

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**Alimentación de pollos de raza Plymouth Rock con larvas frescas de mosca doméstica
(*Musca domestica L.*) en la fase de crecimiento**

POR:

**Br. Blanca Estela González de Rodríguez
Br. David Alexander Aguilar Quijada
Br. Hazel Marina Cabrera Herrera**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
LICENCIADO (A) EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, 06 DE SEPTIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR INTERINO

Lic. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN

SECRETARIA GENERAL

Dra. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

Ing. Agr. Msc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO

Ing. Agr. Msc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

F. _____

ING. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

DOCENTE DIRECTOR

F. _____

ING. DAVID ERNESTO MARÍN HERNÁNDEZ

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

F. _____

ING. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

RESUMEN

La investigación se desarrolló en Hacienda Rancho Escondido, Cantón Agua Zarca, Municipio de Agua Caliente, Departamento de Chalatenango, El Salvador, de junio del año 2015, a marzo del 2016. Consistió en evaluar la respuesta biológica de 160 polluelos de la raza Plymouth Rock en la etapa de inicio al ser alimentados con larvas frescas de moscas domésticas (*Musca domestica L.*) y concentrado formulado de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las aves. Para evaluar la inocuidad de las larvas se realizaron análisis microbiológico y bromatológico. Los análisis microbiológicos mostraron un recuento mayor de 100 mil UFC por mm³ de *Escherichia coli* entero hemolítica. Los análisis bromatológicos demostraron que las larvas tienen un alto porcentaje de proteína (46.10%), calcio (0.71%), fósforo (1.13%) y grasa (8.54%).

El diseño estadístico utilizado fue Completamente al Azar, con arreglo de bloque y la prueba estadística de diferencia mínima significativa, dando un resultado positivo con una probabilidad del ($P < 0.05$) se dividieron en cuatro tratamientos, T0 (testigo) 100% concentrado formulado, T1 5% de larva de mosca y 95% de concentrado formulado, T2 10% de larva de mosca y 90% de concentrado formulado, T3 15% de larva de mosca y 85% de concentrado formulado, los cuales indicaron diferencias significativas con respecto a las cuatro variables. Las variables que se tomaron son: consumo de alimento, peso vivo, ganancia de peso acumulado y conversión alimenticia. El pesaje del alimento se realizaba semanalmente, la cantidad requerida de acuerdo a la semana de edad y el concentrado, la larva fresca de mosca doméstica se pesaba diariamente y se ofrecía en fresco mezclada con el concentrado formulado, esto se realizó durante toda la fase de campo de la investigación. Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y la alimentación, esta se realizaba de la siguiente manera, llevando un registro diario de cada tratamiento, se verificaba si habían animales muertos; luego se recolectaba el alimento que era rechazado que quedaba dentro del comedero ya que, el desperdicio en el suelo no era significativo, se pesaba en la báscula para anotar los datos en el registro diario

Palabras claves: Alimentación alternativa, avicultura, larvas de mosca doméstica, polluelos, Plymouth Rock.

ABSTRACT

The research was conducted in Hacienda Rancho Escondido, Canton Agua Zarca, Municipality of Agua Caliente, Department of Chalatenango, El Salvador, from June 2015 to March 2016. It consisted of assessing the biological response of 160 chicks, Plymouth Rock breed in the beginning stage, fed with fresh larvae of houseflies (*Musca domestica* L.) and concentrate formulated according to the nutritional requirements of birds. To assess the safety of larvae microbiological and chemical composition analysis were conducted. The microbiological analysis showed a higher count of 100,000 CFU per mm³ hemolytic *Escherichia coli* whole. Bromatological analysis showed that the larvae have a high percentage of protein (46.10%), calcium (0.71%), phosphorus (1.13%) and fat (8.54%).

The statistic design used was completely randomly, with under block and the statistics tests of differences minimum significant giving a positive result with a probability of ($P < 0.05$) was dividing in four treatments T0 witness 100% concentrate formulated T1 5% of fly larvae and 95% of concentrated formulated, T2 10% of fly larvae and 90% of concentrated formulated, T3 15% of fly larvae and 85% of concentrate formulated, which indicated significant differences with respect to the four variables. The variables that take it are: consume of food, live weight, win weight accumulated and food conversion. The weighing of the amount required of concentrate food was realize weekly accord to the week of age, the fresh fly domestic larvae was weighed weekly and offered in fresh mixed with the concentrate formulated, it was realize during all fase of investigation field. It maintain an schedule to the recollection of data and the feeding, it was realize to this way, carry a daily register of each treatment it, verify if have dead animal; then collect the food that was reject and let inside the trough considering that the waste on the floor. The trough considering that the waste in the floor it was not significant, it was weighed in the weighed machine to write the data al the daily registered.

Key words: Alternative feeding, poultry farming, housefly larvae, chicks, Plymouth Rock.

AGRADECIMIENTO

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

por la formación profesional y ética
que nos ha brindado.

A NUESTRO DOCENTE DIRECTOR

Ing. David Ernesto Marín Hernández
por su apoyo, enseñanza y dedicación
a lo largo de este proyecto.

A NUESTRO DOCENTE DEL JURADO
CALIFICADOR

Ing. Elmer Edgardo Corea Guillén
por la dedicación y apoyo profesional
que nos brindó.

Y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la realización de este
proyecto

BLANCA ESTELA GONZÁLEZ DE RODRÍGUEZ

HAZEL MARINA CABRERA HERRERA

DAVID ALEXANDER AGUILAR QUIJADA

DEDICATORIA

A DIOS

Por su gran amor y sabiduría que más necesitaba para culminar mi vida profesional.

A MI ESPOSO

José Rodríguez por su amor, paciencia y apoyo incondicional para realizar mis metas profesionales, y enseñarme que todo es posible con esfuerzo y dedicación. Y que para atrás ni para agarrar impulso.

A MIS PADRES

Por enseñarme muchos valores por los cuales soy una mujer de bien y con su amor incondicional apoyarme desde un inicio para cumplir mi meta. Especialmente a mi madre que ha sido el motor en mi vida que me ha impulsado cada día a luchar por lo que quiero.

A MI MEJOR AMIGO.

Dr. Fernando Javier Flores Alvarenga, por su cariño y apoyo en esta fase que ha sido muy importante en mi vida y por sus consejos.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS.

Por compartir sus conocimientos, y luchar por la misma meta, finalizando con el éxito esperado

BLANCA ESTELA GONZÁLEZ DE RODRÍGUEZ

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por su apoyo incondicional y el espíritu de perseverancia que me dio para alcanzar este éxito e iluminarme en cada paso de mi carrera y para la elaboración de este trabajo.

A mi papá Miguel Ángel Cabrera (Q. E. P. D.) le agradezco haber sido un pilar fundamental y principal en mi vida, por haberme formado, educado y especialmente enseñarme hasta el último día de su vida, que uno debe enfrentar todas las situaciones de la vida con la cabeza en alto.

A mi mamá Marina Herrera de Cabrera por ser uno de los pilares principales de mi vida, por siempre estar ahí para mí, apoyándome, dándome fuerzas y valor para seguir adelante durante todo el trayecto de mi carrera, por estudiar conmigo y por formarme para ser una mejor persona cada día.

A mi novio Stanley Vásquez por ser mi gran apoyo incondicional durante toda mi carrera, por ayudarme y especialmente por esa paciencia que me ha tenido durante todo este tiempo.

A mis hermanos Sonia, Michael y a mi sobrina Arantxa por su apoyo y por haberme ayudado de diferentes maneras para lograr este éxito.

A mis profesores por haber sido la guía que me ha permitido lograr mi objetivo.

A mis familiares y amigos por el apoyo moral que me brindaron, con el cual me alentaron durante todo el período de estudios para no retroceder ante el reto que me propuse.

HAZEL MARINA CABRERA HERRERA

DEDICATORIA

Le agradezco infinitamente a Dios por haberme acompañado y guiado y dado la sabiduría y entendimiento a lo largo de mi carrera. Por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad.

Le doy gracias a mis padres Daniel Aguilar y Patricia Analy Quijada por el apoyo incondicional que me brindaron, por todos los sacrificios que hicieron a lo largo de mi carrera, así como su comprensión y paciencia en momentos difíciles que tuvimos.

A mis hermanos Karen, Daniel, José, Sarahí, Patricia. Por ser parte importante en mi vida y representar la unidad familiar.

A mi esposa Yesenia Menjívar e hijo. Por ser parte muy importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

DAVID AGUILAR

ÍNDICE GENERAL

Contenido

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE GENERAL	x
INDICE DE CUADROS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	2
2.1 Importancia económica de la avicultura en El Salvador.....	2
2.1.1 Importancia económica de la avicultura en el departamento de Chalatenango	2
2.1.2 Crianza de aves de traspatio.....	3
2.1.3 Manejo de los polluelos en encierro	3
2.1.4 Ventajas de la crianza de polluelos en encierro	3
2.1.5 Tecnificación de la crianza de traspatio	4
2.1.6 Manejo y crianza de polluelos	5
2.1.7 Vacunación aviar	5
2.1.8 Desparasitación	6
2.2 Aves de raza	6
2.2.1 Origen de la raza Plymouth Rock.....	6
2.2.2 Características fenotípicas de la raza Plymouth Rock.....	7
2.2.3 Características productivas de la raza Plymouth Rock.....	7
2.2.4 Desarrollo fisiológico de las aves	7
2.2.5 Enzimas que intervienen a temprana edad	8
2.2.6 Desarrollo de la mucosa intestinal	9
2.2.7 Requerimientos nutricionales de los polluelos.....	10
2.2.8 Los aminoácidos (proteínas)	10
2.2.9 La energía (carbohidratos).....	10

2.2.10 Las vitaminas	11
2.3 Los minerales.....	11
2.3.1 Ración alimenticia.....	12
2.3.2 Alimentación alternativa en polluelos	13
2.4 Alimentación alternativa con proteína animal	14
2.4.1 Alimentación con larva de mosca doméstica en gallinas criollas.....	14
2.5 Larvas de mosca doméstica.....	15
2.5.1 Ciclo de vida de la mosca.	15
2.5.2 Características nutricionales de la larva de mosca doméstica.....	16
3. MATERIALES Y METODOS.....	17
3.1 Descripción del estudio	17
3.1.1 Ubicación de la investigación.....	17
3.1.2 Duración de la investigación	17
3.1.3 Instalaciones y equipo.....	17
3.2 Metodología de campo	18
3.2.1 Distribución de tratamientos.....	18
3.2.2 Ofrecimiento del alimento	19
3.2.3 Manejo de larva de mosca doméstica.....	19
3.2.4 Manejo de horas luz.....	20
3.2.5 Plan profiláctico de los polluelos.	20
3.2.6 Toma de datos.....	21
3.3 Metodología de laboratorio.....	21
3.3.1 Balanceo de raciones	21
3.3.2 Proceso de obtención de larva de mosca.....	23
3.3.3 Análisis Bromatológico.....	24
3.3.4 Análisis microbiológico.....	24
3.4 Metodología estadística.....	25
3.4.1 Diseño estadístico.....	25
3.4.2 Pruebas estadísticas.....	26
3.4.3 Variables en estudio	26
3.5 Metodología económica	28
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
4.1 Consumo de alimento.....	29

4.2 Peso vivo.....	30
4.3 Ganancia de peso acumulado	31
4.4 Conversión alimenticia	32
4.5 Análisis Económico	34
5. CONCLUSIONES	36
6. RECOMENDACIONES	37
7. BIBLIOGRAFÍAS	38
8. ANEXOS.....	47
8.1 Procedimiento de Análisis Bromatológico.....	64
8.2 Procedimiento de Análisis Microbiológico.....	71
.....	71

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos vitamínicos de los polluelos.....	11
Cuadro 2. Minerales requeridos por los polluelos.....	12
Cuadro 3. Análisis bromatológico de las larvas de mosca doméstica, expresado en base seca.....	16
Cuadro 4. Contenido de aminoácidos limitantes en larvas y pupas de mosca doméstica y su comparación con otros suplementos proteicos.....	16
Cuadro 5. Formulación de los tratamientos.....	18
Cuadro 6. Composición nutricional de las dietas ofrecidas en el concentrado formulado a base de harina de sorgo.....	22
Cuadro 7. Fórmula para la mezcla de inicio (semana 1- semana 6) de los polluelos de doble propósito.....	22
Cuadro 8. Fórmula para la mezcla de desarrollo (semana 7 - semana 12) de los polluelos de doble propósito.....	23
Cuadro 9. Nutrientes de las materias primas del concentrado formulado adicionado con la harina de larva de mosca.....	24
Cuadro 10. Exámen bacteriológico de macerado de larva fresca de mosca doméstica.....	25
Cuadro 11. Análisis de Varianza.....	26
Cuadro 12. Consumo promedio de alimento por polluelo durante todo el ensayo, en los diferentes tratamientos.....	29
Cuadro 13. Peso vivo promedio acumulado semanal de los polluelos durante todo el ensayo.....	31
Cuadro 14. Ganancia de peso acumulado semanal de los polluelos durante todo el ensayo.....	32
Cuadro 15. Conversión alimenticia acumulada de un polluelo durante todo el ensayo.....	33
Cuadro 16. Presupuesto Parcial y Beneficios Netos.....	35
Cuadro A 1. Plan profiláctico para pollitas de postura y engorde (aves de doble propósito)..	47
Cuadro A 2. Guía de alimento en gramos y libras de concentrado balanceado de harina de sorgo.....	47
Cuadro A 3. Respuesta productiva de diferentes genotipos de pollos de engorda mantenidos en condiciones de traspatio ¹	48
Cuadro A 4. Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III) para consumo de alimento.....	48
Cuadro A 5. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para consumo de alimento.....	48
Cuadro A 6. ANVA para Ganancia de peso vivo (SC tipo III).....	49
Cuadro A 7. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para ganancia de peso vivo.....	49
Cuadro A 8. ANVA de la variable ganancia de peso acumulado.....	49
Cuadro A 9. Pruebas de Diferencia Mínima Significativa para ganancia de peso acumulado.....	49
Cuadro A 10. ANVA de conversión alimenticia.....	50
Cuadro A 11. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para conversión alimenticia.....	50
Cuadro A 12. Medias resumen del tratamiento del 100% de concentrado formulado.....	51

Cuadro A 13. Medias resumen del tratamiento del 5% de larva fresca de mosca y 95% de concentrado formulado	51
Cuadro A 14. Medias resumen del tratamiento del 10% de larva fresca de mosca y el 90% de concentrado formulado	51
Cuadro A 15. Medias resumen del tratamiento del 15% de larva fresca de mosca y el 85% de concentrado formulado	52
Cuadro A 16. Consumo de alimento en gramos por polluelo a la semana.....	52
Cuadro A 17. Ganancia de peso en gramos por polluelos por semana	52
Cuadro A 18. Conversión alimenticia acumulada para las 12 semanas por tratamiento	53
Cuadro A 19. Consumo de alimento para 40 polluelos en los diferentes tratamientos, elaborados con concentrado formulado y la adición de larva fresca de mosca doméstica.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de alimento semanal de los polluelos para cada tratamiento, durante las doce semanas (g) (n=40)	30
Figura 2. Peso vivo promedio semanal de los polluelos por tratamiento (g) (n=40)	31
Figura 3. Ganancia de peso acumulado de los polluelos por cada tratamiento, durante las 12 semanas. (g) (n=40).....	32
Figura 4. Comportamiento de la conversión alimenticia acumulada de los polluelos (g) (n=40)	34
Figura A 1. Ciclo de vida de la mosca doméstica	54
Figura A 2. Lugar donde se realizó el ensayo	55
Figura A 3. Orientación geográfica, infraestructura de la galera, azarización de los tratamientos y jaulas para el ensayo	56
Figura A 4. Larvario artesanal	57
Figura A 5. Recibiendo a los polluelos/ 1 día de nacidos	58
Figura A 6. Preparación de los larvarios.....	58
Figura A 7. Limpieza de la galera	58
Figura A 8. Elaboración de los bebederos	59
Figura A 9. Pesaje del concentrado para los polluelos	59
Figura A 10. Toma de datos	59
Figura A 11. Pesaje de la larva	60
Figura A 12. Preparación de las muestras para los análisis	60
Figura A 13. Colocación de muestras en el horno	60
Figura A 14. Pesaje de las muestras después de salir del horno.....	61
Figura A 15. Exámen Bromatológico.....	62
Figura A 16. Exámen Microbiológico.....	63
Figura A 17. Esquema dela técnica utilizada para determinar <i>E. coli</i>	72

1. INTRODUCCION

Cada vez que se habla de la crianza de algún tipo de ave doméstica para la explotación o reproducción de ella, se refiere al rubro de la avicultura. Esta se basa en la explotación de las granjas de aves con el fin de sacar provecho o utilidad a estos animales, ya sea de forma casera o industrial.

La alimentación en las aves ha venido evolucionando ya que en la actualidad a través de las mejoras genéticas los polluelos tienen una mejor conversión alimenticia comparada con otros animales de traspatio, estas aves son muy importantes en las familias rurales y en la mayoría de veces, el sustento y el medio para obtener ingresos por medio de su venta (Castañeda-Naranjo 2000).

Las familias rurales se han preocupado por mejorar su genética y criar polluelos de la raza Plymouth rock, ya que por su potencial de vigor genético estas aves tienen una mayor capacidad de producción de huevos y carne. Además se adaptan al medio ambiente y área rurales por ser una raza genéticamente mejorada. Por tanto, es muy importante tener alternativas alimenticias que ofrecer a los polluelos, ya que la fase de inicio es crucial para que sobrevivan y es la que genera mayor costo económico para el avicultor, ya que solo pueden ofrecerles concentrado comercial, que hace difícil la crianza de aves de traspatio (entrevista CORDES 2014)¹.

El empleo con fines alimenticios de artrópodos adultos o inmaduros es común en diversas partes del mundo. Especialmente en la clase insecta, del orden Díptera se han registrado experimentos en donde estos insectos adquieren importancia económica. Varias especies están asociadas con la alimentación de animales domésticos (Arango – Gutiérrez *et. al.* 2004).

Con esta investigación, se pretende contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias rurales, a través de un manejo adecuado, alimentando a los polluelos en etapa de inicio con diferentes porcentajes de larva fresca y concentrado formulado.

