

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



“ADICIÓN DE HARINA DE LARVA DE MOSCA (*Musca domestica*) COMO ALTERNATIVA DE ALIMENTACIÓN EN POLLOS CRIOLLOS (*Gallus gallus*) EN FASE DE CRECIMIENTO”

Por:

Blanca Carolina Rivera Marroquín
Coralia Mercedes Díaz Sánchez
José Rodrigo Vargas Claros

Requisito para optar al título de:

Licenciado(a) en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Ciudad Universitaria, Agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

LIC. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO:

ING. AGR. M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

ING. AGR. M.Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ING. AGR. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

DOCENTE DIRECTORA

ING. MSC. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTIZ.

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

RESUMEN

El estudio se realizó en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de La Universidad de El Salvador, ubicada en el municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador; de junio del año 2017 a abril del 2018. Consistió en evaluar el desarrollo de 80 pollos criollos de dos semanas de edad, para ver el desarrollo en la fase de crecimiento al ser alimentados con concentrado formulado de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las aves y tres diferentes adiciones de harina de larva de moscas domésticas (*Musca domestica L.*). Para evaluar la calidad nutricional de las larvas se realizó un análisis bromatológico. El análisis demostró que las larvas tienen un alto porcentaje de proteína (56.6%), calcio (0.27%), fósforo (1.08%) y carbohidratos (4.89%).

El ensayo duro 8 semanas, se utilizó un modelo factorial univariante, consto de 4 tratamientos, cada uno estuvo conformado por 4 repeticiones, y cada repetición con 5 aves de dos semanas de edad. El diseño estadístico utilizado fue completamente al azar, con arreglo de bloque y la prueba estadística de diferencia mínima significativa, se dividieron en cuatro tratamientos, T0 (testigo) 100% concentrado formulado, T1 10% de adición de harina de larva de mosca al total de la proteína del concentrado previamente formulado, T2 15% de harina de larva y T3 20% de harina.

Nuestras variables del ensayo fueron: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. La cantidad de las raciones de alimento fueron cambiando semanalmente de acuerdo a la semana de edad, esto se realizó durante toda la fase de campo de la investigación, tomándose en cuenta dos fases, inicio y finalización. Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y la alimentación; se llevo un registro diario para cada tratamiento.

Los análisis de varianza indican que estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, en cada una de las variables. Pero teniendo un alto consumo de alimento, ganancia de peso y mejor conversión alimenticia en el T2 el cual era a base de ración de concentrado mas el 15% de adición de harina de larva de mosca, siendo este también el que obtuvo menores perdidas en el análisis económico.

Palabras claves: Pollos criollos, Alimentación alternativa, Larva de mosca.

ABSTRACT

The study was made in the Experimental Station of the Agricultural Sciences, of the University of El Salvador, located in San Luis Talpa, La Paz, El Salvador; from June 2017 to April 2018. It consisted in evaluating the development of 80 creole chickens of two weeks old, to see the development of the growing phase after being fed with formulated concentrate according to the nutritional requirements of the birds and three different additions of domestic fly larva flour (*Musca domestica* L.). A bromatological analysis was made to evaluate the nutritional quality of the larva. The analysis showed that larva has a high percentage of protein (56.6%), calcium (0.27%), phosphorus (1.08%) and carbohydrates (4.89%).

The trial lasted 8 weeks, a univariate factorial model was used, consisting of 4 treatments, each one had 4 repetitions, and each repetition with 5 birds of two weeks old. The statistical design was completely random, with block arrangement and the statistical test of significant minimum difference, it was split in 4 treatments, T0 (witness) 100% formulated concentrate, T1 10% of addition of fly larva flour to the total of the concentrate's protein previously formulated, T2 15% of larva flour and T3 20% of flour.

Our variables of the trial were: food consumption, weight gain and feed conversion. The amount of food rationing was changed weekly according to the week of age, this was done during the whole phase of the field investigation, considering two phases, beginning and end. A fixed schedule was maintained for data collection and feeding; a daily record was kept for each treatment.

Analysis of variance indicate that statistically there was no significative difference between the treatments in study, in each of the variables. But having a high consumption of feed, weight gain and better feed conversion in T2 which was based on the ration of concentrate plus 15% of addition of fly larva flour, being this also the one that obtained less losses in the economic analysis.

Key words: Creole chicken, Alternative feeding, Fly larva.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO Y LA VIRGEN MARIA, por ser nuestros principales guías en todo el proceso de nuestros estudios; dándonos sabiduría, capacidad intelectual y fuerzas para poder culminar con satisfacción nuestra carrera.

A NUESTRA DOCENTE DIRECTORA, ING. M.Sc. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTÍZ, por ser nuestro mayor apoyo, orientarnos y compartir sus conocimientos en el desarrollo de la investigación.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, por darnos la formación ética y profesional en nuestra carrera.

AL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA, por darnos la oportunidad de desarrollar nuestro proyecto con satisfacción.

A LA ESTACION EXPERIMENTAL, por brindarnos un lugar para el desarrollo de la fase de campo, por darnos la ayuda necesaria para poder terminar con éxito la tesis, principalmente por la colaboración de personas extraordinarias; Roberto (carpintero), Geovanni del área de riegos, Will y Carlos del área de caprinos, sin su ayuda no hubiera sido posible, eternamente agradecidos.

A TODAS las personas que de manera directa o indirecta nos ayudaron a desarrollar la investigación.

BLANCA, CORALIA Y RODRIGO.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de Guadalupe por ser mis guías en el camino de la vida, por darme la sabiduría necesaria para poder culminar mis estudios.

A mis padres

German Rivera y Blanca de Rivera por el apoyo incondicional, confianza, sacrificio, amor, comprensión y orientación en todo momento para lograr finalizar lo que tanto amo que es mi carrera.

A mi esposo e hija

Edwin Rodríguez y Miriam Rodríguez por estar siempre a mi lado dándome el apoyo necesario día a día, por aguantarme en mis momentos de estrés en todo el proceso de mi carrera, pero le doy gracias a Dios por ser ustedes los que llenan mis días de alegría, los amo inmensamente.

A mis tíos

Rosa Marroquín y Juan España por estar siempre apoyándome incondicionalmente en cada decisión de mi vida, son unos segundos padres tanto para mí como para mi hija.

A mi mejor amiga y sus hijas

Elizabeth Cabrera por ser la hermana mayor que Dios me puso en el camino de la vida, para ser mi mayor cómplice, mi confidente y mi mayor apoyo incondicional, le doy gracias a Dios por ser la mujer que eres, te amo demasiado nena y espero en Dios que nos de muchos años más para poder seguir siendo las hermanas que somos; también les agradezco mucho niñas por su amor y apoyo incondicional Kathy, Colo y Basti las amo mucho.

A mi mejor amigo y docente

Dr. Gustavo Figueroa, por ser la persona que me ha enseñado lo mejor de mi carrera, a amar y dar todo de mí; ha sido un gran apoyo para poder cumplir con cada una de mis metas.

A mis amigos

Ana María Aguilar, Tania Rodríguez, Rodrigo Núñez, Baltazar Anaya, Fátima Sánchez, por darme el apoyo necesario ante todo los procesos de mi vida y mi carrera.

A mi asesora de tesis

Ing. Eugenia Torres, por todo lo que nos ha ayudado en este proceso, porque sin ella no habríamos podido finalizar esta etapa importante de nuestra carrera, le estaremos agradecidos infinitamente por la paciencia hacia nosotros y empujarnos cada vez que no podíamos seguir; la quiero mucho, nunca cambie. Es una estupenda docente y asesora de tesis, Dios la bendiga siempre.

A mis compañeros de tesis

Coralía y Rodrigo, gracias totales.

BLANCA RIVERA

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso y la Virgen María por llenarme de bendiciones siempre, por crearme un corazón donde existe la fe, por darme a la familia que me dio, y por ayudarme a terminar uno de los mayores logros en mi vida.

A mis papás: este logro es por ustedes y para ustedes, porque siempre me han dado lo que he necesitado, porque siempre han estado para mí, confiando y apoyándome en mis triunfos y fracasos. **A mi mami** por todo el amor incondicional que me ha dado, por cuidarme y darme la fuerza que siempre he necesitado para seguir adelante, confiando en todo lo que voy a lograr. **A mi papi** por darme apoyo en mi vida y enseñarme a convertirme en una mujer fuerte e independiente y estar orgulloso de mí.

A mi hermano: Luis Manuel, porque siempre ha estado ahí cuando lo he necesitado. Por todo lo vivido como hermanos. Gracias

A mi mejor amiga: Indira Hernández porque desde mi infancia siempre que la he necesitado ha estado conmigo incondicionalmente, porque ha sido uno de los pilares más fuertes en mi vida confiando en quién soy y lo que puedo llegar a ser; y porque me convirtió en madrina, confiándome al ser que más quiere en este mundo.

A mí novio: Federico Chacón, porque siendo una parte importante en mi vida, con mucho amor y juntos de la mano, me ha apoyado y motivado para seguir adelante en mi vida personal y profesional.

A mis amigas y futuras colegas: Aida, Andrea, Arlen, Melissa, Fanny, Nargis, Cindy, porque las he conocido a lo largo de este camino, estando presentes siempre en mi vida, dándome ánimos y todo su amor. Por alentarnos siempre en las buenas y malas.

A mis mascotas: porque han sido mi inspiración en la Medicina Veterinaria, porque cada uno ha llenado mi vida y me hizo dar fuerza para ser mejor profesional.

A mis compañeros de tesis: Blanca y Rodrigo, porque recorrimos juntos este camino y lo logramos.

A nuestra asesora de tesis: Ing. Eugenia Torres: porque en esta vida no habrá otra asesora mejor que ella. Gracias por ayudarnos tanto y ser parte de nuestro sueño.

A mi Alma mater: Universidad De El Salvador y todos los docentes que me ayudaron a formarme como profesional.

CORALIA DÍAZ.

DEDICATORIA

Primero agradecer a Dios por permitirme culminar esta etapa especial de la vida, a mi familia (en especial a mis papas, hermanos, abuela, abuelo, los amo) por siempre estar en las buenas y en las malas, a mi novia hermosa (Claudia Velasco) por su apoyo y empuje eterno, te amo infinito.

Mi total agradecimiento va dirigido también a cada una de las personas que estuvieron en este camino de la universidad, amigos, compañeros, docentes. Gracias totales.

Agradecimiento especial a mis 2 compañeras de tesis, Blanca y Coralia por remar para adelante en este trabajo de tesis.

RODRIGO VARGAS.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Importancia de la avicultura en El Salvador	2
2.2. Importancia Socioeconómica	3
2.2.1. Aporte a la economía y generación de empleo en El Salvador.	3
2.2.2. Generalidades de las aves domésticas.....	4
2.2.3. Población avícola	4
2.3. Tipos de sistema de producción.....	5
2.3.1. Explotación extensiva	5
2.3.2. Explotación semiintensiva.....	5
2.3.3. Explotación intensiva	6
2.3.4. Sistema de Producción Familiar	7
2.4. Manejo de las aves.....	7
2.4.1. Instalaciones.....	7
2.4.2. Alimentación.....	8
2.4.3. Manejo Sanitario	9
2.4.4. Enfermedades.	10

2.5. Nutrición	12
2.6. Tipos de alimentación	14
2.6.1. Alimentación convencional	14
2.6.2. Alimentación alternativa	14
2.7. Mosca Domestica	15
2.7.1. Taxonomía	16
2.7.2. Ciclo de vida	16
2.7.3. Larva de mosca	17
2.7.4. Aportes nutricionales de la larva de mosca	18
2.7.5. Características microbiológicas de la larva de mosca	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Descripción del estudio	20
3.2. Metodología de laboratorio	21
3.2.1. Análisis bromatológico	21
3.2.2. Formulación de dietas	21
3.3. Metodología de campo	22
3.3.1. Crianza de larva de mosca	22
3.3.2. Proceso de deshidratación	23
3.3.3. Obtención de harina de larva	23
3.3.4. Preparación de galeras	23
3.3.5. Adquisición de aves	23
3.3.6. Manejo de aves	23
3.3.6.1. Recibimiento	23
3.3.6.2. Alimentación	24
3.3.6.3. Profilaxis	25
3.3.7. Toma de datos	25
3.4. Metodología estadística	26
3.4.1. Diseño estadístico	26

