.	36
4.2. COMPOSICION DE AMINOACIDOS DE LA HARINA DE LARVAS DE <i>M. domestica</i> L.	37
4.3. BALANCEO DE RACIONES DE INICIACION PARA CODORNIZ JAPONESA, CON DIFERENTES NIVELES DE ADICION DE HARINA DE LARVAS DE <i>Musca domestica</i> L.	38
4.4. BALANCEO DE RACIONES DE FINALIZACION PARA CODORNIZ JAPONESA, CON DIFERENTES NIVELES DE ADICION DE HARINA DE LARVAS DE <i>Musca domestica</i> L.	39
4.5. INGREDIENTES Y PROPORCIONES UTILIZADAS PARA LA ELABORACION DE RACIONES, PARA INICIACION Y FINALIZACION CON DIFERENTES NIVELES DE ADICION DE HARINA DE LARVAS DE <i>M. domestica</i>	40
4.6. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS, PARA PESO VIVO EN CODORNIZ JAPONESA, A ETAPA DE INICIACION (15 DIAS) PARA CUATRO TRATAMIENTOS	41
4.7. ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO VIVO EN CODORNIZ JAPONESA A ETAPA DE FINALIZACION (40 DIAS), PARA LOS CUATRO TRATAMIENTOS.	43
4.8. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS PARA PESO VIVO EN CODORNIZ JAPONESA, A 45 DIAS DE EDAD, PARA LOS CUATRO TRATAMIENTOS	43

4.9. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS PARA INCREMENTO DE PESO, EN CODORNIZ JAPONESA A ETAPA DE INICIACION (15 DIAS), PARA CUATRO TRATAMIENTOS	45
4.10. ANALISIS DE VARIANZA PARA INCREMENTO DE PESO, EN CODORNIZ JAPONESA A ETAPA DE FINALIZACION (40 DIAS) PARA CUATRO TRATAMIENTOS	47
4.11. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS, PARA INCREMENTO DE PESO EN CODORNIZ JAPONESA A 45 DIAS DE EDAD, PARA CUATRO TRATAMIENTOS	48
4.12. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALIMENTO CONSUMIDO POR CODORNIZ JAPONESA, A ETAPA DE INICIACION (15 DIAS) PARA CUATRO TRATAMIENTOS	49
4.13. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALIMENTO CONSUMIDO, POR CODORNIZ JAPONESA, EN ETAPA DE FINALIZACION (45 DIAS) PARA CUATRO TRATAMIENTOS	51
4.14. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALIMENTO CONSUMIDO POR CODORNIZ JAPONESA, A 45 DIAS DE EDAD PARA CUATRO TRATAMIENTOS	51
4.15. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS PARA CONVERSION ALIMENTICIA, EN CODORNIZ JAPONESA, A ETAPA DE INICIACION (15 DIAS), PARA CUATRO TRATAMIENTOS	52
4.16. ANALISIS DE VARIANZA PARA CONVERSION ALIMENTICIA EN CODORNIZ JAPONESA, A ETAPA DE FINALIZACION (40 DIAS) PARA CUATRO TRATAMIENTOS	54
4.17. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS, PARA CONVERSION ALIMENTICIA EN CODORNIZ JAPONESA, A 45 DIAS DE EDAD PARA CUATRO TRATAMIENTOS.	55
4.18. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS, PARA PESO EN CANAL DE CODORNIZ JAPONESA, PARA CUATRO TRATAMIENTOS	56

4.19. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS, PARA PESO DE HIGADO EN CODORNIZ JAPONESA, PARA CUATRO TRATAMIENTOS	57
4.20. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS, PARA PESO DE MOLLEJA EN CODORNIZ JAPONESA, PARA CUATRO TRATAMIENTOS	58
4.21. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DMS PARA PESO DE VISCERAS EN CODORNIZ JAPONESA, PARA CUATRO TRATAMIENTOS	59
4.22. ANALISIS DE VARIANZA, PARA PESO DE PLUMAS, CABEZA Y PATAS EN CODORNIZ JAPONESA, PARA CUATRO TRATAMIENTOS.	60
4.23. PESO DEL CANAL Y VISCERAS DE CODORNIZ JAPONESA PARA LOS CUATRO TRATAMIENTOS.	60
4.24. OTROS PARAMETROS REGISTRADOS, DURANTE EL DESARROLLO Y ENGORDA DE CODORNIZ JAPONESA PARA LOS CUATRO TRATAMIENTOS	61
5.1. COSTO FINAL DE ELABORACION DE HARINA DE LARVAS Y RACIONES EXPERIMENTALES COMPARADO CON OTROS INSUMOS	67

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
2.1. CICLO BIOLOGICO DE <i>Musca domestica</i> L.	4
2.2. MORFOLOGIA DE LA CODORNIZ JAPONESA <i>Coturnix coturnix japonica</i>	15
3.1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCION DE HARINA DE LARVAS.	23
3.2. JAULAS DE CRIA DE ADULTOS DE <i>M. domestica</i>	24
3.3. DISPOSITIVO PRIM-91 PARA OVIPOSICION Y COLECTA DE HUEVECILLOS DE <i>M. domestica</i>	26
4.1. DIAGRAMA PARA OBTENCION DE HARINA DE LARVAS.	35
4.2. PESO VIVO PROMEDIO REGISTRADO PARA CODORNIZ JAPONESA EN 45 DIAS PARA CUATRO TRATAMIENTOS	42
4.3. INCREMENTO DE PESO REGISTRADO PARA CODORNIZ JAPONESA EN 45 DIAS PARA CUATRO TRATAMIENTOS	46
4.4. ALIMENTO CONSUMIDO TOTAL REGISTRADO PARA CODORNIZ JAPONESA EN 45 DIAS PARA CUATRO TRATAMIENTOS	50
4.5. CONVERSION ALIMENTICIA REGISTRADA EN CODORNIZ JAPONESA EN 45 DIAS PARA CUATRO TRATAMIENTOS	53

INTRODUCCION

Durante muchos años se ha considerado a la mosca casera *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), como un insecto dañino e indeseable por ser vector en su forma adulta de enfermedades humanas y animales, lo cual es propiciado por sus hábitos sinantrópicos, existiendo numerosas investigaciones que demuestran lo anterior, así como aquellas que se han orientado a la búsqueda de metodologías para su control mediante el uso de plaguicidas, inhibidores de crecimiento, métodos de trampeo, estrategias sanitarias, y control natural (West, 1951; Loomis *et al.*, 1968; Legner *et al.*, 1966; Axtel, 1970 y Carlson *et al.*, 1971). Por otro lado existen también investigadores que se han interesado en estudiar aspectos relacionados con el potencial nutricional que tienen tanto larvas, pupas y adultos de *M. domestica*, para animales y humanos, además de reconocer los procesos de transformación por los estadios larvales, de diferentes excrementos, desechos pecuarios, y agroindustriales (Calvert *et al.*, 1969; Reyes, 1980; Ramos y Pino, 1981; Ramos *et al.*, 1984; Ramos, 1988 y Gaona *et al.*, 1991).

Aún cuando se ha demostrado el potencial de los diferentes estadios de este insecto, como fuente de proteína, existe una marcada deficiencia de información e investigación a nivel nacional sobre procedimientos para producción masiva y controlada de larvas, pupas o adultos de *M. domestica* L., a fin de utilizar desechos animales y agroindustriales, en la obtención de harina de mosca con alta calidad protéica así como fertilizantes orgánicos.

El desarrollo de metodologías sencillas, prácticas y factibles económicamente, permitirían la transferencia de éstas al sector rural mexicano, promoviendo la utilización de harinas de alta calidad proteica en combinación con granos regionales, para el balanceo de raciones animales.

Bajo esta perspectiva se orientó la presente investigación con los siguientes objetivos:

- a) Desarrollar un procedimiento práctico para producir harina de larvas de *M. domestica* L. como fuente de proteínas.
- b) Valorar la calidad nutricional "in vitro" e "in vivo" de la harina de larvas de *M. domestica* L. en codorniz japonesa *Coturnix coturnix japonica*.

REVISION DE LITERATURA

Musca domestica L.

La mosca casera según Legner *et al.* (1966) es originaria del hemisferio oriental, y su endemismo es notorio en el oriente de Etiopía. Se le considera un invasor del hemisferio occidental, siendo el hombre el principal diseminador de este artrópodo por todo el mundo.

West (1951) describe la Biología (Figura 2.1.) como sigue:

Huevo

Son ovipositados en masas de 75 a varios centenares, preferentemente sobre estiércol, grietas, lugares oscuros, basureros, siendo de color marfil a blanquecinos, de forma alargada, aproximadamente de 1 mm y aguzados en sus extremos.

Larva

Eclosionan por lo general en verano siendo muy activas, blancas, ápodas y casi sin cabeza. Miden de 0.8 a 1.25 cm y mudan dos veces, dando lugar a la presencia de tres estadios larvarios. Son lucífugas prefiriendo para su desarrollo lugares húmedos y con temperatura adecuada (25 a 35 °C); se alimentan de microorganismos que ocasionan fermentación y pudrición del estiércol, así como sustancias sólidas orgánicas, dejando de alimentarse dos días antes de entrar a su siguiente estadio.

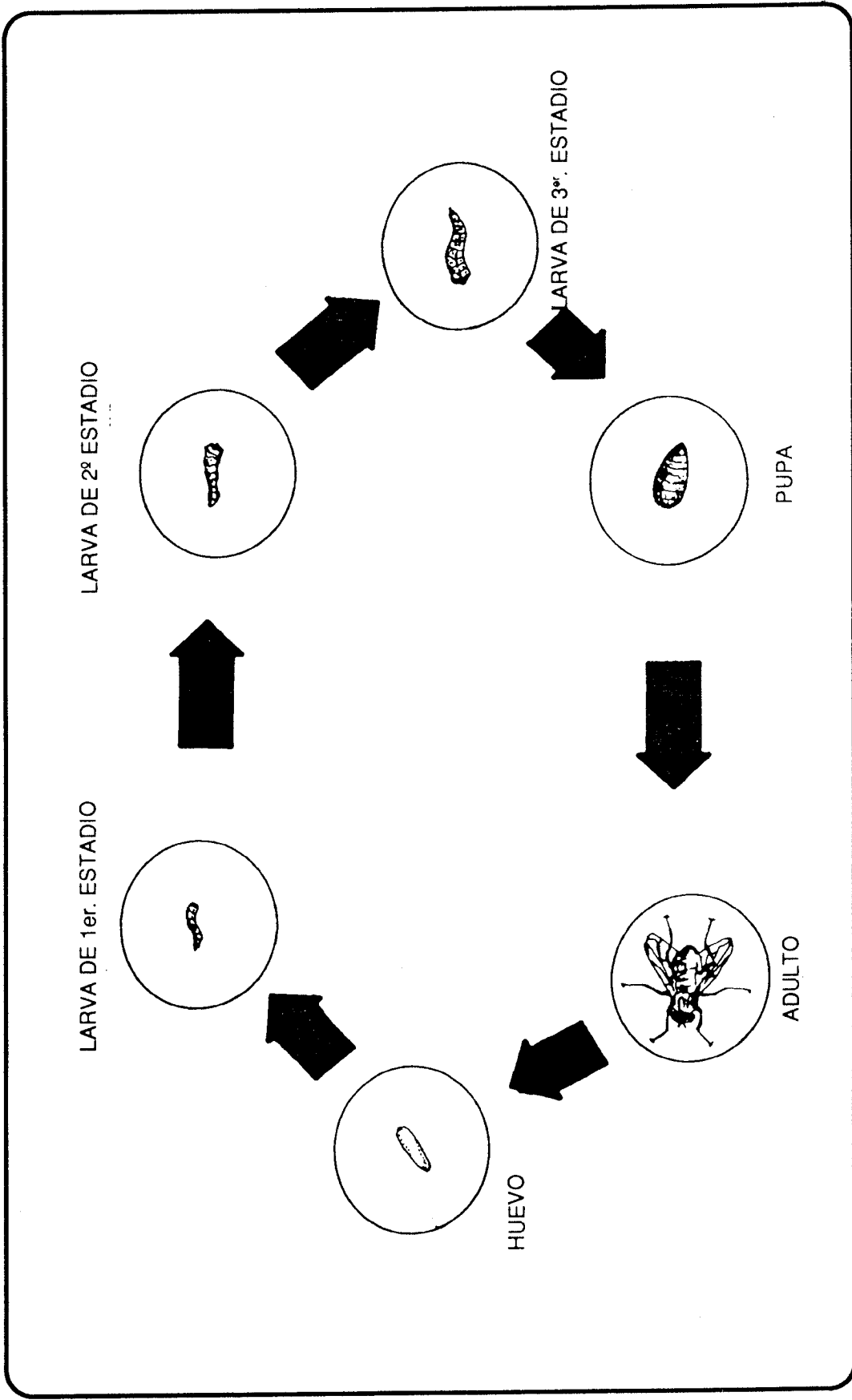


FIGURA 2.1. CICLO BIOLOGICO DE DE *Musca domestica* L. (REDIBUJADO DE WEST, 1951).

Pupa

Las larvas del último estadio se contraen y al mismo tiempo se endurece el tegumento, formando así un pupario con forma de semilla de color castaño oscuro encontrándose en su interior la verdadera pupa misma que sufre diversas transformaciones durante varios días hasta dar lugar a la eclosión del adulto.

Adulto

Es grisáceo y mide 6 a 8 mm de longitud. Presenta ojos grandes, los cuales están separados en las hembras (dicópticos), y juntos en los machos (holópticos), dejando entre éstos una estrecha área frontal; las antenas son cortas de tres segmentos. El aparato bucal es chupador, membranoso, reforzado por armaduras y apodemas quitinosos profundamente modificados para succionar líquidos. El mesonoto tiene cuatro rayas o bandas longitudinales oscuras, siendo las externas (laterales) más delgadas que las dos internas (centrales). El adulto emerge al romper una parte del extremo del pupario por medio del ptilium y se nutre en cualquier tipo de alimento (omnívoros), líquido o sólido, prefiriendo los excrementos de animales; disuelve los alimentos sólidos por medio de una saliva que regurgita (jugos digestivos) pasando por capilaridad a través de las pseudotráqueas, alimentándose 2 a 3 veces al día. Copulan durante el vuelo o cuando se alimentan a pocas horas de emerger como adultos; tienen hábitos gregarios y se reúnen en cantidades para ovipositar, prefiriendo el estiércol de cerdo o equinos y en menor selección para el de vacuno y caprino. Para ovipositar lo hacen en tiempos

escalonados por lo general de 15 a 20 veces durante su vida, la cual es de una a varias semanas dependiendo de la temperatura, humedad y nutrientes. Se afirma que el calor y el desprendimiento de anhídrido carbónico son decisivos para estimular la oviposición.

Control Químico

Loomis *et al.* (1968) mencionan que el control químico es quizá el más utilizado para controlar moscas debido a la disponibilidad de un gran número de insecticidas que tienen efecto letal en larvas y adultos. Usándose ya sea aplicados directamente sobre poblaciones de larvas o adultos.