¹ Morales, E. 2014. Nutrición de polluelos indios (entrevista) CORDES, Chalatenango. S.V. s. e

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Importancia económica de la avicultura en El Salvador

Existen dos tipos de producción avícola en el país, la avicultura familiar que es básicamente producción de traspatio y la avicultura comercial. La población de aves en ambas categorías asciende a un total de 31,715,905 millones de los cuales el 12% representan las aves de traspatio. El subsector genera más de 9,000 empleos permanentes directos, de los cuales el 60% son mujeres y aproximadamente 72,000 empleos indirectos. Es además, el subsector pecuario más desarrollado del país. El 70% o más de la producción y comercialización se desarrollan en granjas tecnificadas. La avicultura familiar desarrollada en traspatio es informal y desde el punto de vista sanitario, la de mayor riesgo de diseminación de enfermedades (Lizano 2012).

2.1.1 Importancia económica de la avicultura en el departamento de Chalatenango

La avicultura en el departamento de Chalatenango constituye una actividad económica de gran importancia pecuaria, que se realiza desde la época de la colonia. Está presente en la mayoría de la población rural de los municipios de dicho departamento, según el censo de dirección general de economía agropecuaria esta actividad consiste básicamente en criar un grupo de aves como fuente de alimento. La población avícola de traspatio hoy en día en Chalatenango es de 379,631 aves, representando el 10% de la población nacional de aves de traspatio. Dentro de esta población de aves se cuenta con un total de 166,622 pollitos que representa un total de 44% de las aves de traspatio de Chalatenango (MAG 2013).

Esta actividad se realiza desde hace años, ya que a principios del siglo era una actividad desempeñada por mujeres, siendo de muy bajo costo ya que al ser de traspatio se alimentan de las sobras alimenticias de la familia y por la facilidad para efectuarla. Las especies más utilizadas son las aves criollas, por ser más fuertes y adaptarse más a las condiciones climáticas del departamento (Terraes *et al.* 2006).

2.1.2 Crianza de aves de traspatio

La avicultura de traspatio es una actividad de gran importancia en las comunidades rurales del país, caracterizado por la relativa baja inversión requerida y por la facilidad para efectuarla. Las especies más utilizadas son las criollas, dado que se adaptan a las condiciones adversas para su crianza. Esta actividad fortalece el bienestar de las familias campesinas, ya que proporciona productos de alto valor nutritivo como carne y huevo; así mismo, puede producir excedentes para la venta, generando así ingresos en la economía familiar (Castañeda-Naranjo 2000).

2.1.3 Manejo de los polluelos en encierro

La crianza de polluelos en encierro consiste, como su nombre lo indica, en mantener las aves en un espacio cerrado o corral para protegerlas de los depredadores y las inclemencias del tiempo, mejorar su alimentación, prevenir las enfermedades y darle un manejo que permita elevar los rendimientos de producción (FAO 1998).

En esta forma de crianza, los polluelos disponen de un espacio total de aproximadamente un metro cuadrado (área techada más patio). El corral consta de un espacio al aire libre, el cual puede estar dividido, para separar los pollos y pollas. En el corral los polluelos reciben el alimento en comederos y agua en bebederos y en área cercada anexa puede haber un cultivo para pastoreo durante algunas horas por día (Castañeda-Naranjo 2000).

2.1.4 Ventajas de la crianza de polluelos en encierro

Algunas de las ventajas que nos ofrece la cría de polluelos en encierro son las siguientes:

Se facilita el manejo de las aves, en particular, la aplicación de vacunas, el suministro de vitaminas y medicamentos y llevar registros.

Se evita que las aves dañen los cultivos.

Hay menos posibilidad de contaminación.

Las aves caminan menos y, por lo tanto, gastan menos energía, desarrollan menos músculos y producen una carne más blanda y suave (Castañeda-Naranjo 2000).

Se han hecho cálculos que un polluelo, en la forma de crianza tradicional libre, recorre hasta 1.5 kilómetros diarios buscando su alimentación. Esto explica por qué la carne de los polluelos criollos es dura. En el encierro, como las aves no necesitan caminar para buscar el alimento, la carne que se obtiene es igualmente sabrosa, pero de una consistencia diferente, más blanda. Las aves acostumbradas a la forma tradicional libre bajan la conversión alimenticia, cuando son sometidas a un sistema de confinamiento con poca área. En cambio, el encierro con un metro cuadrado por ave es un sistema intermedio que permite un rápido acostumbramiento de las aves a la nueva forma de manejo. El espacio se puede ir reduciendo, lo cual determinará que la segunda o tercera generación requerirá menos área, sin que ello cause estrés en los animales (FAO 1998).

2.1.5 Tecnificación de la crianza de traspatio

En la forma de crianza tradicional libre las aves buscan parte de su alimento en el solar, especialmente las proteínas y vitaminas. En el encierro, estos alimentos deben ser proporcionados a las aves. Una forma de proveer proteína a los animales en encierro es establecer un área de pastoreo con un cultivo en un anexo del corral. Las aves se dejan pastorear un tiempo limitado cada día en el cultivo para que no acaben con el pasto. Los árboles forrajeros son otra fuente de alimento rico en proteína. Existe, igualmente, la modalidad de dejar libres las aves durante un par de horas por la mañana y por la tarde, antes de darles la ración de maíz o sorgo. De esta manera, las aves tienen la posibilidad de buscar parte de su comida, especialmente forrajes verdes e insectos (Castañeda-Naranjo 2000).

El gallinero se debe construir en un lugar seco, parejo, que no se inunde, protegido de los vientos fuertes, alejado del camino y cerca de la casa. No hay un modelo único de gallinero o corral. Tomando en cuenta las limitaciones económicas de las familias rurales, el diseño de gallinero que se proponga deberá ser sencillo, de bajo costo y en el que se utilicen materiales que en su mayoría estén disponibles en la propia finca. Los materiales pueden ser madera rolliza y palma de coco para los pilares y techo del albergue. En algunos casos, los productores o productoras utilizan plástico negro debajo de la palma de coco para que no pase el agua de la lluvia (MAG 1998).

2.1.6 Manejo y crianza de polluelos

Para los polluelos la transición desde la planta de incubación a la granja puede ser un proceso estresante, por lo tanto, los esfuerzos para minimizar el estrés son fundamentales para mantener una buena calidad del polluelo. Los primeros 14 días de vida de un polluelo crean la base para un buen rendimiento posterior. El esfuerzo extra que se haga en la fase de crianza será recompensado con el resultado final del lote (Cobb-Vantress 2013).

Si los polluelos se van a criar separados de la gallina se les debe proporcionar una fuente de calor; asimismo, los cuidados deben ser mayores, se requiere de un cajón de crianza, el cual debe tener una cama. El calor se puede proporcionar utilizando focos de 200 watts para 100 polluelos si se cuenta con corriente eléctrica; otra forma de mantener el calor es aislar y proteger el cajón de crianza con lonas o costales. El calor para los polluelos es muy importante, especialmente en la primera semana; las aves mal atendidas suelen tener problemas de salud (Romero Lara 2011).

Al momento de la recepción de los polluelos, los bebederos deben contener agua limpia. Después que los polluelos han bebido agua por tres horas, se puede colocar el alimento de iniciación en los comederos; la comida debe colocarse cerca de la fuente de calor con lo cual se evita el desperdicio. En los primeros 15 a 20 días se recomienda alimentar a los polluelos con una mezcla de maíz quebrado, salvadillo y algún forraje finamente picado o bien alimento comercial. Los polluelos requieren un espacio de comedero de 5 a 10 cm cada uno en las primeras semanas; posteriormente se les debe proporcionar de 10 a 12 cm por ave. Se debe tener cuidado de que no les falte agua a los bebederos (Avendaño Romero *et al.* 2008).

2.1.7 Vacunación aviar

Las aves de corral son afectadas por diversas enfermedades que ocasionan grandes pérdidas por la alta mortalidad. Las enfermedades más comunes son: Newcastle, cólera aviar (conocidas como accidente o peste) y viruela aviar. La prevención permite evitar las enfermedades, la principal medida preventiva es la vacunación de todas las aves, aplicando una dosis indicada, permite que el organismo del animal produzca las defensas o anticuerpos contra la enfermedad. Para realizar la vacunación, lo ideal es contar con tres

personas: una para que agarre las aves, otra para que sostenga la que se va a vacunar y la última para que aplique la vacuna (Cuadro A – 1), (Pinel y Flores 1999).

2.1.8 Desparasitación

La incidencia de parásitos, tanto internos como externos, tiende a disminuir en las aves que pasan del sistema de manejo en libertad al sistema de manejo en encierro, en este último caso, los polluelos por ejemplo, cuenta con un plan de desparasitación adecuado, factor que previene problemas gastrointestinales causados por parásitos. Al igual que en el caso de las enfermedades, la prevención es la forma más adecuada para evitar los problemas de parásitos en los polluelos. Si se presentan problemas de parásitos internos o externos en las aves se debe realizar el tratamiento correspondiente para el control. En el caso de los parásitos internos, existen desparasitantes naturales y químicos que se suministran a las aves en el agua y la comida. En el caso de la desparasitación externa, el tratamiento aconsejado es combinar la fumigación del gallinero y el baño de las aves con un desparasitante mezclado con agua (Cuadro A-1), (Pinel y Flores 1999).

2.2 Aves de raza

La elección de la raza, es un aspecto fundamental, según el establecimiento se dedique a la producción de huevos, de carne o de ambos productos. Cuando se piensa en producir huevos, se prefiere una de las razas livianas por ejemplo: Leghorn, Ancona y Minorca. En las razas pesadas, netamente especializadas en la producción de carne tenemos Orpington y Cornisa. Para la producción de carne y huevos a la vez, muy común en la cría casera, se elegirá razas de doble propósito (FAO 1998).

2.2.1 Origen de la raza Plymouth Rock

Raza originaria de los Estados Unidos de América, cuya creación se remonta a 1860. Fue importada a Europa hacia 1880. Surgió del cruce de la gallina indígena Dominicana Barrada con gallinas asiáticas como la Cochinchina y la Brahma (Granja Santa Isabel s.f.).

2.2.2 Características fenotípicas de la raza Plymouth Rock

Es una raza grande, bastante pesada, de porte bien derecho, con una cabeza pequeña. El tronco es ancho y profundo; la cola, bastante corta, ancha en la base; formando con la línea del dorso un ángulo de 20 a 30°. Plumaje bien ceñido, de color barrado irregular de bandas blancas sobre fondo gris oscuro-negro. Las orejillas y cara de color rojo vivo, pico y patas amarillentas (Avícola HiMaSa. s.f.).

2.2.3 Características productivas de la raza Plymouth Rock

Es una raza con dos fines claros y ambos bien desarrollados: la producción abundante de carne excelente y la puesta de alrededor de 200 huevos anuales. Estas dos características la han hecho valer para ser utilizada su variedad blanca en programas intensos de selección y para ser utilizada como madre en esquemas de cruzamiento con Cornish (Combatiente Indio) para obtener el pollo de carne industrial que es producido actualmente. El peso de los huevos es de 55 g mínimo, con la cáscara de color amarillo oscuro. El peso del pollo es de 3 a 3.5 kg; Gallo de 3.5 a 4 kg; Pollita de 2.5 a 3 kg; Gallina de 3 a 3.5 kg (Animales de granja s.f.).

2.2.4 Desarrollo fisiológico de las aves

Diferentes autores han informado que la presencia de la yema residual puede ser suficiente para sobrevivir, pero no para el desarrollo óptimo del tracto gastrointestinal (Fanguy y Misra 1980).

Un retraso de 48 horas en la provisión de comida y agua provoca reducciones sustanciales en el crecimiento inicial del tracto gastrointestinal, hígado y páncreas, y puede afectar al desarrollo de la mucosa (Smits s.f.).

La capacidad digestiva y de absorción del intestino del polluelo durante los primeros días es relativamente baja en comparación con la del pollo a partir de los 10 días de vida y un retraso en la ingesta de alimento, empeora aún más esta situación. Cuando se retrasa el acceso al alimento y agua se observa también retrasos en el desarrollo de la bolsa de Fabricio. El peso de la bolsa con relación al peso corporal tiende a ser más bajo en polluelos mantenidos en ayunas durante 24 horas (Smits s.f.).

La bolsa de Fabricio juega un papel fundamental en la producción de antígenos. Así, el retraso en la distribución de alimento y agua puede alterar significativamente tanto las funciones digestivas del polluelo, como el sistema inmune (Universidad Politécnica Salesiana Ecuador 2012).

2.2.5 Enzimas que intervienen a temprana edad

Antes de la eclosión, el polluelo no está, normalmente, colonizado por los microorganismos. Después de la eclosión un número significativo de bacterias invaden y colonizan el tracto gastrointestinal. El polluelo manipula el desarrollo de la microflora intestinal mediante la absorción de los restos del huevo de forma selectiva. La microflora inicial de la molleja está compuesta por un gran número de microorganismos aerobios y anaerobios facultativos como *Lactobacilos* spp., *Streptococos* spp. y *Enterobacteriaceas* spp (Fuller 1998).

La composición de la microflora de la molleja cambia gradualmente en los días siguientes a una proporción más alta de anaerobios facultativos y especies bacterianas anaerobias. La microflora del tracto intestinal sigue el mismo patrón de cambio, de más o menos aeróbico hacia las especies más anaerobias, durante los primeros días de vida (Smits s.f.).

Aunque la microflora del intestino delgado está formada fundamentalmente por *Lactobacilos* spp., se han encontrado niveles altos de bacterias anaerobias, tales como: *Clostridium*, *Bacteroides* y *Bifidus* spp (Langhout 1998).

El número total de bacterias es más bajo en el intestino delgado en comparación a la molleja y los ciegos. La secreción de ácido clorhídrico en el proventrículo, la mezcla completa de la ingesta en la molleja y los tiempos de retención relativamente bajos de la ingesta en el duodeno garantizan que niveles bajos de patógenos potenciales colonicen el intestino delgado proximal (Fuller 1998).

Las secreciones digestivas y la barrera mucosa previenen que los microorganismos patógenos proliferen en el intestino delgado. Los ciegos están colonizados fundamentalmente por bacterias anaerobias. Los números más altos de anaerobios tales como *Bacteroides* spp. y *Eubacterium* spp., suelen encontrarse en los ciegos. Niveles más altos de bacterias pueden ser tolerados por el huésped en el íleon distal, recto y sobre todo

en los ciegos, donde van a fermentar el material indigestible procedente del íleon. El ecosistema microbiano en el intestino delgado proximal se estabiliza a las dos semanas de edad. Los ciegos pueden necesitar más tiempo para encontrar su equilibrio (Smits s.f.).

Respecto a la salud intestinal, se ha sugerido que la diversidad en las especies bacterianas pueda contribuir a la estabilidad del sistema y a la resistencia a la colonización por los microorganismos patógenos (Smits s.f.).

Además, se ha reconocido que los lactobacilos juegan un papel fundamental en el equilibrio microbiano del intestino del polluelo. A los pocos días del nacimiento se establece una asociación permanente entre los lactobacilos y el epitelio de la molleja (Fuller 1998).

Los lactobacilos también son predominantes en el intestino delgado y en los ciegos. Se asume que la producción de ácido láctico, la asociación de los lactobacilos con el epitelio y las propiedades intensificadoras de ciertos lactobacilos sobre la respuesta inmune son beneficiosas para la salud intestinal del pollito. La importancia de otras bacterias colonizadoras del pollito sobre la salud intestinal, tales como *Bifidus* spp. y algunas bacterias filamentosas, no se conoce todavía (Smits s.f.).

2.2.6 Desarrollo de la mucosa intestinal

El mucus constituye una barrera muy selectiva, esencial para proteger la mucosa de las secreciones digestivas, de los patógenos y de las agresiones fisicoquímicas (Mantle y Allen 1989).

Los microorganismos del huésped y las inmunoglobulinas se encuentran integradas en el mucus, este en el intestino delgado es un medio ácido, mientras que en el estómago el medio es alcalino. Este medio ácido de la mucosidad del intestino delgado resulta favorable a la flora saprofita. El pH del medio también es importante para la absorción de aminoácidos y de los componentes liposolubles (Smits s.f.).

Además, la renovación continua del mucus y de la barrera física creada por la capa de mucosidad, previene la fijación de microorganismos patógenos a la superficie epitelial. Así, los cambios de las propiedades fisicoquímicas del mucus, causadas por factores externos al

lumen intestinal o por vía de la mucosa, pueden afectar a la resistencia a infecciones y alterar la absorción de nutrientes (Smits *s.f.*).

2.2.7 Requerimientos nutricionales de los polluelos

El alimento es la materia prima que requiere el animal para su crecimiento y para producir carne, huevos y nuevas crías. Los nutrientes que deben estar presentes en la dieta son: Aminoácidos (proteínas), carbohidratos (energía), vitaminas y minerales. Otro componente imprescindible de la dieta es el agua (Arango-Gutiérrez *et al.* 2004).

2.2.8 Los aminoácidos (proteínas)

Las proteínas están compuestas de aminoácidos, tanto de origen vegetal o animal, que permiten la formación de los músculos, los tejidos del cuerpo, la piel, la sangre, las plumas y los huevos. Algunas fuentes de proteínas vegetales presentes en la dieta de las aves caseras son: hojas de árboles, como madre cacao, tihuilote y caulote, maní forrajero y soya. Las principales fuentes de proteína de origen animal utilizadas por las aves en el sistema tradicional son: lombrices, larvas de insectos (FAO 1998).

Los alimentos concentrados disponibles en el mercado son preparados, por lo general, utilizando torta o harina de soya, algodón, ajonjolí, cacahuate, al igual que harina de carne, hígado, sangre, plumas, pescado o residuos de matadero (Chessa 2007).

2.2.9 La energía (carbohidratos)

Proviene de grasas y carbohidratos de los alimentos, los cuales son transformados por el organismo del animal en calor corporal, trabajo y huevos. Las grasas se encuentran principalmente en los insectos, lombrices y semillas. Los carbohidratos se encuentran en el maíz, sorgo o maicillo y tubérculos, como la yuca, malanga y camote. Las raciones con bajo contenido de energía pueden producir animales débiles y de crecimiento retardado (Chessa 2007).