3.4.2. Modelo estadístico asociado al diseño.....	27
3.4.3. Análisis de varianza (ANOVA).....	27
3.4.4. Variables en estudio	28
4. RESULTADOS Y DISCUSION	29
4.1. Consumo de alimento.....	29
4.2. Ganancia de peso	30
4.3. Conversión alimenticia.....	32
5. CONCLUSIONES.....	36
6. RECOMENDACIONES	37
7. BIBLIOGRAFIA	38
8. ANEXOS	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Plan profiláctico en aves.....	11
Cuadro 2. Recomendaciones nutricionales por etapa.....	12
Cuadro 3. Proteínas de origen animal y vegetal.	13
Cuadro 4. Fórmula para alimento alternativo.....	15
Cuadro 5. Composición nutricional de larva de mosca domestica.....	18
Cuadro 6. Características microbiológicas de la larva de mosca.	19
Cuadro 7. Formulación concentrado inicio.....	21
Cuadro 8. Formulación concentrado finalización.	22
Cuadro 9. Ración alimenticia en gramos.....	24
Cuadro 10. Plan profiláctico.....	25
Cuadro 11. Diseño estadístico.	26
Cuadro 12 Consumo de alimento.	30
Cuadro 13 Ganancia de peso por tratamiento.....	31
Cuadro 14. Conversión alimenticia acumulada.	32
Cuadro 15. Análisis económico.....	35
Cuadro A 1. Toma de datos.....	44
Cuadro A 2. Recolección de datos por semana.....	45
Cuadro A 3. Recolección de datos por semana.....	46
Cuadro A 4. Variables.....	47
Cuadro A 5. Consumo de alimento.	47
Cuadro A 6. Ganancia de peso.....	47
cuadro A 7. Conversión alimenticia.	48
cuadro A 8 Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable ganancia de peso.....	48
Cuadro A 9. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento.	48
Cuadro A 10. Conversión alimenticia acumulada.	48
Cuadro A 11. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso total.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida de la mosca domestica	17
Figura 2 Ubicación Estación Experimental.....	20
Figura 3 Distribución de tratamientos.	25
Figura 4. Consumo de alimento.....	29
Figura 5. Ganancia de peso.	31
Figura 6. Conversión alimenticia.....	33
Figura A 1. Producción de larva.....	50
Figura A 2. Secado de larva.	50
Figura A 3. Análisis bromatológico	51
Figura A 4. Reparación y limpieza de galera	52
Figura A 5. Compartimientos.....	52
Figura A 6. Bebederos.....	53
Figura A 7. Comederos	53
Figura A 8. Recibimiento de aves	54
Figura A 9. Distribución de tratamientos.....	54
Figura A 10. Pesaje de ración de alimento.	55
Figura A 11. Pesaje de rechazo.....	55
Figura A 12. Vacunación.....	56
Figura A 13. Pesaje de unidades experimentales.....	56

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el rubro avícola en nuestro país es productivo y económicamente de los más fuertes y rentables, según la base de datos de la FAO (FAOSTAT), El Salvador en 2013 tuvo una producción de 70,000 toneladas de huevos y 113,800 toneladas de carne, según el anuario de estadísticas agropecuarias del Ministerio de Agricultura en 2014 la producción comercial de huevo fue de 1,316,000 huevos y de carne 258,000 lbs, mientras que en la producción familiar 242,030 huevos y en carne 8,997 lbs, es decir las grandes empresas avícolas aportan a la economía y a la seguridad alimentaria, por otro lado se torna como un rubro de subsistencia en la familia productora de zonas rurales; la avicultura en general en 2010 aportó al PIB 13.3% (155.4 millones de dólares a precios constantes de 1990), para 2014 un aporte 14.5% (173.6 millones de dólares a precios constantes de 1990), por tanto muestra crecimiento en la producción año con año manejando iguales precios, la avicultura se encuentra inmersa en el rama de agricultura, caza, silvicultura y pesca (BCR, 2015).

Las aves domésticas se han convertido en la fuente de alimentos más consumidos a nivel mundial, debido al acceso a la proteína que estos generan, por su relativa eficiencia en términos de cantidad de alimento y tiempo de desarrollo, comparados con otros tipos de animales consumidos por los seres humanos. Es tan accesible económicamente, que cada año se consumen más de 33 millones de toneladas de su carne y se producen unos 600.000 millones de huevos (Bencomo, 2010).

En las familias salvadoreñas de zonas rurales la avicultura es parte de la fuente de alimento e ingresos económicos. En la práctica familiar la crianza de las aves generalmente tiene un manejo deficiente, sobre todo en la alimentación debido al costo que tienen los concentrados formulados; por lo cual optan por dar solamente granos o desperdicios de comida, siendo esto más factible económicamente para ellos, en ese sentido los pequeños productores proporcionan malas alternativas de alimentación derivando en un mal desarrollo de las aves, por consiguiente baja fuente proteica para las familias, por otro lado la producción (carne y huevos) es deficiente, llevando a las familias ingresos negativos a su economía, por lo tanto se pretende establecer con esta investigación una alternativa a la dieta alimenticia de las aves de producción de origen criollo, para obtener igual o mejor desarrollo a menores costos y de esta manera asegurar la alimentación familiar y potenciar la economía de las mismas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importancia de la avicultura en El Salvador

En nuestro país la avicultura es la industria agropecuaria que más se ha desarrollado, desempeñando un papel importante en la conversión de granos y otros productos en carne y huevos altamente ricos en proteína; y más importante aún es con la explotación de aves se obtiene proteína animal a bajo costo, en espacios relativamente pequeños y en tiempos cortos. La avicultura nacional a principios de la década del cincuenta, tenía vigencia prácticamente como actividad doméstica, con un campo de operación reducido al rancho campesino y al patio de la casa en las comunidades urbanas, con producciones de huevos que solo abastecía a un reducido sector de la población; en esa época, la producción avícola no estaba ni podía estar protegida por ninguna prevención sanitaria; contra las epidemias aviarias más comunes (el cólera aviar especialmente) (Melara *et al*, 2010).

La carne de pollo entre 1969 y 1971 se mantuvo en cinco millones de libras anuales, con la voluntad de los avicultores de producir, y con el apoyo del sistema bancario, se pueden lograr las metas propuestas. Así para 1979, se estaban produciendo ya 30 millones de libras de pollo, lo que mejoraba la dieta alimenticia de los salvadoreños (Melara *et al*, 2010).

En la esfera de la producción la avicultura es una agroindustria con un acelerado crecimiento, el subsector produjo en el año 2005, 1,146,000,000 unidades de huevos de consumo humano, 217,000,000 libras de carne de pollos (equivalente a 58 millones de pollos) 11,300,000 libras de carne de gallinas y 2,000,000 libras de carne de pavos. Para el 2014, de acuerdo al MAG, El Salvador generó una producción comercial de huevos de 1,316 millones y una producción familiar de huevos de 242 millones de unidades. Los niveles de producción alcanzados gracias a su moderna tecnología, ponen a El Salvador en la capacidad de competir con otros países considerados productores avícolas por tradición (Melara *et al*, 2010).

El sector avícola (aves vivas y huevos) tiene un peso importante dentro del sector agropecuario. En 2015, representó el 15.4% del Valor Agregado Agropecuario y el 1.84% del PIB total de dicho año. El costo más importante para este sector, que representa entre el 60% y 70% del costo total es el alimento para la etapa de incubación-reproducción: maíz amarillo, harina de soya y aditivos (Amaya *et al*, 2016).

En el subsector productor de huevos, existe un consumo per cápita de alrededor de 170 huevos por año, que es el segundo consumo más alto de Centroamérica, se trata de un mercado ya maduro. Las cuatro principales empresas productoras de huevo acumulan el 70%

de la producción anual. La principal demanda de huevos es final, frecuente y en pequeñas cantidades (Amaya *et al*, 2016).

2.2. Importancia Socioeconómica

El pollo es uno de los alimentos más consumidos a nivel mundial, debido a su relativa eficiencia en términos de cantidad de alimento y tiempo de desarrollo, comparados con otros tipos de animales consumidos por los seres humanos. Es tan popular, que cada año se consumen más de 33 millones de toneladas de su carne y se producen unos 600.000 millones de huevos (Bencomo, 2010).

En América Central, existe una población de aves de patio de 535 millones; en su mayoría, gallinas y pollos ubicados en el área rural. Según la línea base del Programa Agroambiental Mesoamericano del CATIE, en las regiones de Trifinio¹ y Nicacentral², más del 80% de las familias rurales manejan aves de patio (Villanueva *et al.*, 2015).

2.2.1. Aporte a la economía y generación de empleo en El Salvador.

El sector avícola en El Salvador como en muchos países del mundo, es un sector relevante y motor de la economía, una fuente dinamizadora del empleo por el uso intensivo de mano de obra y además, una actividad prioritaria en la producción de alimentos básicos y saludables para el mundo (El Sitio Avícola, 2014).

De manera general, el sector avícola comprende dos tipos de organización de la producción totalmente disímiles: avicultura comercial y avicultura tradicional o de traspatio. La avicultura comercial utiliza líneas genéticas especializadas, tecnología avanzada de crianza y reproducción, alimentos balanceados, lo que resulta en una mayor producción de huevos o de carne por ave. Representa aproximadamente dos tercios de la producción anual. En cambio, la avicultura tradicional o de traspatio, tiene un carácter artesanal y de autoconsumo y solo comercializa excedentes (Amaya *et al*, 2016).

En El Salvador el sector avícola además de su aporte a la economía de la nación genera alrededor de 9,000 empleos directos y otros 80,000 empleos indirectos según el presidente de AVES, Agustín Martínez. Durante los últimos años la producción de huevo en El Salvador ha presentado un comportamiento fluctuante, en el año 2013 la producción aumentó un 13.50% en relación al año anterior, según informe presentado por la Asociación de Avicultores de El

Salvador (AVES). A diferencia del huevo, la producción de pollo ha mantenido un crecimiento sostenido en los últimos 5 años. En el 2013, la producción aumentó 3.30% en relación al año previo (El Sitio Avícola, 2014).

2.2.2. Generalidades de las aves domésticas.

Los primeros pollos (posiblemente la especie *Gallus gallus*), fueron capturados en los bosques lluviosos del Sureste de Asia hace más de 3,000 años, desde entonces han sido criados en muchas variedades por selección y circunstancia para la obtención de huevos y carne por casi todos los grupos humanos a través del mundo (Ortiz *et al*, 2010)

Las Gallináceas son aves distribuidas por todo el mundo con unas 250 especies, de tamaño mediano o grande, aspecto macizo, patas robustas aptas para andar y correr, y con fuertes uñas para escarbar. Las alas son cortas y anchas, el pico fuerte y ligeramente curvado, con un opérculo que tapa parcialmente los orificios nasales mientras escarban. Frecuentemente tienen crestas y barbillas, y su plumaje está vivamente coloreado, especialmente en los machos. Se alimentan preferentemente de grano. Poseen gran independencia respecto al medio lo que les permite colonizar todo tipo de ambientes (Bencomo, 2008).

En los países hoy en día la tendencia actual es a la especialización de la producción en granjas avícolas: algunos productores se encargan del incubado de huevos, otros de la producción de huevos para el consumo y otros de la cría de pollos para el mercado de la carne (Melara *et al*, 2010).

Por otra parte, dentro de las aves podemos incluir pollos, pavos, patos, gansos, gallinas de guinea, faisán, codornices y palomas, siendo el pollo el ave más apetecida hoy en día; la palabra ave se aplica a animales domésticos de corral que se crían para obtener huevos, carne o ambos, sin embargo, se sostiene que antiguamente las aves de corral se les denominaba a cualquier tipo de ave, luego se aplicó sobre todo a especies comestibles y en particular a los pollos (Ortiz *et al*, 2010).

2.2.3. Población avícola

La población de gallinas ponedoras para 1995 fue de 3, 774,733. Los departamentos con mayor producción fueron: San Salvador, La Libertad, Cuscatlán, Cabañas, Santa Ana y San Miguel. Además, para este mismo año la avicultura familiar rural de la gallina criolla tenía

4,194,600 aves con un promedio de 10 aves por familia, en cuanto a pollo de engorde la población es de 39, 848,333 para ese año. Para el año 2002 se contaba con 4, 199,010 de ponedoras comerciales, la avicultura familiar rural con 4, 189,573 aves y el pollo de engorde 57, 333,333 aves (Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2003).

Para 2016 la producción de gallina en El Salvador se estimó en 17,036,000, es decir, el incremento luego de pasadas más de dos décadas en comparación al dato mencionado para el año 1995 es notorio, y se traduce en la virtud que tiene la especie para ser productiva y de seguridad alimentaria/económico familiar (FAO 2016).

2.3. Tipos de sistema de producción

2.3.1. Explotación extensiva

Los animales se encuentran libres y en los alrededores de la casa donde encuentran su alimento (por ejemplo, semillas, minerales, insectos y hierbas); y tienen nidos donde ponen y empollan los huevos, así como lugares para descansar y dormir (percheros). La familia productora invierte poco tiempo en su manejo y en algunos casos, suministra a las aves maíz quebrado, masa de maíz y sobras de comida (Villanueva *et al.*, 2015).

Ventajas

Imprime rusticidad y resistencia a las aves, el aporte económico es menor, es decir, la inversión es baja, requiere muy poca mano de obra, en época de pastos abundantes estos son aprovechados por las aves, el estiércol fertiliza el suelo, las aves aprovechan como alimento los gusanos, lombrices, larvas, grillos, etc (Dagua, A. 2009).

Desventajas

Su puesta en práctica exige disponibilidad de abundantes tierras, Bajo ninguna circunstancia es adecuado para la producción comercial, el objetivo principal (huevo) en demasiadas ocasiones se pierde, debido a la dificultad para su recolección, las aves son presa fácil de los predadores, hay excesiva incidencia de todo tipo de enfermedades (Dagua, A. 2009).