Cuando los insecticidas son aplicados a las larvas o en el estiércol, tienen efectos sobre la fauna de depredadores y parásitos que actúan sobre huevos, larvas y pupas de la mosca, perdiéndose los efectos benéficos de los parásitos y depredadores, lo que da por resultado crecimientos explosivos de las poblaciones de la mosca casera (Axtell, 1970).

Carlson *et al.* (1971) utilizaron feromonas sexuales que atraen al macho como método de trapeo. Así como Mulla *et al.* (1977) desarrollaron atrayentes sintéticos para el trapeo de dípteros sinantrópicos.

Control Cultural

Este método está dado por prácticas de manejo de basureros, gallinaza y estiércol de animales para evitar la presencia y desarrollo de moscas. Axtell (1970) recomienda sacar la gallinaza al principio de la primavera antes que las moscas se incrementen, hacer remociones periódicas para no tener excrementos frescos, evitar fuga de bebederos a fin de no tener encharcamientos que propicien la proliferación, y además de mantener limpias las instalaciones de producción.

Control Biológico

West (1951) agrupó a los enemigos naturales de la mosca casera, en hongos, bacterias, virus, espiroquetas, protozoarios, gusanos (Platelmintos y Nematelmintos), insectos, arañas, reptiles, anfibios, pájaros, y mamíferos insectívoros.

Legner *et al.* (1966) encontraron que las pupas son atacadas por varios parásitos, y que tienen un efecto significativo en la densidad de las poblaciones de la mosca casera. Legner *et al.* (1975) detectaron cuatro especies de parasitoides predominantes en el hemisferio occidental y oriental siendo éstos: *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) *Spalangia cameroni*, *S. endius*, y *S. nigroaenea*, (Hymenoptera:Pteromalidae).

Entomofagia

El consumo de insectos por el hombre para su alimentación ha sido practicada desde tiempos prehistóricos, como un medio para satisfacer sus necesidades alimenticias. En México el consumo de insectos fue practicado por numerosas etnias, aunque en la actualidad sólo se restringe a aquellos grupos que tienen costumbres indígenas; consumiendo chapulines, avispas, escarabajos, mariposas, hormigas (Ramos, 1982).

Ramos *et al.* (1984) han estudiado el valor nutritivo de algunos insectos, en diferentes estadios, reportando que los porcentajes de proteína varían desde 10 por ciento al 81 por ciento en los órdenes de Odonata, Orthoptera, Anoplura, Hemiptera, Homoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, e Hymenoptera.

Algunos insectos han sido sometidos a la prueba de digestibilidad *in vitro*, en donde los valores oscilan desde 61.56 por ciento a 95.24 por ciento, debido a la escasa cantidad de fibra, y elevada cantidad de proteínas (Ramos y Pino, 1981).

En Puebla, México, Ramos (1988) determinaron el valor nutritivo de algunas especies de insectos comestibles, encontrando 23 sp. en siete órdenes, con un valor proteico entre 9.45 por ciento y 79.96 por ciento. Los insectos analizados son los que comunmente son consumidos en la zona.

Ramos *et al.* (1984) reporta que *M. domestica* en su fase larvaria, y cuando es conocida como el "gusano del queso" posee un 54.17 por ciento de proteína y 61.54 por ciento en pupa.

Los Insectos en la Alimentación Animal

Metcalf y Flint (1984) menciona que los insectos a pesar de ser de tamaño pequeño probablemente excedan en peso a toda materia animal en las áreas terrestres del mundo, y que esta gran masa de recursos, posee un verdadero valor alimenticio. Además constituyen más o menos las 2/3 partes del alimento de los pájaros terrestres comunes y las 2/5 del alimento de los peces de agua dulce.

Starker (1987) reporta diversos estudios sobre los hábitos alimenticios de las codornices silvestres mexicanas, las cuales además de materia vegetal, consumen una gran cantidad de dípteros y coleópteros. Al realizar disecciones en buches de codorniz de montaña *Oreortyx picta*, observó que contenían chapulines, escarabajos, hormigas, larvas de lepidóptera, cienpies, y arañas. También menciona que la codorniz escamosa *Callipepla squamata* que prospera en el sur de Tamaulipas en zonas desérticas, tiene como base de su alimentación semillas e insectos y en segundo término materia verde.

Investigaciones realizadas por Ramos (1988) con *M. domestica* en la alimentación de truchas *Salmo gairdneri*, reportan 36 por ciento más de crecimiento, presentando conversiones alimenticias de 0.492-1, utilizando pupas como fuente proteica que contenían 63 por ciento de proteínas y una digestibilidad de 93 por ciento. El mismo autor menciona que en gallinas ponedoras de la raza Leghorn, se incluyó en su dieta harina de *Pachilis gigas*, (Hemiptera:Coreidae), con el objeto de probar un colorante efectivo para la yema de huevo, reportando que los huevos adquirieron un color 13 en escala de Roche, aumentando su peso (65 g), contra purina (49-55 g), incrementando la postura de un 35 por ciento a 68 por ciento; la clara fue más densa y el cascarón más duro.

Corral *et al.* (1990) evaluaron dietas para la engorda de codorniz japonesa, utilizando como fuente proteica a la *Pterophylla beltrani* B. y B. (Orthoptera:Tettigoniidae) y un alimento testigo comercial. Las dietas que tuvieron harina de insectos (T1 y T2) con niveles de inclusión de 5 y 10 por ciento, presentaron pesos superiores al testigo (T3), siendo los pesos de 149.4, 153.5 y 126.8 g respectivamente, encontrándose diferencias significativas al .01 de confiabilidad.

Otros estudios con larvas de *M. domestica* realizados por Reyes (1980) fueron encaminados a substituir la harina de soya, en dietas para pollos, por la harina de larvas de moscas caseras, reportando que esta puede ser substituida en un 50 por ciento por la harina de soya, mostrando buenos resultados.

En forma similar, Flores (1981) evaluó la sustitución de harina de adultos de *M. domestica* por la harina de carne en una ración para pollos de engorda, reportando que los niveles de 80 por ciento de harina de mosca, fueron los que obtuvieron los mejores incrementos de peso.

Algunos estudios demuestran además del contenido proteico y de aminoácidos, el alto porcentaje de digestibilidad en algunos insectos. Ramos y Pino (1981) analizaron la digestibilidad in-vitro de nueve insectos comestibles de México, algunos de ellos como *Liometopum apiculatum*, *Atta mexicana*, *Eucheria socialis*, *Cossus redtenbachi*, *Laniigera cyclades*, *Krizosacorixa femorata*, *K. azteca*, *Corisella texcocana*, *C. mercenaria*, *Notonecta unifasciata*, *Atizies taxcoensis*, *Sphenarium histrio*, presentaron porcentajes de digestibilidad entre 61.56 por ciento y 95.24 por ciento.

Calvert *et al.* (1969) reporta análisis bromatológicos y de ácidos grasos realizados a la harina de pupas los cuales indican un alto valor proteico. Peña (1982) determinó las cualidades alimenticias de la pupa de mosca casera, mencionando que las pupas de cinco días de edad poseen valores de 62 por ciento de proteínas y 17.6 por ciento de grasas, y ácidos grasos en los siguientes porcentajes: mirístico 1.61 por ciento, palmítico 8.12 por ciento, esteárico 1.05 por ciento, oleico 26.63 por ciento, y linoleico 19.65 por ciento, afirmando que los valores proteicos no varían significativamente con la edad de las pupas (Cuadros 2.1 y 2.2).

Cuadro 2.1. Comparación de análisis proximal de la Harina de pupa de *Musca domestica* L.

PARAMETRO	Peña, (1982)	Calvert <i>et al</i> , (1969)
Materia seca	92.4 %	—
proteína	62.6 %	63.1 %
Cenizas	5.9 %	5.3 %
Grasas	13.6 %	15.5 %
Fibra cruda	16.6 %	—
Humedad	—	3.9 %

Cuadro 2.2. Comparación de análisis de ácidos grasos en pupas de mosca casera *Musca domestica* L.

ACIDO GRASO	Peña, (1982)	Calvert <i>et al</i> , (1969)
Mirístico	1.61 %	3.2 %
Palmítico	13.19 %	27.6 %
Palmitoleic	8.12 %	20.6
Esteárico	2.05 %	2.2%
Oléico	26.63 %	18.3 %
Linoleíco	19.65 %	14.9%
Linolenico	—	2.1 %
Laúrico	—	0.6%
No identificado	—	10.6 %

Gaona *et al.* (1991) reportó los niveles de proteínas y grasas encontrados en larvas de *M. domestica*, criadas en excretas de codorniz japonesa, resultando con 43 y 11 por ciento. Los aminoácidos lisina, metionina, y cisteína entre otros, mostraron valores del 2.4 por ciento, 1.7 por ciento y 0.2 por ciento.

La Codorniz Japonesa *Coturnix coturnix japonica*

Padgett e Ivey (1959) mencionan que la codorniz *Coturnix coturnix japonica* fue introducida del Japón por la Missouri Conservation Commission, de los Estados Unidos de Norte América (E.U.A.) para determinar su potencial ecológico como ave de caza, y posteriormente utilizada con propósitos de investigación, obtenida de las agencias de fauna silvestre.

Investigadores en Embriología y Fisiología de los EUA prefieren trabajar con la codorniz japonesa, por su accesibilidad para obtener embriones, bajo costo de mantenimiento, y ciclos reproductivos. Además por tener ventajas sobre el confinamiento en comparación con otras aves de corral (Wilson *et al.*, 1961).

El desarrollo de los polluelos de codorniz es extremadamente rápido, triplicando su tamaño y peso durante las primeras semanas. Las primeras plumas de vuelo son evidentes a los tres días de edad, su vuelo es posible a las dos semanas. Las aves son maduras sexualmente a las seis semanas, y la postura es factible a los 38 días. Su fertilidad es baja al principio, pero a los 50 días de edad ésta es alta hasta en un 90 por ciento.

Los sexos son fácilmente reconocidos a las tres semanas, las hembras tienen plumas moteadas en el pecho color gris y negro. Los machos las tienen color café liso con solo algunas motitas. Interesante y extrema variación ocurre en el color de los huevos que van desde blanco nieve, color carne, café oscuro y brillante, moteados de azul violeta, café veteada, con cualquiera de los colores anteriores, variando su tamaño entre 20 y 35 mm. El periodo y la temperatura incubación para los huevos en incubador artificial es de 100 °F (37.7 °C) por 16 días • 8 h, temperaturas arriba de 103 °F (39.9 °C) pueden ser perjudiciales, reduciendo la eclosión. La humedad puede ser mantenida en 60 - 70 por ciento, rotando los huevos cada 8 h. La fertilidad de los huevos puede ser de 60 a 70 por ciento. El tiempo mínimo de luz requerida para ponedoras es de 13.5 h pero en granjas pueden tener 24 h (Padgett e Ivey, 1959).

Morfología

La codorniz *C. coturnix japonica* (Figura 2.2.) es un ave de pequeñas dimensiones que pertenece al orden Galliformes y la familia Phasianidae. Es de cabeza esbelta y estilizada en la hembra, con gran movilidad sobre el cuello, careciendo de todo tipo de formación cutánea. La cabeza es recorrida por dos líneas amarillas que confluyen en la base del pico, ojos vivos y prominentes de color marrón oscuro y pupila negra, párpados potentes y membrana nictitante bien desarrollada. El cuello es corto unido al tronco, con gran capacidad de movimiento. El tronco es rechoncho, potente y ancho en el plano medio. Pecho ancho y profundo, con grandes



FIGURA 2.2. MORFOLOGIA DE LA COBORNIZ JAPONESA Coturnix coturnix japonica.

masas musculares sobre la quilla del esternón, costillares arqueados y carnosos. La rabadilla está muy desarrollada caracterizando a esta especie la soldadura especial de los huesos pelvianos al raquis y la capacidad de dilatación pelviana. Las ancas, ano y periné son similares a los de las gallinas. Las alas están menos desarrolladas en las hembras, presentan tres plumas largas Figura 2.2 tono rojizo más acentuado. Las patas son robustas y potentes, la articulación tibio-tarsiana tiene gran amplitud. El metatarso es corto quedando el cuerpo a ras de tierra, el color de los tarsos varía de acuerdo a la pigmentación, dotado de cuatro dedos: tres anteriores y uno posterior, careciendo de espolones (Fitzgerald, 1969).

Explotación y Manejo

El objetivo de la explotación de codorniz es aprovechar su carne y huevo, teniendo su auge en los siguientes factores: 1) La extraordinaria rusticidad y adaptabilidad en cuanto a alimentación y manejo, además de una resistencia poco común a casi todas las enfermedades que sufren otras aves explotadas en cautiverio. 2) Su especial atractivo para el consumidor, quien la acepta por su calidad y presentación. 3) Los costos de alimentación y explotación son relativamente bajos. 4) La carne se caracteriza por su jugosidad, sabor agradable y la fácil asimilación de los nutrientes primarios. El huevo tiene alto contenido en proteínas (15 por ciento), siendo alta su digestibilidad y asimilación, rico en vitaminas A y D y bajo nivel de colesterol (Pérez, 1974).

El desarrollo de los polluelos de codorniz, desde que nacen hasta que se sacrifican, está dividido en tres etapas: 1) La etapa de crianza, que comprende los primeros 15 días. 2) La de crecimiento, que comprende de los 16 a los 30 días. 3) La de finalizado, que abarca de los 31 a los 45 días (Secretaría de Fomento Agropecuario, 1982).

Para las densidades de aves en las baterías de confinamiento, se procura no poner más de 250 por M² en su primer semana de edad. En las siguientes semanas la cantidad se reducirá, de tal modo que en la segunda semana se tendrán 200 polluelos por M², 150 en la tercera y 100 en la cuarta semana, o al término de la crianza. Se recomiendan exigencias térmicas del primer al tercer día, temperaturas comprendidas entre los 42 y 43 °C; del tercer al séptimo día entre 33 a 35 °C; del octavo al quinceavo entre 28 a 33 °C, y a partir de los 26 a 30 días será de 20 °C. Los consumos diarios de alimento en promedio son: del segundo al quinceavo día consume de 8 a 10 g, del 15 al 30 de 13 a 16 g, del 30 al 45 de 18 a 20 g, teniendo un consumo total (45 días) de 640 a 800 g (Pérez, 1974).

Requerimientos de Energía y Proteína

Pueden usarse en la codorniz dietas con contenido de 2800 a 3400 Kcal de energía metabolizable (EM) por kilogramo de materia seca (MS) requiriendo los polluelos para iniciación 28 a 30 por ciento de proteínas, y para animales reproductores y en etapa de finalización de 24 a 27 por ciento de proteínas (Pérez, 1974).

Weber y Reid (1967) realizaron un estudio para encontrar el porcentaje óptimo de proteínas requerido para el desarrollo donde se probaron dietas con porcentajes desde 15.1 hasta 31.3 de proteínas, encontrando que a niveles de 24 por ciento se obtienen pesos de 105 g a cinco semanas de edad.