2.2.10 Las vitaminas

Sirven para que los alimentos sean bien aprovechados y el cuerpo funcione de la mejor forma. Una de las más importantes es la vitamina A, especialmente en la primera semana de vida del animal. Las vitaminas se encuentran en las frutas, verduras, hojas verdes, zacatillos, maíz amarillo, cereales, cacahuates, soya, levadura, insectos y larvas. Las vitaminas participan en el metabolismo animal en cantidades muy pequeñas, pero la deficiencia vitamínica en la alimentación produce trastornos graves y en algunos casos la muerte (Arango-Gutiérrez *et al.* 2004). (Cuadro 1)

Cuadro 1. Requerimientos vitamínicos de los polluelos

Vitaminas requeridas por los polluelos en la fase de crecimiento	
Vitamina A IU	10,000,000
Vitamina D ₃ IU	3,300,000
Vitamina E, g	25
Vitamina K (menadiona), g	3.5
Tiamina (B ₁), g	2.2
Riboflavina (B ₂), g	6.6
Niacina (B ₃), g	40
Acido pantoténico (B ₅), g	10
Piridoxina (B ₆), g	4.5
Biotina (B ₇), g	100
Ácido fólico (B ₉), g	1
Cobalamina (B ₁₂), g	23

Fuente: Hy – Line International. 2016.

2.3 Los minerales

Son importantes en la sangre (especialmente el hierro) y en la formación de los huesos y el cascarón de los huevos. Las aves obtienen los minerales de las piedrecillas, arenillas y cascarones de huevos. Hay minerales llamados mayores, por ser requeridos por el animal en mayor proporción. Los principales son: calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre y magnesio. También hay minerales menores, por ser necesarios en pequeñas cantidades. Los principales son: hierro, zinc, cobre, manganeso, yodo, cobalto, molibdeno y selenio. El

calcio y el fósforo son minerales importantes para la formación de los huesos. El calcio forma el 80% del cascarón de los huevos. Cuando una ración es deficiente en calcio y fósforo, se produce crecimiento retardado y raquitismo en los pollos jóvenes. En las aves adultas, la carencia se manifiesta en postura de huevos con el cascarón muy frágil. Las raciones deficientes de magnesio producen animales con el talón deforme y huevos con un bajo porcentaje de fertilidad. El sodio y el cloro (sal común) regulan la cantidad de agua retenida en el organismo del ave (FAO 1998). (Cuadro 2)

Cuadro 2. Minerales requeridos por los polluelos

Minerales requeridos por los polluelos en la fase de crecimiento	
Colina, g	110
Manganeso, g	90
Zinc, g	85
Hierro, g	30
Cobre, g	15
Yodo, g	1.5
Selenio, g	0.25

Fuente: Hy – Line International. 2016.

2.3.1 Ración alimenticia

Las raciones balanceadas contienen varios ingredientes y constituyen un alimento que satisface las necesidades nutricionales de las aves. Los ingredientes para las raciones, de acuerdo con su contenido nutricional, pueden ser energéticos o proteínicos. Al pasar de la forma tradicional de cría en libertad a la modalidad de encierro, es necesario, como ya se ha dicho, asegurar la alimentación de las aves para tener éxito. Los polluelos, al ser encerrados, ya no podrán obtener por sí solos parte de su alimento y será necesario suministrarlos (FAO 1998)

Para que este componente no eleve demasiado los costos, la alternativa es producir o buscar en la parcela la mayor parte de los productos que cubren las necesidades alimenticias de las aves. La base de la dieta de las aves, constituida por el maíz o sorgo, puede combinarse con plantas forrajeras que hay en la parcela (Tavernari y Salguero 2002).

2.3.2 Alimentación alternativa en polluelos

Comúnmente la crianza de las gallinas en áreas rurales se realiza en explotaciones familiares o de patio, en este sistema de crianza las gallinas se cuidan casi totalmente por sí mismas, recorriendo en las inmediaciones de la finca donde buscan complementar su alimento, ocupando el 25% de su tiempo para comer malezas, el 37% insectos, el 6% heces, el 16% granos y el 16% en diversos alimentos; ayudándose con esto a balancear sus requerimientos de proteínas, energía y vitaminas que necesitan. Los minerales son adquiridos mediante el consumo de piedritas y arenitas (Martín-Mena *et al.* 2008).

Es importante señalar que además de estos nutrientes que adquieren en el patio, es necesario suministrarles otros recursos alimenticios que les ayuden a completar sus necesidades nutricionales, para esto la familia puede disponer de recursos que existen en su medio como el sorgo y otros granos. Existe una gran variedad de alimentos que pueden ser utilizados en la alimentación y la elección de los mismos deberá estar en función de sus disponibilidad en el mismo huerto. Cuando no es posible disponer de un alimento balanceado comercial se puede dejar que las aves se nutran de plantas tiernas que proveen algunos nutrientes; en caso contrario es conveniente proporcionarles una ración de cereales, también se pueden utilizar las sobras de la mesa, productos del huerto; sin embargo, estos productos no deben considerarse como la única fuente de alimento (FAO *s.f.*).

Debido a los acelerados incrementos en el precio del maíz se ha generado la necesidad de sustituir parcial o totalmente esta materia prima en las dietas de pollos por productos más disponibles y con precios que impacten positivamente la rentabilidad del proceso productivo. El sorgo ha sido considerado una de las alternativas en la formulación de concentrados para aves para sustituir el maíz (Chicas Peláez *et al.* 2012).

2.3.3 Sorgo

El valor nutritivo del sorgo granífero depende en gran medida del contenido de taninos condensados. Aprender a reconocer su presencia resulta indispensable a la hora de preparar una ración. La diferencia más significativa entre el grano de sorgo y el de maíz es la carencia, en los sorgos, de los pigmentos carotenoides. Éstos no tienen valor nutritivo, aunque sí son importantes en la fabricación de alimentos balanceados para aves, pues son los que intervienen en la coloración de la piel de los pollos y de la yema de los huevos de las

gallinas. Todos los sorgos graníferos (independientemente de su color) como constituyentes de sus granos poseen sustancias tánicas hidrolizables (ácido gálico y ácido elágico), y éstas no representan un factor negativo al considerar su valor nutritivo. Sólo los sorgos con su cubierta seminal (la testa) pigmentada poseen taninos condensados (catequinas, flavonoides y leucoantocianinas). Sólo allí, en la testa, estarán localizados estos compuestos. (Chessa, 2007).

Los taninos condensados son compuestos que afectan negativamente el valor nutritivo del sorgo, pues fijan las proteínas del grano reduciendo su disponibilidad y, asimismo, inhiben la acción de la amilasa (enzima importante durante el proceso de digestión de los granos), causando una disminución del 10 al 30 % y más en la eficiencia alimentaria, en comparación con los sorgos que no poseen estos compuestos. Todos los sorgos con taninos condensados toman una coloración marrón-café en el lapso de maduración a cosecha de los mismos. De esta manera, los sorgos marrones son fácilmente identificables, al ser comparados con los sorgos rojos o blancos sin taninos condensados. (Chessa, 2007).

2.4 Alimentación alternativa con proteína animal

Los insectos pueden ser un enlace interesante y prometedor en la cadena de alimentación animal para cubrir el aumento a nivel mundial, de la demanda de proteínas. Pueden ser criados como bio residuos de bajo grado y convertirse en bio residuos con alto contenido de proteínas de calidad (Fernández 2014).

2.4.1 Alimentación con larva de mosca doméstica en gallinas criollas

En la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador, en el año 2013, se realizó una investigación en una granja de cerdos. Dicha investigación consistió en la producción de larva de mosca doméstica (*Musca domestica L.*) como alternativa en el manejo de estiércol, aprovechando su fuente proteica en la alimentación de gallinas ponedoras (*Gallus gallus*). La fase de campo fue ejecutada durante cuatro meses y cinco repeticiones. De acuerdo al análisis económico en los resultados, se observó que a un mayor porcentaje de consumo de larva, se obtuvo mayor producción de huevo y el costo de producción disminuye a mayor consumo de larva de mosca doméstica, comparado con los costos de producción en 100% de concentrado (Portillo Barrera *et al.* 2013).

En la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en el año 2014, se realizó una investigación que se llevó a cabo en el Cantón El Cacao, Municipio de Cinquera, Departamento de Cabañas. La investigación consistió en la alimentación de gallinas criollas con larvas vivas de mosca común (*Musca domestica L.*) como alternativa alimenticia. La fase de campo fue ejecutada en los meses de febrero a noviembre del año 2013. Se utilizaron 80 gallinas criollas con un rango de peso de 1.45 a 1.70 kg y con una edad promedio de 24 semanas; las aves fueron asignadas en cuatro grupos homogéneos, para recibir cuatro tratamientos. Dando como resultado que el mejor tratamiento tanto económicamente como estadísticamente fue el de adicionar 114 g. de larvas vivas de mosca común a la dieta de 461 g. de sorgo dos veces al día durante ocho semanas, presentando una mayor producción de huevos (Guardado Alvarenga *et al.* 2014).

2.5 Larvas de mosca doméstica

El empleo con fines alimenticios de artrópodos adultos o inmaduros es común en diversas partes del mundo. Especialmente de la clase insecta, en el orden Díptera se han registrado experimentos en donde este orden adquiere importancia económica. Varias especies están asociadas con la alimentación de animales domésticos, se multiplican en excretas animales, acumulaciones de basuras o desperdicios vegetales. Las larvas de las moscas pueden ser utilizadas como fuente de alimento para aves de corral (Arango-Gutiérrez *et al.* 2004).

2.5.1 Ciclo de vida de la mosca.

Cada hembra puede poner cerca de 8,000 huevos blancos en un periodo de 3 a 4 días durante su ciclo vital, cada huevo mide aproximadamente 1.2 mm de longitud. En las siguientes 24 horas las larvas eclosionan y comienzan a devorar restos orgánicos ricos en nutrientes. Tienen un color pálido y un tamaño de 3 a 9 mm de longitud, en forma de huso con la boca terminal, y sin patas. Tras la alimentación se transforman en pupas coloreadas de rojo o marrón y de 8 mm de longitud. Al concluir la metamorfosis, el adulto rompe un extremo de la pupa con un corte circular y vuela en busca de congéneres para aparearse y concluir su ciclo vital, como se observa en la (Figura A-1). Los adultos pueden vivir medio mes en estado libre, pudiéndose prolongar este tiempo en el laboratorio (Villegas 2009).

2.5.2 Características nutricionales de la larva de mosca doméstica.

La larva de mosca es una buena fuente de proteínas, grasas y minerales, así como también el aporte de aminoácidos es importante, por lo que se presenta la composición de la misma como un indicador de su valor (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Análisis bromatológico de las larvas de mosca doméstica, expresado en base seca

Análisis	Base húmeda %p/p	Base seca %p/p
Humedad	83.52	
Proteína	8.75	43.09
Grasa	2.40	14.56
Fibra cruda	1.18	7.19
Ceniza	2.21	13.40
Carbohidratos	3.12	18.95
Calcio (Ca)	0.23	1.39
Fósforo (P)	0.33	2.00

Fuente: (Lazo-Funes *et al.* 2010)

Una de las ventajas de la utilización de la larva de mosca doméstica en la alimentación de las aves, es el uso como fuente alternativa de proteína, al natural contiene un alto contenido proteico (18.17%). El contenido de proteína y la composición de aminoácidos de la larva de mosca es similar a la de las harinas de carne y pescado (Portillo-Barrera *et al.* 2013).

Cuadro 4. Contenido de aminoácidos limitantes en larvas y pupas de mosca doméstica y su comparación con otros suplementos proteicos

Material	Aminoácidos					
	Arginina	Lisina	Metionina	Cistina	Triptófano	Treonina
Larvas	2.22	3.60	1.40	0.58	-	2.09
Pupas	4.20	5.20	2.60	0.40	-	3.40
Pasta de soya	3.67	3.10	0.66	0.70	0.75	1.74
Harina de pescado	1.91	4.12	1.63	1.63	0.61	1.36

Fuente: Marín-Romero y Pérez-Campos 1998.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del estudio

3.1.1 Ubicación de la investigación

La investigación se desarrolló desde el mes de junio de 2015 a marzo de 2016 y se ubicó en la hacienda Rancho Escondido, Cantón Agua Zarca, Municipio de Agua Caliente, latitud Norte 14°15'27" y longitud Oeste 89°22'71". Departamento de Chalatenango. Con las temperaturas medidas durante el ensayo que fueron tomadas como mínima 20.9°C y máxima 33.29°C en el promedio de las 12 semanas, humedad relativa promedio anual de 80%, y una elevación de 332 msnm. (Figura A-2).

3.1.2 Duración de la investigación

La investigación se llevó a cabo a partir del 25 de junio de 2015 hasta agosto de 2016, con una fase de campo de 90 días que inició en julio de 2016 y finalizando el 12 de octubre de 2016.

3.1.3 Instalaciones y equipo

Las unidades experimentales que se utilizaron fueron polluelos de la raza Plymouth Rock de un día de edad, sin realizar sexado, esta investigación se realizó en una galera de 9 m de largo por 6 m de ancho, con una altura central de 3 m y de 2.5 m en los laterales. La galera de dos aguas con piso de cemento, con un pretil de 0.40 m de alto, de paredes abiertas; que fue preparada con una cerca perimetral de tela de gallinero de 5.08 cm de diámetro, sostenida con cuarterones para evitar la entrada de depredadores y recubierta con plástico negro para regular la temperatura de los polluelos y evitar corrientes de aire, lluvia y sol. Se contó con un chorro con agua potable para brindarles agua limpia a los polluelos para evitar el estrés y canibalismo entre ellos.

Para el acondicionamiento de la galera, una vez realizada la limpieza, se quitó el polvo del techo y del pretil de la galera, se barrió el piso y se lavó con detergente, se utilizó hipoclorito de sodio y cal para desinfectar, después se construyeron las 16 divisiones de los tratamientos con medidas de 1 metro cuadrado cada una, elaboradas con malla de media pulgadas con varas de bambú seco, alambre de amarre y clavos para asegurarlas (Figura A-7), se colocó una fuente de calor artificial que constaba de diez focos de 60 watts cada uno,

a ser utilizados durante las primeras cinco semanas, también se colocaron plásticos negros en el perímetro de cada una de las jaulas para favorecer el microclima y así ofrecer una temperatura agradable y adecuada para los polluelos, se utilizó un termómetro para monitorear la temperatura. Como cama se usó granza de arroz, a la entrada de la galera se ubicó un pediluvio artesanal que contenía cal para prevenir la entrada de agentes patógenos que se llevaran en las suelas de las botas, los comederos se fabricaron con tapaderas y huacales plásticos y los bebederos se hicieron con botellas de plástico de 3 litros, alambre de amarre y depósitos de plásticos (Figura A-8) Una semana antes del recibimiento de los polluelos se fumigó con Monopersulfato potásico a una dilución de 100 g en 10 L de agua, utilizando una bomba de aspersion, tipo mochila de la marca Protecno P- 17 con capacidad de 17 litros.

3.1.4 Producción de larvas de mosca domestica

Se elaboraron seis larvarios con madera, zaranda, tela de mosquitero y plástico negro; las medidas fueron 1 m de alto, 0.5 m de ancho por 0.5 m de largo, y el cajón que contenía desperdicios de ensilado con melaza, que era de 0.10 m de alto que tenía la capacidad de producir a los tres días un promedio de 15.90 kilogramos de larva de mosca doméstica.

(Figura A – 4)

3.2 Metodología de campo

3.2.1 Distribución de tratamientos

Se utilizaron 160 polluelos de un día de edad sin sexarlos. El factor en estudio fue la larva fresca de mosca doméstica, y para esto se estableció cuatro tratamientos los cuales quedaron formulados de la siguiente manera:

Cuadro 5. Formulación de los tratamientos

Tratamientos	Formulación
Tratamiento T0	100% concentrado formulado
Tratamiento T1	5% de larva fresca de mosca + 95% concentrado formulado
Tratamiento T2	10% de larva fresca de mosca + 90% concentrado formulado
Tratamiento T3	15% de larva fresca de mosca + 85% concentrado formulado

Cada tratamiento constaba de cuatro repeticiones, cada repetición tenía diez polluelos, haciendo un total de cuarenta aves por tratamiento. Se realizó la azarización de los tratamientos (Figura A-3), (Cuadro A 12, 13, 14,15).

El día del recibimiento de los polluelos se les ofreció electrolitos y minerales en el agua de bebida durante todo el día, se realizó el ofrecimiento de alimento en cada tratamiento, dos veces al día, a las 9:00 am y a las 3:30 pm, solo el primer día.

Durante los 90 días de la fase de campo, se cumplía un horario de alimentación de las aves a las 7:00 am y a las 3:30 pm. (Figura A-5).

Los polluelos fueron pesados al momento de su recibimiento y posteriormente cada domingo, para llevar un monitoreo periódico de los pesos.

3.2.2 Ofrecimiento del alimento

El alimento se pesaba en una báscula digital de la marca Matrix® MX - 776 con capacidad de 1 gramo a 5 kilogramos de peso, previamente calibrada antes de pesar el concentrado y la larva para obtener una mejor precisión y evitar errores. El pesaje del alimento se realizaba semanalmente, la cantidad requerida de acuerdo a la semana de edad (Cuadro A 19), (Figura A-9), el concentrado formulado ya pesado se depositaba en bolsas de 2 libras debidamente rotuladas y se guardaban en una cubeta plástica con tapadera para evitar contaminación con heces y orinas de roedores que podrían entrar u otros animales, también evitar proliferación de hongos, la larva fresca de mosca doméstica se pesaba diariamente la cantidad ofrecida por que se tenía que cosechar y ofrecerla en fresco mezclada con el concentrado formulado, esto se realizó las 12 semanas que duro esta fase. (Figura A-11).

3.2.3 Manejo de larva de mosca doméstica

Los larvarios se ubicaron en el mismo terreno en una instalación separada de la galera de las aves, con un filtro para evitar partículas del sustrato junto con las larvas y recolectarlas de manera más higiénica; el sustrato era renovado cada tres días y contenía desperdicios de ensilado y melaza, la cosecha de las larvas se obtenía cada tres días, este procedimiento se realizó sacando las larvas del sustrato, colocándolas en recipientes plásticos posteriormente

en un plástico negro bajo el sol, para que las larvas salieran con facilidad e higiénicas. Se pesaban las cantidades exactas de larva para ofrecérselas a los polluelos de forma fresca.