2.3.2. Explotación semiintensiva.

En esta modalidad de explotación, los animales cuentan con un área libre y otra área cubierta o cerrada. En el área libre es deseable que haya vegetación, para que las aves pastoreen; en

el área cubierta o cerrada se encuentran los comederos, bebederos, nidales y percheros, para que las aves duerman y se protejan de la lluvia y del sol (Villanueva *et al.*, 2015).

Ventajas

Es adecuado para la producción de huevo a escala comercial (nivel doméstico), su manejo es fácil para la familia campesina, no requiere equipo costoso y puede ser construido con materiales de la región, brinda seguridad a las aves y huevos contra depredadores, no exige altas inversiones económicas, a través del pastoreo, el ave ayuda a su sostenimiento (Dagua, A. 2009).

Desventajas

Incidencia de enfermedades parasitarias, exige demasiada área, no permite especializar la producción (Dagua, A. 2009).

2.3.3. Explotación intensiva

Los animales permanecen encerrados en galeras o galpones, que cuentan con comederos y bebederos. En el caso de los pollos de engorde, se cubre el piso con una capa de cascarillas de arroz o viruta de madera. Las aves de postura se manejan en piso (al igual que los pollos de engorde) y en jaulas. Es más adecuado manejar a las aves en piso por motivos de bienestar animal (Villanueva *et al.*, 2015).

Ventajas

Mayor producción, mejor aprovechamiento del alimento, mayor y mejor control de todo tipo de enfermedades, mayor número de animales por m², más facilidad y eficiencia en el manejo, más seguridad para animales contra depredadores y ladrones, permite al productor observar más de cerca las aves, pudiendo detectar a tiempo cualquier irregularidad, permite especializar la producción. (Huevos / carne), Permite el control absoluto de la producción, es aceptado para posibles créditos (Dagua, A. 2009).

Desventajas

Requiere mayor inversión de capital por parte del productor, para proveer alimento, agua, alojamiento, luz y ventilación, la acumulación de la gallinaza en el área donde las aves están confinadas se constituye en un reto para la salud de éstas, pues generalmente es portadora

de gérmenes infecciosos y parásitos. requiere un mercado asegurado, necesita buena capacitación para su administración y manejo (Dagua, A. 2009).

2.3.4. Sistema de Producción Familiar

Avicultura familiar rural o de traspatio; utilizan aves de bajo potencial genético, sin especialización, con uso de poca o ninguna tecnología, alimentación deficiente con poca o sin protección zoonosanitaria y bajas producciones. En los sistemas de traspatio, las razas criollas son las que más se encuentran, sin mencionar, que existen algunas derivadas de razas y líneas heterogéneas con bajo potencial genético en carne y huevos, pero apetecida por la población por su sabor y valor económico. Las razas criollas constituyen la preferencia de las familias rurales, no obstante, su baja conversión alimenticia y producción de huevos. Debido a la ausencia de medidas profilácticas y de medicina preventiva, estos encastes y cruces han venido sufriendo reducciones en sus poblaciones por alta morbilidad y mortalidad en estas especies. A nivel de la avicultura familiar se produce con grupos genéticos heterogéneos denominados razas criollas, estos grupos son animales adaptados a condiciones sociales y económicas de la población rural, que a pesar de los altos índices de mortalidad y baja producción se mantienen más o menos estables (Ministerio de agricultura y ganadería, 2003).

2.4. Manejo de las aves

2.4.1. Instalaciones

Las aves requieren de ciertas condiciones mínimas para un adecuado control sanitario y alimenticio; para ser protegidas de sus enemigos naturales y de robos; para evitar daños a vecinos; y para asegurar la recolección de los huevos. Lo anterior mejora la eficiencia productiva del sistema. Con el fin de lograr un manejo eficiente de las aves, se requiere un gallinero, comederos, bebederos, perchas y nidos (Villanueva *et al.*, 2015).

Las aves domésticas pueden criarse con buenos resultados si se encuentran bien protegidas de las malas condiciones del tiempo, por lo que es de importancia darles alojamientos adecuados, para esto el productor debe considerar lo siguiente: selección del terreno, ubicación y orientación de la galera (Gallinero). Selección del terreno: Este debe tener acceso y buena fuente de agua, energía eléctrica, vías de comunicación y la cercanía del mercado. Ubicación: Preferentemente en un lugar sin problemas de encharcamiento, con buen drenaje, que mantengan buena vegetación y libre de polvo. Lo más adecuado es ubicar la galera o

gallinero en el costado de una pendiente, porque ésta actúa como una barrera contra el sol y el viento, además permite una buena ventilación y el suministro de agua es fácil. También se considera correcto ubicarlas en terrenos planos, siempre y cuando exista una barrera con árboles que ayuden a detener el viento, sin impedir la circulación de aire en el interior de la galera. En climas cálidos y templados, La galera debe ser orientada en dirección Este. Oeste, de esta manera los rayos del sol no penetraran dentro de ella. En climas fríos, La galera debe ser orientada en dirección Norte Sur, de esta manera los rayos del sol entran en las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde (Avendaño *et al.*, 2008).

El estiércol del gallinero debe recogerse al menos tres veces por semana. Luego, se debe desinfectar con ceniza, cal o agua caliente (Villanueva *et al.*, 2015).

2.4.2. Alimentación

Las aves son omnívoras y están adaptadas a vivir sobre el suelo, donde encuentran sus alimentos naturales, como son los gusanos, insectos, semillas y materia vegetal. Las patas, con cuatro dedos, están adaptadas para arañar el suelo. En su ambiente natural, las gallinas andan distancias considerables para buscar comida y pasan mucho tiempo (50-90% de su tiempo) buscando alimento y picoteando. Esto implica que el comportamiento de hurgar y explorar se encuentra muy desarrollado y están altamente motivadas para realizarlo ya que picotean el suelo, incluso cuando se les proporciona el alimento adecuado (Barroeta, *et al* s.f).

La alimentación es un factor clave para lograr la mejor respuesta productiva de las aves en términos de huevos y carne. El alimento debe ser de la mejor calidad y en la cantidad que demanda el ave, para evitar el desperdicio. Es deseable que los alimentos utilizados sean producidos en la finca para reducir costos, especialmente en los sistemas extensivos y semiintensivos (Villanueva *et al.*, 2015).

En las granjas, los animales generalmente tienen alimento a libre disposición, se trata de piensos de alta concentración nutritiva y altamente digestibles. El consumo de pienso y agua están relacionados (el consumo de agua es 1,8-2,3 veces el consumo diario de pienso), aspecto de gran importancia a la hora de valorar el estado del lote. Consumen a lo largo de todo el día, aunque existen picos de consumo sobre todo antes de oscurecer y después de la llegada de la luz. La cantidad de espacio de comedero por ave es importante ya que es deseable que las aves estén confortables y puedan ingerir la cantidad de alimento adecuada. A la hora de elegir la comida, los pollos tienen un pobre sentido del gusto y el olfato y se basan

principalmente en el de la vista, seleccionándolo por la medida, el color y la forma de partícula. Las aves seleccionan preferentemente partículas con diámetros superiores a 0,8 mm. Así, las características de partícula del alimento influyen directamente sobre el consumo y, por lo tanto, sobre los parámetros zootécnicos del ave (Barroeta, *et al* s.f).

La alimentación de las aves de corral depende del uso que se les pretende dar. Así tenemos que la alimentación (de crecimiento y de producción) puede ser tecnificada y semitecnificada, en la cual son alimentadas con raciones o alimentos balanceados (de alta calidad), en las que se incluyen granos como el maíz y el sorgo, pastas de soya, suplementos vitamínicos, promotores de crecimiento, minerales, intenso uso de medicinas como vacunas, antibióticos, desparasitantes, etc. Normalmente la alimentación de las aves de traspatio consiste de granos de maíz, trigo o sorgo, sobrantes de comida como la tortilla y el pan, desperdicios de frutas y verduras, algunos forrajes o hierbas, insectos, lombrices y algunos gusanos. También se pueden utilizar subproductos como el salvado de maíz, de trigo o pulido de arroz, aunque su empleo debe ser limitado, por contener mucha fibra. Como fuente de proteína se puede emplear la alfalfa molida (la limitación de esta fuente es su alto contenido en fibra). Sin embargo, las mejores fuentes de proteínas son las de origen animal como la harina de pescado, de hueso o de sangre. Se debe calcular que 10 gallinas consumirán aproximadamente entre dos y tres litros diarios de agua. En el verano es de suponer que debido al calor el consumo del agua aumente considerablemente. Además, el agua puede ser un cómodo vehículo para la provisión de vacunas, nutrientes y medicamentos, cuando sean necesarios (Avendaño, *et al* 2008).

2.4.3. Manejo Sanitario

Las principales medidas para mantener sanas a las aves son tres: higiene, vacunación y desparasitación (ver cuadro 1). Las medidas de higiene básicamente consisten en mantener limpio el gallinero mediante las prácticas siguientes: barriendo el piso y sacando el estiércol para depositarlo en la composta, limpiando perchas con agua de cal y ceniza, agregando cal debajo de las perchas, manteniendo limpios los comederos y bebederos, suministrando agua limpia y cambiarla dos veces al día, cambiando nidos una vez al mes, retirando aves muertas y enterrarlas, colocar un tapete sanitario con cal a la entrada del gallinero, para encalar la suela de los zapatos, impedir la entrada al gallinero de animales o personas extrañas. (FAO-SAGARPA. 2007)

La mayoría de las enfermedades contagiosas se pueden prevenir manteniendo un buen sistema de higiene. Se recomienda: Agua limpia y fresca, alimentos inocuos y de buena calidad, limpieza escrupulosa del corral cada vez que se tenga nuevas parvadas. Se aconseja construir una fosa, que se llenará de cal, delante de la puerta del gallinero y evitar el ingreso de personas al corral, renovación de camas cada vez que se tenga nuevas parvadas o si se acumulan muchos desperdicios dentro del gallinero, control sanitario de las aves e inmediato aislamiento o eliminación de aquéllas enfermas o que parezcan enfermas. Los cadáveres de animales enfermos deben ser quemados o enterrados con una capa de cal viva lejos del gallinero, cuidado en la elección de nuevos animales. Se debe exigir que los pollitos que se van a comprar estén vacunados contra la enfermedad de Marek, separación de áreas de manejo, desecho, abono y zonas agrícolas (FAO. 2010).

2.4.4. Enfermedades.

Las aves son afectadas por diversas enfermedades que ocasionan grandes pérdidas por disminución de la producción y alta mortalidad. Las enfermedades más comunes son: Newcastle, cólera aviar (conocida como peste) y viruela aviar. (Avendaño, *et al.* 2008)

El Newcastle es la más peligrosa de todas las enfermedades. Es causada por el virus *Tortor furens*, que se propaga rápidamente a través del agua y el aire, de un animal enfermo a otro, y por los pájaros del monte. Produce problemas respiratorios y nerviosos a las aves que finalmente le provocan la muerte. El período de incubación del virus en el cuerpo del animal varía de 4 a 14 días, dependiendo de la salud de las aves. (FAO Y SAGARPA, 2007)

El Cólera aviar es una enfermedad muy grave que es causada por una bacteria llamada *Pasteurella multocida*. Es transmitida a través de las deyecciones de las aves, es muy contagiosa y afecta sobre todo a los animales adultos (Avendaño *et al.*, 2008).

La viruela aviar es una enfermedad provocada por un virus que se transmite a través de los mosquitos y el contacto con animales enfermos. Ataca sobre todo a los animales jóvenes, de menos de tres meses, aunque puede presentarse en animales de más edad. (FAO Y SAGARPA, 2007)

Parásitos gastrointestinales. Son más comunes en pollos, pero afectan a todas las aves. Los más frecuentes son las lombrices y coccidias. Viven en el intestino delgado y retardan el crecimiento y la postura. La transmisión puede darse por vía mecánica, vehículos, calzado, alimentos, roedores, insectos y agua. Los síntomas son: diarrea, deshidratación, anemia,

somnolencia, poco desarrollo, plumas erizadas y baja producción de huevos (Villanueva *et al.*, 2015).

Parásitos externos. Afectan a todas las aves y los síntomas son: alteraciones en la apariencia del plumaje, baja producción de huevos o carne, irritación de la piel y susceptibilidad a otras enfermedades (Villanueva *et al.*, 2015).

Cuadro 1. Plan profiláctico en aves.

Padecimiento	Tratamiento	Edad de las aves (días)
Newcastle	Aplicación de vacuna en ojo	10, 28, 118, 208, 298, 388, etc
Viruela aviar	Aplicación de vacuna en ala	21
Cólera aviar	Vacuna subcutánea (traibac o triple aviar) en la pechuga, la base del ala. Gotas en ojos (<i>pasteurella</i>)	28, 118, 208, 298, 388, etc
Parásitos externos (corucos, garrapatas, etc.)	Desinfección del gallinero con Benzalconio o cal y ceniza.	60, 120, 180, 240, 300, 360, etc.
Parásitos internos (lombrices, tenias, etc.)	Desparasitantes (panacur) en agua y comida	180, 360, etc.
Coccidiosis	Antibióticos disueltos en el agua y alimentos (protozoario) (tisulfan)	21
Diarrea blanca (salmonelas)	Antibióticos disueltos en el agua (trimetoprim)	28, 148, 260, 388, etc.
Enfermedades respiratorias	Antibióticos disueltos en el agua (trimetoprim)	15

Fuente: (FAO Y SAGARPA, 2007).