Svacha *et al.* (1970) condujeron experimentos con grupos de ocho a 15 codornices y cuatro diferentes dietas determinando que los requerimientos de lisina, son de 1.37 por ciento en la dieta o 5.25 por ciento de la proteína en las tres primeras semanas de edad, y de las 4-5, de 1.20 por ciento en dieta o 4.60 por ciento en la proteína. Para metionina y glicina fueron 0.74 por ciento y 0.72 por ciento en la dieta o 2.83 por ciento y 2.75 por ciento en la proteína para el primer y segundo periodo.

Requerimientos Minerales

Pérez (1974) menciona que los requerimientos de la primera a la sexta semana de edad son los siguientes: calcio de 0.8 a 0.9 por ciento en la mezcla, fósforo de 0.6 a 0.7 por ciento, manganeso 113 a 115 g/kg, selenio, manganeso y zinc pueden tolerarse hasta 200 ppm, teniendo poca importancia aunque necesarios para un buen desarrollo. El sodio, cloro y cobalto catalizando este último la asimilación de la cianocobalamina.

Miller (1967) valoró la cantidad necesaria de calcio y fósforo en dietas para codorniz japonesa, encontrando que niveles de 0.44 por ciento de calcio y 0.54 por ciento de fósforo resultan en ganancias satisfactorias en el peso de las aves.

Requerimientos de Vitaminas

La codorniz es muy sensible a la deficiencia de vitaminas; necesitando en la primera edad 400 UI de vitamina A por kg de ración, recomendando Pérez (1974) las siguientes, cantidades:

VITAMINAS	x/kg
Vit. D (UI)	200.00
Vit. E (UI)	10.00
Vit. K (mg)	0.53
Tiamina (mg)	0.82
Riboflavina (mg)	1.60
Ac. Pantoténico	10.00
Niacina (mg)	27.00
Piridoxina (mg)	3.00
Biotina (mg)	0.09

Comparando las cantidades antes señaladas con las que utilizó Miller (1967) en su estudio sobre los requerimientos de calcio y fósforo para codorniz japonesa, se observa una gran diferencia entre ambas, en donde al parecer no existen o señalan deficiencias, ninguno de los dos autores al manejar diferentes requerimientos. En cuanto a Miller, el recomienda las siguientes cantidades:

VITAMINAS	x/kg
Vit. A (UI)	8 810.00
Vit. D ₃	2 202.60
Vit. E (UI)	22.02
Vit. K (mg)	1.10
Tiamina (mg)	2.20
Riboflavina (mg)	4.40
Piridoxina (mg)	2.20
Ac. Pantoténico (mg)	8.81
Niacina (mg)	66.07
Biotina (mg)	0.088
Vitamina B ₁₂ (mg)	0.011
Colina (mg)	0.44

Serafín (1974) condujo experimentos para examinar los requerimientos de riboflavina, niacina, ac. pantoténico, y colina, en codorniz bobwhite, encontrando niveles óptimos de riboflavina de 3.8 mg/kg, no más de 31 mg/kg de niacina, 12.6 g/kg de ac. pantoténico y 1000 mg/kg de colina. Estos niveles aseguraron crecimiento normal y sobrevivencia de los polluelos.

Por su parte Shellenberger y Lee (1966) realizaron experimentos encaminados a conocer el efecto de la vitamina A, en el crecimiento, producción de huevos, y reproducción de codorniz japonesa, encontrando que aportes de 3 300 UI x kg en la dieta promueve un buen desarrollo con ganancias significativas en los parámetros anteriores.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), en los Departamentos de Parasitología Agrícola (DPA) y Nutrición Animal (DNA) realizándose muestreos y colectas de moscas caseras en granjas avícolas del Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, durante los años 1990-1991.

Producción de Harina de Larvas de *M. domestica*

La Figura 3.1. esquematiza en forma resumida el procedimiento para la obtención de harina de larvas. Las metodologías que a continuación se describen están consideradas en el esquema general y su implementación fue reducida a un mínimo de sofisticación de equipo y adaptada de la manera más sencilla posible basándose en la biología y hábitos de la mosca casera.

Incremento de Poblaciones de Musca domestica L.

La cría de moscas caseras se realizó bajo condiciones ambientales naturales durante los meses de junio a agosto de 1991, procediéndose a incrementar poblaciones nativas e identificadas de *M. domestica* en jaulas de malla metálica mosquitera y madera de 50 cm de largo por 30 cm de ancho

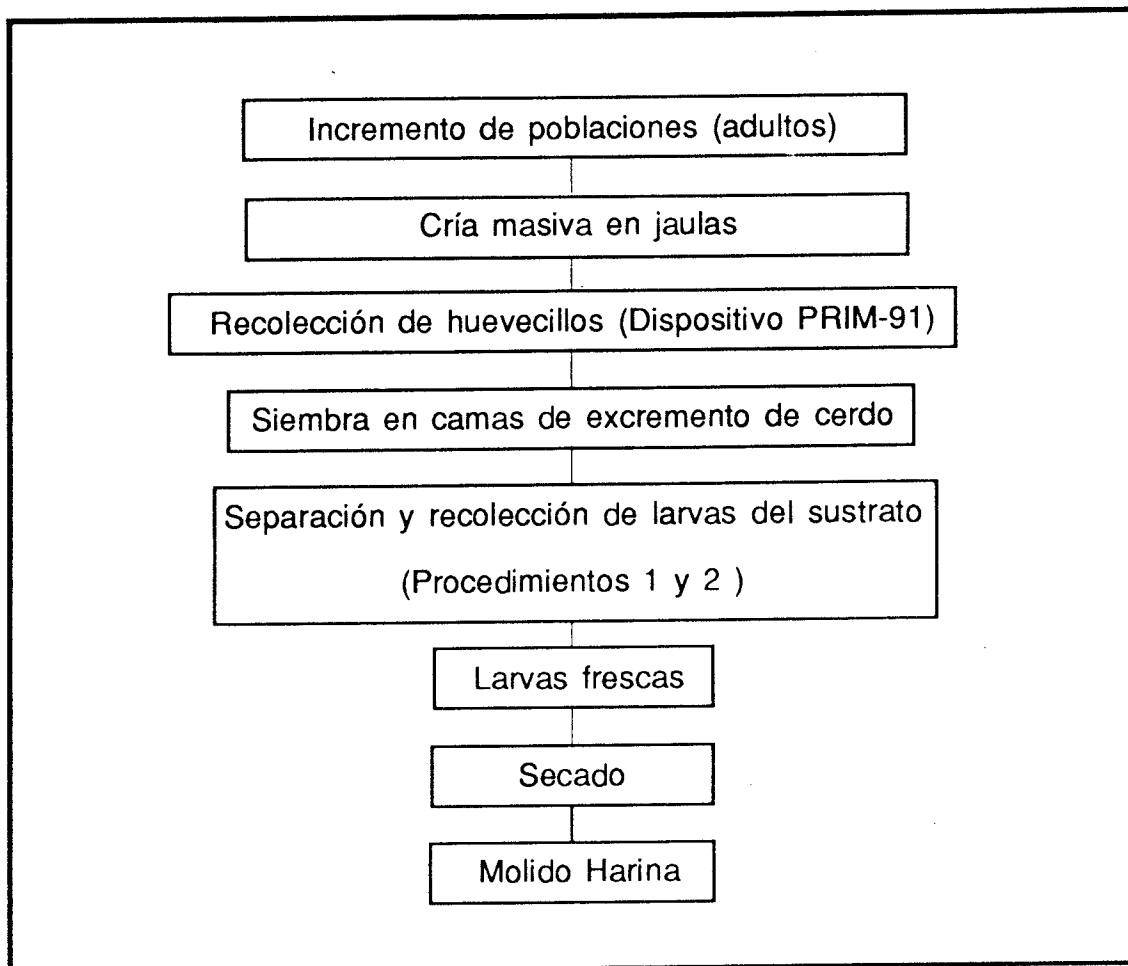


Figura 3.1. Diagrama de flujo para obtención de harina de larvas.

y 30 cm de alto (Figura 3.2), alimentando a los adultos con leche en polvo más azúcar en proporción 1:1, además de proporcionar agua embebida en algodón. Los huevecillos de los adultos fueron recolectados en sustratos naturales, mediante depósitos de plástico con capacidad de 1 l, que contenían 300 g de excremento de cerdo o gallinaza, con humedad adecuada para la nutrición y desarrollo de larvas y pupas. Estos depósitos de plástico fueron retirados y

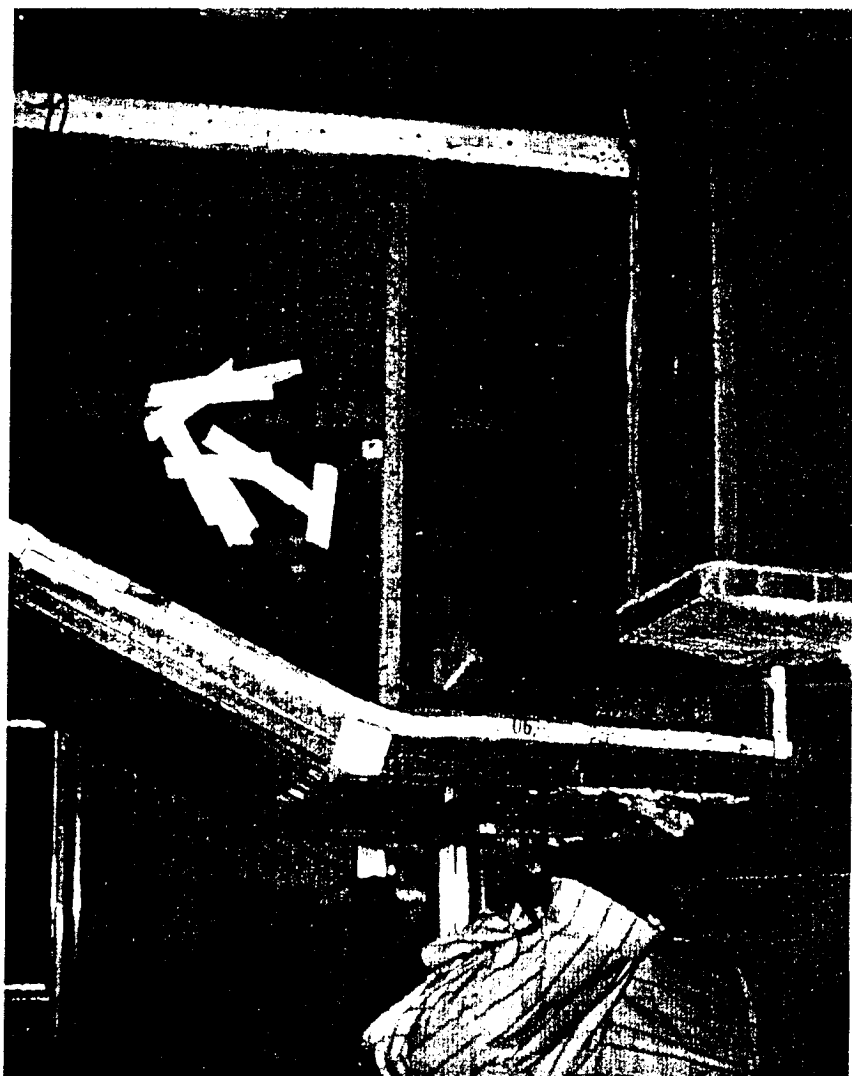


FIGURA 3.2. JAULAS DE CRIA DE ADULTOS DE Mosca domestica L.

reemplazados por otros cada 12 horas para evitar que eclosionaran individuos de distintas edades. Posteriormente a que las larvas se desarrollaron y alcanzaron el estadio de pupa fueron colocadas las de una misma edad, en jaulas grandes para su eclosión como adulto.

Cria de *Musca domestica* L.

A partir del incremento de las poblaciones de *M. domestica* se procedió a introducir 16,000 adultos en jaulas de madera y tela mosquitera con dimensiones de 1 m x 1.5 m x 1.5 m (Figura 3.2.), alimentándolas con las especificaciones antes mencionadas. Esta cría se mantuvo en condiciones de laboratorio a 28 °C y 65 por ciento de humedad relativa, en el insectario del Departamento de Parasitología Agrícola.

Los huevecillos de los adultos fueron colectados, utilizando un procedimiento sencillo para oviposición, diseñado y adaptado para este propósito al cual se le nombró “dispositivo para oviposición de moscas caseras PRIM-91”, consistente en un vaso de plástico de 1 l de capacidad con 200 g de excremento de cerdo en el fondo, y colocándose sobre este recipiente, otro vaso sin fondo de la misma capacidad y con tela de organza sujeta a la parte inferior con una liga de caucho. Una vez ensamblados los dos vasos se aforó con agua hasta 1 cm por encima del nivel de la tela, y finalmente se colocó una porción de papel dextrasa de 20 x 20 cm, humedecido con agua y arrugándolo tratando de imitar grietas, en donde las hembras adultas ovipositaban sin deshidratación de huevecillos (Figura 3.3.). Los huevecillos

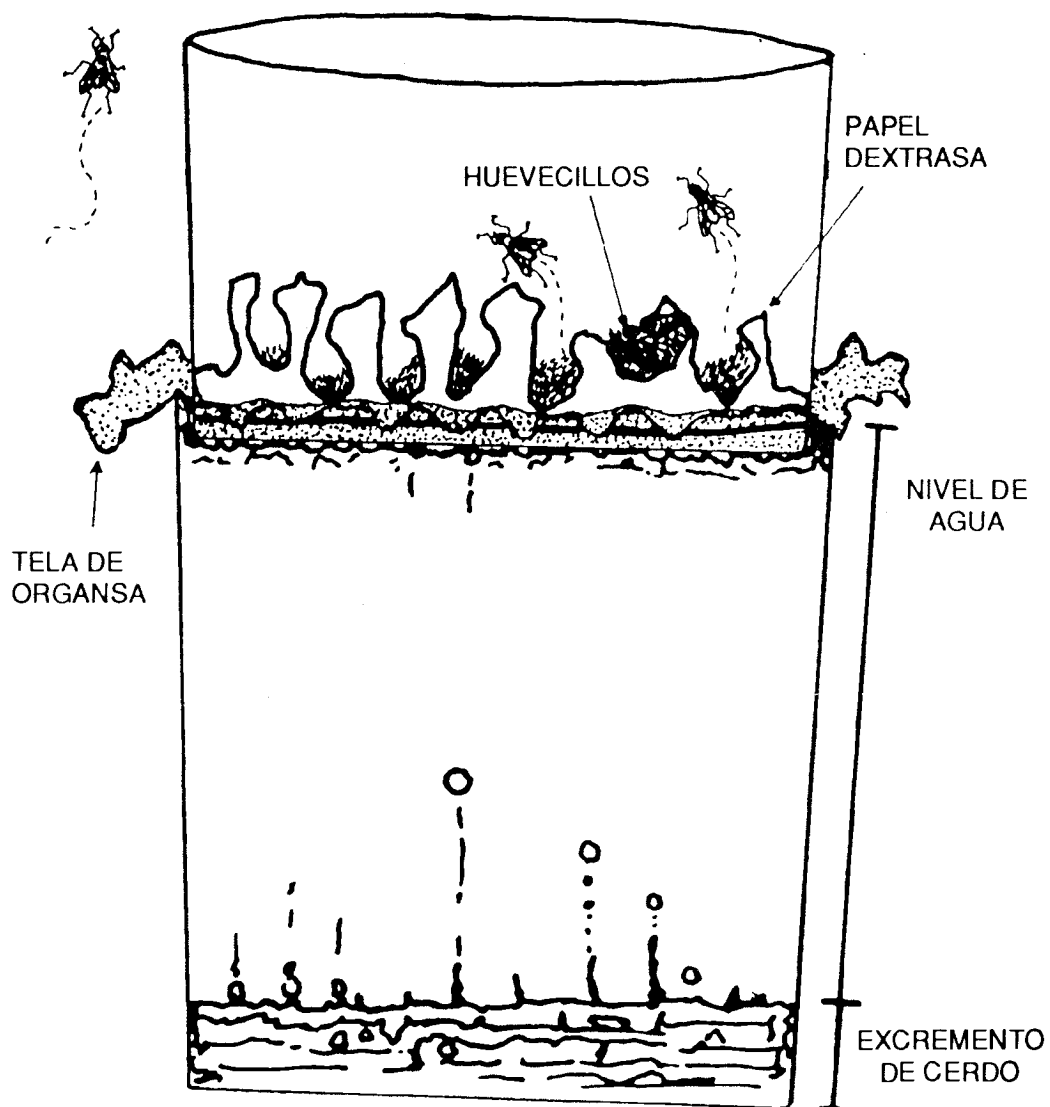


FIGURA 3.3 DISPOSITIVO PRIM-91 PARA OVIPOSICION Y COLECTA DE HUEVECILLOS DE *Musca domestica* L.

fueron recogidos diariamente desprendiendo el papel dextrasa + huevecillos del dispositivo y lavándolo en un chorro mediano de agua, reteniendo las masas de huevecillos en un colador forrado de organza.