3.2.4 Manejo de horas luz

Las aves deben crecer en alojamientos que permitan ajustes en el programa de iluminación y en la intensidad de la luz. Los programas de iluminación generalmente son similares a aquellos utilizados para las aves en producción en jaulas, pero la intensidad de la luz puede ser diferente se recomienda entre 14 a 18 horas de luz para brindar calor y evitar estrés en las aves a partir de un día de nacidos. En la producción de aves, ya sean aquellas que están destinadas a huevos, carnes o de doble propósitos, la luz juega un papel fundamental no solamente en el efecto productivo, sino también en la fisiología de las aves debido a que el ovario es estimulado por la luz para completar el ciclo de producción de un huevo. Los factores de variación a tener en cuenta en la avicultura son intensidad, fotoperíodo o duración, longitud de onda y fuente de iluminación. (Agrofértil 2014)

Es importante proveer a las aves criadas en piso suficiente intensidad de luz que les permita moverse en su medio ambiente. La primera semana, se debe utilizar una intensidad de luz de 20–30 lux, bajando a 15 lux en la cuarta semana y manteniendo este nivel hasta la semana 15. (Hy – Line International. 2016.)

Los polluelos permanecían con las luces encendidas por un período de 17 horas, de cinco de la tarde a diez de la mañana con luz artificial y de diez de la mañana a cinco de la tarde con luz natural, desde el primer día de nacidos hasta la sexta semana de vida de los polluelos.

3.2.5 Plan profiláctico de los polluelos.

Al recibimiento de los polluelos el 12 de julio, estos ya se encontraban vacunados contra la enfermedad de Gumboro, esta vacuna se les aplicó por aspersión, se ofreció electrolitos y vitaminas para minimizar el estrés. Posteriormente se vacunaron el segundo día contra la enfermedad de Newcastle, esta vacuna se les aplicó directamente al ojo.

A las 5 semanas de edad se les aplicó la vacuna triple aviar contra las enfermedades de Newcastle, Bronquitis y Gumboro directamente al ojo, y la vacuna contra la enfermedad de Viruela Aviar por punción alar.

A las 9 semanas se les aplicó el refuerzo de la vacuna triple aviar contra las enfermedades de Newcastle, Coriza y cólera aviar por aplicación intramuscular en la pechuga.

En la semana 11 se aplicó refuerzo de la vacuna triple aviar contra las enfermedades de Newcastle, Coriza y cólera aviar por aplicación intramuscular en la pechuga y además se aplicó el refuerzo de la vacuna contra la enfermedad de la Viruela aviar por punción alar.

Para todos estos procedimientos de vacunación se administró electrolitos y vitaminas una semana antes y una semana después de la aplicación de cada una de las vacunas para evitar problemas post vacunales.

3.2.6 Toma de datos

Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y la alimentación, esta se realizaba de la siguiente manera, llevando un registro diario de cada bloque y tratamiento (Figura A-10), se verificaba si habían animales muertos; posteriormente se cambiaba la granza el día que era correspondiente, luego se recolectaba el alimento que era rechazado que quedaba dentro del comedero ya que, el desperdicio en el suelo no era significativo, se pesaba en la báscula para anotar los datos en el registro diario. Luego de estas actividades el alimento y agua eran ofrecidos, entre las siete y siete y media de la mañana, luego por la tarde entre las tres y media y cuatro.

3.3 Metodología de laboratorio

3.3.1 Balanceo de raciones

Para el balanceo de los tratamientos de acuerdo a la edad de las aves y sus requerimientos nutricionales se hizo uso del software de balanceo de raciones BRILL® de la Universidad de Kansas, los balanceos se dividieron en concentrado de inicio desde la semana 1 a la semana 6 con un valor de proteína de 20% y energía metabolizable de 2800 Kcal/kg y en

concentrado de desarrollo desde la semana 7 a la semana 12 con un valor de proteína de 17.5% y energía metabolizable de 2900 Kcal/kg. La composición nutricional de la fase de inicio y desarrollo de la dietas se reflejan en el cuadro 4.

Cuadro 6. Composición nutricional de las dietas ofrecidas en el concentrado formulado a base de harina de sorgo

Nutrientes	Inicio	Desarrollo
Proteína %	20	17.5
EM Kcal/kg	2800	2900
Calcio %	1	1
Fosforo Total %	0.45	0.43
Lisina %	1.1	0.9
Metionina %	0.48	0.41

Fuente: Hy – Line International. 2009.

La cantidad de ingredientes para cada uno de los tratamientos, se observan en el cuadro 5 y 6, donde T0 es 100% concentrado formulado sin la adición de larva fresca de mosca, T1, concentrado formulado con 5% larva fresca, T2 concentrado formulado con 10% de larva y el T3 concentrado formulado con 15% de larva fresca.

Cuadro 7. Fórmula para la mezcla de inicio (semana 1- semana 6) de los polluelos de doble propósito

Ingredientes	Testigo	T1 5% larva	T2 10% larva	T3 15% larva
Larvas *		5	10	15
Sorgo	57.27	58.11	59.65	60.8
Soya	31.93	24.62	17.85	11.09
Afrecho	5.84	7.41	7.75	8.18
Melaza	2	2	2	2
Pack Des 1**	2.5	2.5	2.5	2.5
Sal yodada	0.25	0.25	0.25	0.25
Carbonato de calcio	0.21	0.11		0.18
Porcentajes	100.00	100.00	100.00	100.00
Precio	\$20.92	\$18.86	\$18.42	\$17.99

*Las dietas fueron formuladas considerando la larva de mosca como harina. Las mezclas se hicieron con todos los ingredientes agregando el equivalente a 5%, 10% o 15% de larva seca con larvas fresca como se describe en el cuadro 5.

**Pack Des 1. Es un núcleo con aminoácidos, minerales y aditivos (Laboratorios Biológicos de El Salvador)

Cuadro 8. Fórmula para la mezcla de desarrollo (semana 7 - semana 12) de los polluelos de doble propósito

Ingredientes	Testigo	T1 5% larva	T2 10% larva	T3 15% larva
Larvas*		5	10	15
Sorgo	70.53	72.46	68.05	66.60
Soya	23.64	16.78	11.16	4.85
Afrecho			5.37	7.87
Melaza	2	2	2	2
Pack Des 2	2.5	2.5	2.5	2.5
Sal yodada	0.25	0.25	0.25	0.25
Carbonato de calico	0.19	0.1		0.36
Fosfato	0.89	0.91	0.67	0.57
Porcentajes	100.00	100.00	100.00	100.00
Precio	\$18.20	\$17.75	\$17.39	\$17.00

*Las dietas fueron formuladas considerando la larva de mosca como harina. Las mezclas se hicieron con todos los ingredientes agregando el equivalente a 5%, 10% o 15% de larva seca con larvas fresca como se describe en el cuadro 6.

***Pack Des 2. Es un núcleo con aminoácidos, minerales y aditivos (Laboratorios Biológicos de El Salvador)

3.3.2 Proceso de obtención de larva de mosca

Para hacer el cultivo de larva se recolectaban los desperdicios de ensilaje que dejaban el ganado vacuno que se encontraba en Rancho Escondido, lugar de la investigación, luego se pasaba a hacer la siembra colocando el ensilaje a los larvarios agregándole melaza mezclada con agua que servía como un atrayente de las moscas. Después de seis horas se observaban huevecillos de moscas domésticas (Figura A-6)

Tres días después de la siembra ya había larvas de mosca, llegando esta fecha se pasaba a extraer la larva poniendo la materia orgánica que estaba en descomposición con las larvas al sol para que las larvas buscaran salir del ensilaje. Ya puesta en el sol, el calor generado por este en la materia orgánica hacía que las larvas salieran y cayeran lo más higiénicamente posible y en mayor cantidad para ser recolectada, luego pesada y posteriormente ser ofrecida a los polluelos desde el inicio hasta la finalización de la investigación.

3.3.3 Análisis Bromatológico

Con el propósito de analizar los contenidos nutricionales en cada tratamiento, se realizaron análisis bromatológicos a las raciones, así como también a las larvas frescas de moscas domésticas (Figuras A- 12, 13, 14 y 15), estas se trasladaron refrigeradas para realizarles dichos análisis en el laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Los análisis bromatológicos demostraron que las larvas tienen un alto porcentaje de proteína, calcio, fósforo y grasa, que son nutrientes necesarios en la alimentación de las aves y para el desarrollo fisiológico de estas. Cada uno de los nutrientes que aportaron las materias primas se observan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Nutrientes de las materias primas del concentrado formulado adicionado con la harina de larva de mosca.

Nutriente	T0	T1	T2	T3	Valor de Referencia según cuadro 4 para los nutrientes y cuadro 1 para larva
Concentrado inicio					
Proteína cruda (%)	20.62	20.16	20.66	20.11	20
Calcio (%)	0.60	0.52	0.59	0.60	1
Fosforo (%)	1.15	1.27	1.17	1.25	0.45
Humedad (%)	8.20	8.61	8.29	8.27	-----
Concentrado Desarrollo					
Proteína cruda (%)	17.26	16.72	17.32	17.32	17.5
Calcio (%)	0.58	0.50	0.54	0.56	1
Fosforo (%)	1.02	0.97	1.10	1.27	0.43
Humedad (%)	8.15	8.11	8.03	7.62	-----
Nutrientes que provee solo la larva fresca de mosca en base seca					
Proteína cruda (%)	46.10				43.09
Calcio (%)	0.71				1.39
Fosforo (%)	1.13				2.00
Humedad (%)	58.8				83.52 (B húmeda)
Grasa	8.54				14.56

Fuente: Hy – Line International. 2009. Fuente Propia.

3.3.4 Análisis microbiológico

Se realizó análisis microbiológico a las larvas frescas de moscas doméstica, en el laboratorio clínico especializado Romero, en San Salvador, para determinar la presencia de microorganismos patógenos. Se utilizó 1 kilogramo de larvas frescas de mosca vivas, Las pruebas microbiológicas que se realizaron fueron: recuento total de bacterias, recuento de

Salmonella y *E. coli* en placa petri, que se realizó por medio de un macerado de las larvas luego se depositaron en un tubo de ensayo estéril (sin técnica de centrifugado), se depositó en una placa petri este contenido durante una semana hasta que hubo crecimiento de la bacteria (Anexo 2).

Se observó en los análisis un recuento mayor de 100 mil UFC por mm³ de *Escherichia coli* entero hemolítica, la que de ninguna manera afecta la vitalidad de las larvas, la salud de los polluelos o la del ser humano, ya que esta al ser ingerida por el ave pasa por el proceso de digestión y es procesada por los jugos gástricos del estómago e intestino de dichas aves, el cual no es consumido por el ser humano (y de ser así o de existir contaminación cruzada esta fácilmente se elimina a una temperatura igual o mayor a 68° centígrados, temperatura menor a la de ebullición del agua) (Margal, 1997), (figura - 16) en el cuadro 10, se refleja el conteo de colonia y la identificación de la bacteria aislada.

Cuadro 10. Exámen bacteriológico de macerado de larva fresca de mosca doméstica

Examen	Bacteria identificada	Recuento bacteriano
Directo de macerado	<i>E. coli</i> entero hemolítica	+ de 100,000 UFC X mm ³
Cultivo de bacterias	<i>Salmonella</i>	No se observa

Fuente: Laboratorios Clínicos Especializados Romero, 2016

3.4 Metodología estadística

3.4.1 Diseño estadístico

El diseño estadístico utilizado fue Completamente al Azar, con arreglo de bloque en el que se tuvieron cuatro tratamientos (0, 5%, 10%, y 15% de larva de mosca) cada uno con 4 bloques (jaula) y dentro de ellas diez repeticiones (polluelos).

Modelo Matemático

Fórmula: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

Dónde: i = 1, 2.....tratamientos

Y j = 1, 2.....repeticiones

Para el análisis estadístico de la investigación se utilizó el programa de software INFOSTAT versión año 2008. (Balzarini *et. al.* 2008).

3.4.2 Pruebas estadísticas

3.4.2.1 Prueba de Diferencia Mínima Significativa

Se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa para calcular y determinar si hay diferencia significativa o igualdad entre los tratamientos y cuál de los tratamientos demuestra los mejores resultados.

3.4.2.2 Análisis de Varianza

El ANVA se aplicó para minimizar la variación de los tratamientos de la investigación, para evitar malas interpretaciones de los datos generados por el material experimental, ya que existe la variación controlable y no controlable que pueda afectar la varianza (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de Varianza

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F_o</i>	<i>Valor-p</i>
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	<i>k</i> - 1	3	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k - 1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	<i>N</i> - <i>k</i>	12	$CM_E = \frac{SC_E}{N - k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	<i>N</i> - 1	15			

Fuente: Gutiérrez-De la Vara 2008.

3.4.3 Variables en estudio

VARIABLES dependientes: consumo de alimento, peso vivo, ganancia de peso acumulado y conversión alimenticia

VARIABLES a medir fueron: Variables independientes: Nivel de inclusión de la larva de mosca en la dieta.

3.4.3.1 Consumo de alimento diario

Se determinó calculando los gramos consumidos por grupo de aves al día, donde diariamente se tomaron registros de la cantidad de alimento proporcionado a cada uno de los

tratamientos y los rechazos para obtener datos semanales (Figura A-10); con los cuales se logró realizar una tabla de consumo en gramos por polluelo a la semana (Cuadro A-19).

Fórmula utilizada:

CA= cantidad de alimento suministrado (g) - cantidad de alimento rechazado (g).

Alimento rechazado: recolectado diariamente.

3.4.3.2 Peso vivo

Para determinar esta variable se fueron anotando datos del peso vivo ganado por los polluelos desde el primer día de nacidos hasta el final de la investigación.

3.4.3.3 Ganancia de peso

Para obtener esta variable, se realizó la toma de los pesos de los polluelos cada semana restándole al peso actual, el peso anterior. Esto se llevó a cabo cada siete días, en las mañanas antes de brindarles el alimento para evitar error de manejo. Con la toma de estos datos se elaboró una tabla de ganancia de peso por polluelo a la semana (Cuadro A-17).

Fórmula utilizada:

IP= Peso actual - Peso anterior

Dónde:

IP = Incremento de peso

3.4.3.4 Conversión alimenticia

Esta variable se calculó una vez a la semana con los gramos de alimento consumidos por las aves en relación a la cantidad de peso aumentado en gramos, se realizaba el pesaje de dichas aves semanalmente para obtener al final los gramos de alimento que los polluelos consumieron.

Fórmula utilizada para el cálculo:

CA = Consumo de alimento / Ganancia de peso

3.5 Metodología económica

Con la finalidad de evaluar los diferentes tratamientos y determinar cuál de estos presenta las mejores ventajas en términos económicos, en esta investigación las herramientas socioeconómicas usadas fueron: presupuesto parcial que permitió organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los diferentes tratamientos los elementos que se consideraron para el presupuesto parcial fueron: Rendimientos medios, los rendimientos ajustados, beneficios brutos de campo, costos que varían, total de los costos que varían y los beneficios netos que demuestran cuál de los tratamientos en estudio deja mayor ganancia económica después de sacar los gastos.

Para poder determinar la relación beneficio –costo de la investigación se tomó en cuenta la ganancia de peso de los polluelos y los costos variables de las formulaciones de concentrados.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Consumo de alimento

En el cuadro 12 se presentan los consumos acumulados promedio por animal. El análisis de varianza (Cuadro A 4) y la prueba de diferencia mínima significativa (Cuadro A 5), mostraron que las fuentes de proteína con larva fresca de mosca doméstica, adicionadas a las diferentes formulaciones ofrecidas en la ración de los polluelos de la raza Plymouth Rock, produjeron diferencias significativas ($P=0.0001$) sobre el consumo, donde el tratamiento del testigo T0 tuvo los menores consumos acumulados a las 12 semanas, seguido del T1, mientras que T2 y T3 presentaron consumos mayores pero similares entre sí.

Los mayores consumos en tratamientos con más larva muestran la aceptación de los polluelos a éstas sin detrimento del consumo, lo cual mostraría que desde el punto de vista de la aceptación, las larvas son una buena alternativa para la alimentación, a pesar de que usualmente se piensa que los polluelos de traspatio en sus primeros 15 a 20 días deberían de alimentarse con maíz quebrado (Avendaño Romero *et al.* 2008).

Cuadro 12. Consumo promedio de alimento por polluelo durante todo el ensayo, en los diferentes tratamientos

Tratamientos	Promedio (g)
T0 concentrado o testigo relativo	2836.5 a
T1 concentrado , 5% de Larva	3697.5 b
T2 concentrado , 10% de Larva	4125.25 c
T3 concentrado , 15% de Larva	4246.0 c

Medias con letras diferentes indican significancia estadística ($p < 0.05$)

La figura 1 representa el consumo de alimento en gramos por tratamiento para las 12 semanas, donde las formulaciones del T2 y T3 demostraron mayor consumo de alimento (Cuadro A16 y A19), este resultado se debe probablemente a una mayor estimulación visual de las larvas vivas, la calidad de proteína y humedad contenida. La larva de mosca contiene un perfil nutricional bueno en comparación con los cereales más comúnmente utilizados en formulación de aves (Marín Romero y Pérez Campos, 1998; Lazo-Funes *et al.* 2010), (Cuadros 3 y 4, Figura A 15).

Se observó una formación temprana y rápida del plumaje, mejor condición y desarrollo corporal a las 5 semanas de edad en los polluelos que consumieron las dietas que contenían las larvas de mosca, favoreciendo a que no perdiesen calor corporal. Según la FAO (1998) las proteínas de calidad tanto de origen vegetal o animal, permiten la formación de los músculos, los tejidos del cuerpo, la piel, la sangre, las plumas y los huesos.

Los polluelos a las 12 semanas de edad consumen un promedio de 62 – 66 gramos de alimento al día por ave (Hy – Line International. 2016). Es recomendable que éstos tengan siempre a disposición agua y alimento (Cuadro A 17), ya que en la medida que un pollito coma bien de pequeño tendrá un mejor desarrollo futuro, en términos de crecimiento, producción, fertilidad y defensas (Torres 2010).