Los principios básicos para la prevención y el control de las enfermedades infecciosas se basan en medidas de higiene y bioseguridad. Sin embargo, estas medidas no son suficiente para la protección de la intensiva avicultura moderna contra las enfermedades infecciosas. Esto se debe principalmente a la alta concentración de poblaciones bajo un mismo techo, lo que exige una continua mejora en la prevención de enfermedades. Por otra parte, en los últimos años han aparecido nuevas enfermedades conocida. Por tanto, deberá hacer un compromiso entre la implementación de un manejo razonable, el cual incluya medidas profilácticas y terapéuticas (Bencomo, 2010).

2.5. Nutrición

Los requerimientos nutricionales de las aves están definidos en términos de energía, proteína, aminoácidos, vitaminas y minerales (Cuadro 2). Para aves comerciales, la eficiencia de la alimentación se mide según la conversión alimenticia lograda. Pero en aves de traspatio los requerimientos son muy variados debido a que intervienen muchos factores, como la variabilidad genética, el manejo, salud y medio ambiente; Por lo que en estas poblaciones no existe una definición clara de los requerimientos nutricionales (Barahona *et al.*, 2007).

Cuadro 2. Recomendaciones nutricionales por etapa.

	Pollos iniciación 0-8 semanas	Pollos crecimiento 8-18 semanas	Gallinas ponedoras
Proteína total, por ciento	20	16	15
Vitamina A (Unidades U.S.P)	2640	2640	4400
Vitamina D (Unidades I.C.U)	198	198	495
Tiamina, mg.	17	-	-
Riboflavina. Mg.	2.8	1.7	2.2
Pantotenato de calcio, mg.	9.2	9.2	4.6
Niacina, mg.	26	11	-
Piridoxina, mg.	2.8	-	2.8
Vitamina B12, mg.	0.008	-	-
Folacina	0.55	-	0.22
Calcio, por ciento	1.0	1.0	2.25
Fosforo, por ciento	0.6	0.6	0.6
Sodio, por ciento	0.15	0.15	0.15
Manganeso, mg.	55	-	-
Zinc, mg.	44		-

(Fuente: Cuca. 1963)

Los nutrientes, por su parte son sustancias básicas para la alimentación de las aves. Los principales nutrientes para una adecuada alimentación son los siguientes: agua, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales (Villanueva *et al.*, 2015).

Agua: las aves requieren agua fresca y limpia para el consumo “ad libitum”. Esta se debe colocar en dispositivos especiales para ello (bebederos) y resguardar de la luz directa del sol, ya que se reduce el consumo por elevación de su temperatura con el consiguiente retardo en el crecimiento (Cría de aves) (Villanueva *et al.*, 2015).

Proteínas: Ayudan a las aves a desarrollar partes de su cuerpo como la piel, los músculos (carne), los órganos internos y las plumas. Permiten el crecimiento y aumentan la postura de huevos. Las proteínas no se almacenan en el cuerpo de las aves; por lo tanto, deben estar

siempre presentes en los alimentos. Las fuentes proteicas para la alimentación de las aves pueden ser de origen vegetal o animal (Ver cuadro 3). Las de origen vegetal incluyen: la harina de semilla de soya; la harina de semilla de arveja o gandul (*Cajanus cajan*); y las hojas frescas picadas o la harina de hojas secas de especies forrajeras, como morera (*Morus alba*), nacedero (*Trichantera gigantea*), maní forrajero (*Arachis pintoi*) y otras que se podrían seleccionar como las familias en las comunidades rurales. Entre las de origen animal se encuentran las larvas de mosca, larvas de comején y lombrices (Villanueva *et al.*, 2015).

Cuadro 3. Proteínas de origen animal y vegetal.

Origen Vegetal	Cantidad proteína	Origen Animal	Cantidad proteína
Maíz	8.50%	Harina de carne y hueso	50%
Soya	49.80%	Harina de plumas hidrolizadas	80%
Algodón	39.40%	Harina de sangre	85%
Ajonjolí	44.7%	Harina de pescado	65.20%
Cacahuete	31.30%	Lombrices	57%
Coco	26%	Larvas de mosca	42-60%
Girasol	42%	Grillos	55-67%
		Gusanos de seda	51-70%

Fuente: Engormix, 2016.

Grasas y carbohidratos: proporcionan la energía para la digestión, el movimiento, el crecimiento y la reproducción de las aves. Aunque las grasas y carbohidratos, cumplen las mismas funciones, las grasas generan dos y hasta cuatro veces más energía que los carbohidratos (Flores, 2005).

Vitaminas: ayudan a que los movimientos del ave sean coordinados, contienen minerales, como el calcio y fósforo, necesarios para la producción de huevos, para el crecimiento y la formación de huesos y plumas (Flores, 2005).

Minerales: ayudan al desarrollo y a la buena salud de las gallinas. Además, mejoran la reproducción de las aves, la producción de huevos y carne. Si se usa un producto comercial, este debe mezclarse con los alimentos diarios. El calcio es un mineral importante porque ayuda a formar los huevos del ave y la cáscara del huevo; se encuentra en la propia cáscara, la cual se puede dar bien triturada a las gallinas. (Villanueva *et al.*, 2015).

2.6. Tipos de alimentación

2.6.1. Alimentación convencional

el sistema tradicional de alimentar al pollo broiler consiste en administrar una secuencia de piensos a lo largo de su vida productiva, de forma que cada uno de ellos satisfaga las necesidades de los diversos nutrientes en el punto medio del periodo en que se administra este pienso. Si por ejemplo tomamos como referencia las necesidades en aminoácidos, mediante este sistema de alimentación únicamente se administra de forma óptima el alimento durante tantos instantes a lo largo de la vida del animal como numero de piensos se administren. En el resto de días del periodo de cebo el pollo se encuentra con una alimentación excedentaria o deficitaria en estos nutrientes, que en términos productivos se traduce en un empeoramiento del crecimiento y del índice de conversión (Santomá, 1994).

2.6.2. Alimentación alternativa

La elaboración de concentrados caseros para alimentar las aves de corral, es una forma de aprovechar los productos de la finca y el huerto familiar y forma parte del sistema productivo, donde la familia hace uso de los recursos disponibles (Flores, 2005).

Cuando se cubre la demanda familiar y el excedente de la producción es destinado para la venta, se mejoran los ingresos económicos de la familia. La alimentación balanceada en las gallinas puede prepararse mediante la mezcla de varios alimentos disponibles en la finca o el huerto familiar, haciendo uso de lo que produce la familia, o se encuentra con facilidad en la comunidad (Flores, 2005).

Cuadro 4. Fórmula para alimento alternativo

TIPO DE CONCENTRADO	INGREDIENTES	CANTIDAD
Concentrado a base de frijol	▪ Maíz o maicillo	9kg
	▪ Frijol gandul	3kg
	▪ Hojas de gandul, yuca	0.5 kg
	▪ Azúcar	2 cucharadas
	▪ Sal	1 cucharada
Concentrado a base de maíz y maicillo	▪ Maíz	2.5 kg
	▪ Maicillo	4 kg
	▪ Fruta de caulote	2.5 kg
	▪ Hojas deshidratadas: ✓ Mar pacifico ✓ Madreado	1 kg de cada hoja
	▪ Sal común	1.25 kg
	▪ Sal mineral	2 cucharadas
	▪ Ceniza	2 cucharadas
Concentrado a base de hoja de yuca	▪ Maíz	7kg
	▪ Hoja de yuca	2 kg
	▪ Frijol gandul	3 kg
	▪ Cascara de huevo	4 onzas
	▪ Sal común	1.5 onzas
	▪ Azúcar	2 Cucharadas
* Ración semanal para 10 aves		

Fuente: (FAO Y SAGARPA, 2007).

Los ingredientes deben ser pesados, las hojas de plantas forrajeras deshidratadas al sol, frijoles y cascara de huevo tostadas al sol y todos los productos se deshacen con las manos para poderse mezclar, la sal o azúcar y agua se añaden a la hora de administrar para evitar que se endurezca el alimento. (Cuadro 4) (FAO Y SAGARPA, 2007).

2.7. Mosca Domestica

La mosca doméstica (*Musca domestica*) es una especie perteneciente al orden de los dípteros, grupo de insectos que poseen 2 alas funcionales (el segundo par de alas esta reducido a órganos de balanceo denominados halterios). Este es probablemente el insecto más cosmopolita del mundo asociado a actividades desde los trópicos hasta las regiones polares (Villacide y Masciocchi, 2016).

2.7.1. Taxonomía

Reino: animalia

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Díptera

Suborden: Cycorhapha

Superfamilia: Muscoidea

Familia: Muscidae

Género: Musca

Especie: Musca doméstica (Blasco. 2016).

2.7.2. Ciclo de vida

La mosca domestica presenta un ciclo de vida que involucra distintos estadios desde el huevo pasando por la larva, la pupa y finalmente el adulto (Ver Figura 1). La especie realiza una hibernación en estadio de larva o pupa, en lugares protegidos. Los veranos cálidos son óptimos para su desarrollo pudiendo completar su ciclo en 7-10 días.

Una hembra puede poner hasta 900 huevos en paquetes de 75 a 150 cada vez. Los huevos son blancos, de 1,2 mm de largo aproximadamente y deben permanecer húmedos para eclosionar, las larvas alcanzan un tamaño de 7-12 mm de largo luego de 6 días, son de coloración cremosa sin patas, la pupa se desarrolla protegida por una membrana color café (Villacide y Masciocchi, 2016).

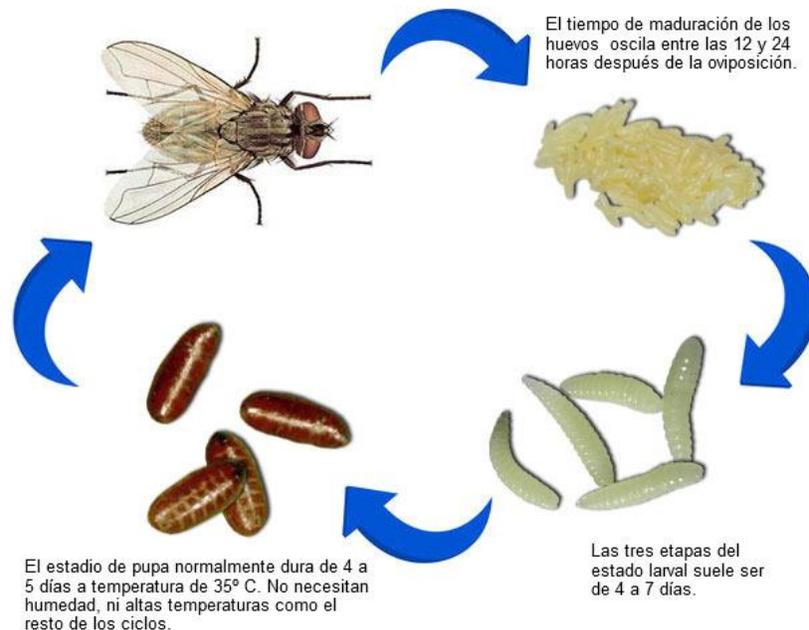


Figura 1 Ciclo de vida de la mosca doméstica

Fuente: (Hernández, 2016)

2.7.3. Larva de mosca

Las larvas de mosca común (*Musca domestica*) se desarrollan principalmente en ambientes tropicales. Los gusanos son una fuente importante de proteínas de origen animal para las aves de corral: tienen un 30% de humedad y en su materia seca el 54% del peso es de proteína. Los gusanos pueden ser consumidos en fresco, pero para la agricultura intensiva es más conveniente utilizarlos como producto seco, en términos de almacenamiento y transporte. Los estudios han demostrado que la harina de gusano puede reemplazar la harina de pescado en la producción de pollos de engorde. Al mismo tiempo, la producción de gusano puede contribuir a reducir la acumulación de estiércol (Entomo solution, 2016).

Se han usado larvas de mosca doméstica (*Musca domestica* L.) como biodegradadores de gallinaza; pero esta biodegradación, digestión biológica o catabolismo depende de varios factores como son: densidad larval, contenido de agua, humedad relativa, temperatura ambiente, espesor de la capa de gallinaza y duración del periodo de digestión. La mayoría de autores, concuerdan en los siguientes rangos de factores para la óptima degradación: tres huevos por gramo de gallinaza o 0.5 a 1 gr de huevos por kg de gallinaza, 60 a 75% de agua, 30% de humedad relativa, 25 a 27° C, 6 a 8 cm de espesos y de 5 a 10 días para su producción (Lazo *et al*, 2010).