Cría Masiva de Larvas y su Recolección

Los huevecillos obtenidos diariamente, fueron medidos volumétricamente para trasladarlos a camas de excremento húmedo de cerdo, inoculándose a razón de 1 cm³ de huevecillos por kg de excremento, manteniendo un espesor constante de 10 cm. Las larvas que se desarrollaron fueron colectadas en su tercer estadio, aproximadamente cuatro días después de su inoculación al sustrato para su procesamiento. La separación del sustrato de las larvas se llevó a cabo mediante dos procedimientos sencillos y adaptados:

- 1). El primero fue cribando sustrato + larvas, en una malla metálica de 0.4 cm de criba, de dimensiones de 1 m² con marco de madera. La criba con el sustrato + larvas fue colocada bajo el sol, para propiciar su descenso y separación, facilitando su recolección en un recipiente. Sin embargo esta primera criba contenía un 10 por ciento de sustrato fino, el

- 2). El segundo procedimiento para la separación, fue colocando larvas + sustrato en una charola metálica con capacidad de 6 kg, en un secador de convección forzado a temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$ por 12-18 h. Posteriormente se procedió a separar la costra de larvas secas que se acumulaban en la parte superior de la charola. La costra de larvas secas, fue separada del sustrato, sacudiéndose suavemente para que el sustrato fino y seco se desprendiera.

Obtención de Harina de Larvas de *M. domestica*

Una vez obtenidas las larvas por cualquiera de los dos métodos descritos, se procedió a secarlas en un secador de convección forzada a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$, durante 12 a 18 h, utilizando el secado sólo en el procedimiento 1), ya que en el 2), el secado y separado fue simultáneo.

Para llevar a cabo un secado uniforme fue necesario distribuir perfectamente en un espesor de 2 cm las larvas, colocándolas sobre papel dextrasa.

Ya secas las larvas, éstas se pulverizaron en un molino de mano para nixtamal y parte de ellas en licuadora, hasta obtener consistencia harinosa. La harina fue almacenada en bolsas de polietileno oscuro para su protección de factores ambientales y contaminación. Parte de esta harina fue utilizada para realizar análisis químico proximales y aminogramas de la proteína para determinar su calidad, realizándose los primeros en el Laboratorio del Departamento de Nutrición Animal, de la UAAAN, en Saltillo, Coahuila y los segundos en los Laboratorios del Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Politécnico Nacional (CINVESTAV), en Irapuato, Guanajuato.

Cálculo y Elaboración de Raciones para Codorniz Japonesa

Coturnix coturnix japonica

El cálculo y composición de las raciones para codorniz japonesa con harina de larvas de *M. domestica*, para su valoración nutricional fue realizado en el Instituto de Ecología y Alimentos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Cd. Victoria, Tamaulipas. Las raciones fueron calculadas mediante un programa computarizado denominado ALIM-BALA, bajo los siguientes requerimientos: alimento iniciador al 28 por ciento de proteínas y finalizador al 24 por ciento, grasa y fibra cruda con 6 - 7 y 4 - 5 por ciento respectivamente y 3000 kcal de EM/kg MS complementando con vitaminas, minerales, y antibióticos. Cabe señalar que las raciones isoproteicas e isocalóricas, fueron calculadas según los niveles establecidos al 0, 5, 10 y 15 por ciento de inclusión de harina de larvas por kilogramo de ración. Los

ingredientes que se utilizaron para el cálculo y elaboración de raciones fueron: maíz amarillo molido, sorgo molido, pasta de soya, harina de larvas, aceite vegetal, adicionando vitaminas, minerales y antibióticos de acuerdo a la especificación para aves del producto. Los insumos fueron mezclados de acuerdo a las cantidades arrojadas por el programa de computo para cada tratamiento, almacenándose posteriormente cada tratamiento en bolsas de polietileno.

Valoración Nutricional de la Harina de Larvas de *M. domestica* L., en Raciones para Codorniz Japonesa

Para realizar la valoración nutricional de la harina de larvas se plantearon cuatro niveles de incorporación de harina de larvas por kilogramo de ración (0, 5, 10 y 15 por ciento) de acuerdo con Pérez (1974), el cual menciona no incluir más del 10 por ciento de harinas animales en las raciones de codornices japonesas.

El diseño experimental consistió en un modelo completamente al azar, con cuatro tratamientos, tres repeticiones y ocho unidades experimentales por cada repetición. Las pruebas estadísticas para evaluar los resultados fueron análisis de varianza y prueba de rango múltiple (DMS), (Steel y Torrie, 1980 y Cochram y Cox, 1983).

Antes de iniciar la valoración nutricional se acondicionó un espacio de 3 x 3 x 2.50 m dentro de la Unidad Metabólica y Bioterio del Departamento de Nutrición Animal. El acondicionamiento consistió en la elaboración de jaulas metálicas, con compartimientos de 50 x 50 cm, con cama de aserrín, un plato de plástico, con capacidad para 300 g de alimento y un bebedero de plástico con capacidad de 4 l. Para el control de la temperatura se instaló un calentador eléctrico automático.

Recibimiento y Acondicionamiento de Polluelos

Los polluelos de codorniz fueron trasladados de una granja coturnícola en Guadalajara, Jalisco, a la Cd. de Saltillo, Coahuila, en enero de 1992.

De una camada de 250 polluelos quedaron 96 ejemplares vivos después de una mortandad por enfriamiento en el traslado, ya que la temperatura en esas fechas descendieron hasta -1°C . Los ejemplares que quedaron vivos fueron estabilizados a su llegada con antibióticos y estabilizadores (Valsyn), y calefacción, con los cuales se inició el experimento. Durante los primeros cinco días se procedió a colocar los polluelos, divididos en cuatro lotes de 24 ejemplares, en cajas de cartón con aserrín y un bebedero plástico de 500 ml con agua + Valsyn a razón de .5 g/l por 3 días. Cada lote contenía respectivamente los tratamientos antes señalados y las repeticiones, que fueron diferenciadas marcando las patas de ocho aves con marcador de tinta permanente en colores rojo, negro, y sin color, para cada repetición.

El manejo de la temperatura se realizó de la siguiente manera: los primeros cinco días a 40 °C, del quinto al quinceavo día a 30 °C, del quinceavo en adelante a 28 °C, y a partir de los 30 días se mantuvieron a temperatura ambiente.

Desde los 15 días en adelante se trasladaron a jaulas metálicas acondicionadas con camas de aserrín y un bebedero de 4 l.

Consumo de Alimento

El consumo de alimento fue registrado diariamente durante 45 días, colocando de 100 a 200 g de alimento según la etapa de desarrollo (iniciación o finalización), y para cada tratamiento y repetición. El consumo se registró a las 8:00 A.M. y a las 17:00 P.M. por diferencia de peso del alimento ofrecido menos el rechazado, usando una balanza granataria con capacidad para 500 g. En cada registro de consumo se colocaba nuevamente la ración con la cantidad específica reportada por otros autores para cada etapa con un porcentaje excedente de alimento por animal.

Incremento de Peso

Este parámetro fue registrado cada cinco días hasta 45 días, pesando el lote completo de ocho aves de cada tratamiento y repetición, y promediado con el número de aves. Para el pesado se utilizó una báscula granataria y como tara una caja de cartón con tapadera.

Conversión Alimenticia

Con los datos registrados de incremento de peso y consumo de alimento cada cinco días se evaluó la conversión alimenticia realizada por las aves dividiendo los parámetros antes mencionados.

Rendimiento en Canal

Al término de la etapa de finalización (40 días) se evaluó el rendimiento en canal, tomando al azar dos ejemplares hembras y dos machos de cada repetición y tratamiento. Las codornices se sacrificaron por desnucamiento, previo ayuno de 24 horas, registrándose los pesos de canal, molleja, hígado, vísceras restantes, cabeza, plumas, patas y alas en conjunto, previa disección.

Otros Parámetros

Otros parámetros y observaciones como: emplume, días a postura, registro de diarreas, deficiencias vitamínicas y de minerales, enfermedades y etología, fueron registradas a lo largo del experimento durante 45 días.

Los análisis estadísticos considerados para la prueba de valoración nutricional fueron ANVA y DMS por ser las pruebas que más se ajustaron a los tratamientos y número de repeticiones utilizadas.

RESULTADOS

Producción de Harina de Larvas de *M. domestica* L.

Con las metodologías esquematizadas y descritas en la sección anterior se introdujeron 16,000 adultos de moscas caseras (aproximadamente 8,000 hembras), a jaulas de tela mosquitera, obteniéndose por medio del uso de dispositivos de oviposición PRIM-91, 400 cm³ o 1,200,000 huevecillos (3000 huevecillos x ml) por cada cría de 8,000 hembras, resultando en 43.200 kg de larvas frescas que fueron desarrolladas al sembrar los 400 cm³ de huevecillos en 400 kg de excremento de cerdo (Figura 4.1.).

Después de su separación y secado por cualquiera de los dos métodos descritos anteriormente, se cosecharon 11.646 kg de larvas secas. Conociendo de antemano por medio de un análisis de humedad que las larvas contienen 73.04 por ciento de agua y 26.96 por ciento de materia seca. La cría se mantuvo con un tiempo de hasta 25 días, pues se registró que los adultos de moscas caseras tienen su máxima oviposición entre los 9 - 20 días después de su eclosión como adulto.

**Análisis Químico Proximal de la Harina de Larvas de
Musca domestica L. y Aminograma de su Proteína**

Los resultados obtenidos en los análisis químicos proximales (Cuadro 4.1.) indican que bajo las condiciones de cría de larvas en excremento de cerdo como sustrato y los procesos de obtención de harinas éstas contienen 49.18 por ciento de proteína, 8.16 por ciento de fibra cruda y 25.9 por ciento de grasas, valores que comparados con otras fuentes proteícas vegetales y animales resultan con excelentes porcentajes.

Cuadro 4.1. Análisis químico proximal de harina de larvas de *Musca domestica**

PARAMETRO	%
Proteína	49.28
Fibra cruda	8.16
Grasas	25.90
Cenizas	9.29
E.L.N.	7.47

* Laboratorio de Nutrición Animal, UAAAN, 1991

Después de conocer los valores de los nutrimentos contenidos en la harina de larvas se procedió a realizar un análisis que permitiera conocer el perfil de aminoácidos presentes (Cuadro 4.2) en la proteína. Los resultados del análisis de aminoácidos demuestran un buen balance en su contenido, aún

FASES	ESPECIFICACIONES
Incremento de poblaciones	Moscas caseras nativas <i>M. domestica</i> L.
Cría masiva en jaulas	16,000 adultos (8,000 hembras)
Recolección de huevecillos (Dispositivo PRIM-91)	400 ml de huevecillos en total por cría o 26 ml diarios aproximadamente.
Siembra en camas de excremento de cerdo	1 ml de huevecillos por kg de sustrato.
Separación y recolección de larvas del sustrato (procedimientos 1 y 2)	procedimientos 1 ó 2 descritos 1:(criba de sustrato-larvas al sol) 2:(larvas + sustrato en horno)
43.200 kg de larvas vivas	Inoculación de 400 ml de huevecillos, desarrollándose 1,200,000 larvas en 400 kg de sustrato (excremento de cerdo) utilizado.
Secado	Sólo en el procedimiento 1
Molido	Molino de mano o eléctrico
11.646 kg. de larvas secas o harina	Considerando que el 73.04 % es agua y el 26.96 % materia seca.

Figura 4.1. Diagrama para obtención de harina de larvas.

excedido en algunos como glicina con 10.74 por ciento, prolina 11.34 por ciento, alanina 9.49 por ciento. Los aminoácidos promotores del crecimiento como lisina, metionina, fueron encontrados con 1.63 por ciento y 2.18 por ciento respectivamente, niveles bastante aceptables ante los requerimientos del género *Coturnix*.

Cuadro 4.2. Composición de aminoácidos de la harina de larvas de *Musca domestica**

AMINOACIDOS	%
Ac. Aspartico	5.58
Ac. Glutámico	8.96
Serina	8.78
Glicina	10.74
Lisina	1.63
Histidina	3.46
Fenilalanina	4.35
Arginina	3.64
Treonina	8.50
Alanina	9.49
Prolina	11.34
Tirosina	5.76
Valina	6.70
Metionina	2.18
Isoleucina	3.39
Leucina	5.48

* CINVESTAV. Irapuato, Guanajuato. 1991

Cálculo y Elaboración de Raciones

Los resultados del cálculo para el balanceo de raciones para codorniz japonesa se muestran en los Cuadros 4.3 y 4.4, para iniciación y finalización con diferentes niveles de inclusión de harina de larvas. Los valores muestran una diferencia mínima entre los requerimientos y los totales arrojados por el programa.

Cuadro 4.3. Balanceo de raciones de iniciación para codorniz japonesa, con diferentes niveles de adición de harina de larvas de *M. domestica* L.