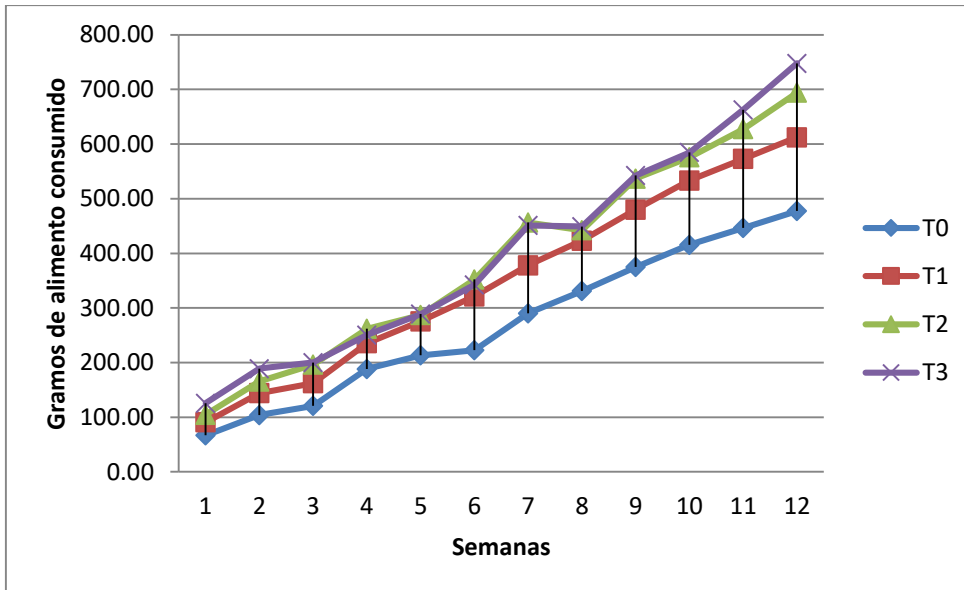


Figura 1. Consumo de alimento semanal (promedio por animal) de los polluelos, durante las doce semanas (g) (n=40 por tratamiento)

4.2 Peso vivo.

En el análisis de varianza (Cuadro A 6) y la prueba de diferencia mínima significativa (Cuadro A 7), para el peso vivo de los polluelos de la raza Plymouth Rock a las 12 semanas de edad, se encontraron diferencias significativas ($P=0.0227$). El T1 presentó mayores pesos (925.75 g) que los tratamientos T3 (837,25 g), T0 (818 g) al final del ensayo (cuadro 13).

Cuadro 13. Peso vivo promedio acumulado semanal de los polluelos durante todo el ensayo

Tratamientos	Gramos
T0 concentrado o testigo relativo	818.00 a
T3 concentrado , 15% de Larva	837.25 a
T2 concentrado , 10% de Larva	887.75 ab
T1 concentrado , 5% de Larva	925.75 b

Medias con letras diferentes indican significancia estadística ($p < 0.05$)

La evolución del peso vivo a través de las semanas que duro el ensayo se presenta en la figura 2, donde puede observarse un incremento de peso continuo y uniforme en todos los tratamientos. Al sustituir nutrientes del concentrado con larva de mosca, no se produce una disminución en el peso.

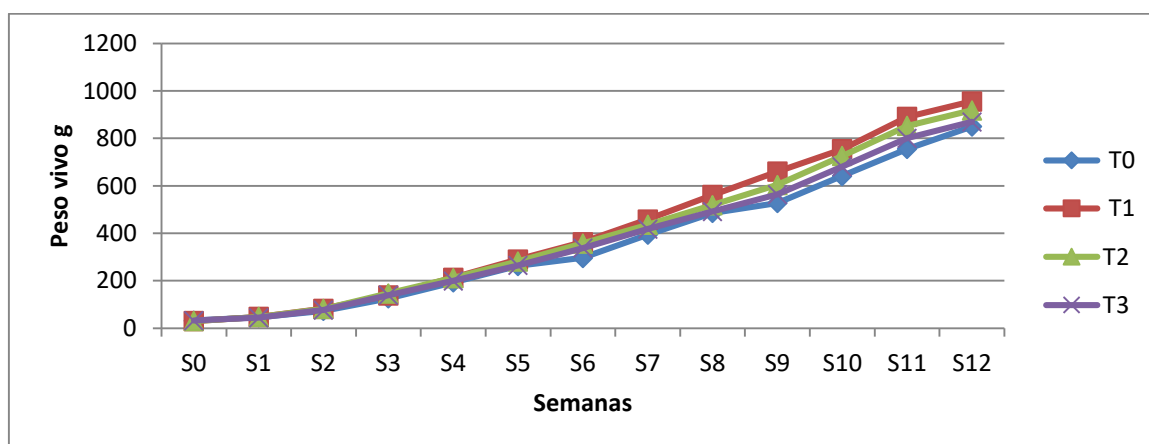


Figura 2. Peso vivo promedio semanal de los polluelos por tratamiento (g) (n=40 por tratamiento).

4.3 Ganancia de peso acumulado

La ganancia de peso acumulada a las 12 semanas fue analizada por ANVA (Cuadro A 8) y por prueba de diferencia mínima significativa (Cuadro A 9). Se encontraron diferencias significativas debidas al efecto del tratamiento ($P=0.0248$) y diferencias en las medias (cuadro 14), observándose que el tratamiento T1 (5% de larva fresca de mosca doméstica) reflejó los mejores resultados produciendo un mejor aumento de peso en gramos, siendo superior a las otras formulaciones ofrecidas del T0 y T3.

Cuadro 14. Ganancia de peso acumulado semanal de los polluelos durante todo el ensayo

Tratamientos	Gramos
T0 concentrado o testigo relativo	850.50 a
T3 concentrado , 15% de Larva	870.00 a
T2 concentrado , 10% de Larva	918.25 ab
T1 concentrado , 5% de Larva	956.50 b

Medias con letras diferentes indican significancia estadística ($p < 0.05$)

La figura 3 representa la ganancia de peso semanal para un polluelo promedio durante las 12 semanas de la investigación. Puede notarse que hubo incrementos continuos en la ganancia de peso con excepción de la última semana y además que no hay una relación tan clara entre el mayor consumo que se observó en los tratamientos con larva y las ganancias

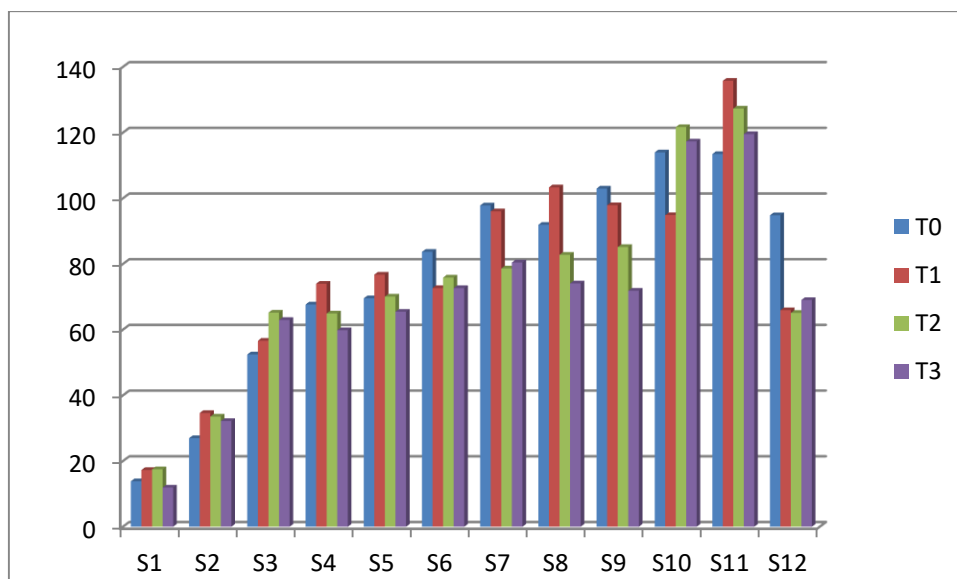


Figura 3. Ganancia de peso acumulado de los polluelos por cada tratamiento, durante las 12 semanas. (g) (n=40)

4.4 Conversión alimenticia

La Conversión Alimenticia presentó diferencia significativa entre tratamientos ($P= 0.0001$). En los cuadros A10 y A11, se presentan el análisis de varianza y la prueba de DMS. 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 5.09 en T3. El comportamiento productivo de los polluelos en lo que respecta a conversión alimenticia acumulada, refleja que al añadir la larva fresca de mosca, los polluelos necesitaron ingerir mayor cantidad de alimento en unidades para poder producir una unidad de carne. (Cuadro A 18)

Cuadro 15. Conversión alimenticia acumulada de un polluelo durante todo el ensayo.

Tratamientos	C.A.
T0 concentrado o testigo relativo	3.49 a
T1 concentrado , 5% de Larva	4.00 b
T2 concentrado , 10% de Larva	4.65 c
T3 concentrado , 15% de Larva	5.09 d

Medias con letras diferentes indican significancia estadística ($p < 0.05$)

Sin embargo, las diferencias de conversión alimenticia entre los diferentes tratamientos se deban a la variación en el consumo y peso vivo de los polluelos. En el caso de consumo, éste aumentó en la medida que se agregaron larvas (Cuadro 13, figura 1) en los tratamientos. Las larvas contienen un alto nivel de humedad de (58.8%) y por ello, los polluelos deben comer una mayor cantidad de alimentos para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Los valores de conversión observados en este estudio, son cercanos a los reportados por Carrasco, (2001) quien presenta valores de conversión alimenticia para esta raza de 5.05 (Cuadro A 3).

En la figura 4 se representa la conversión alimenticia promedio semanal de los polluelos en cada tratamiento para las 12 semanas, que duró la fase de campo de la investigación observándose.

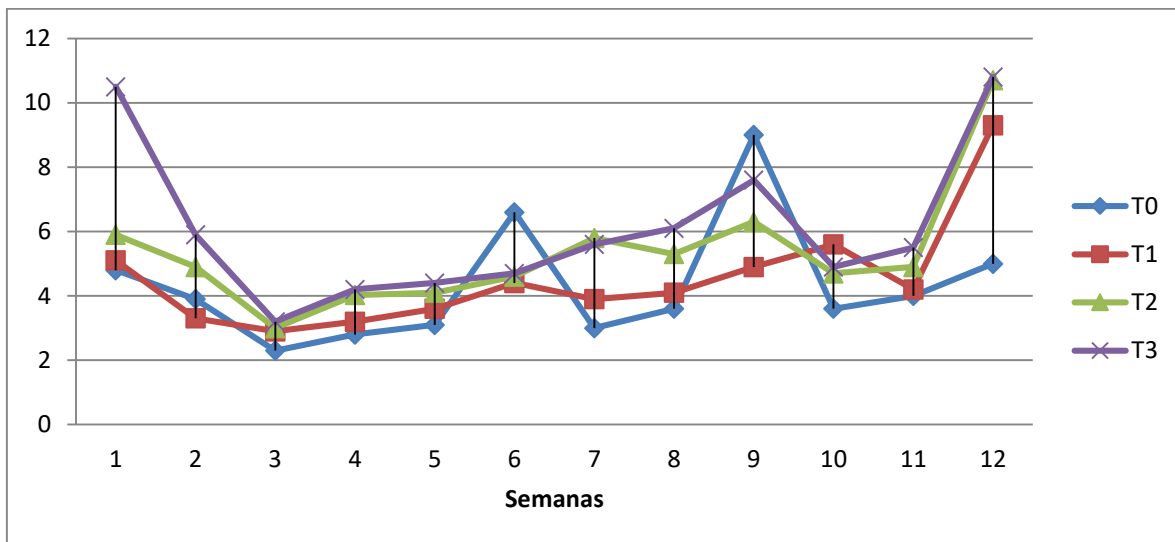


Figura 4. Comportamiento de la conversión alimenticia de los polluelos (g) (n=40 por tratamiento)

4.5 Análisis Económico

Se analizaron los costos por cada tratamiento, detallando el costo de los concentrados formulados, producción de larva, polluelos, medicamentos, vacunas, mano de obra y costos totales por cada tratamiento. Los costos de cada materia prima, se obtuvieron en base a los precios de compra, y el de los concentrados formulados a lo utilizado para elaborar la cantidad de alimento que se ofreció durante todo el ensayo.

Para el beneficio bruto de campo se consultaron precios en el mercado de las pollas de postura en pie a las 12 semana de edad los cuales oscilan entre \$6 y \$6.50, se estableció un precio de \$6.83 por kilogramo, dejando el mismo precio de costo del producto en el campo y no se les redujo impuesto, transporte, embolsado y otros ya que no existían.

Cuadro 16. Presupuesto Parcial y Beneficios Netos.

PRESUPUESTO PARCIAL	T0	T1	T2	T3
Rendimiento medio (g)	8504.00	9563.25	9183.00	8698.50
Rendimiento ajustado (10%)	16.84	18.94	18.18	17.23
Beneficios brutos de campo \$	\$232	\$260.90	\$250.48	\$237.34
Costos que varían:				
concentrado	\$56.21	\$43.33	\$40	\$37.37
larva		\$12	\$24	\$36.40
polluelos	\$13.20	\$13.20	\$13.20	\$13.20
Mano de obra	\$48.93	\$48.93	\$48.93	\$48.93
Ivermectina	\$0.75	\$0.75	\$0.75	\$0.75
Electrolito y vitamina	\$2.16	\$2.16	\$2.16	\$2.16
cal	\$0.75	\$0.75	\$0.75	\$0.75
antibiótico	\$1.58	\$1.58	\$1.58	\$1.58
vacuna	\$13.27	\$13.27	\$13.27	\$13.27
jeringa	\$2.80	\$2.80	\$2.80	\$2.80
Total de costos que varían \$	\$139.65	\$138.77	\$147.44	\$157.21
Relación beneficio-costos \$	\$92.35	\$122.13	\$103.04	\$80.27
Ganancia o ingresos adicionales:				
*Ingresos adicionales (bbdcta)		\$260.90	\$250.48	\$237.34
*Disminución de costos(cqvtt)		\$139.65	\$139.65	\$139.65
*(A)total de ingresos adicionales \$		\$400.55	\$390.11	\$376.99
Costos adicionales				
*Costos adicionales(cqvta)		\$138.77	\$147.44	\$157.21
*Disminución de ingresos(bbdtt)		\$232	\$232	\$232
(B)total de costos adicionales		\$370.77	\$379.44	\$389.21
Cambio en el ingreso neto(a-b) \$ (Beneficio neto)		\$29.78	\$10.67	\$-12.22

Se observaron resultados que reporta mayor beneficio neto como el T1 con un 5% de larva fresca de mosca doméstica y un 95% de concentrado formulado dando los mejores beneficios de \$29.78, seguido del tratamiento T2 con un 10% de larva fresca de mosca doméstica y un 90% de concentrado formulado con un beneficio neto de \$10.67, estos tratamientos fueron los que reportaron los mejores beneficios, mientras el tratamiento T3 que estaba formulado de un 85% de concentrado formulado y un 15% de larva fresca de mosca doméstica mostró un déficit de \$ -12.22.

5. CONCLUSIONES

1. La inclusión de larva de mosca doméstica en la formulación y su uso como alimentación alternativa para polluelos de la raza Plymouth Rock, incrementó el consumo de alimento.
2. La inclusión de 5 % de larvas de mosca en la alimentación de polluelos Plymouth Rock, incrementó significativamente el peso y la ganancia semanal con respecto al uso de concentrado formulado. La adición de 10 y 15 % produjo aumentos que no fueron estadísticamente significativos.
3. El uso de concentrado solo, dio lugar a una mejor conversión alimenticia en comparación con las dietas balanceadas con la inclusión de larvas. Este resultado está afectado por el hecho de que el contenido de humedad en las larvas dio lugar a un mayor consumo
4. Al agregar más cantidad de larva fresca de mosca doméstica se obtuvo mayor costo de producción, ya que esta práctica alternativa aumenta el precio de alimentación por el costo de la larva fresca e incrementa el desperdicio de la larva por el contenido de humedad que esta posee.

6. RECOMENDACIONES

1. Suministrar a los polluelos el 5% de larva fresca de mosca adicionada al 95% de concentrado formulado a partir del primer día de nacidos como fuente de proteína alternativa para favorecer la ganancia de peso y generar un mejor balance en el consumo de la dieta. Ésta práctica permitiría al avicultor disminuir los gastos generados por el concentrado comercial y hacer un buen uso de los desperdicios del ensilaje, disminuyendo los focos de contaminación del entorno ambiental.
2. Evaluar las etapas de vida de los polluelos Plymouth Rock con larva fresca de mosca en las fases de desarrollo y postura, para poder complementar información.