2.7.4. Aportes nutricionales de la larva de mosca

Las larvas de moscas caseras, son muy ricas en proteína bruta (Cuadro 5) y en aminoácidos esenciales por lo cual se pueden utilizar como sustituyentes de la harina de pescado en las dietas (30 a 45 % de PB). Los lípidos son otros nutrientes que aportan las larvas de moscas en cantidades elevadas (9 a 26 %) lo que les permite suministrar cantidades importantes de energía metabolizable (EM) y ácidos grasos esenciales unidos a un balance apropiado de minerales y vitaminas (Entomo solution, 2016).

Cuadro 5. Composición nutricional de larva de mosca domestica

ANÁLISIS	UNIDAD	% B.S
Materia seca	% fresco	100
Proteína bruta	% MS	48.2
Fibra cruda	% MS	8.3
Cenizas	% MS	5.5
Calcio	g/kg MS	4.7
Fosforo	g/kg MS	16

Fuente: (Lazo *et al*, 2010).

La producción de larvas de moscas no representa un problema para el ambiente en la medida de estas sean consumidas por las aves, el ciclo de vida es interrumpido al quinto día de las larvas y con esto se reduce el problema de las moscas adultas. En este sentido, la producción de larva puede funcionar como un método de control biológico de la mosca doméstica (Guerrero y Amaya 2008).

2.7.5. Características microbiológicas de la larva de mosca

El recuento de microorganismos mesofilos y clostridios debe estar dentro de los rangos permitidos por las normas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 1999).

Cuadro 6. Características microbiológicas de la larva de mosca.

Parámetros microbiológicos para alimentos avícolas	Norma ICA NDip-30-100-003	Harina de las larvas de <i>Hermetia illuscens</i> L.
Recuento de microorganismos mesófilos	10x10 ³ UFC/g*	0.015x10 ³ UFC/g
Recuento de microorganismos coliformes	10x10 ⁴ UFC/g*	Ausente
Recuento de clostridios sulfito reductores	20x10 ¹ UFC/g*	12x10 ¹ UFC/g
Recuento de hongos	10x10 ⁴ UFC/g*	Ausente
Aislamiento de salmonella spp en 25 g	Ausente	Ausente
Aislamiento de <i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausente
*Unidad formadora de colonia por gramo (UFC)		

Fuente. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 1999.

Según la evaluación de los parámetros microbiológicos exigidos por el ICA (1999) para alimentos de uso avícola en Colombia, y los resultados obtenidos para la harina de las larvas, se utilizan los valores de parámetros microbiológicos de la especie de larva de *Hermetia illuscens* L. por compartir el mismo hábitat y patrones alimenticios de la mosca doméstica (Cuadro 6).

En estudios efectuados con insectos, la cutícula que recubre su cuerpo posee sustancias antibacteriales y por ello las posibilidades de microorganismos patógenos reproducirse y sobrevivir son limitadas. Esto aún no se ha establecido con detalle, pero hasta ahora no se ha reportado la presencia de *Salmonella* spp., coliformes fecales y mesófilos aerobios en las larvas de mosca común Ramos, citado por ICA (1999).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del estudio

El estudio consistió en evaluar el desarrollo de 80 pollos criollos de dos semanas de edad, para ver el desarrollo en la fase de crecimiento al ser alimentados con concentrado formulado de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las aves y adicionar tres diferentes porcentajes de harina de larva de mosca domestica (*Musca domestica* L.) Se realizó en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de La Universidad de El Salvador, ubicado en el municipio de San Luis Talpa (Figura 2), departamento de La Paz, con una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, longitud de 89 grados, 6 minutos oeste, latitud 13 grados 28 minutos norte, temperatura mínima 22.3°C, máxima 33.0°C (GoogleEarthPro, 2016).

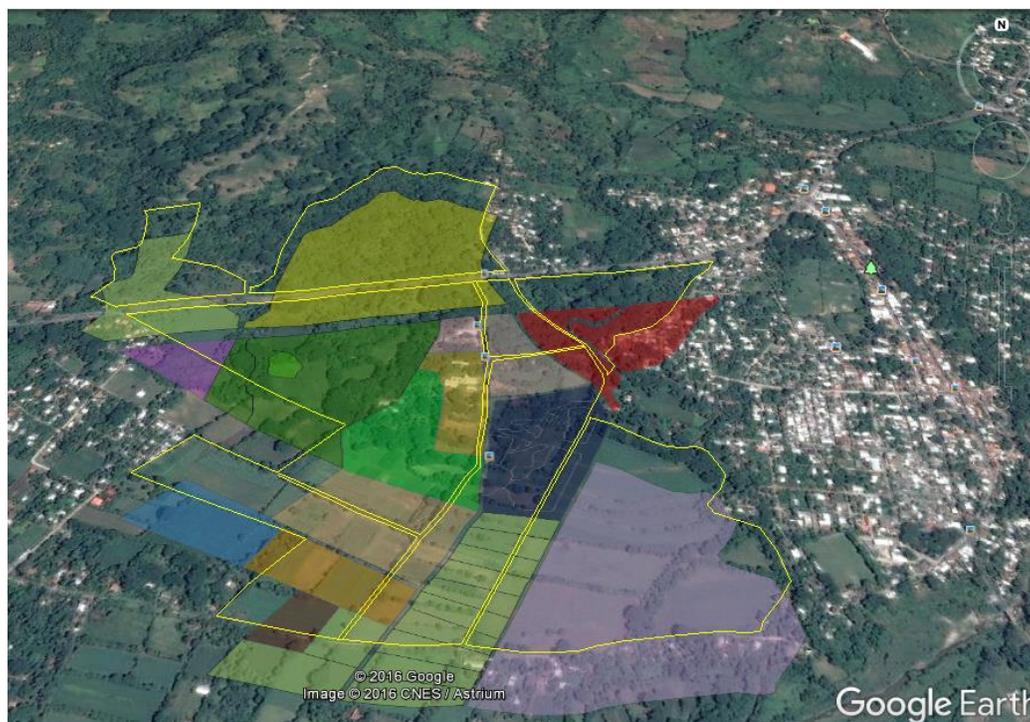


Figura 2 Ubicación Estación Experimental.

Fuente: GoogleEarthPro, 2016

3.2. Metodología de laboratorio

3.2.1. Análisis bromatológico

Se realizó un análisis bromatológico a una muestra de harina de larva de mosca para determinar cantidad de proteína, materia seca, calcio y fosforó en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas; con el fin de determinar los aportes nutricionales y comparar con la teoría (Figura A3).

3.2.2. Formulación de dietas

Se elaboraron las dietas por medio de programación lineal en el programa Excel, tomando en cuenta los requerimientos nutricionales de cada una de las etapas (inicio y finalización) de alimentación de las aves.

Se desarrolló una fórmula para cada tratamiento a aplicar a, teniendo un T0 (0%), T1 (10%), T2 (15%) y T3 (20%), respectivamente de inclusión de harina de larva, para concentrado inicio (Cuadro 7) y concentrado finalización (Cuadro 8)

Se adquirieron las materias primas con anticipación y fueron llevadas al establecimiento de fabricación de concentrado.

Cuadro 7. Formulación concentrado inicio.

Concentrado Inicio				
Materia prima %	T0	T1	T2	T3
Harina larva mosca	0	2.98	4.47	5.96
Pulimento	3.28	6	8	6.3
Soya	35.50	32.00	30.00	28.50
Maíz	38.00	35.66	37.33	38.71
Melaza	3.50	3.66	3.00	3.33
Grasa	6.00	6.00	6.00	6.00
Afrecho	10.00	10.00	7.50	7.50
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25
Fosfato	0.39	0.39	0.39	0.39
Carbonato	2.26	2.26	2.26	2.26
Prem Vit	0.25	0.25	0.25	0.25
Prem Min	0.00	0.00	0.00	0.00
Metionina	0.24	0.23	0.23	0.23
Lisina	0.33	0.32	0.32	0.32
TOTAL APORTE	100	100	100	100

Cuadro 8. Formulación concentrado finalización.

Concentrado Finalización				
Materia prima %	T0	T1	T2	T3
Harina larva mosca	0	2.56	3.84	5.12
Pulimento	6.3	8.00	9.00	6.35
Soya	30.50	27.50	26.00	24.00
Maíz	44.00	40.16	39.00	43.75
Melaza	3.00	6.00	5.38	3.00
Grasa	6.00	6.00	6.00	6.00
Afrecho	7.50	7.00	8.00	9.00
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25
Fosfato	0.15	0.15	0.15	0.15
Carbonato	1.85	1.85	1.85	1.85
Prem Vit	0.25	0.25	0.25	0.25
Prem Min	0.00	0.00	0.00	0.00
Metionina	0.16	0.16	0.16	0.16
Lisina	0.04	0.12	0.12	0.12
TOTAL APORTE	100	100.00	100.00	100

3.3. Metodología de campo

3.3.1. Crianza de larva de mosca

Para la producción de larva de mosca se utilizó una técnica sencilla la cual consistió en poner como sustrato; vísceras de pescado, ya que es muy llamativa para la presencia de moscas domésticas, logrando el objetivo de atracción considerable de moscas para obtener una mayor cantidad de huevos. En el transcurso de 8 horas se pudo observar ovoposición sobre las vísceras de pescado (Figura A1).

Se usaron recipientes plásticos en los cuales se colocaba en el área central una cantidad abundante de vísceras de pescado, al cumplir 24 horas se observaba un número considerable de larvas, pasadas las 72 horas, las larvas tenían un tamaño aproximado de 10 mm, siendo estas adecuadas para proceder a extraerlas. Luego se extraía con guantes la cantidad de larvas disponible, para colocarse en una tela metálica la cual se colocaba encima de un depósito plástico expuesto al sol, con el fin de que las larvas se fueran al fondo, huyendo del sol, facilitando la separación de larvas para su respectiva deshidratación y proceder a hacerla harina. El sustrato utilizado se cambiaba cada 3 días, al igual a la recolección de producción de larva. Para obtener una libra de harina de larva de mosca, se necesitaba 2.5 libras de larva fresca de mosca.

3.3.2. proceso de deshidratación

Al obtener la cantidad de larva disponible, se procedió a ponerlas en bandejas previamente calentadas a fuego moderado, para evitar que las larvas se salieran, muriendo estas al instante, en un transcurso de 10-15 minutos; las larvas se deshidrataban, al punto de secarse completamente, luego se ponían a enfriar (Figura A2).

3.3.3. Obtención de harina de larva

Cuando las larvas estaban deshidratadas en bandejas, se procedió a convertirla en harina, por medio de un procesador de cocina, en el cual se iba agregando poco a poco, hasta lograr la consistencia que necesitábamos.

3.3.4. Preparación de galeras

Tres semanas previas al estudio se reforzó alrededor todas las posibles entradas a depredadores a la galera con malla galvanizada; se procedió a limpiar el área, se desinfectó el piso aplicando una capa de cal diluida con agua (Figura A4). Luego se fueron instalando los compartimientos que contaban con un área de 1 metro cuadrado dejándose secar por 24 horas, al siguiente día se fueron colocando las divisiones, las cuales fueron hechas con ayuda del carpintero de la estación experimental. Los materiales utilizados fueron: madera, malla galvanizada, clavos y alambre de amarre, con lo cual se construyeron un total de 16 compartimientos, para alojar 5 aves en cada uno de los compartimientos (Figura A5). Se colocó una cama de granza de 2 cm de alto para evitar que las aves tuvieran contacto directo con el suelo, se colocaron bebederos (Figura A6) y comederos. (Figura A7)

3.3.5. Adquisición de aves

Se utilizaron 80 aves criollas de dos semanas de edad que fueron compradas, se trasladaron hacia la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas, donde fueron instaladas en los compartimientos previamente establecidos.

3.3.6. Manejo de aves

3.3.6.1. Recibimiento

Las aves de dos semanas de edad fueron trasladadas a la Estación Experimental, se colocaron en los compartimientos, sin orden ni azarización, se les ofreció agua con electrolitos para disminuir el estrés causado por el traslado (Figura A8).

3.3.6.2. Alimentación

Las aves fueron alimentadas en su semana de adaptación con formulación del concentrado testigo, después de esa semana se procedió a azarizar las aves y tratamientos, para empezar a alimentarlas con el concentrado y adición de harina correspondiente para cada tratamiento (Figura A9).

Cuadro 9. Ración alimenticia en gramos.

semana	Ración/gr/Pollo	N° aves	Ración/gr/ Repetición
1	65	5	325
2	85	5	425
3	115	5	575
4	130.4	5	652
5	150.5	5	752.5
6	179.7	5	898.5
7	186.1	5	930.5
8	194.6	5	973

El tiempo de alimentación con la dieta alternativa fue de 8 semanas. Las aves fueron alimentadas dos veces al día, en horarios de 7 am y 2 pm, las raciones fueron pesadas cada semana con respecto a su edad (Ver Cuadro 9), al finalizar el día se recogía el concentrado sobrante tomándolo en cuenta como rechazo. De esta manera se diferenció la cantidad de alimento ofrecida, consumida y rechazada hasta cumplir el total de semanas establecida para el estudio. (Figuras A10, A11).