	ALIMENTO PARA INICIACION *			
	PARAMETRO:	PROTEINA	GRASA	FIBRA
REQUERIM:	28 %	5-7 %	5-6 %	3000
TRATAMIENTOS				
0 %	27.9	5.0	5.9	2869
5 %	27.9	6.7	4.9	2961
10 %	28.0	6.7	5.0	2999
15 %	28.0	6.7	5.9	2899

* Raciones calculadas por el programa ALIM-BALA.

En el Cuadro 4.5 se muestran los ingredientes y proporciones utilizados para la elaboración de raciones balanceadas y su nivel experimental de adición de harina de larvas.

Cuadro 4.4. Balanceo de raciones de finalización para codorniz japonesa, con diferentes niveles de adición de harina de larvas de *M. domestica*.

ALIMENTO PARA FINALIZACION *				
PARAMETRO:	PROTEINA	GRASA	FIBRA	KCAL/kg
REQUERIM:	24 %	5-7 %	5-6 %	3000
TRATAMIENTOS				
0 %	23.9	6.6	4.99	3001
5 %	24.1	6.73	5.5	3100
10 %	23.9	6.74	5.3	3025
15 %	24.0	6.8	5.2	3000

* Raciones calculadas por el programa ALIM-BALA.

Prueba de Valoración Nutricional

Al término de la alimentación de codornices japonesas durante 45 días se obtuvieron los resultados que a continuación se mencionan, evaluados estadísticamente para las etapas de iniciación (15 días) y de finalización (40 días). Además se evaluó a los 45 días, para analizar un comportamiento observado en el metabolismo, originado por el sexo, que impactó el incremento de peso en las aves.

Cuadro 4.5. Ingredientes y proporciones utilizadas para la elaboración de raciones para iniciación y finalización, con diferentes niveles de adición de harina de larvas de *M. domestica*, para codorniz japonesa.

Ración	Iniciación				Finalización			
	Niveles de adición							
Ingredientes								
kg/100 kg	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%
Aceite veg.	3.7	2.1	1.1	0.0	3.3	1.6	0.9	0.0
Maíz blanco	22.3	28.0	24.4	25.0	22.0	30.0	23.1	19.0
Pasta soya	53.0	47.1	41.5	35.5	37.8	32.0	26.0	20.5
Sorgo	21.0	17.8	23.0	24.5	36.9	31.4	40.0	45.5
H. de larvas	0.0	5.0	10.0	15.0	0.0	5.0	10.0	15.0
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
*Ingredientes adicionales								
Vitaminas gr/kg	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Minerales % /kg	2	2	2	2	2	2	2	2
Antibiótico % /kg	1	1	1	1	1	1	1	1

* Los ingredientes adicionales fueron comprados a granel, sin especificaciones de contenido, y solo de adición.

Peso Vivo

El análisis de varianza (ANVA) para peso vivo a los 15 días (etapa iniciación), indica (Cuadro 4.6) que existen diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos al 0.01 de confiabilidad, separándose en la prueba de DMS los tratamientos 10 y 15 por ciento de

incorporación de harina de larvas con 61.16 g y 56.69 g respectivamente, como los mejores (letra A). Observándose en la Figura 4.2, la tendencia de los tratamientos a los largo de 45 días.

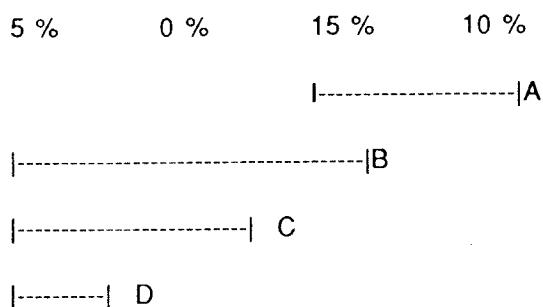
Cuadro 4.6. Análisis de varianza y prueba DMS para peso vivo en codorniz japonesa a etapa de iniciación (15 días) para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	287.71	95.90	12.18	4.07	7.59	5.16 %	
				**				
E. EXP.	8	62.97	7.87					
TOTAL	11	350.68						

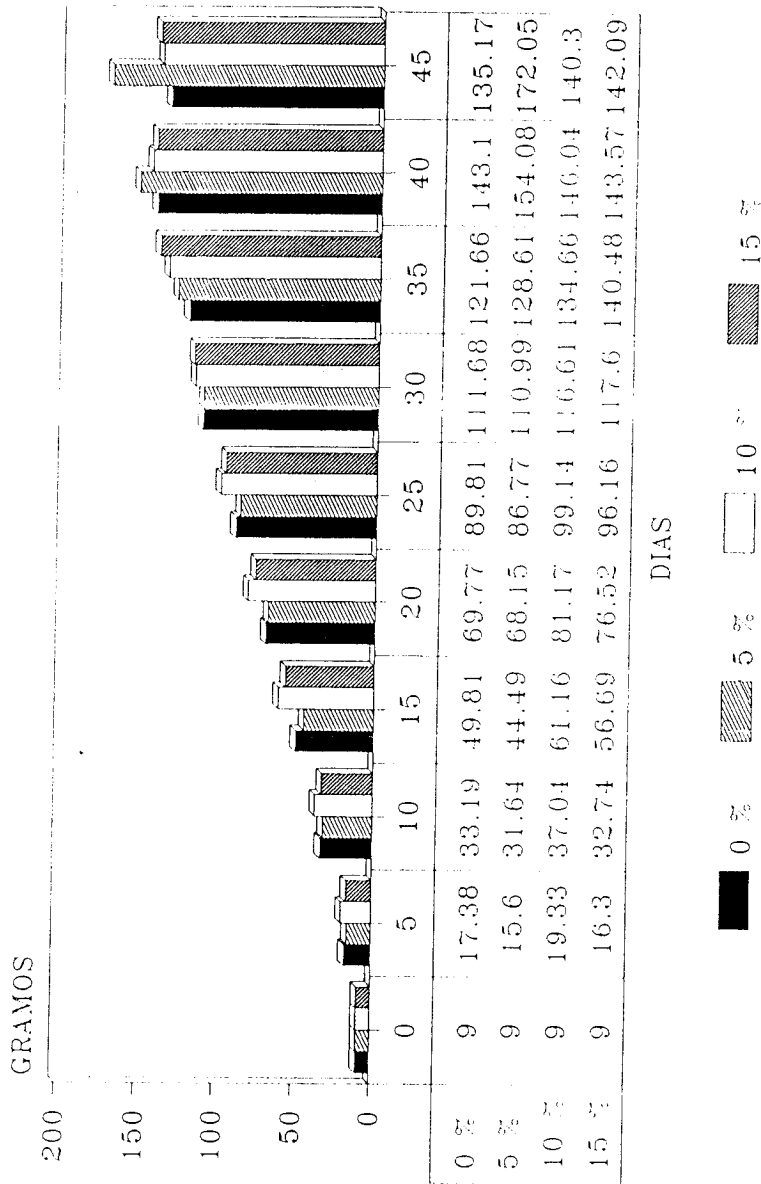
** = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

DMS .01 = 7.69

TRATAMIENTOS: CONCLUSION



Para la etapa de finalización (40 días), se observa en el Cuadro 4.7 que no existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, resultando estadísticamente iguales, con una diferencia real de 11.0 g entre ellas (Figura 4.2).



**FIGURA 4.2. PESO VIVO PROMEDIO REGISTRADO
PARA CODORNIZ JAPONESA EN 45 DIAS
PARA CUATRO TRATAMIENTOS.**

Cuadro 4.7. Análisis de varianza para peso vivo en codorniz japonesa a etapa de finalización (40 días), para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	232.99	77.66	1.55	4.07		7.59	4.8 %
				NS				
E.EXP.	8	400.35	50.04					
TOTAL	11	633.34						

NS = NO SIGNIFICATIVO

A 45 días de edad puede observarse en el Cuadro 4.8 que hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para peso vivo a etapa de finalización con .05 de confiabilidad, separándose en la prueba de DMS el tratamiento 5 por ciento a un nivel de .05 de confianza.

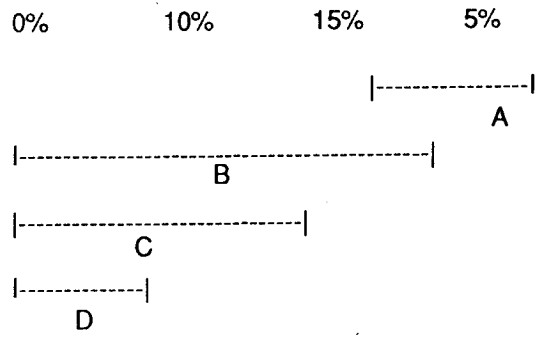
Cuadro 4.8. Análisis de varianza y prueba DMS para peso vivo en codorniz japonesa a 45 días de edad para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	2506.46	835.48	6.23	4.07		7.59	7.85 %
				*				
E. EXP.	8	1071.86	133.98					
TOTAL	11	3578.32						

* = SIGNIFICATIVO

DMS .05 = 21.82

TRATAMIENTOS: CONCLUSION



Incremento de Peso

Los incrementos de peso para cada tratamiento registrados a 15 días o etapa de iniciación, (Cuadro 4.9) fueron estadísticamente altamente significativos con un nivel de 0.1 de confiabilidad separando la prueba DMS a los tratamientos 10 y 15 por ciento como los mejores, siguiendo en orden los tratamientos 0 y 5 por ciento. Los valores de las medias para los tratamientos mencionados fueron de 52.16, 47.69, 40.81, y 40.49 g respectivamente (Figura 4.3).

Cuadro 4.9. Análisis de varianza y prueba DMS para incremento de peso, en codorniz japonesa a etapa de iniciación (15 días), para cuatro tratamientos.

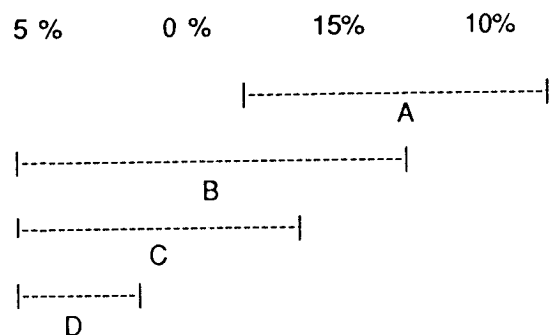
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞} .01	C.V.
TRATAM	3	288.18	96.06	12.26	4.07	7.59	6.17%
E.EXP.	8	62.69	7.83				
TOTAL	11	350.87					

**

** = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

DMS 0.01 = 7.66

TRATAMIENTOS : CONCLUSION



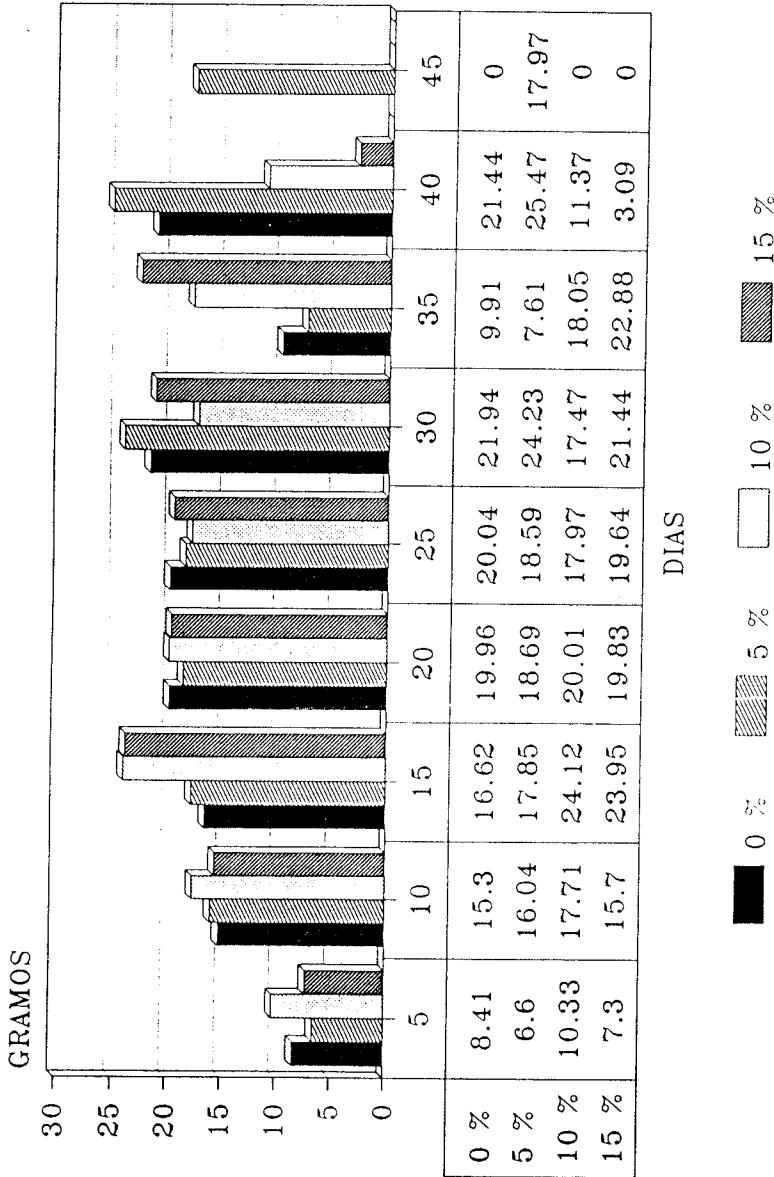


FIGURA 4.3. INCREMENTO DE PESO REGISTRADO PARA CODORNIZ JAPONESA EN 45 DIAS PARA CUATRO TRATAMIENTOS.

Para la etapa de finalización (40 días), los análisis estadísticos resultaron no-significativos (Cuadro 4.10). Presentando los tratamientos valores muy cercanos entre las medias de incremento de peso con 134.10, 145.08, 136.81 y 134.57 g respectivamente para 0, 5, 10, y 15 por ciento, con diferencias de peso de 10.98 g entre el valor más alto y más bajo obtenido (Figura 4.3).

Cuadro 4.10. Análisis de varianza para incremento de peso en codorniz japonesa a etapa de finalización (40 días) para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRAT	3	234.01	78.00	1.54	4.07	7.59		5.16%
				NS				
E. EXP.	8	404.88	50.61					
TOTAL	11	638.89						

NS = NO SIGNIFICATIVO

Posteriormente a la etapa de finalización los resultados de los análisis estadísticos a 45 días fueron significativos a un nivel de .05 de confiabilidad, separando la prueba DMS al tratamiento 5 por ciento como el mejor (Cuadro 4.11). La tendencia de los valores obtenidos para el tratamiento 5 por ciento fue al aumento con 17.97 g de incremento, finalizando con un incremento total de 163.05 g, existiendo decremento de peso para los tratamientos 0, 10 y 15 por ciento con valores de -7.93 g, -5.73 g, y -1.14 g respectivamente (Figura 4.3).