7. BIBLIOGRAFIAS

AGROFERTIL. 2014. Revista. Efectos de la luz en avicultura (en línea). Guatemala. s.p. Consultado 13 jun. 2016. Disponible en:

http://www.google.com.sv/?qws_rd=ssl#q=http:%2F%2Frevistaagrofertil.com%2F%3Fcat%3D17

Animales de granja. s.f. Avicultura. Plymouth Rock. (en línea) s.n.t. Consultado 28 oct. 2014. Disponible en:

<http://animalesdegranja3.blogspot.com/p/sistema-digestivo.html>

Arango Gutiérrez, GP; Vergara Ruiz, RA; Mejía Vélez, H. 2004. Análisis composicional, microbiológico y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de *Hermetia illucens* L (Diptera: Stratiomyiidae) en Angelópolis-Antioquía, Colombia (en línea). Medellín, CO. s. e. s. p. Consultado 07 ago. 2014. Disponible en:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/26618/1/24234-84872-1-PB.pdf>

Avendaño Romero, NO; Quijano Vásquez, NB; Sánchez Beltrán, S L. 2008. Caracterización de la avicultura rural en comunidades de los departamentos de Chalatenango, Usulután y Sonsonate de El Salvador. (en línea). Tesis Lcdo(a). MVZ. SS. UES. p. 41. Consultada 15 oct. 2014. Disponible en:

<http://ri.ues.edu.sv/1830/1/13100429.pdf>

Avícola HiMaSa. s.f. Gallinas autóctonas: Plymouth rock barrada. (en línea) s. n. t. Consultado el 28 oct. 14. Disponible en:

<http://avicolahimasa.com/productos/plymouth-rock-barrada-detail?tmpl=component&format=pdf>

Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Casanoves F, Di Rienzo JA., Robledo CW. (2008). Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, AR. Consultado: Versión actualizada día: 21-04-2015. Disponible en:

<http://www.infostat.com.ar/>

Blandino, R. 1994. Nutrición Animal II, Nutrición y Alimentación de las Aves. Managua, Nicaragua. UNA. FACCA. 30 p. Consultado 12 feb. 2016

BRILL. 1987. Agri-Business Software. Copyright 1987 by The Brill Corporation. FEED FORMULATION Versión 4.01 Serial # 02861 *s. n. t.*

Carrasco C.A.A. 2001 Efecto de la estación del año y sexo sobre el rendimiento, contenido de proteína y humedad en la canal del pollo de engorda, Tesis maestría. Veracruz, MX. Universidad Veracruzana. *s.n.t. s.p.* Consultado 16 oct. 2015

Castañeda Naranjo, NE. 2000. Cartilla cuatro. La gallina criolla. Bolívar, CO. Corporación Tecnoagropecuaria Magangue. Tomo II. p6 – 31.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, SV). 2007. Guía Técnica del Sorgo: Sorghum bicolor, L. (en línea). El Salvador. *s.e. p. 5.* Consultado 07 ago. 2014. Disponible en

<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/GUIA%20TECNICA%20SORGO.pdf>

Chessa, A. 2007. La calidad del sorgo como alimento animal (en línea). Córdoba, AR. *s.e. p. 1.* Consultado 03 ago. 2014. Disponible en:

http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/82sorgo_taninos.pdf

Chica Peláez, J. Restrepo, G. Villa Lenis, AF. 2012. Evaluación del uso de tres diferentes niveles de sorgo en el alimento de pollos de engorde y su efecto sobre los parámetros productivos (en línea). Centro de Investigación y Medición Premex S.A. Antioquía, CO. *s. e. s. p.* Consultado 03 ago. 2014. Disponible en:

<http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/evaluacion-uso-tres-diferentes-t4521/124-p0.htm>

Cobb-Vantress. 2013. Guía de Manejo del Pollo de Engorde. (en línea). *s. n. t. p. 15-16.* Consultado 15 oct. 2014. Disponible en:

<http://67.43.0.82/docs/default-source/guides/cobb-broiler-management-guidespanish.pdf?Status=Temp&sfvrsn=0>

Cuca, G. M.; Becerril P. C.; Bravo, M. H.; Bixler, Ch. E.; Pérez, H. A. 1999. Estimación de la energía metabolizable y utilización de la larva de mosca (*Musca domestica L.*) en la alimentación de pollos de engorda. (en línea). Universidad Autónoma de Chapingo. México. s.e. s. p. Consultado 07 ago. 2014. Disponible en:

[http://www.alpa.org.ve/PDF/1999_7_1/7\(1\)39_51.pdf](http://www.alpa.org.ve/PDF/1999_7_1/7(1)39_51.pdf)

Dirección de Educación Agraria. s. f. Manual de avicultura (en línea). Preliminar. La Provincia. Buenos Aires. AR. s. p. Consultado 04 ago. 2014. Disponible en:

http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/106-MANUAL_DE_AVICULTURA.pdf

Dottavio, A. M.; Librera, J. E.; Romera, B. M.; Font, M. T.; Di Masso, R. J. 2008. Eficiencia de Conversión de Híbridos Experimentales Para la Producción de Pollos Camperos (en línea) Revista FAVE – Ciencias Veterinarias 7 (1 y 2). AR. Págs. 11-12. Consultado 01 jun. 2016. Disponible en:

<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/FAVEveterinaria/article/viewFile/1465/2338>

El sitio avícola. s. f. Ciclo de vida de la mosca doméstica. (en línea) s. n. t. Consultado 29 oct. 2014. Disponible en:

<http://www.elsitioavicola.com/articulos/1848/control-de-insectos-en-la-industria-avicola>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación,). s.f. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares: Alimentación de las aves de corral (en línea). s. n. t. Consultado 03 ago. 2014. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s42.htm#TopOfPage>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación,S.V).1998. Manual del capacitador. Como mejorar la crianza domestica de aves (en línea). El Salvador. p. 9. Consultado 05 mar. 2015. Disponible en:

http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.utm.org.mx%2Fdocs_pdf%2Fcapacitacion_tecnica_2009%2Fmanual_es%2Favicultura%2Fcomo_mej_aves.pdf&ei=2n34VMfKO8SggwSdvLwDQ&usq=AFQjCNECmj0BscQbt72_YhLHFxCxoG7tZg

Fanguy, RC, Misra. 1990. Sistema digestivo de aves. Estados Unidos de América. Universidad del sur de California. Tomo I. p. 115 – 135. Consultado 16 ago. 2014.

Fernández, A. 2014. Uso de insectos como fuente proteica en la alimentación animal (en línea). *s. n. t.* Consultado 06 ago. 2014. Disponible en:
<http://agrinews.es/author/anna-fernandez-oller/>

Frazier, JA. y Reece, RL. 1990. *Avian Pathology*. 3ª edición. España. p. 759 -777. Consultado 13 ago. 2014.

Fuller, R. 1998. *Applied Environmental Microbiology*. 2ª Ed. Australia. Universidad de Queensland. p. 10 – 120. Consultado 13 ago. 2014.

García, A. 1998. Evaluación de los Sistemas Alimentarios basados en leguminosas Y lombriz de tierra con aves criollas en la producción de carne y huevos. Guatemala. *s. e.* p. 20 – 36. Consultado 16 ago. 2014.

Gil Cano, F. s.f. Anatomía específica de aves: aspectos funcionales y clínicos. (en línea) Universidad de Murcia. España. *s.e.* p. 12. Consultado 16 oct 2014. Disponible en:
<http://www.um.es/anatvet/interactividad/aaves/anatomia-aves-10.pdf>

Granja Santa Isabel. s.f. Plymouth Rock.(en línea) *s.n.t.* Consultado 28 oct 2014.Disponible en:
<http://www.granjasantaisabel.com/gallinas-razas-foraneas/plymouth-rock.php>

Guardado Alvarenga, HA; Ramírez Pineda, KL; Solís Ávalos, SA. 2014. Alimentación de Gallinas criollas con larvas vivas de mosca común (*Musca domestica L.*) en Cabañas, El Salvador. Tesis Lcdo/a. MVZ. SS. UES. p. IV.

Gutiérrez P. H., De la Vara S. R. 2008. Análisis y diseño de experimentos. Edit. Mc Graw-Hill Interamericana. 2ª Ed. México. p. 69. Consultado 16 ago. 2014

Hy – Line International. 2009. Guía de manejo comercial. 2009-2011. Hy-Line variedad Brown E.U.A. p. 23. Consultado 20 ago. 2014.

Jurado en Avicultura. 2012. Argentina. (en línea.) s. e. s. p. Consultado 18 oct. 2014.

Disponible en:

<http://www.gallinaspuras.com.ar/index.htm>

Langhout, DJ. 1998. The role of the intestinal flora as affected by non-starch polysaccharides in broiler chicks. Thesis Wageningen University.

Lazo Funes, G; Zavala Cubas, MA; Baires Minero, RW; 2010. Uso de larva de mosca doméstica (*Musca domestica* L.) en diferentes porcentajes, como suplemento en la alimentación de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) en fase de engorde. Tesis Ing. Agr. San Vicente. SV. UES. p. 69. Consultado 22 ene. 2015. Disponible en:

<http://ri.ues.edu.sv/3736/1/tesis%20codorniz.pdf>

Lizano, M. 2012. Sanidad e inocuidad pecuaria en Centroamérica y República Dominicana (en línea.). El Salvador. s. p. Consultado 04 ago. 2014. Disponible en:

http://www.ruta.org/docs_Estudio_Sanidad_Inocuidad/Informe%20Nacional%20-%20El%20Salvador.pdf

Manual de avicultura. s. f. Buenos Aires. AR. s. e. p. 19,20. Consultada 16 oct. 2014.

Disponible en:

<http://www.easdonboscouribe.edu.ar/files/MANUAL%20DE%20AVICULTURA.pdf>

Manual de Producción y Manejo Avícola. s. f. Manual 10 Fundación Origen, Escuela Agroecológica de Pirque. CL. s. e. p. 10. Consultada 16 oct. 2015. Disponible en:

<https://www.google.com/sv/#q=manual+de+produccion+y+manejo+avicola>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV) 1998. Manual del Capacitador: Cómo mejorar la crianza doméstica de aves (en línea). El Salvador. s. e. p. 10. Consultado 15 oct. 2014.

Disponible

en:

<https://www.google.com/sv/#q=Manual+del+Capacitador:+C%C3%B3mo+mejorar+la+crianza+dom%C3%A9stica+de+aves+>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV) 2013. Anuario de estadísticas agropecuarias. Santa Tecla. SV. s. e. p. 24, 25. Consultado 15 oct. 2014. Disponible en:
<https://www.google.com/sv/#q=anuario+estadistico+2013+del+mag>

Mantle, M; Allen, A. 1989. Gastrointestinal secretion. 3ª Ed. Butterworth. London. p. 202-229. Consultado 13 ago. 2014.

Margal N., Domínguez A., Prats G., Salleras L., 1997. ESCHERICHIA COLI ENTEROHEMORRÁGICA (en línea), ES. p. 437-442 Consultado: 20 feb. 2016
http://www.msssi.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VO_L71/71_5_437.pdf

Marín Romero, MN; Pérez Campos, JG. 1998. Uso de larva de mosca doméstica (*Musca domestica L.*) en diferentes porcentajes, como suplemento en la alimentación de pollos de engorde. SV. Tesis Ing. Agrónomo. SS. UES. p 3, 8 – 14. Consultado 16 oct. 2014.

Martín Mena, G; Urbina Alonso, L; Gutiérrez, C; Jiménez Escobar, G. 2008. Alimentación Animal (en línea). Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). NI. s. e. s. p. Consultado 03 ago. 2014. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos90/alimentacion-animal/alimentacion-animal.shtml>

Masaquiza Moposita, DA. 2012. Evaluación de cuatro atrapadores de micotoxinas (*Mycifix plus, Mycofix select, Aluminisilicatos, paredes de levaduras*) en dietas para pollos parrilleros en crecimiento-engorde. (en línea) Tesis Ing. Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. EC. p.13. Consultado 15 oct. 2014. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1854/1/17T01079.pdf>

Medios Digitales de COPESA. 2010. Intestino grueso e intestino delgado. (en línea) Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad de Chile. s.e. Consultado el 29 oct. 14. Enciclopedia. s. p. Disponible en:
<http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/ciencias-naturales/estructura-y-funcion-de-los-seres-vivos/2009/12/60-7926-9-intestino-grueso-e-intestino-delgado.shtml>

Melara Crespín, JY; Najarro González, MB; Peñate Quintanilla. AJ. 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. caserío milagro de la roca cantón Primavera municipio de Quezaltepeque departamento de La Libertad. Tesis Licdo/a Administración de Empresas. SS. SV. UES. p. 6-8. Consultado 13 ago. 2014.

Nicholls Estrada, CI. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. (en línea) Ed. Universidad de Antioquía. Medellín, CO. s. p. Consultado 16 oct. 2014

Plan de vacunación para parrilleros y ponedoras. s.f. (en línea). Consultado 17 dic. 2014
Disponible en:

<http://www.infogranja.com.ar/plandevacunacion.htm>

Pinel, E; Flores, S. 1999. Documentos de Campo N°6. Construyamos un gallinero. Control de parásitos en las aves criollas y control de Enfermedades en las Aves. México. Ed. Trillas. p. 20 – 36.

Portillo Barrera, CR; Villalta Hernández, TY; González López, JG. 2013. Producción de larva de mosca doméstica (*Musca domestica L.*) en granjas porcinas como alternativa en el manejo de estiércol, aprovechando su fuente proteica natural en la alimentación de gallinas ponedora (*Gallus gallus*). (en línea). Tesis Ing. Agr. San Vicente. ES. UES. p. IV. Consultado 06 ago. 2014. Disponible en:

[http://ri.ues.edu.sv/3521/1/PRODUCCION%20DE%20LARVA%20DE%20MOSCA%20DOMESTICA%20\(Musca%20domestica%20L.\).pdf](http://ri.ues.edu.sv/3521/1/PRODUCCION%20DE%20LARVA%20DE%20MOSCA%20DOMESTICA%20(Musca%20domestica%20L.).pdf)

Romero Lara, L. 2011. Producción avícola a pequeña escala (en línea). México. Consultado 04 ago. 2014. Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Producci%C3%B3n%20Av%C3%ADcola.pdf>

Sangalli Chávez, F. 2013. Evaluación del efecto de tres niveles de harina de alfalfa (*Medicago sativa*), en la alimentación de aves de postura de la línea Isa brown, en la fase de postura pico, en la Provincia Murillo del departamento de la Paz. (en línea) Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. BO. s. e. p. 7. Consultado 16 oct. 2014. Disponible en: <http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/4284/1/T-1800.pdf>

Smit, s.f. Avances en nutrición y alimentación: Modulación a través de la dieta del confort intestinal de los pollitos. (en línea) s. n. t. Consultado 16 oct. 2014. Disponible en: http://www.google.com/sv/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.uco.es%2Fservicios%2Fnirs%2Ffedna%2Fcapitulos%2F99CAP4.pdf&ei=B0U1VavFK6q1sQT6u4GgDA&usq=AFQjCNGVU-pGAXVYq0MYHhVs8wdtHR_q6Q

Tavernari, F; Salguero, S. 2002. Nutrición, patología y fisiología digestiva en pollos. 2 ed. Rio de Janeiro. BRI. Universidad Federal de Vicosa. Tomo I. p.15 – 35. Consultado 13 ago. 2014.

Terraes, JC; Revidatti, F; Sindik, M; Rollet, C; Fernandez, RJ. 2006. Evolución del peso corporal, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia en pollos para carne de crecimiento lento. (en línea). Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. s. p. Consultado 05 mar. 2015. Disponible en: http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0CE4QFjAJ&url=http%3A%2F%2Fdatateca.unad.edu.co%2Fcontenidos%2F540001%2FLecturas_complementarias%2Fact_11._evaluacion_del_peso_corporal.pdf&ei=xYb4VMW7G8fAggTXzIHQDw&usq=AFQjCNH702QYcE4vQeVQR6bRS2WfGmfVIw

Torres, E. 2010. Evaluación de los parámetros productivos del pollo criollo vs pollo comercial. (en línea). Universidad Veracruzana, Veracruz; MX. Págs. 30,35. Consultado 3 Junio 2016. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/690/1/ENRIQUE%20TORRES%20PORTADOR.pdf>

Universidad Politécnica Salesiana Ecuador. 2012. Guía de Estudio de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Consultado 05 mar. 2015. Disponible en:

<http://www.google.com/sv/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFiAA&url=http%3A%2F%2Falteridad.ups.edu.ec%2Fdocuments%2Fquest%2FGUIAS%2FGUIAS%2520%2520MEDICINA%2520VETERINARIA%2520Y%2520ZOOTECNIA.pdf&ei=d4A1VaXtNMqcyATjxoGgBg&usq=AFQjCNEcOVNFD6MxkNcXwlpEMeOUF7hJBw&bvm=bv.91071109.d.aWw>

VACA Adams, L. 1991. Producción Avícola. San Jose, Costa Rica. EUNED. 266 p. Consultado 12 feb. 2016

Villee, C. 2009. Biología. Edit. Mc Graw Hill, 4ª Ed. España. p. 231. Consultado 10 ago. 2014.

Walters, J; Parker, M. 1998. Crianza casera de aves. 2 ed. Buenos Aires. AR. Artes Gráficas Bartolomé U. Chiesino. Tomo II. p. 1 – 26. Consultado 10 ago. 2014.

8. ANEXOS

Cuadro A 1. Plan profiláctico para pollitas de postura y engorde (aves de doble propósito)

Día/Semana	Medicamento a administrar
8° día	Newcastle gota ocular mezclado en el mismo diluyente.
30° día	Vacuna contra Newcastle
40° día	Vacuna contra Viruela, (punción en el ala)
8° semana	Vacuna contra Coriza infecciosa, cólera aviar y salmonelosis (inyectable)
9° semana	Desparasitación, en el agua de bebida

Fuente: <http://www.infogranja.com.ar/plandevacunacion.htm>

Cuadro A 2. Guía de alimento en gramos y libras de concentrado balanceado de harina de sorgo.

Consumo de alimento en gramos			En libras
Semanas	Por ave por día	Por 40 aves por día	Conc lb/sem/ 40
1	10	400	6.17
2	18	720	11.1
3	21	840	12.95
4	27	1080	16.65
5	30	1200	18.5
6	36	1440	22.2
7	40	1600	24.67
8	43	1720	26.52
9	49	1960	30.22
10	54	2160	33.3
11	58	2320	35.77
12	62	2480	38.24
		17920	276.3

Fuente: Hy – Line International. 2009.

Cuadro A 3. Respuesta productiva de diferentes genotipos de pollos de engorda mantenidos en condiciones de traspatio¹

Tratamiento	Ganancia total gr	Consumo total gr	Conversión Alimenticia	Mortalidad Global
Ross	1780.63 ^a	3651.52 ^a	2.05069 ^a	20.00
Rhode Island	361.77 ^b	1982.51 ^b	5.47999 ^b	20.00
Plymouth Rock	401.70 ^b	2032.12 ^b	5.05882 ^b	17.78
Significancia	P<0.001	P<0.05	P<0.05	NS ²
EEM ³	0.234	75.0	.075	0.12
¹ Media de tres réplicas de 15 animales cada una				
² No significativa (P>0.05)				
³ Error estándar de la media				

Fuente: Revista FAVE - Ciencias Veterinarias 7 (1 y 2) 2008. Dottavio *et. al.* (2008)

Cuadro A 4. Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III) para consumo de alimento.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Trat	4599210.58	3	1533070.19	901.87	<0.0001
Error	18698.75	11	1699.89		
Total	4617909.33	14			

CV.1.12

Estadísticamente la comparación del concentrado formulado y las diferentes formulaciones de larva fresca de mosca domestica adicionados al concentrado formulado produjeron diferentes efectos en la variable ganancia de peso en gramos de los polluelos de la raza Plymouth Rock con una (P=0.0001).