Al horario mencionado anteriormente se ofrecía agua fresca y se mantuvo en constante control la fuente de hidratación, la cual era a base de un bebedero hecho artesanalmente con una botella de un litro de agua, colocado sobre un depósito plástico, el cual se llenaba hasta dos veces al día para evitar que se quedaran sin agua.

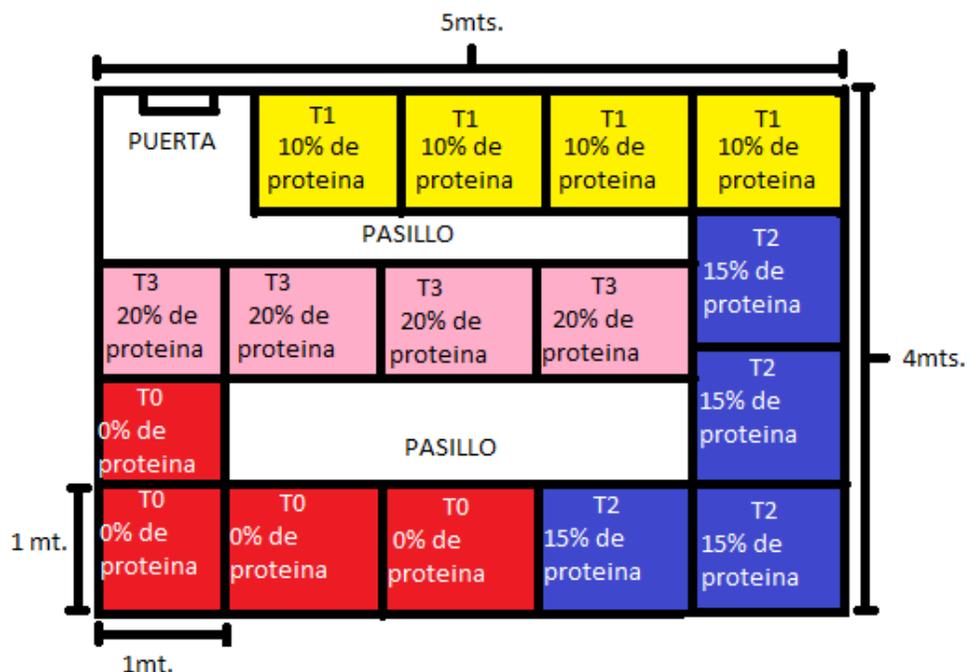


Figura 3 Distribución de tratamientos.

*Los porcentajes de proteína son de la alternativa proteica utilizada (harina de larva).

3.3.6.3. Profilaxis

Para el control de posibles enfermedades se aplicó el siguiente plan profiláctico (Cuadro 10 y Figura A12).

Cuadro 10. Plan profiláctico.

Enfermedades	Edad	Medicamento	Modo aplicación
Newcastle/Enfermedades respiratorias	16 días	Vacuna/Antibiótico	Vía ocular
Newcastle/Coccidiosis	23 días	Vacuna/Antibiótico	Vía ocular/ Vía oral
Newcastle, Cólera Aviar y Salmonelosis	30 días	Vacuna/Antibiótico	Vía intramuscular
Parásitos	60 días	Desparasitante	Vía oral

3.3.7. Toma de datos

Se comenzó la toma de datos al inicio del estudio, tomando el peso vivo de cada unidad experimental para obtener un promedio.

Peso vivo

Una vez a la semana antes de la primera ración alimenticia se tomó el peso por unidad experimental, es decir las 5 aves, 4 promedios por tratamiento. Haciendo un total de 16 tomas de peso en las 8 semanas de estudio (Cuadro A1) (Figura A13)

Consumo

Los datos del consumo diario fueron tomados de la relación ración total del día menos el rechazo (si es que lo había), de esta manera se estableció el consumo por tratamientos. (Cuadro A2 y A3)

Rechazo

Luego del primer día de alimentación controlada, se pesó lo que cada unidad experimental dejaba de alimento. El objetivo era que en base al ofrecimiento de ración y a la toma de peso de rechazo, obtener el consumo real o aproximado por unidad experimental. (Cuadro A2 y A3)

3.4. Metodología estadística

Se utilizó modelo factorial univariante, el estudio constó de 4 tratamientos cada uno con 20 aves, conformado por 4 repeticiones, y cada repetición con 5 aves, siendo 80 aves de dos semanas de edad en total.

3.4.1. Diseño estadístico.

Se aplicó un diseño estadístico (Cuadro 11) completo al azar ya que permitió comparar el efecto de dos o más tratamientos, este estudio constó de 4 tratamientos; 4 repeticiones.

Cuadro 11. Diseño estadístico.

	R1	R2	R3	R4
T0	*			
T1				
T2				
T3				

* Unidad experimental = 5 observaciones (aves).
16x5= 80 aves
80 aves se alimentarán durante 8 semanas
T0= concentrado
T1= Concentrado + 10% de harina de larva de mosca
T2= Concentrado + 15% de harina de larva de mosca
T3= Concentrado + 20% de harina de larva de mosca

3.4.2. Modelo estadístico asociado al diseño

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4.$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta al peso en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento de alimentación

μ = Media general (peso)

τ_i = Efecto del tratamiento de alimentación. Cada uno de los tratamientos se especifica en el apartado 3.10.

ε_{ij} = Error aleatorio, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

3.4.3. Análisis de varianza (ANOVA)

Es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La cual se puede escribir en forma equivalente como:

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k = 0$$

$$H_A : \tau_i \neq 0 \text{ para algún } i$$

Donde τ_i es el efecto del tratamiento i sobre la variable de respuesta. Si se acepta H_0 se confirma que los efectos sobre la respuesta de los k tratamientos son estadísticamente nulos (iguales a cero), y en caso de rechazar se estaría concluyendo que al menos un efecto es diferente de cero.

Para probar la hipótesis dada por las relaciones o mediante la técnica de ANOVA, lo primero es descomponer la variabilidad total de los datos en sus dos componentes: la variabilidad debida a tratamientos y la que corresponde al error aleatorio.

Por lo tanto, se analizó cada variable con un ANOVA con base al diseño completamente al azar con el programa Infostat.

3.4.4. Variables en estudio

Consumo de alimento diario

Esta variable se calculó con los gramos consumidos por grupo de aves al día, diariamente se fue registrando la cantidad de alimento que se les proporcionaba a cada uno de los tratamientos y recolectando al final la cantidad de alimento rechazado, para poder obtener el consumo de alimento diario

CA= Cantidad de alimento suministrad (gr) – Cantidad de alimento rechazado (gr)

Ganancia de peso vivo

Para obtener esta variable se fue tomando peso desde la entrega de las aves en la Estación Experimental, semanalmente, hasta finalizar el estudio.

Formula: IP= Peso actual – Peso anterior

Donde: IP= incremento de peso

Conversión alimenticia

Se calculó semanalmente, como la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo por semana.

Formula: CA = Consumo de alimento/ Ganancia de peso.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Para la discusión de los resultados se realizó el análisis de varianza utilizando el diseño estadístico completamente al azar, a través del programa estadístico infoStat; para conocer las diferencias entre las medidas se realizó desviación estándar, las variables fueron: ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

4.1. Consumo de alimento

Los resultados obtenidos en el consumo de alimento se pueden apreciar en la figura 4, donde los tratamientos se han mantenido en el rango de consumo, teniendo un elevado consumo en la semana 6 y bajando el rango en las últimas dos semanas del ensayo.

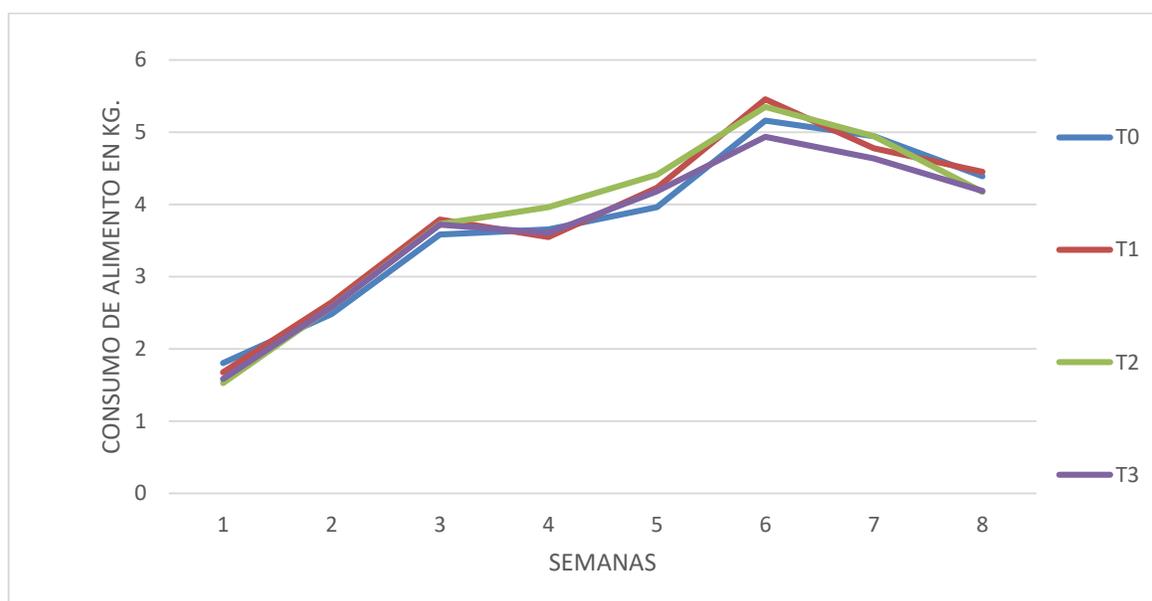


Figura 4. Gráfico de Consumo de alimento.

En el cuadro 12 se presentan los consumos acumulados por tratamiento, el cual obtuvo un mayor consumo el tratamiento 2, el cual era base de concentrado más el 15% de harina de larva de mosca, con un valor promedio de 31.21 kg, el análisis de varianza (cuadro A) tuvo un valor de significancia de p-valor 0.88 y una desviación estándar de 590.69.

Estadísticamente la comparación de tratamientos de concentrado formulado y las diferentes raciones de concentrado más la inclusión de diferentes porcentajes de harina de larva de mosca no produjeron diferentes efectos significativos en la variable consumo de alimento en gramos de las aves criollas en las 8 semanas de estudio, con una probabilidad igual a 0.88.

Cuadro 12 Consumo de alimento.

Repetición	T0	T1	T2	T3	D.E	P-valor
1	26.21	27.35	30.68	28.46		
2	32.35	33.95	25.39	26.63		
3	32.71	31.07	31.17	32.49		
4	30.95	32.42	37.57	32.30		
Total (Kg.)	122.23	124.80	124.82	119.90		
Promedio (Kg.)	30.55	31.20	31.21	29.97	590.69	0.88

Estudio realizado por González en 2016, mostraron que las fuentes de proteína con larva fresca de mosca doméstica, adicionadas a las diferentes formulaciones ofrecida en la ración de los polluelos de la raza Plymouth Rock, produjeron diferencias significativas ($P=0.0001$) sobre consumo, donde el tratamiento del testigo T0 tuvo los menores consumos acumulados a las 12 semanas, seguido del T1 (concentrado + 5% de larva), mientras que T2 (concentrado + 10% de larva) y T3 (concentrado + 15% de larva) presentaron consumos mayores pero similares entre sí.

Según Rivera en 1998, obtuvieron resultados en donde los tratamientos T1 (16.34% de inclusión de harina de larva de mosca) y T2 (0% de inclusión de harina de larva de mosca) obtuvieron un consumo total por pollo de 2.566 kg y 2.394 kg respectivamente. Se observó que entre los tratamientos no existe diferencia significativa, $p > 0.05$ por tanto, es posible que el bajo consumo de alimento haya sido influenciado por las variaciones de temperatura encontradas dentro de la galera experimental siendo esta de 31.2 °C promedio.

4.2. Ganancia de peso

En la figura 5 se muestra las variaciones de ganancia de peso acumulada que hubo por semana en cada uno de los tratamientos, en el cual al final del estudio, el que obtuvo mayor ganancia fue el Tratamiento 2 con una inclusión de 15% de harina de larva de mosca, con 907 gr. y el Tratamiento 1 con una inclusión de 10 % de larva de mosca con el menor valor con 650 gr al final del tratamiento.