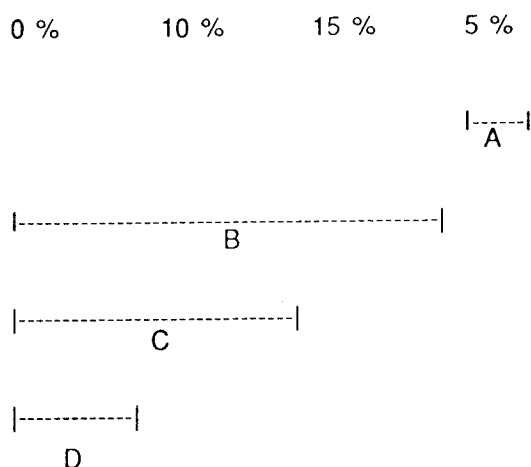
Cuadro 4.11. Análisis de varianza y prueba DMS, para incremento de peso en codorniz japonesa a 45 días de edad, para los cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	.05	F_{∞} .01	C.V.
TRAT	3	2506.46	835.48	6.23	4.07	7.59	8.36 %
E.EXP.	8	1071.85	133.98				
TOTAL	11	3578.31					

* SIGNIFICATIVO

DMS .05 = 21.83

TRATAMIENTOS: CONCLUSION



Consumo de Alimento

Al evaluar estadísticamente el parámetro de consumo de alimento se encontró que no existen diferencias significativas en ninguna de las tres etapas evaluadas (15, 40 y 45 días) para los tratamientos 0, 5, 10, y 15 por ciento de inclusión de harina de larvas (Cuadros 4.12, 4.13 y 4.14).

Para la etapa de iniciación (15 días) los consumos registrados fueron de 129.11, 124.63, 120.76 y 119.33 g, respectivamente para los tratamientos, 15, 10, 0 y 5 por ciento; con una diferencia de 9 g entre el consumo más alto y bajo (Figura 4.4.).

En la etapa de finalización los consumos para los tratamientos 0, 15, 5, y 10 por ciento, en forma descendente resultaron con 723.90, 720.37, 666.6 y 646.03 g respectivamente; con una diferencia de 74.33 g entre los consumos (Figura 4.4.).

A 45 días de edad el consumo de alimento aumentó a 857.16, 856.24, 801.15 y 762.88 g para los tratamientos 0, 15, 5, y 10 por ciento, con diferencias de consumo de 95.28 g entre ellos (Figura 4.4.).

Cuadro 4.12. Análisis de varianza para alimento consumido por codorniz japonesa, a etapa de iniciación (15 días) para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	172.86	57.62	1.16	4.07		7.51	5.68 %
				NS				
E. EXP.	8	394.39	49.29					
TOTAL	11	567.25						

NS = NO SIGNIFICATIVO

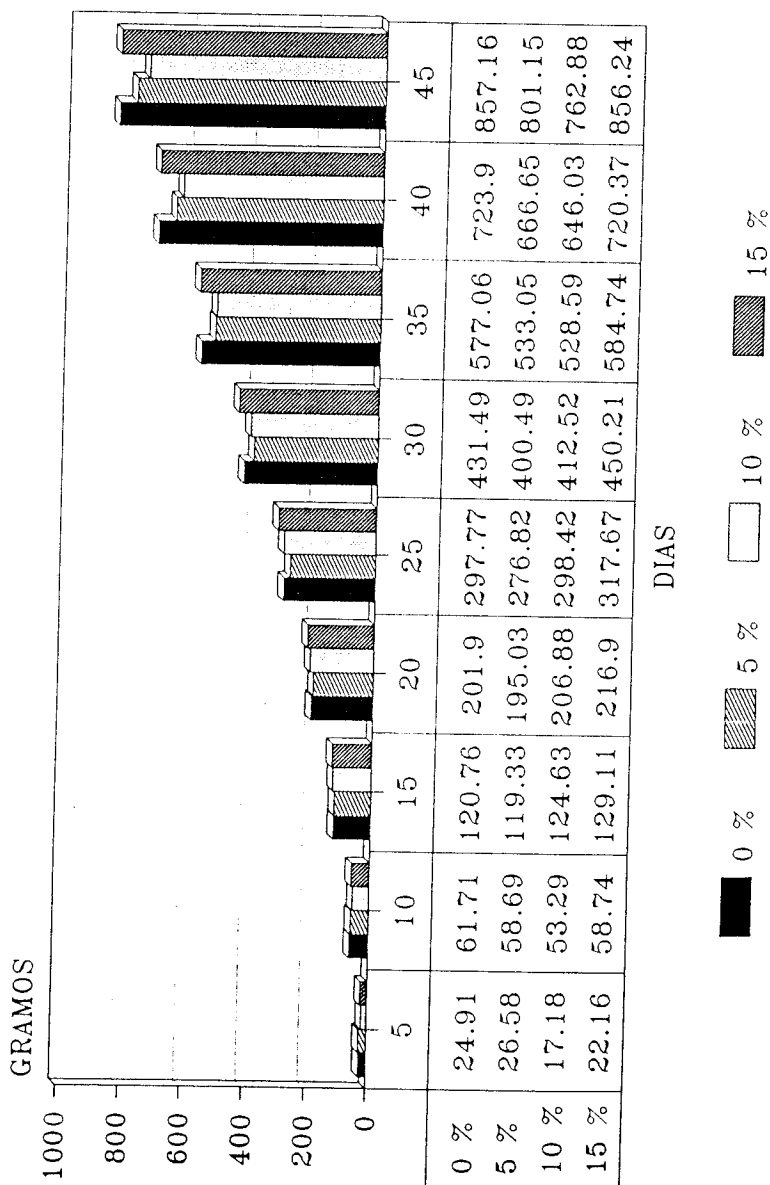


FIGURA 4.4. ALIMENTO CONSUMIDO TOTAL REGISTRADO PARA CODORNIZ JAPONESA EN 45 DIAS PARA CUATRO TRATAMIENTOS.

Cuadro 4.13. Análisis de varianza para alimento consumido por codorniz japonesa en etapa de finalización (40 días), para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F _∞	.01	C.V.
TRATAM	3	56936.29	18978.76	-0.33	4.07		7.59	.08 %
				N.S				
E.EXP.	8	-451906.31	-56488.28					
TOTAL	11	-394970.02						

NS = NO SIGNIFICATIVO

Cuadro 4.14. Análisis de varianza para alimento consumido por codorniz japonesa, a 45 días de edad para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F _∞	.01	C.V.
TRATAM.	3	18896.4	6298.8	3.10	4.07		7.59	5.49 %
				NS				
E.EXP.	8	16208.79	2026.09					
TOTAL	11	35105.19						

NS = NO SIGNIFICATIVO

Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia calculada y registrada para los tratamientos resultaron estadísticamente significativos para la etapa de iniciación, a un nivel de confiabilidad de .05 (Cuadro 4.15), separando la prueba DMS al tratamiento 15 y 10 por ciento como el más eficiente (A), (los valores más

bajos, son los eficientes). El valor de las medias para este parámetro resultó en conversiones de 2.98 y 3.0 para 15 y 10 por ciento respectivamente (Figura 4.5.).

Para la etapa de finalización (40 días) y a 45 días los valores de las medias para conversión alimenticia resultaron no significativos estadísticamente (Cuadros 4.16 y 4.17). Sin embargo se puede apreciar en la Figura 4.5 que a 40 días la mejor conversión está presentada por el tratamiento 5 por ciento con 5.62, existiendo valores tan altos como en el tratamiento 15 por ciento, con 19.53 y 11.78 en el 10 por ciento. En la misma Figura 4.5 se observa que no existió conversión alimenticia a 45 días para los tratamientos 0, 10, y 15 por ciento por no presentar incrementos de peso y solo consumo, registrándose conversión alimenticia en el tratamiento 5 por ciento con 8.31

Cuadro 4.15. Análisis de varianza y prueba DMS para conversión alimenticia en codorniz japonesa a etapa de iniciación (15 días), para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	.05	F _∞	.01	C.V.
TRATAM.	3	0.63	0.21	5.25	4.07		7.59	7.27 %
E. EXP.	8	0.35	0.04					
TOTAL	11	0.98						

* = SIGNIFICATIVO

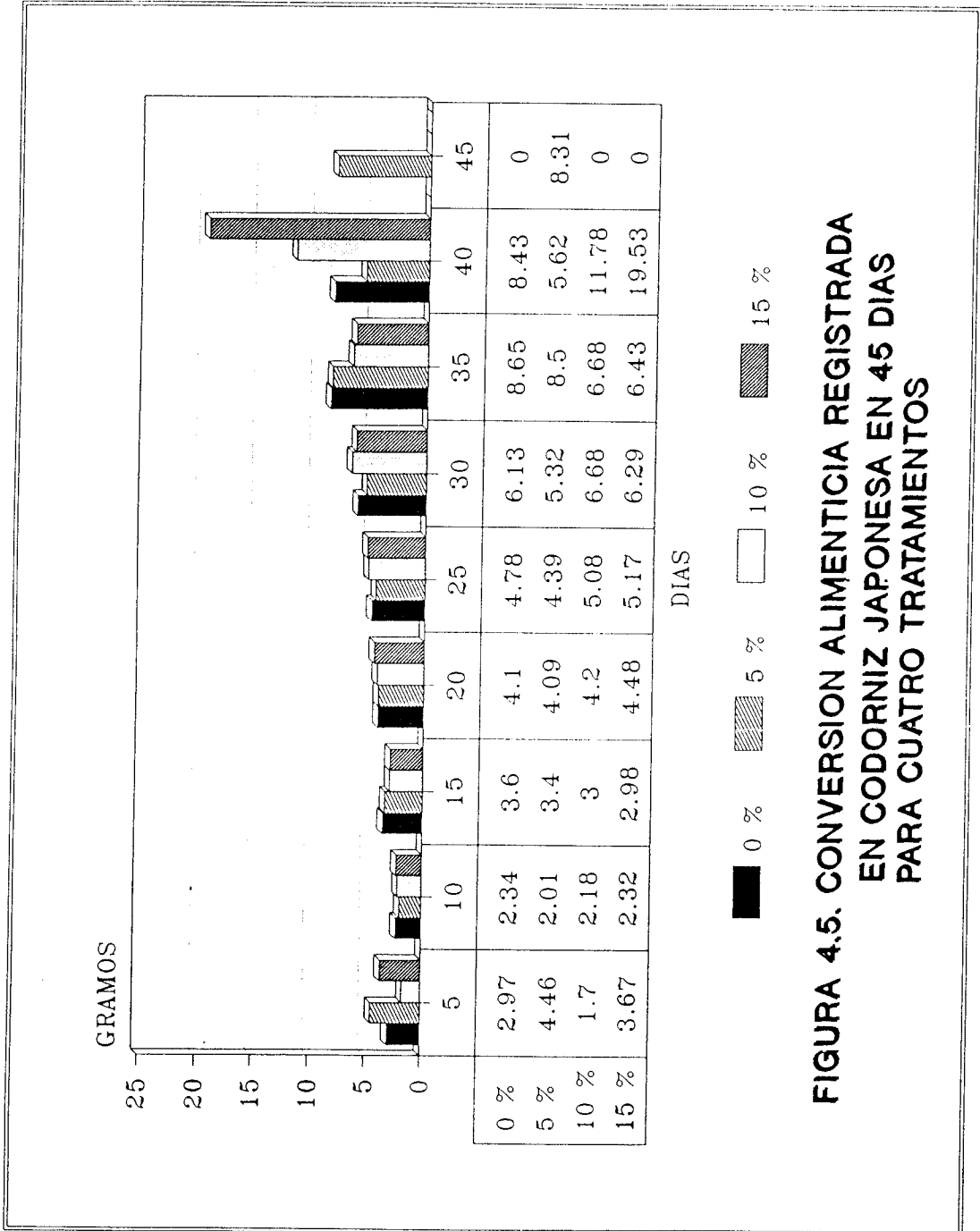
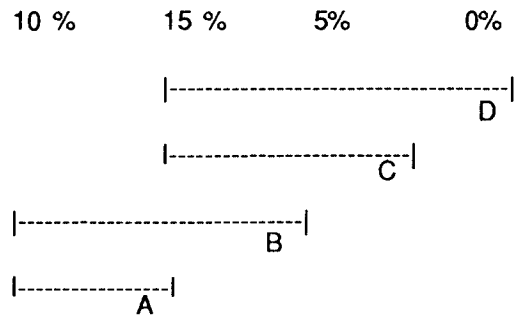


FIGURA 4.5. CONVERSION ALIMENTICIA REGISTRADA EN CODORNIZ JAPONESA EN 45 DIAS PARA CUATRO TRATAMIENTOS

DMS 0.05 = 0.37

TRATAMIENTOS: CONCLUSION



Cuadro 4.16. Análisis de varianza para conversión alimenticia en codorniz japonesa a etapa de finalización (40 días), para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	1.47	0.49	2.72	4.07		7.59	8.45 %
				NS				
E.EXP.	8	1.51	0.18					
TOTAL	11	2.98						

NS = NO SIGNIFICATIVO

Cuadro 4.17. Análisis de varianza y prueba DMS para conversión alimenticia en codorniz japonesa a 45 días de edad para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM	3	6.3	2.1	3.75	4.07	7.59		12.43 %
				NS				
E. EXP.	8	4.5	0.56					
TOTAL	11	10.8						

NS = NO SIGNIFICATIVO

Peso de Canal y Vísceras

Los análisis estadísticos realizados para evaluar el parámetro peso en canal a 40 días, demostraron que existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos con .05 de confiabilidad, separando la prueba DMS al tratamiento 5 por ciento como el mejor (A), y a los tratamientos 0, 10, y 15 por ciento como iguales (Cuadro 4.18). El peso promedio en canal obtenido para el tratamiento 5 por ciento fue de 85.52 g, y para los tratamientos registrados por la prueba DMS como iguales, fueron de 77.32, 76.83, y 76.36 g respectivamente (Cuadro 4.23).

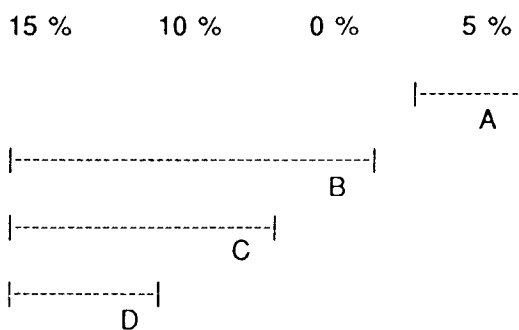
Cuadro 4.18. Análisis de varianza y DMS para peso en canal de codorniz japonesa, para cuatro tratamientos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	170.98	56.993	5.02	4.07		7.59	4.26 %
E. EXP.	8	90.71	11.338					
TOTAL	11	261.69						

* = SIGNIFICATIVO

DMS .05 = 6.35

TRATAMIENTOS: CONCLUSION



Los resultados en cuanto a peso de hígado para los tratamientos, el análisis de varianza y prueba DMS, muestran diferencias altamente significativas al .01 de confiabilidad, separándose al tratamiento 5 por ciento como el mejor (Cuadro 4.19) con pesos de 6.80, 5.16, 5.08 y 3.90 g, para 5, 15, 10 y 0 por ciento respectivamente (Cuadro 4.23).