Cuadro A 5. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para consumo de alimento.

Trat.	Medias	n	E.E
0	2836.50	4	20.61 a
1	3697.50	4	20.61 b
2	4125.25	4	20.61 c
3	4246.00	3	23.80 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0.05)

Estadísticamente las formulaciones del concentrado formulado (T0) y los porcentajes del 5% (T1), 10% (T2) y 15% (T3) de larva fresca de mosca domestica produjeron diferentes efectos sobre la variable ganancia de peso en gramos de los polluelos de la raza Plymouth Rock con una probabilidad del 0.0001.

Cuadro A 6. ANVA para Ganancia de peso vivo (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Trat.	27479.69	3	9159.90	4.62	0.0227
Error	23806.75	12	1983.90		
Total	51286.44	15			

CV. 4.96

Estadísticamente la comparación del concentrado formulado y las diferentes formulaciones de larva fresca de mosca domestica adicionados al concentrado formulado produjeron diferentes efectos en la variable consumo de alimento en gramos de los polluelos de la raza Plymouth Rock con una probabilidad igual a 0.0227.

Cuadro A 7. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para ganancia de peso vivo

Trat.	Medias	n	E.E
0	850.50	4	22.27 a
3	870.00	4	22.27 a
2	918.25	4	22.27 a b
1	956.50	4	22.27 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Estadísticamente las formulaciones del 5% (T1) y el 10% (T2) de larva fresca de mosca domestica adicionado al concentrado formulado produjeron diferentes efectos sobre la variable ganancia de peso vivo de los polluelos de la raza Plymouth Rock con una probabilidad del 0.0227.

Cuadro A 8. ANVA de la variable ganancia de peso acumulado

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Trat	28672.19	3	9557.40	4.49	0.0248
Error	25560.25	12	2130.02		
Total	54232.44	15			

CV. 5.32

Cuadro A 9. Pruebas de Diferencia Mínima Significativa para ganancia de peso acumulado

Trat.	Medias	n	E.E
0	818.00	4	23.08 a
3	837.25	4	23.08 a
2	887.75	4	23.08 a b
1	925.75	4	23.08 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro A 10. ANVA de conversión alimenticia

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Trat	5.98	3	1.99	34.15	<0.0001
Error	0.70	12	0.06		
Total	6.68	15			

CV. 5.61

Estadísticamente el concentrado formulado y las diferentes formulaciones de larva fresca de mosca domestica adicionados al concentrado formulado produjeron diferentes efectos en la variable conversión alimenticia en los polluelos de la raza Plymouth Rock con una probabilidad igual a 0.0001.

Cuadro A 11. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para conversión alimenticia

Trat.	Medias	n	E.E
0	3.49	4	0.12 a
1	4.00	4	0.12 b
2	4.65	4	0.12 c
3	5.09	4	0.12 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Estadísticamente las formulaciones del 5% (T1), 10% (T2) y 15% (T3) de larva fresca de mosca domestica adicionado a la ración alimenticia de los polluelos de la raza Plymouth Rock están produciendo diferente efectos sobre la variable conversión alimenticia con una probabilidad igual a 0.0001

Cuadro A 12. Medias resumen del tratamiento del 100% de concentrado formulado

TRA	VARIA	N	MEDIA	D.E	CV	MIN	MAX
0	GPS 1	40	46.33	4.62	9.98	37.00	54.00
0	GPS 2	40	73.30	11.90	16.24	45.00	100.00
0	GPS 3	40	125.75	21.78	17.32	74.00	170.00
0	GPS 4	40	193.40	36.73	18.99	117.00	289.00
0	GPS 5	40	262.95	37.44	14.24	184.00	351.00
0	GPS 6	40	296.70	48.98	16.51	208.00	428.00
0	GPS 7	40	394.53	65.94	16.71	244.00	528.00
0	GPS 8	40	486.45	74.16	15.25	310.00	664.00
0	GPS 9	40	528.18	84.05	15.91	372.00	706.00
0	GPS 10	40	642.15	102.94	16.03	403.00	853.00
0	GPS 11	40	755.63	120.93	16.00	500.00	977.00
0	GPS12	40	850.45	126.75	14.90	567.00	1064.00

Cuadro A 13. Medias resumen del tratamiento del 5% de larva fresca de mosca y 95% de concentrado formulado

TRA	VARIA	N	MEDIA	D.E	CV	MIN	MAX
1	GPS 1	40	47.90	5.62	11.74	35.00	62.00
1	GPS 2	40	82.53	11.97	14.50	54.00	111.00
1	GPS 3	40	139.15	21.52	15.46	84.00	187.00
1	GPS 4	40	213.13	30.07	14.11	156.00	283.00
1	GPS 5	40	289.88	43.86	15.13	212.00	388.00
1	GPS 6	40	362.53	54.84	15.13	279.00	494.00
1	GPS 7	40	458.55	69.58	15.17	275.00	626.00
1	GPS 8	40	561.88	75.89	13.51	430.00	727.00
1	GPS 9	40	659.75	89.24	13.53	489.00	883.00
1	GPS 10	40	754.63	91.90	12.18	572.00	894.00
1	GPS 11	40	890.40	117.94	13.25	631.00	1119.00
1	GPS12	40	956.33	139.49	14.59	671.00	1223.00

Cuadro A 14. Medias resumen del tratamiento del 10% de larva fresca de mosca y el 90% de concentrado formulado

TRA	VARIA	N	MEDIA	D.E	CV	MIN	MAX
2	GPS 1	40	48.10	5.06	10.51	38.00	60.00
2	GPS 2	40	81.63	11.53	14.13	56.00	104.00
2	GPS 3	40	146.80	22.10	15.05	101.00	194.00
2	GPS 4	40	211.73	33.81	15.97	123.00	284.00
2	GPS 5	40	281.78	42.05	14.92	202.00	372.00
2	GPS 6	40	357.63	58.56	16.37	246.00	476.00
2	GPS 7	40	436.25	66.08	15.15	311.00	565.00
2	GPS 8	40	519.05	75.74	14.59	348.00	697.00
2	GPS 9	40	604.20	90.99	15.06	429.00	819.00
2	GPS 10	40	725.88	108.49	14.95	418.00	941.00
2	GPS 11	40	853.20	133.61	15.66	585.00	1149.00
2	GPS12	40	918.30	150.49	16.39	660.00	1250.00

Cuadro A 15. Medias resumen del tratamiento del 15% de larva fresca de mosca y el 85% de concentrado formulado

TRA	VARIA	N	MEDIA	D.E	CV	MIN	MAX
3	GPS 1	40	44.55	5.84	13.12	33.00	60.00
3	GPS 2	40	76.73	13.63	17.76	53.00	111.00
3	GPS 3	40	139.68	23.12	16.55	103.00	193.00
3	GPS 4	40	199.50	36.70	18.40	145.00	296.00
3	GPS 5	40	264.95	50.86	19.20	185.00	392.00
3	GPS 6	40	337.60	65.70	19.46	234.00	497.00
3	GPS 7	40	418.05	72.06	17.24	296.00	595.00
3	GPS 8	40	492.13	84.15	17.10	290.00	712.00
3	GPS 9	40	563.98	91.00	16.14	335.00	723.00
3	GPS 10	40	681.28	102.28	15.01	490.00	900.00
3	GPS 11	40	800.83	125.61	15.69	544.00	1067.00
3	GPS12	40	869.85	144.36	16.60	581.00	1156.00

Cuadro A 16. Consumo de alimento en gramos por polluelo a la semana

Semanas	T 0	T 1	T 2	T 3
1	66.75	90.79	104.75	125.77
2	104.12	144.29	165.46	189.09
3	120.75	162.39	196.47	200.25
4	188.5	235.44	261.94	250.59
5	213.22	275.70	286.99	288.79
6	222.82	321.49	352.29	342.44
7	290.32	378.27	456.52	451.11
8	331.1	423.38	442.24	449.18
9	375.12	480.12	536.89	542.55
10	415.8	533.47	575.96	584.81
11	446.6	573.02	627.42	662.91
12	477.4	612.5	694.37	747.78

Cuadro A 17. Ganancia de peso en gramos por polluelos por semana

Semanas	T0	T 1	T 2	T 3
1	4.6	4.79	4.81	4.46
2	7.33	8.25	8.16	7.67
3	12.58	13.91	14.68	13.97
4	19.34	21.31	21.17	19.95
5	26.29	28.98	28.17	96.49
6	29.67	36.25	35.76	33.76
7	39.45	45.87	43.67	41.80
8	48.65	56.18	51.90	49.21
9	52.81	65.98	60.42	56.39
10	64.21	75.46	72.59	68.12
11	75.56	89.04	85.32	80.08
12	85.04	95.63	91.83	86.99

Cuadro A 18. Conversión alimenticia acumulada para las 12 semanas por tratamiento

T0	3,37	3,42	3,19	3,98
T1	3,97	4,08	4,07	3,86
T2	4,80	4,76	4,51	4,53
T3	5,16	5,20	4,67	5,33

Cuadro A 19. Consumo de alimento para 40 polluelos en los diferentes tratamientos, elaborados con concentrado formulado y la adición de larva fresca de mosca doméstica.

Consumo en kilogramos por semana							
Semana	T0	T1 Conc + Larva 5%		T2 Conc +Larva 10%		T3 Conc + Larva 15%	
1	2.80	2.66	0.93	2.52	1.87	2.38	2.80
2	5.05	4.80	1.68	4.54	3.36	4.29	5.04
3	5.89	5.59	1.96	5.30	3.92	5.00	5.88
4	7.57	7.19	2.52	6.81	5.04	6.43	7.56
5	8.41	7.99	2.80	7.57	5.60	7.15	8.40
6	10.09	9.59	3.36	9.08	6.72	8.58	10.08
7	11.21	10.65	3.73	10.09	7.47	9.53	11.20
8	12.05	11.45	4.01	10.85	8.03	10.25	12.04
9	13.74	13.05	4.57	12.36	9.15	11.68	13.72
10	15.14	14.38	5.04	13.62	10.08	12.87	15.12
11	16.26	15.45	5.41	14.63	10.83	13.82	16.25
12	17.38	16.51	5.79	15.65	11.58	14.77	17.36
Total	125.59	119.31	41.81	113.03	83.65	106.75	125.46

Fuente: Hy - Line International 2016

FIGURAS

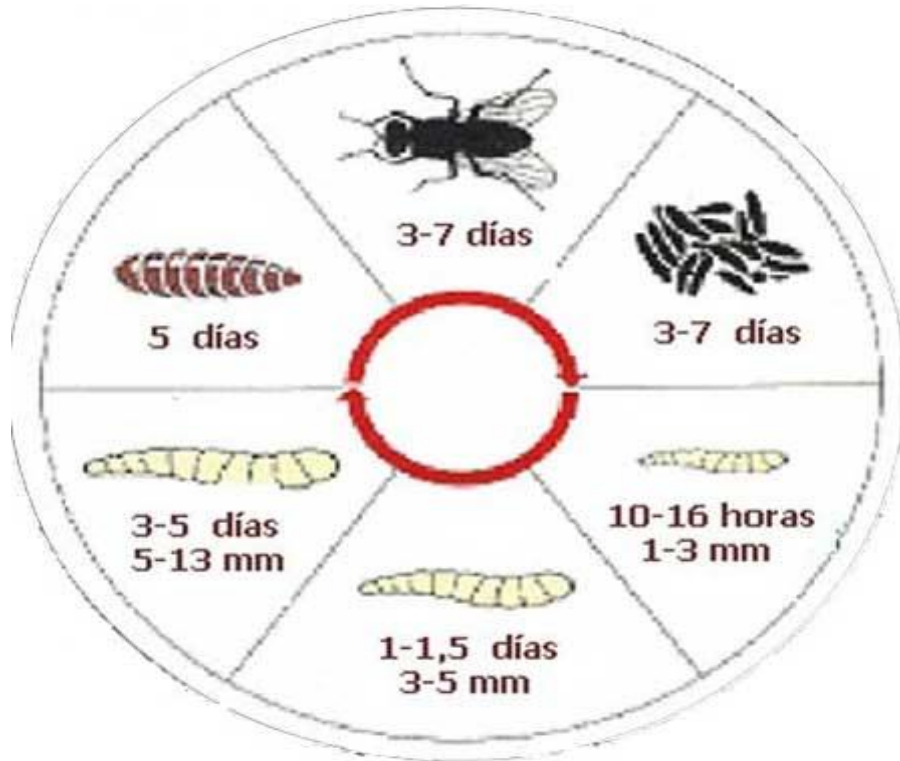


Figura A 1. Ciclo de vida de la mosca doméstica

Fuente: El sitio avícola. *s. f.*

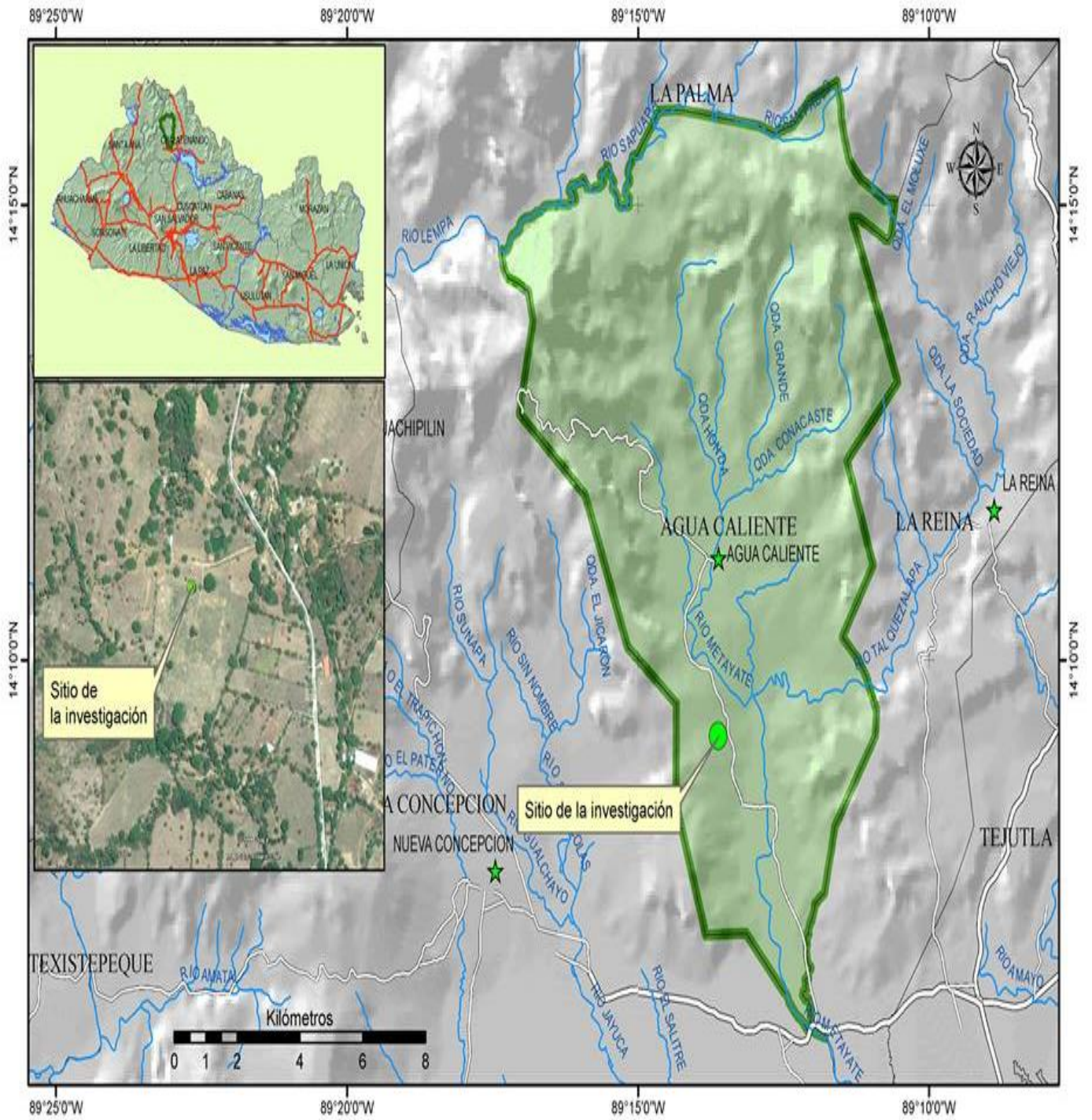


Figura A 2. Lugar donde se realizó el ensayo

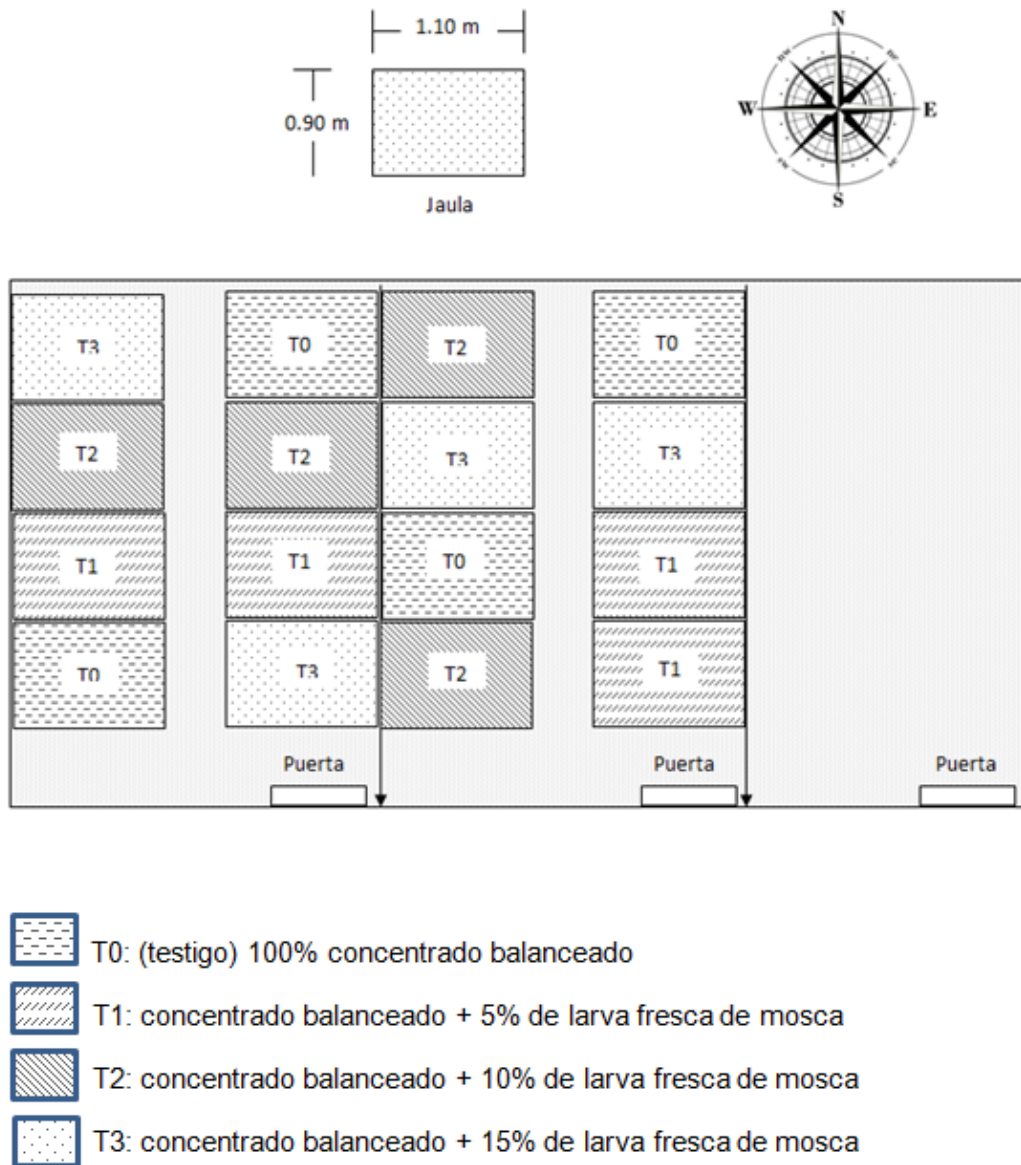


Figura A 3. Orientación geográfica, infraestructura de la galera, azarización de los tratamientos y jaulas para el ensayo