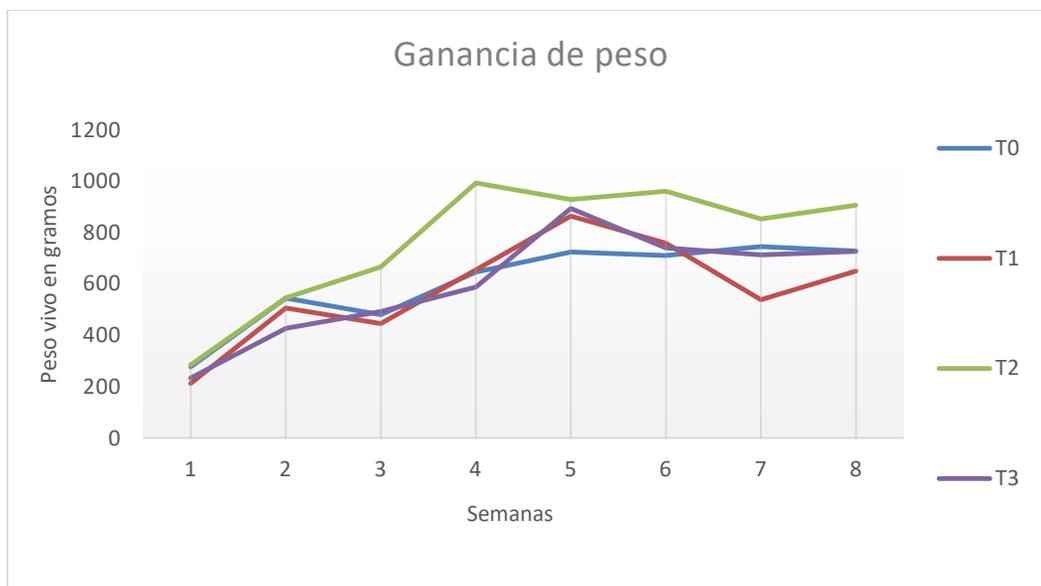


Figura 5. Ganancia de peso.

Cuadro 13 Ganancia de peso por tratamiento.

Repetición	T0	T1	T2	T3	D.E	P-valor
1	4006	3782	5050	4322		
2	4404	6084	4548	4078		
3	5352	3292	4922	3696		
4	5198	3390	5632	3699		
Total	18960	16548	20152	15795		
Promedio	4740	4137	5038	3948.75	509.26	0.17

Como se puede observar en el cuadro 13 se determinó la ganancia de peso promedio por tratamiento, en los cuales el tratamiento 2, que consistía en la inclusión del 15% de harina de larva de mosca a la ración diaria de concentrado, es el que obtuvo una ganancia promedio mayor con un valor de 5038gr, seguida del T0 con 4740 gr y tendiendo menor valor, pero casi similares el T1 y T3. En el análisis de varianza (Cuadro A5) y la prueba significativa mostraron un valor de $P=0.1719$ y una desviación estándar (Cuadro A4) de 509.26.

Estadísticamente la comparación del concentrado formulado y los diferentes tratamientos con inclusión de harina de larva de mosca domestica al concentrado no produjeron diferentes efectos en la variable ganancia de peso en los pollos criollos con un valor $P=0.1719$.

Según el estudio realizado por González et al, en 2016, la ganancia de peso acumulada a las 12 semanas fue analizada por ANVA y por prueba de diferencia mínima significativa. Se encontraron diferencia significativa debidas al efecto del tratamiento (P=0.0248), observándose que el tratamiento T1 (5% larva de mosca) reflejo los mejores resultados produciendo un mejor aumento de peso en gramos, siendo superior a las otras formulaciones ofrecidas del T0 (concentrado) y T3 (15% larva de mosca).

4.3. Conversión alimenticia

En el cuadro 14 se muestran las conversiones alimenticias acumulada por tratamiento, en el cual el tratamiento 2 obtuvo la mejor valoración con 6.17, siendo este el más adecuado en conversión alimenticia ya que es el valor más bajo. En segundo lugar, estadísticamente el T0 (concentrado) el cual presento promedio de 6.49. superiores a las logradas con el T3 (Concentrado+15% harina de larva de mosca) con 7.66 y 7.95. El T1 (Concentrado+10% harina de larva de mosca). Estadísticamente los tratamientos formulados a base de concentrado y adición de diferentes porcentajes de larva de mosca doméstica, no produjeron diferentes efectos en la variable conversión alimenticia en los pollos criollos con una probabilidad de 0.1976 en el análisis de varianza y prueba de diferencia significativa; y una desviación estándar de 0.87.

Cuadro 14. Conversión alimenticia acumulada.

Repetición	T0	T1	T2	T3	D.E	P-valor
1	6.54	7.23	6.08	6.59		
2	7.35	5.58	5.58	6.53		
3	6.11	9.44	6.33	8.79		
4	5.95	9.56	6.67	8.74		
Promedio	6.49	7.95	6.17	7.66	0.87	0.1976

En la figura 6 se muestra que en el estudio hubo muchas variaciones semanalmente con respecto a la conversión alimenticia, el que obtuvo mejor conversión fue el T2 con el menor valor que fue 4.60, siendo el de mayor valor el T1, pero al terminar las 8 semanas de estudio finalizo con un valor de 6.84 de conversión.

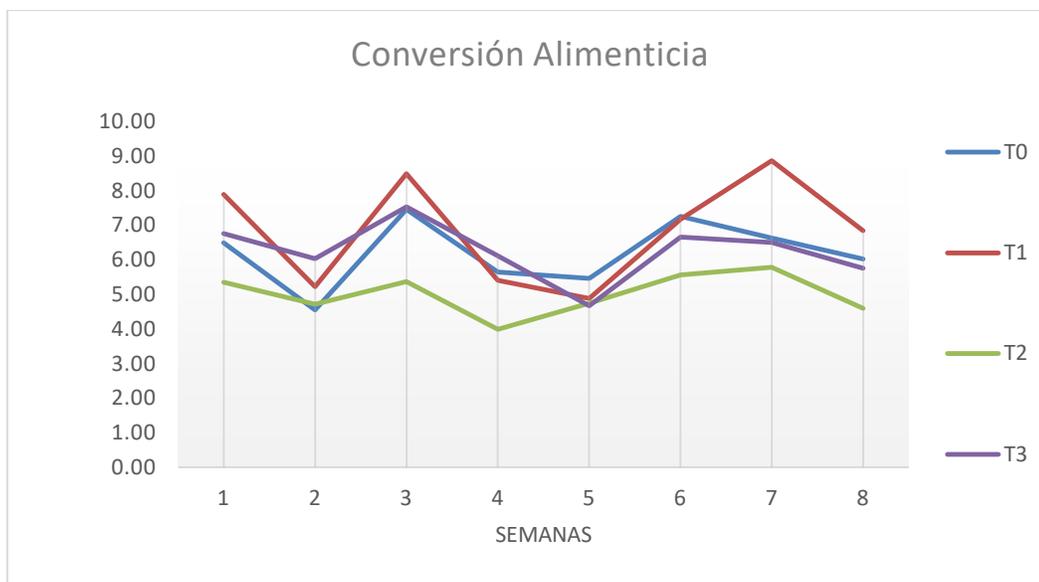


Figura 6. Conversión alimenticia.

En el estudio realizado por González *et al*, en 2016, la conversión alimenticia presentó diferencia significativa entre tratamientos ($P=0.0001$). Se encontró mejor conversión en el testigo T0 que consistía en concentrado que en los tratamientos con larva. La conversión alimenticia indica que para que el polluelo produzca una unidad de producto, en este caso, peso vivo, se necesitó 3.49 en T0, 4.0 en T1, 4.65 en T2 y 5.0 en T3.

Según el estudio de Lazo *et al*, en 2010, la alimentación de concentrado comercial (T0), produjo conversión promedio de 4.38 gr. En segundo lugar estadísticamente el T1 con el 20% de larva de mosca el cual presentó promedio de 6.36 gr. superiores a las logradas con el 30% de larva de mosca (T2) y 40% de larva de mosca (T3) con medias de 8.08 y 10.18 gr. respectivamente.

4.4. Análisis económico

Para este estudio se analizaron los costos para cada tratamiento, detallando costos de concentrado formulado, compra de aves, plan profiláctico, mano de obra y costos totales por tratamiento, comparándolo contra los ingresos generados por la venta de las aves, se tomó como referencia el precio de libra, el cual se consultó en diferentes puestos del mercado ya que al ser ave criolla, el precio es \$2.50, por lo cual cada tratamiento vario en el total de venta, ya que hubo mortalidad y variaron los pesos en los tratamientos. El costo de la harina de larva se estimó, tomando en cuenta gastos de transporte, instalaciones, mano de obra y materiales.

En el cuadro 15, se observan resultados que en general no reportan beneficio neto, el T1, T2 y T3 que respectivamente poseen el 10, 15 y 20% de adición de harina larva de mosca domestica; el T1 por su parte que tiene el 10% de adición de harina de larva muestra un resultado negativo en el beneficio neto, este tratamiento tiene un déficit de \$20.96, mientras que el T3 con 20% de adición de la alternativa proteica es el tratamiento que peor beneficio neto posee, dejando un déficit de \$24.75, el T2 es el tratamiento con rendimiento negativo mínimo en comparación con T1 y T3 mostrando un déficit de \$1.15 , es decir que es el tratamiento recomendable en términos económicos aun sabiendo que el tratamiento genera pérdidas.

Cuadro 15. Análisis económico

Tratamiento Concepto	Unidades	T0	T1	T2	T3
Ingresos					
Venta de aves	lbs	\$104.4	\$90.9	\$110.7	\$86.85
Subtotal		\$104.4	\$90.9	\$110.7	\$86.85
Egresos					
Concentrado	qq	\$63.12	\$60.66	\$59.46	\$58.02
Harina de larva de mosca	lbs	\$0	\$2.45	\$3.64	\$4.83
Compra de aves	unidad	\$20	\$20	\$20	\$20
Vacunación y desparasitaciones	paquete	\$6.25	\$6.25	\$6.25	\$6.25
Bebederos	unidad	\$2.5	\$2.5	\$2.5	\$2.5
Comederos	unidad	\$2.5	\$2.5	\$2.5	\$2.5
Instalaciones	unidad	\$15	\$15	\$15	\$15
Granza de arroz	qq	\$2.5	\$2.5	\$2.5	\$2.5
Subtotal		\$111.87	\$111.86	\$111.85	\$111.6
Beneficio neto parcial		\$-7.47	\$-20.96	\$-1.15	\$-24.75

5. CONCLUSIONES

El tratamiento con mejores resultados en ganancia de peso fue el 2 (15% de alternativa proteica), mientras que el que mostro menor ganancia de peso fue el T1 (10% de alternativa proteica), aunque estadísticamente no hay diferencia estadística entre los tratamientos.

La adición del 15% de harina de larva fue el concentrado formulado más consumido en comparación con el resto de tratamientos y sus adiciones respectivas.

En términos de conversión alimenticia el tratamiento 2 fue el que mejor conversión alimenticia mostró, es decir el de mejor valoración; la segunda opción sería el testigo.

En el análisis económico del estudio se puede concluir que el T2 es el que presentó menores perdidas económicas comparado con los otros tratamientos en estudio que obtuvieron rendimientos negativos.

6. RECOMENDACIONES

Usar el tratamiento con la adición del 15% de harina de larva de mosca, ya que este fue el que obtuvo mayor consumo de alimento, mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia en comparación con los demás tratamientos del ensayo.

Implementar el uso de harina de larva de mosca, ya que es factible la obtención y producción, por lo tanto, es viable para los pequeños productores.

Hacer otros estudios con la implementación de la harina de larva de mosca, con aves de otras edades u otras especies.

Aplicar los planes profilácticos de acuerdo a la edad de las aves, para evitar alta mortalidad, mantener dietas que cumplan con los requerimientos nutricionales de las aves y así tener buenos resultados en parámetros zootécnicos.

Utilizar aves de raza para ver el desarrollo de éstas, con diferentes porcentajes de inclusión de harina de larva de mosca en las dietas, para comparar parámetros productivos.

7. BIBLIOGRAFIA

Amaya, P. García, N. Rivas, M. (BCR) 2016. La transformación productiva en el sector agropecuario; una herramienta para el crecimiento económico en el área rural de El Salvador.

Disponible en:

<http://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1105524910.pdf>

Asociación Latinoamericana de Avicultura. 2016. Boletín 114. Disponible en:

<http://www.boletin.avicolatina.com/2016/09/el-salvador-asociacion-de-avicultores-de-el-salvador-aves/>

Avendaño, N. Quijano, N. Sánchez, S. 2008 Caracterización de la avicultura rural en comunidades de los departamentos de Chalatenango, Usulután y Sonsonate de El Salvador. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. El Salvador. Universidad de El Salvador.

Banco Central de Reserva. 2015. Revista Trimestral. Disponible en:

<http://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1719567075.pdf>

Barahona, J. Aguilar, I. Amaya, L. 2007. Evaluar tres fuentes proteicas en una ración artesanal para el engorde de pollo criollo en el municipio de Santa Clara, San Vicente. Tesis Ingeniero Agrónomo. El Salvador. Universidad de El Salvador.

Barroeta, A. Izquierdo, D. Pérez, J. Manual de Avicultura. Disponible en:

https://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/GUIA%20AVICULTURA_castella.pdf

Bencomo, A. 2010. Manejo Eficiente de Gallinas de Patio. Managua. Nicaragua. Pág. 9-12.

Consultado junio 2016. Disponible en:

<http://www.fao.org/3/a-as541s.pdf>

Blasco, J. 2016. Fauna de pina de ebro y su comarca. Disponible en:

<http://monteriza.com/wp-content/uploads/insecta/230.musca-domestica.pdf>

Cervantes, C. Mojica, F. 2003. Manual de Laboratorio de Edafología. Tercera edición. Imprenta Nacional. Costa Rica. 77p.