El Cuadro 4.20 muestra el ANVA y prueba DMS para peso de molleja, encontrándose diferencias significativas al 0.05 de confiabilidad, separándose al tratamiento 5 por ciento (A). Con pesos de 5.29, 4.91, 4.11 y 3.86 g respectivamente para los tratamientos 5, 0, 10 y 15 por ciento (Cuadro 4.23).

Cuadro 4.19. Análisis de varianza y prueba DMS para peso de hígado en codorniz japonesa para cuatro tratamientos.

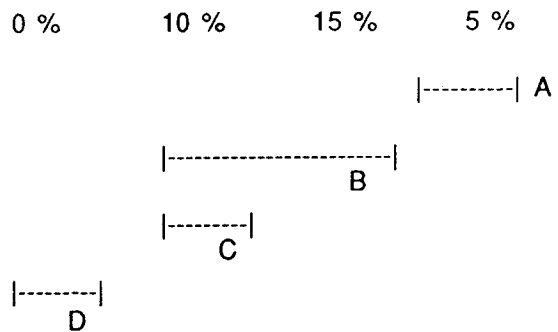
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	12.78	4.26	10.14	4.07	7.59		17.52 %
E.EXP.	8	3.41	0.42					
TOTAL	11	16.19						

* *

* * = ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

DMS .01 = 1.77

TRATAMIENTOS: CONCLUSION



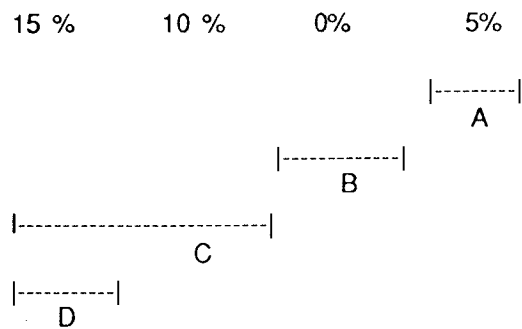
Cuadro 4.20. Análisis de varianza y prueba DMS para peso de molleja en codorniz japonesa, para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	.05	F _∞	.01	C.V.
TRATAM.	3	4.01	1.33	5.78	4.07	7.59		10.56 %
E.EXP.	8	1.89	0.23					
TOTAL	11	5.9						

* = SIGNIFICATIVO

DMS .05 = 0.90

TRATAMIENTOS: CONCLUSION

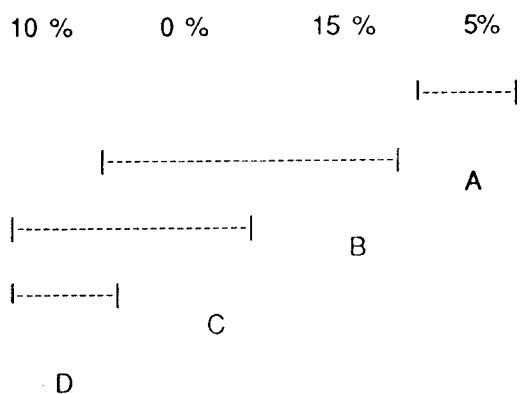


En cuanto al peso de vísceras (intestinos, sangre y otros órganos sin molleja e hígado), las pruebas de ANVA y DMS muestran diferencias significativas al .05 de confiabilidad entre las medias, separándose al tratamiento 5 por ciento como el más pesado (A), (Cuadro 4.21). Con pesos de 38.68, 24.39, 21.75 y 17.78 g en promedio para los tratamientos 5, 15, 0, y 10 por ciento (Cuadro 4.23).

Cuadro 4.21. Análisis de varianza y prueba DMS, para peso de vísceras en codorniz japonesa para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	745.22	248.40	4.36	4.07		7.59	29.40 %
						*		
E. EXP.	8	455.16	56.89					
TOTAL	11	1200.38						
* = SIGNIFICATIVO			DMS .05 = 14.22					

TRATAMIENTOS: CONCLUSION



El análisis de ANVA para peso de plumas, cabeza y patas se observa en el Cuadro 4.22, en donde no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Registrándose pesos de 28.63, 27.62, 27.0 y 26.40 g, respectivamente para los tratamientos 10, 5, 0 y 15, con una diferencia mínima de 2.23 g, entre el valor más alto y bajo (Cuadro 4.23).

Cuadro 4.22. Análisis de varianza para peso de plumas, cabeza, y patas en codorniz japonesa, para cuatro tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	.05	F_{∞}	.01	C.V.
TRATAM.	3	8.19	2.73	1.36	4.07	7.59		5.15 %
				NS				
E. EXP.	8	16.0	2.0					
TOTAL	11	24.19						

NS = NO SIGNIFICATIVO

Cuadro 4.23. Peso del canal y vísceras de codorniz japonesa, de cuatro tratamientos.

Parámetros	Tratamientos			
	0 %	5 %	10 %	15 %
	Peso en gramos			
Peso del canal	75.32	85.52 *	76.83	76.36
Peso de hígado	3.90	6.80 *	5.08	5.16
Peso de molleja	4.09	5.29 *	4.11	3.86
Peso de otras vísceras	21.75	38.68 *	17.78	24.65
Peso de plumas, cabeza y patas	27.0	27.62	28.63 *	26.40

* = Valores significativos

Otros Parámetros

Las observaciones y resultados de otros parámetros como mortalidad, emplume, días a rompimiento de postura y enfermedades son presentadas en el Cuadro 4.24 en donde la mortalidad más alta registrada por causas naturales fue de 33.3 por ciento para el tratamiento 0 por ciento (testigo), presentando niveles bajos o normales los tratamientos 5 y 15 por ciento, con 4.76 y 9.52 por ciento respectivamente, sobresaliendo con una mortalidad de 0 por ciento el tratamiento 10 por ciento. El emplume completo de las aves fue registrado a los 5 días de edad en forma paralela para todos los tratamientos. El rompimiento de postura se efectuó a los 39 días para los tratamientos 10 y 15 por ciento, y a los 43 días para los tratamientos 0 y 5 por ciento. Las enfermedades, principalmente las diarreicas no se presentaron durante los 45 días del experimento, en ninguno de los tratamientos.

Cuadro 4.24. Otros parámetros registrados, durante el desarrollo y engorda de codorniz japonesa, para cuatro tratamientos.

Parámetros	Tratamientos			
	0 %	5 %	10 %	15 %
Mortalidad	33.3 %	4.76 %	0 %	9.52 %
Emplume días/nacidos	5	5	5	5
Rompimiento de postura/días	43	43	39	39
Enfermedades	NO	NO	NO	NO

DISCUSION

Cría de Adultos y Larvas de *M. domestica*

El seguimiento de las metodologías descritas (Figura 4.1) permitió conocer el potencial de cría de larvas de *M. domestica* bajo condiciones ambientales naturales y la utilización de éstas como biotransformadoras de desechos pecuarios (excretas de cerdo), bajo condiciones climatológicas, no adecuadas para su desarrollo (temperaturas bajas).

Los resultados obtenidos muestran que se puede mantener en forma seriada y permanente el manejo de poblaciones de *M. domestica*, a fin de obtener proteínas y grasas de este insecto de estadios larvales. Aún cuando las metodologías descritas son rústicas demostraron que por su simpleza pueden ser razonablemente utilizadas como parte de un manejo integral de desechos pecuarios, que puedan reintegrar en buena parte estos desechos a procesos productivos y no canalizarlos como tal al medio ambiente.

La cría masiva de moscas adultas realizada en plan piloto, (16,000 ejemplares adultos), no representó problemática alguna en cuanto a manejo y mantenimiento. Al observar la cantidad de biomasa obtenida en base seca al biotransformar 400 kg de excremento quizás sean bajas, tomando en cuenta la proporción de harina obtenida al finalizar el proceso (Figura 4.1), y que la materia seca (26.96 por ciento), en relación al contenido de humedad (73.04 por ciento), es baja. Sin embargo, se está recuperando en proporción

con la cantidad de sustrato utilizado, un 10.8 por ciento de materia prima utilizable como fuente de proteínas y grasa para alimentación animal de un producto de desecho.

El manejo de la cría de larvas en camas de excremento al aire libre resultó más sencillo con la utilización del dispositivo para oviposición (PRIM-91), ya que permitió el manejo volumétrico de los huevecillos por kilogramo de sustrato.

Determinación Químico Proximal y Aminogramas de la Proteína de la Harina de Larvas de *Musca domestica*

Los estudios realizados a la harina de larvas de *M. domestica* indican, que cualitativamente y cuantitativamente, los niveles obtenidos en cuanto a proteínas, grasa y fibra principalmente, se encuentran en un nivel muy bueno, apenas sí superada por la pasta de soya con 52.5 por ciento aproximadamente de contenido protéico y la harina de pescado (60 - 70 por ciento). Mostrando además la harina de larvas un buen balance proteínas-grasa, facilitando esta relación el balanceo de raciones. Otros estudios como el de Peña (1982) reportan 62.6 por ciento de proteínas y 17.6 por ciento de grasas en pupas, observándose un aumento significativo del nivel protéico en comparación con larvas (49.28 y 17.6 por ciento). Wigglesworth (1972) y Chapman (1975) mencionan que las pupas durante su desarrollo utilizan el cuerpo graso para su metamorfosis a la etapa de adulto, aumentando el contenido protéico por el aumento de exoesqueleto, compuesto principalmente por una proteína llamada quitina.

El análisis de aminoácidos (Cuadro 4.2) mostró también un buen balance con niveles altos en glicina, prolina y alanina. Dentro de los aminoácidos promotores del crecimiento como lisina y metionina fueron encontrados satisfactorios y en niveles aceptables (1.63 y 2.18 por ciento) para los requerimientos de *C. coturnix japonica*. Gaona (1991) reporta los niveles de proteínas y grasas encontrados en larvas de moscas caseras criadas en excretas de codorniz con 43 y 11 por ciento para cada nutrimento, presentando los niveles de lisina (2.4 por ciento), metionina (1.7 por ciento) y cistina (0.2 por ciento) entre otros aminoácidos determinados. Al respecto Pérez (1974) menciona que los niveles a cuidar en la dieta de codornices son de 1.3 y 0.75 por ciento para lisina y metionina-cistina. Svacha *et al.* (1970) sugiere en forma similar los niveles de aminoácidos esenciales, variando un poco las cantidades de acuerdo a etapas de desarrollo, así, para lisina recomienda 1.37 y 1.20 por ciento en la dieta durante la primera y segunda semana de crecimiento, y 0.74 y 0.72 por ciento de metionina para el primero y segundo período.

En general los niveles de aminoácidos encontrados en las proteínas de las larvas de moscas caseras presentaron un buen balance y contenido que satisface los requerimientos de las codornices sin necesidad de una adición extra de aminoácidos sintéticos en las raciones.

Cálculo y Elaboración de Raciones

El cálculo de las raciones realizado bajo los criterios de Pérez (1974) mostraron diferencias mínimas entre requerimientos y los totales arrojados por el programa ALIM-BALA, quedando estas diferencias dentro del rango establecido para estas aves. Los niveles de adición o tratamientos (0, 5, 10 y 15 por ciento) se calcularon de acuerdo a Pérez *op cit* quien no recomienda al menos para codornices, incluir niveles mayores del 10 por ciento de harinas de origen animal como fuente protéica, por la consecuente acumulación de ácido úrico en la sangre y relacionarse también con la baja de fertilidad en huevos a incubar por la intoxicación de embriones.

Cabe señalar que las raciones fueron calculadas isocalórica e isoproteícamente de tal manera que la variante a evaluar fuera el nivel de adición de harina de larvas sin deficiencias nutricionales en ninguno de los tratamientos. Al realizar el cálculo y elaboración de las raciones experimentales se utilizaron insumos convencionales, como aceite vegetal, maíz blanco, pasta de soya y sorgo, más el ingrediente a evaluar (harina de larvas), (Cuadro 4.5), añadiéndose en forma adicional vitaminas, minerales y antibióticos comerciales (sin marca), para aves, reforzando en el agua de bebida vitamina A y antibióticos solubles, por ser las codornices susceptibles a la deficiencia de vitaminas principalmente, (Pérez, 1974; Miller, 1967; Serafín, 1974 y Shellenberger y Lee, 1966) mostrando buenos resultados cuando los complejos vitamínicos están en buena cantidad presentes. Los minerales por no ser limitantes en el desarrollo de la codorniz, se incluyeron en cantidades normales para cualquier ave de corral, ya que éstos son obtenidos en buena parte a

través de los granos de la ración (Pérez, 1974 y Miller, 1967), reflejándose su deficiencia inicialmente en un emplume tardío y anormal con áreas desprovistas de plumas.

Costos de Producción de Harinas y Alimentos Balanceados

El costo de obtención de harinas de larvas bajo las condiciones e infraestructura utilizada (jaulas, molinos, palas, cribas y materiales de consumo) y raciones experimentales, fue calculada en base a las cotizaciones (1991) por tonelada de insumos (maíz, sorgo, pasta de soya, aceite vegetal, vitaminas, minerales, y antibióticos) mano de obra requerida, energía eléctrica y agua utilizada. Los costos obtenidos tanto de la harina de larvas y raciones (balanceados experimentales) fueron comparados con precios de alimentos balanceados comerciales y una fuente proteica comercial (harina de pescado), resultando en una reducción económica importante (Cuadro 5.1), más aún cuando se trata de promover la utilización de insumos no convencionales en el medio rural, donde la principal fuente proteica para balanceos (harina de pescado) está restringida a las grandes ciudades y compañías que procesan alimentos balanceados para animales. En términos financieros referido al Cuadro 5.1, la harina de larvas es \$ 1'175,000.00 más barata que la harina de pescado y el alimento para iniciación y finalización (experimentales) son a su vez \$ 200,000.00 y \$ 250,000.00 más baratos que los balanceados comerciales. Es importante considerar que la calidad proteica y valor de la harina de pescado (65 por ciento) es superior a la de las larvas (49.18 por ciento) y que su valor aumenta conforme a los puntos o niveles proteicos incrementan a partir del 50 por ciento de nivel proteico (Harinera Zapata S.A. de C.V.). Por

otro lado los balanceados experimentales utilizados son comparativamente más baratos que los comerciales debido a que estos llevan un valor agregado que incrementa su costo, quedando esto reconocido por muchos avicultores sobre las reducciones de costos de alimentos al automezclar los insumos.

Cuadro 5.1. Costo final de elaboración de harina de larvas y raciones experimentales comparado con otros insumos.

Insumos	* Valor pesos/tn
Harina de larvas	825,000
Harina de pescado	2'000,000
Alimento de iniciación experimental	1'100,000
Alimento de finalizado experimental	1'050,000
Alimento comercial	1'300,000

* Cotizaciones realizadas en 1991.