Cuca, M. 1963. Técnica pecuaria. Disponible en: <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2049/3440>

Dagua, A. 2009. Manual de producción avícola. Consultado 15 de junio 2018. Disponible en: <http://lagranjaavicoladeanlly.blogspot.com/>

Díaz, C. Juárez, E. Maffei, M. Moron, O. Gonzáles, L. Morales, J. 2009. Alimentación de codornices de engorde (*Coturnix coturnix* japónica) a base de harina de lombriz en dos niveles proteicos. Consultado el 22 abril 2016. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/32305/5/articulo1.pdf>

Díaz, C. Doraida, R. Briceño, R. Rosa, V. Cabrera, H. 2007. Comportamiento productivo de la codorniz para (*Coturnix coturnix* japónica) suplementada con harina de lombriz. Consultado el 22 de Abril 2016. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27860/1/articulo1.pdf>

Dirección de educación agraria. 2011. Manual de avicultura, Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/106-MANUAL_DE_AVICULTURA.pdf

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>

El Sitio Avícola. 2014. Consultado el 01 de Julio de 2016. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/poultrynews/28134/el-salvador-2013-aa0-de-crecimiento-en-la-produccion-avicola/>

Engormix. 2016 (V Congreso Internacional de Producción animal tropical, 2015, Habana, Cuba). Consultado 10 junio de 2018. Disponible en: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/los-insectos-como-fuentes-t33131.htm>

Entomo solution. Insectos en alimentación animal: larva de mosca domestica común. Mayo 2016. Disponible en:

<https://insectsrevolution.wordpress.com/2016/05/02/insectos-en-alimentacion-animal-larva-de-mosca-domestica-comun/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura). 2000. Manual de capacitación para trabajadores de campo en america latina y el caribe. Cartilla tecnológica 18. Roma. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s43.htm#P1_23

Flores, G. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura), SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional), PESA (Proyecto estratégico de Seguridad Alimentaria). 2005, con concentrados caseros mejorar la alimentación de sus aves y aumente su producción. Consultado el 30 de julio de 2016. Disponible en: <http://es.slideshare.net/armandoguelfi/alimento-artesanal-para-aves>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura); SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México). 2007. Producción y manejo de aves de traspatio. México. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/AsistenciaCapacitacion/Documents/red%20del%20conocimiento/manuales%20pesa/manejo_aves.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura). 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA/visualize>

García, J. Aguilar, I. Amaya, L. 2007. Evaluar tres fuentes proteicas en una ración artesanal para el engorde de pollo criollo en el municipio de Santa Clara, San Vicente. Tesis Ingeniero Agrónomo. El Salvador. Universidad de El Salvador.

González, B. Aguilar, D. Cabrera, H. 2016. Alimentación de pollos de raza Plymouth Rock con larvas frescas de mosca domestica (Musca domestica L.) en la fase de crecimiento. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. El Salvador. Universidad de El Salvador.

GoogleEarthPro. 2016. Google Inc. CNES/Astrium

Guardado, A. Ramírez, K. Solís, S. 2014. Alimentación de gallinas criollas con larvas vivas de mosca común (*Musca domestica*) en Cabañas, El Salvador. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. El Salvador. Universidad de El Salvador.

Guerrero, M. Amaya, L. Becerril y García T. 2007. Uso de larvas alimentadas con carne de res cultivadas en abono equino en diferentes dosis y un alimento comercial utilizado en *Gallus*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Hernández, R. 2016. Biología e importancia de las moscas en la producción porcina. Disponible en:

https://www.3tres3.com/articulos/biologia-e-importancia-de-las-moscas-en-la-produccion-porcina_36558/

Instituto Colombiano agropecuario. (ICA). 1999. Alimentos para animales: parámetros microbiológicos. Bogotá. Disponible en:

<http://ri.ues.edu.sv/5970/1/13101556.pdf>

Lazo, G. Zavala, M. Baires, R. 2010. Uso de larva de mosca domestica (*Musca domestica* L.) en diferentes porcentajes, como suplemento en la alimentación de codorniz (*Coturnix coturnix* japónica) n fase de engorde. Tesis Ingeniero Agrónomo. El Salvador. Universidad de El Salvador.

Melara, J. Najarro, M. Peñate, a. 2010. Diseño de un plan de negocios para la creación de una granja avícola de la especie gallina india autosostenible en la asociación cooperativa zapotepeque de R.L caserio Milagro de la roca cantón primavera municipio de Quezaltepeque departamento de La Libertad. Tesis Licenciado en Administración de empresas. El Salvador. Universidad de El Salvador.

Mejía, R. López, Z. 2011. Alimentación de pollos criollos en fase de engorde haciendo uso de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y concentrado comercial. Tesis Ingeniero Agrónomo. El Salvador. Universidad de El Salvador.

Meléndez, F. 2014. Comparación de la ganancia de peso en pavipollos alimentados con una dieta comercial y dos dietas suplementadas con un 4 y 6% de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Tesis Médico Veterinario. México. Universidad Autónoma del Estado de México.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2003. Consultado el 01 de Julio de 2016. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/ElSalvador.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2014. Anuario de Estadísticas Agropecuarias. Disponible en: <http://www.mag.gob.sv/direccion-general-de-economia-agropecuaria/estadisticas-agropecuarias/anuarios-de-estadisticas-agropecuarias/>

Ortiz, N. Segovia, M. Morazán, F. 2010. Uso de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en estado fresco, como complemento proteico en la alimentación de pollos de engorde, a diferentes porcentajes en la ración en el municipio y departamento de San Vicente, El Salvador, C.A. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador.

Portillo, C. Villalta, T. González, J. 2013. Producción de larva de mosca domestica (*Musca domestica* L.) en granjas porcinas como alternativa en el manejo de estiércol, aprovechando su fuente proteica natural en la alimentación de gallinas ponedoras (*Gallus gallus*). Tesis Ingeniero Agrónomo. El Salvador. Universidad de El Salvador.

Rivera, C. Urbina, S. 1998. Inclusión de la harina de larva de mosca domestica (*Musca domestica*) en la dieta de pollos de engorde. Tesis Ingeniero Agrónomo con orientación en Zootecnia. Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.

Santomá, G. 1994. Programas de alimentación en broilers y pollo alternativo. Madrid. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentaci%C3%B3n_Pollos_de_engorde.pdf

Villacide, C. Masciocchi, M. 2016. Serie de divulgación sobre insectos de importancia ecológica, economía y sanitaria. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/12_-_boletin_mosca_domestica_web.pdf

Villanueva, C. Oliva, A. Torres, A. Rosales, M. Moscoso, C. Gonzales, E. 2015. Manual de producción y manejo de aves de patio. En línea. Disponible en: <http://map.catie.ac.cr/web/wp-content/uploads/2015/08/Aves-de-Patioisbn.pdf>

8. ANEXOS

Cuadro A 1. Toma de datos

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
T0	1							
	2							
	3							
	4							
T1	1							
	2							
	3							
	4							
T2	1							
	2							
	3							
	4							
T3	1							
	2							
	3							
	4							

Cuadro A 2. Recolección de datos por semana

DIA	UE	CONSUMO DE ALIMENTO					
		T0 (ROJO)			T1 (AMARILLO)		
		Ración	Consumo	Rechazo	Ración	Consumo	Rechazo
JUEVES	1						
	2						
	3						
	4						
VIERNES	1						
	2						
	3						
	4						
SABADO	1						
	2						
	3						
	4						
DOMINGO	1						
	2						
	3						
	4						
LUNES	1						
	2						
	3						
	4						
MARTES	1						
	2						
	3						
	4						
MIERCOLES	1						
	2						
	3						
	4						

Cuadro A 3. Recolección de datos por semana

DIA	UE	CONSUMO DE ALIMENTO					
		T2 (AZUL)			T3 (ROSADO)		
		Ración	Consumo	Rechazo	Ración	Consumo	Rechazo
JUEVES	1						
	2						
	3						
	4						
VIERNES	1						
	2						
	3						
	4						
SABADO	1						
	2						
	3						
	4						
DOMINGO	1						
	2						
	3						
	4						
LUNES	1						
	2						
	3						
	4						
MARTES	1						
	2						
	3						
	4						
MIERCOLES	1						
	2						
	3						
	4						

Cuadro A 4. Variables.

Parámetro	T0	T1	T2	T3	D.E	P-valor
Ganancia de peso total	4740.00	4137.00	5038.00	3948.75	509.26	0.17
Consumo total de alimento	30557.53	31201.57	31205.53	29975.95	590.69	0.88
Conversión alimenticia acumulada	6.49	7.95	6.17	7.66	0.87	0.20

Cuadro A 5. Consumo de alimento.

Se observa el consumo de acumulado para cada tratamiento, en cada una de las semanas que duro el ensayo, en el cual se puede observar que hubo variaciones entre tratamiento.

Tratamiento	Consumos de alimento/semamas							
	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1.801	2.479	3.583	3.652	3.959	5.159	4.943	4.387
1	1.677	2.645	3.789	3.546	4.228	5.452	4.776	4.449
2	1.526	2.579	3.726	3.961	4.411	5.348	4.942	4.173
3	1.581	2.578	3.717	3.602	4.181	4.932	4.637	4.183

Cuadro A 6. Ganancia de peso.

Se observa la ganancia de peso acumulada por semana en cada uno de los tratamientos, teniendo mayor ganancia el T2, con 907 gramos a la octava semana.

Tratamiento	Ganancia de peso semanal							
	semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	277.5	545	480.5	646.75	724.75	711.25	745.25	728
1	212.5	506.25	446.25	655.25	865.25	760	538.75	650
2	285	546.5	667	993.5	929	961	854	907
3	233.75	427.625	493.25	588.875	894.25	741	713.25	727

cuadro A 7. Conversión alimenticia.

Se observa la conversión alimenticia acumulada por semana, para cada uno de los tratamientos, en los cuales el que obtuvo una mejor valoración fue el T2 con 4.60 en la última semana del ensayo.

Conversión alimenticia								
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8
0	6.49	4.55	7.46	5.65	5.46	7.25	6.63	6.03
1	7.89	5.23	8.49	5.41	4.89	7.17	8.87	6.84
2	5.36	4.72	5.59	3.99	4.75	5.57	5.79	4.60
3	6.76	6.03	7.54	6.12	4.68	6.66	6.50	5.75

cuadro A 8 Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable ganancia de peso.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3604890.18	3	1201630.06	2	0.1719
T	3604890.18	3	1201630.06	2	0.1719
Error	6595301.42	11	599572.86		
Total	10200191.6	14			

Cuadro A 9. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7545783.32	3	2515261.11	0.22	0.88
T	7545783.32	3	2515261.11	0.22	0.88
Error	125347166	11	11395197		
Total	132892950	14			

Cuadro A 10. Conversión alimenticia acumulada.

Repetición	T0	T1	T2	T3
1	6.54	7.23	6.08	6.59
2	7.35	5.58	5.58	6.53
3	6.11	9.44	6.33	8.79
4	5.95	9.56	6.67	8.74
Promedio	6.49	7.95	6.17	7.66

Cuadro A 11. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso total.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	8.86	3	2.95	1.84	0.1976
T	8.86	3	2.95	1.84	0.1976
Error	17.62	11	1.6		
Total	26.48	14			

FIGURAS



Figura A 1. Producción de larva



Figura A 2. Secado de larva.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

RESULTADO DE ANÁLISIS

Fecha de Emisión: Ciudad Universitaria, 31 de mayo de 2018
Fecha de ingreso: 03 / mayo / 2018
Tipo de Muestra: Larva deshidratada de Mosca
Análisis solicitado: Ceniza, Fibra Cruda, Grasa, Proteína, Carbohidratos
Calcio, Fosforo.
Usuario: Blanca Rivera

No. Muestra	Identificación	%						ppm	
		HUMEDAD	PROTEINA	CENIZA	EXTRACTO ETEREO	FIBRA CRUDA	CARBOHIDRATOS	CALCIO	FOSFORO
MXU-45	Larva de Mosca	1.20	52.66	13.85	18.54	10.06	4.89	2739.07 o 0.270%	10840.44 o 1.08%
	Metodología	Gravimétrico	Microkjeldahl	Gravimétrico	Gravimétrico	Ankom	Gravimétrico	Fotometria de llama	UV/VIS

Analista: Lic. Mario Antonio Hernández Melgar

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"


Lic. Freddy Alexander Carranza
Jefe del Departamento de Química Agrícola



Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria. Tel.: 2225-1506 y 2226-2043

Figura A 3. Análisis bromatológico



Figura A 4. Reparación y limpieza de galera.



Figura A 5. Compartimientos



Figura A 6. Bebederos



Figura A 7. Comederos



Figura A 8. Recibimiento de aves



Figura A 9. Distribución de tratamientos



Figura A 10. Pesaje de ración de alimento.



Figura A 11. Pesaje de rechazo.



Figura A 12. Vacunación.



Figura A 13. Pesaje de unidades experimentales.