Prueba de Valoración Nutricional

Durante la prueba de valoración nutricional evaluada durante 45 días no se presentaron dificultades técnicas para el manejo del experimento. Los datos obtenidos fueron evaluados estadísticamente por ANVA y pruebas de rango múltiple (DMS), (Cochram y Cox, 1983 y Steel y Torrie, 1980). Antes de iniciar la prueba, se decidió sobre el número de unidades experimentales (ocho aves por repetición) que estaban disponibles, tomando como base las

densidades utilizadas por Svacha *et al.* (1970) de ocho a nueve codornices para obtener los requerimientos de lisina y metionina, tomando los datos de todo el lote completo.

Los resultados de las pruebas de valoración nutricional y otros parámetros evaluados en codorniz japonesa mostraron una tendencia clara hacia los tratamientos 15 y 10 por ciento de adición de harina de larvas a 15 días de edad para los parámetros, peso vivo, incremento de peso y conversión alimenticia, siendo el consumo de alimento evaluado, para 15, 40 y 45 días, y en los cuatro tratamientos, estadísticamente no-significativo con medias poblacionales iguales.

Para la etapa de finalización a 40 días destaca la no-significancia estadística por la cercanía de valores en los parámetros, peso vivo, incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Sin embargo se puede observar en los Cuadros 4.7 y 4.8 que a 45 días de edad se separó el tratamiento 5 por ciento para los parámetros peso vivo e incremento de peso. Por otro lado para peso en canal y vísceras, (Cuadro 4.23) destaca el tratamiento 5 por ciento por presentar las mejores características, aunado a que la mortalidad (Cuadro 4.24) presentada en el experimento fue baja para los tratamientos 5 y 10 por ciento, con 4.76 y 0 por ciento respectivamente. Claramente se observó que en el experimento los tratamientos 5 y 10 por ciento superaron al testigo (0 por ciento) en todos los parámetros, siendo más constante el tratamiento 5 por ciento en todos los puntos, destacándose en los valores de peso en vivo y canal, aún cuando los consumos de alimento y conversiones alimenticias fueron iguales estadísticamente (no-significativos).

Con base en lo anterior se puede asumir por un lado, que hubo un efecto positivo en el metabolismo de la codorniz japonesa por la adición de niveles de harina de larvas de *M. domestica* en la dieta, que redundó en buenos pesos de canal y baja mortalidad del lote y por otro lado que el uso de este tipo de harina no convencional, no implicó patologías por su consumo (enfermedades gastrointestinales, toxicidad); situación que en forma natural se lleva a cabo, comentando Pérez (1974) que las proteínas y grasas entran en la ración de la codorniz, principalmente a través de los insectos que ella misma captura. Starker (1987) menciona el consumo de diferentes insectos como chapulines, escarabajos y larvas de dípteros, por codornices silvestres, como principal fuente de proteínas.

Después de obtener resultados para los objetivos planteados, se desprenden algunas recomendaciones que podrían mejorar y reforzar esta investigación posteriormente. Algunas de ellas son: a) realizar estudios sobre la densidad óptima de sustrato y larvas para cultivo, b) utilización de diferentes sustratos de desechos pecuarios en la cría de moscas caseras como biotransformadoras de éstos, c) realizar pruebas nutricionales con pupas de moscas, d) monitorear bacteriológicamente todo el proceso de obtención de harinas, e) realizar valoraciones nutricionales con larvas vivas, como alimento en acuicultura.

CONCLUSIONES

- A. El procedimiento desarrollado para producir harina de larvas de *Musca domestica* resultó en una técnica sencilla que puede permitir a nivel rural, el reciclar desechos pecuarios a fin de obtener insumos proteícos de buena calidad, utilizables para la alimentación animal (aves de corral, cerdos, peces) y evitar el descargar desechos orgánicos sólidos (pecuarios) al medio ambiente. Como componente de esta técnica el uso del dispositivo para oviposición PRIM-91, permitió la manipulación rápida de huevecillos de *M. domestica* obteniéndose limpios y libres de sustrato (excrementos).

- B. La calidad nutricional de la harina de larvas mostrada a través de los análisis químicos proximales y de aminoácidos representa una interesante fuente de nutrimentos (proteínas y grasas) no-convencionales para la alimentación animal. En el caso de la codorniz japonesa la adición de harina de larvas de moscas caseras como ingrediente en la formulación de alimentos balanceados en proporciones de 5 y 10 por ciento en la dieta de codornices japonesas mejora en calidad y peso las canales de éstas, y reduce la mortalidad, quedando implícito en esto la biodisponibilidad de los nutrimentos ensayados.

- C. La incorporación de harinas de larvas de moscas caseras, en la dieta de codornices no ocasiona patologías de origen gastrointestinal ni intoxicaciones.
- D. La utilización de éstos desechos sólidos (excretas) para el desarrollo de larvas de moscas caseras permite una baja en la canalización de gramíneas para alimentos balanceados.
- E. La tecnología generada no es sofisticada en su manejo para uso rural.

RESUMEN

La *Musca domestica* L. o mosca casera, ha sido considerada durante muchos años como un insecto vector en su forma adulta de enfermedades humanas y animales debido a su sinantropismo, existiendo diversas técnicas de control para estos dípteros. Aún cuando se ha demostrado el potencial que representan los diferentes estadios de este insecto como fuente de proteínas, existe una marcada deficiencia de información e investigación a nivel nacional sobre la producción masiva y controlada de larvas, pupas y adultos, a fin de constituir un plan práctico de utilización de desechos animales y agroindustriales, para obtención de proteínas de alta calidad. Bajo esta situación se plantearon los siguientes objetivos: a) Desarrollar un procedimiento práctico para la producción y utilización de larvas de *Musca domestica* L. como fuente de proteínas; b) valorar la calidad nutricional de la harina de larvas de *M. domestica* L. como fuente de proteínas en raciones para codorniz japonesa *Coturnix coturnix japonica*.

A partir de metodologías descritas y ajustadas a su forma más simple para incremento de poblaciones y cría de moscas caseras, así como crías masivas de larvas y procesamiento de harinas, se estandarizó y describió un diagrama de flujo de la siguiente manera: por medio de la introducción de 16,000 ejemplares adultos de moscas, confinadas en jaulas de tela mosquitera y madera, se obtuvieron por medio de un dispositivo de oviposición (PRIM-91) 400 ml de huevecillos por cada cría, obteniéndose 43.200 kg de larvas vivas que fueron desarrolladas al inocular los huevecillos en camas de excremento

de cerdo a razón de 1 ml por kilogramo de sustrato. Después de pasar por procesos de secado y molido se cosecharon 11.646 kg de harina de larvas. Los análisis bromatológicos realizados a la harina de larvas mostraron que bajo las condiciones de cría, éstas contienen 49.18 por ciento de proteínas, 25.9 por ciento de grasas y 8.16 por ciento de fibra cruda. El aminograma mostró a algunos aminoácidos excedidos como glicina con 10.74, prolina 11.34 y alanina con 9.49 por ciento. Los aminoácidos promotores del crecimiento como lisina y metionina fueron encontrados en niveles aceptables del 1.63 y 2.18 respectivamente. Una vez conocida la calidad bromatológica, se procedió a realizar una valoración nutricional en codorniz japonesa, como una versátil ave de laboratorio para bioensayos. Se calcularon raciones isocalóricas e isoproteicas con 28 por ciento de proteínas, 5 - 7 por ciento de grasa, 5 - 6 por ciento de fibra y 3,000 kcal de EM/MS para iniciación y 24 por ciento de proteínas, 5 - 7 por ciento de grasas, 5 - 6 por ciento de fibra y 3,000 kcal de EM/MS, para finalización o engorda, probándose cuatro tratamientos con niveles de inclusión de harina de larvas al 0, 5, 10 y 15 por ciento, utilizándose un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones, y ocho unidades experimentales (aves) por cada repetición. Los parámetros evaluados fueron los siguientes y su validación estadística fue por medio de un análisis de varianza y prueba de diferencia mínima significativa: peso vivo con 172.05 g para el tratamiento 5 por ciento como el mejor. Consumo de alimento; no significativo para ninguno de los tratamientos, con consumos reales de 857.16, 801.15, 782.88 y 856.24 g respectivamente para los tratamientos 0, 5, 10, y 15 por ciento. Peso en canal; significativo al .05 de confiabilidad y separado por DMS como el mejor, al tratamiento 5 por ciento con pesos de 85.52 g y como iguales a los tratamientos 0, 10, y 15 por ciento con rendimientos de

77.32, 76.83, y 76.36 g respectivamente. La mortalidad registrada fue para los tratamientos 0, 5, 10 y 15 por ciento, de 33.3, 4.76, 0, y 9.52 por ciento respectivamente. El emplume fué paralelo para todos los tratamientos a 5 días de edad. El rompimiento de postura a 43 días para los tratamientos 0 y 15 por ciento y 39 días para 10 y 15 por ciento. No se presentaron enfermedades de tipo gastrointestinal, ni intoxicaciones debido al insumo experimental (harina de larvas de moscas caseras).

LITERATURA CITADA

- Axtel, R.C. 1961. New records of North America Macrochelidae (Acarinae : Mesostigmata) and their predation rates on the house fly. Ann. Entomol. Soc. Am. 54:748.
- _____.1970. Integrated fly control program for caged poultry house. Jour. Econom. Entomol. 63:400-405.
- Calvert, C.C., R.D. Martin and N.O. Morgan. 1969. House fly pupal as food poultry. Jour. Econom. Entomol. 62(4):938-939.
- Carston, D.A., M.S. Mayer, D.L. Silhacek, J.D. James, B. Morton and B.A. Bierl. 1971. Sex attractant pheromona of the house fly: Isolation, identification and syntesis. Science. 174:76-78.
- Chapman, R.F. 1975. The insects. Structure and function. The English Univ. Press, LTD. London. 819 p.
- Cochram, G.W., and M.G. Cox. 1983. Diseños Experimentales. Ed. Trillas. México. 661 p.
- Corral P.L., Lara V.M., y González H.E. 1990. Evaluación nutricional de *Pterophylla beltrani* B. y B. (Orthoptera:Tettigoniidae) como fuente de proteínas en raciones para codorniz japonesa *Coturnix coturnix japonica* (Galliformes:Phasianidae). BIOTAM. I (4): 61-68.

- Fitzgerald, C.T. 1969. The coturnix quail. Anatomy and histology. The IOWA State University Press. Ames Iowa. 306 p.
- Flores F., J. 1981. Evaluación de la harina de mosca doméstica (*Musca domestica* L.) como sustituto de la harina de carne en una ración para pollos de engorda. Tesis maestría. ITESM. Monterrey, N. L. México. 62 p.
- Gaona G., G., González H.E., Lara V. M. 1991. Evaluación experimental de dietas balanceadas para el cultivo de post-larvas de "Cameron Blanco" (*Penaeus vannamei*), utilizando harina de insectos como ingrediente proteico fundamental. BIOTAM. III (3):33-45.
- Legner, E.F., E.C. Bay, H.D. Brydon and C.W. Mc Coy. 1966. Research with parasites for biological control of house fly in Southern California. Calif. Agr. 20:10-12.
- Legner, E. F., G.S. Olton, R.E. Eastwood and E.J. Dietrick. 1975. Seasonal density distribution and interactions of predatory and scavenger arthropods in accumulating poultry wastes in coastal and interior Southern California. Entomophaga. 20:269-283.
- Loomis, E.C., A.S. Deal and W.R. Bowen. 1968. Hymenopterous parasitism in the little house fly. Jour. Econ. Entomol. 61: 1115-1107.
- Metcalf, L.C. and P.W. Flint. 1984. Insectos destructivos e insectos inútiles. Cuarta edición. Ed. CECOSA. México. 1071 p.

- Miller, B.F. 1967. Calcium and fosphorus in the diet of Coturnix Quail. Poultry Science. 53:1522-1532.
- Mulla, M.S., Y.S. Hwangand and H. Axelrod. 1977. Attractants for synanthropic flies: Chemical attractants for domestic flies. Jour. Econ. Entomol. 70: 644-648.
- Padgett, C.A., and W.D. Ivey. 1959. Coturnix quail as a laboratory research animal. Science. 129:267-268.
- Peña G., H. 1982. Determinación de las cualidades alimenticias de la pupa de la mosca casera *Musca domestica* L. (Diptera:Muscidae). Tesis de licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México. 62 p. Pérez P., F. 1974. Tratado de cría y explotación industrial de codornices. Segunda edición. Ed. Cientifico Médica. Barcelona, España. 250 p.
- Ramos E., J. 1982. Los insectos como fuente de proteínas en el futuro. Ed. Limusa. México. 144 pp.
- _____. 1988. Uso real y potencial de los insectos. Memorias XXIII Congreso Nacional de Entomología. Morelia Mich. México.
- Ramos E., J. y J.M. Pino. 1981. Digestibilidad in-vitro de algunos insectos comestibles de México. Folia Entomológica Mexicana. 49:141-154.
- Ramos E., J., J.M. Pino M., C. Marquez M., F. Rincón V., M. Alvarado P., E. Escamilla P. and H. Bourges R. 1984. Protein content of some edible insects in México. Journal Ethnobiology, 4 (1): 61-72.

- Reyes M., R. 1980. Estudio preliminar de la larva de mosca (*Musca domestica* L.) como fuente de proteínas en dietas para pollos. Tesis licenciatura. U.A.Ch.. Chapingo, México. 75 p.
- Secretaria de Fomento Agropecuario. 1982. Etapa del desarrollo de la codorniz y su producción. Boletín informativo No. 27. Gob. del Edo. de Tamaulipas. Cd. Victoria. 6 p.
- Serafin, A.J. 1974. Studies on the Riboflavin, Niacin, Pantotenic acid and Choline requeriments of young Bob White Quail. Poultry Science. 53:1522-1532.
- Shellenberger, T.E. and J.M. Lee. 1966. Effect of vitamin A on growth, egg production and reproduction of Japanese Quail. Poultry Science 45: 708-713.
- Starker, L.A. 1987. Fauna silvestre de México. Segunda edición. Ed. Pax-México. México.
- Steel, G.D. and H.J. Torrie. 1980. Bioestadística (Principios y procedimientos). Segunda edición. Mc Graw-Hill. 621 p.
- Svacha, A., C.W. Weber and B.L. Reid. 1970. Lysine, Methionine and Glycine requirements of Japanese Quail to five weeks of age. Poultry science. 49:54-59.
- Weber, C.W. and B.L. Reid. 1967. Protein requirements of Coturnix quail to five weeks of age. Poultry science. 46:1190-1194.

- West, L.S. 1951. The house fly its natural history, medical importance and control. Comstock Publ. Co. Itahaca, N.Y. 584 p.
- Wigglesworth, V. B. 1972. The principles of insect Physiology. Chapman and Hall. London. 827 p.
- Wilson, W.O., U.K. Abbott and H. Abplanalp. 1961. Evaluation of Coturnix (Japanese quail) as pilot animal for poultry. Poultry science. 40:651-657.

**Cría y Utilización de Larvas de *Musca domestica* L.
(Diptera:Muscidae), en la Alimentación de Codorniz Japonesa
Coturnix coturnix japonica (Aves:Phasianidae)**

MANUEL LARA VILLALON

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
Programa de Graduados**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio de 1993**