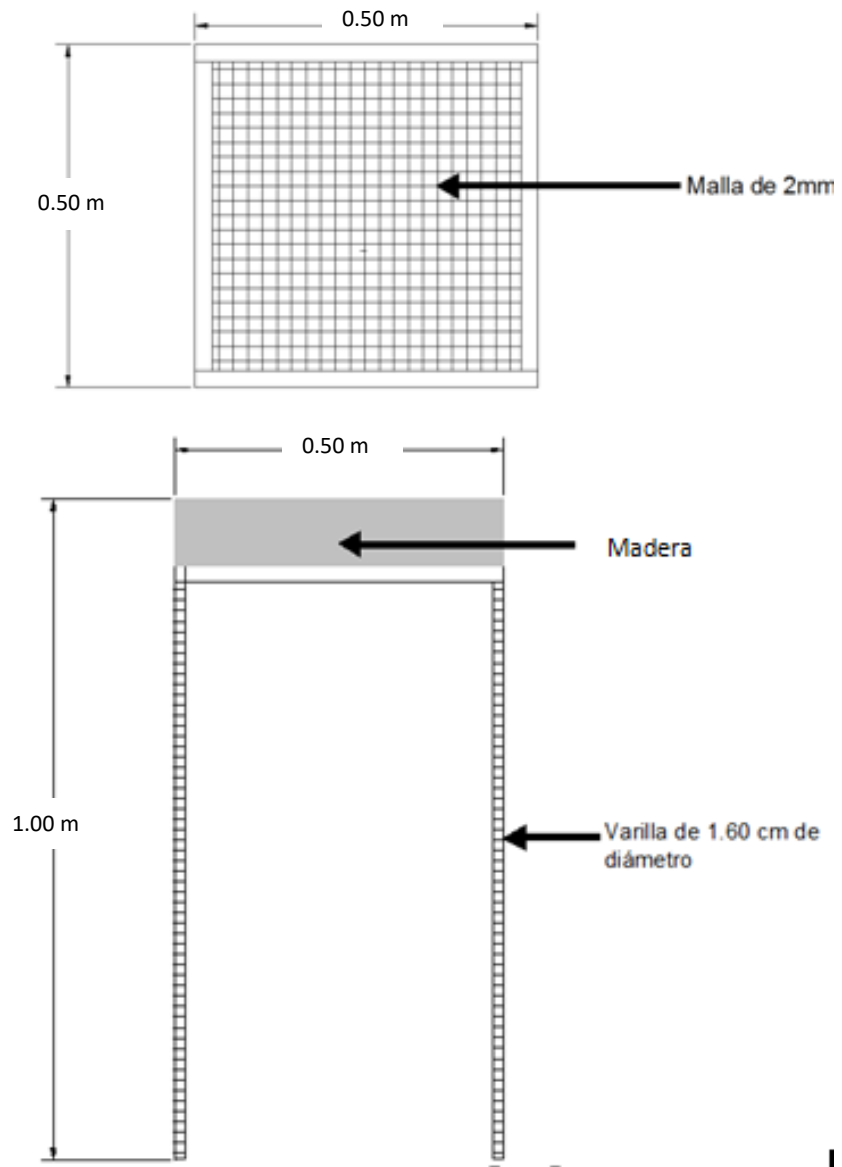


Figura A 4. Larvario artesanal



Figura A 5. Recibiendo a los polluelos/ 1 día de nacidos



Figura A 6. Preparación de los larvarios



Figura A 7. Limpieza de la galera



Figura A 8. Elaboración de los bebederos



Figura A 9. Pesaje del concentrado para los polluelos



Figura A 10. Toma de datos



Figura A 11. Pesaje de la larva



Figura A 12. Preparación de las muestras para los análisis

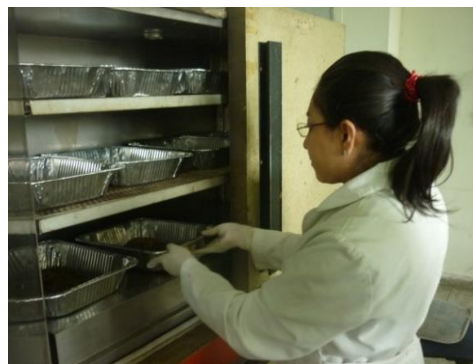


Figura A 13. Colocación de muestras en el horno



Figura A 14. Pesaje de las muestras después de salir del horno



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

RESULTADO DE ANÁLISIS

Fecha: Ciudad Universitaria, 05 de noviembre de 2015.

Usuarios : Bns. Blanca Estela González Guzmán
Hazel Marina Cabrera Herrera y
David Alexander Aguilar Quijada

Fecha de ingreso: 03 / septiembre / 2015

Tipo de Muestra: Concentrado formulado y larva fresca.

Número de Muestra: Mx 44D al 51D

Análisis solicitado: Humedad, Proteína cruda, Ceniza, Grasa, Calcio y Fósforo

No de Muestra	Identificación	Humedad (%)	Proteína cruda (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
44	T0 inicio	8.20	20.62	5.95	-----	0.60	1.15
48	T0 desarrollo	8.15	17.26	5.45	-----	0.58	1.02
45	T1 inicio	8.61	20.16	5.82	-----	0.52	1.27
49	T1 desarrollo	8.11	16.72	9.45	-----	0.50	0.97
46	T2 inicio	8.29	20.66	5.34	-----	0.59	1.17
50	T2 desarrollo	8.03	17.32	4.98	-----	0.54	1.10
47	T3 inicio	8.27	20.11	5.50	-----	0.60	1.25
51	T3 desarrollo	7.62	17.32	5.08	-----	0.56	1.27
51-A	larva	58.8	46.10	14.69	8.54	0.71	1.13

Analistas: Br. Mario Antonio Hernández Melgar

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"



Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
Jefe del Departamento de Química Agrícola

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

Figura A 15. Exámen Bromatológico

Nombre del Paciente: BG-0090 BLANCA GONZALEZ Edad:
Médico: PE-001 PACIENTE DE CONSULTA EXTERNA Sexo:
Fecha y Hora de Ingreso: 02/10/2015 02:30:51 PM Fecha y Hora de Impresión: 03/03/2016 08:54:13 AM

BACTERIOLOGIA

Bacteriología:

Muestras: MASERADO DE LARVA DE MOSCA DOMESTICA

Examen Directo:

B. CULTIVO:

Bacteria Aislada: ESCHERICHIA COLI ENTERO HEMOLITICA

Recuento Bacteriano: MAS DE 100,000 UFC X MM3

ANTIBIOGRAMA

SENSIBLE

RESISTENTE

REPUBLICA DE EL SALVADOR
C.S.S.P.
LABORATORIO CLINICO
ESPECIALIZADO ROMERO
Sucursal No.: 1
No. de inscripción 1,189
Prop. Lic. Manuel de Jesús
Romero Amaya
Municipio de San Salvador,
Departamento de San Salvador

Manuel de Jesús Romero Amaya
LICENCIADO EN LABORATORIO CLINICO
J.V.P.L. 1183

Derechos Reservados

Figura A 16. Exámen Microbiológico

8.1 Procedimiento de Análisis Bromatológico.

Marcha de laboratorio bromatológico de larvas frescas de moscas

- a) Se pesó 1 kilogramo de larvas refrigeradas en una balanza analítica, la muestra fue representativa y para se obtuvo una mayor precisión, pesándose primero el recipiente donde estas estaban y rotulándolas para tener un orden adecuado de cada muestra.
- b) Se realizaron pruebas de humedad para obtener la cantidad de agua que en estas se encuentran y obtener la materia seca adecuada así como pruebas de grasa, fibra, fósforo y calcio para tener una perspectiva sobre la nutrición de los polluelos en fase de crecimiento con larvas.
- c) El análisis de fibra se realizó digiriendo la muestra desengrasada de larva de mosca, primero con ácido sulfúrico 1.25% y luego con hidróxido de sodio 1.25%, lavando el material después de cada digestión con suficiente agua destilada caliente hasta eliminación de ácido o álcali del material. La muestra se lava después con alcohol, se seca y se calcina, calculándose el porcentaje de fibra obtenido después de la calcinación.
- d) A las muestras se les realizó también análisis de calcio para determinar la cantidad de calcio que contienen las larvas.
- e) Se determinó la cantidad de fósforo de las muestras utilizando (P) por métodos volumétricos de precipitación solubilizadas con ácidos y sus posteriores valoraciones por retroceso.

Determinación de Humedad

Fundamento

La cantidad de agua se elimina por calentamiento de la muestra en una estufa de vacío a temperatura de 105 °C durante cinco horas y presión de 100 mm de Hg.

Procedimiento

- Calentar a 105 °C en una estufa de vacío una caja de aluminio durante un período de 2 horas. Enfriar en desecador durante 30 minutos y pesar en balanza analítica (anotar el peso).
- En la caja de aluminio tarada pesar 2 gramos de muestra previamente homogeneizada (anotar el peso).
- Colocar destapada la caja de aluminio con la muestra en la estufa de vacío (previamente calentada a 105° C) durante 5 horas. Ajustar la presión del vacío a 100 mm de Hg.
- Retirar la caja de la estufa, tapar y poner en desecador para que enfríe durante 30 minutos.
- Pesar y registrar los pesos. Determinar el porcentaje de humedad mediante la ecuación E.
- Realizar el mismo procedimiento para las tres variedades por quintuplicado.

Ecuación E

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

Pérdida de peso = (Peso de caja más muestra antes de secar – Peso de caja más muestra después de secar).

Peso de muestra = (Peso de caja con muestra – Peso de caja vacía).

Determinación de cenizas

Fundamento

La destrucción de la materia orgánica por incineración de cada muestra se lleva a cabo en un horno de mufla a temperatura de 550°C por un período de 2 horas, quedando sólo el material inorgánico llamado ceniza que no se destruye a esta temperatura.

Procedimiento

- Colocar el crisol limpio bien identificado en un horno de mufla, calentar a 550 °C por una hora.
- Sacar el crisol del horno mufla, colocar en un desecador y enfriar durante 30 minutos.
- Pesar el crisol vacío en una balanza analítica digital, anotar el peso.
- Pesar en una balanza analítica digital aproximadamente 2 gramos de muestra, a la que ya se le ha determinado la humedad, en el crisol de porcelana tarado.
- Colocar el crisol en el horno de mufla y mantener a temperatura de 550 °C durante 2 horas; controlar la temperatura.
- Retirar el crisol del horno de mufla, colocar en el desecador durante 30 minutos y pesar (anotar este peso).
- Guardar la muestra de ceniza para la solubilización y determinación de minerales.
- Realizar el mismo procedimiento para las tres variedades por quintuplicado.

Ecuación F

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

Peso de la ceniza = (Peso de crisol con cenizas) - (Peso de crisol vacío).

Peso de muestra = (Peso de crisol más muestra- Peso de crisol vacío).

Preparación de la solución de cenizas para la determinación de minerales

Fundamento

La ceniza se trata con ácido clorhídrico concentrado y agua destilada, se agita y calienta cerca del punto de ebullición. Después se filtra a través de un papel filtro whatman 42 libre de cenizas quedando en el filtrado los minerales y en el papel filtro sílice.

Procedimiento

- Agregar al crisol que contiene las cenizas 5 mL de HCl concentrado medidos con probeta.
- Añadir con probeta 20 mL de agua destilada, poner el crisol en Hotplate más o menos a 100 °C y evaporar el líquido hasta aproximadamente 10 mL. (Realizar en cámara de extracción de gases).
- Enfriar la solución a temperatura ambiente.
- Filtrar, utilizando papel whatman 42 y continuar lavando el crisol con porciones de agua destilada hasta que esté libre de residuo. Recibir en balón volumétrico de 100 mL limpio y seco.
- Aforar el balón con agua destilada, rotular y conservar la solución para la determinación de minerales.
- Realizar el mismo procedimiento para las tres variedades por quintuplicado.

Determinación de nitrógeno proteico

Método micro kjeldahl

Fundamento

Este método se divide en tres etapas:

- a) Digestión: destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico concentrado y caliente. Este actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco en presencia de reactivos específicos que actúan como catalizadores. El amoniaco desprendido queda fijado en el ácido sulfúrico como sulfato de amonio, que es estable en las condiciones de trabajo.
- b) Destilación: liberación del amoníaco formado, recogéndolo en un volumen conocido de ácido bórico formándose borato de amonio.
- c) El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico empleando como indicador una mezcla de verde de bromocresol y rojo de metilo.

Procedimiento

Digestión

- Pesar en papel filtro más o menos 0.1 g de muestra y colocarla en un tubo tecator para micro kjeldahl de 250 mL.
- Agregar al tubo, que contiene la muestra pesada:
 - 6.0 mL de ácido sulfúrico.
 - 3 g de la mezcla de catalizador (sulfato de potasio y sulfato de cobre).
 - Agitar durante 5 minutos ésta mezcla y colocar los tubos en el equipo de digestión Kjeldhal, al mismo tiempo conectar el sistema de extracción de vapores y condensación de gases. Retirar los tubos cuando la solución de color azul o verde se torne transparente.

Destilación

- Dejar enfriar los tubos y agregar aproximadamente 80 mL agua destilada, esperar a que enfríen nuevamente.
- Colocar el tubo en el equipo de destilación.
- En un erlenmeyer de 250 mL colocar 25 mL de la solución de ácido bórico más indicadores y colocarlo en el aparato de destilación (solución de color rojo).
- Agregar 60 mL de solución de hidróxido de sodio al 40%.
- Recibir el destilado en el erlenmeyer de 250 mL el que debe estar en el aparato después de 5 minutos de trabajo del mismo (hasta que complete la destilación se observará un cambio del indicador de rojo a verde. Deje enfriar el tubo por 10 a 15 minutos y luego retirarlo).

Titulación

- Titular el destilado obtenido con solución de ácido clorhídrico 0.1N hasta cambio de color del indicador que va de verde a rojo. Y determinar la cantidad de proteína en la muestra mediante la ecuación G.
- Realizar los mismos procedimientos para las tres variedades por quintuplicado.

Ecuación G

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{mL HCl muestra}) \times \text{N de HCl} \times 0.014 \times 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

0.014= Miliequivalente del nitrógeno.

% de proteína cruda = % Nitrógeno x 6.25.

El factor de 6.25 se aplica a la mayoría de proteínas animales y vegetales ya que se asume que en su composición poseen entre 16% a 19% de N, cuando se trate de otro tipo de muestra, se debe buscar el factor correspondiente.

Determinación de extracto etéreo

Fundamento

El éter se evapora y se condensa continuamente, al pasar a la muestra extrae materiales solubles. El extracto se recoge en un balón de fondo plano y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda en el balón se seca y se pesa.

Preparación de material de vidrio y dedales

Procedimiento

- Pesar en papel filtro más o menos 2 gramos de muestra a la que se le ha determinado la humedad a 105 °C y colocarlos en un dedal de extracción limpia y seca. Anotar el peso como "peso seco".
- Cubrir la muestra con un papel filtro de casi igual diámetro al interior del dedal o utilice algodón. Esto permite que el éter se distribuya de forma uniforme.
- Colocar el dedal con la muestra en el recipiente para muestras y fíjelo bajo el condensador del equipo de extracción.
- Pesar el balón limpio y seco.
- Agregar 150 mL de éter al balón de fondo plano y colóquelo sobre el condensador.
- Abrir la llave del agua que enfría el condensador.

- Observar si hay escapes de éter después de que este comienza a ebulir y condensarse. Cuando el nivel del éter en el balón de grasa baje y suba constantemente (debido a que una porción siempre está volatilizándose y otra condensándose), el aparato puede dejarse solo y realizar observaciones periódicas. El periodo de extracción es de 8 horas.
- Después de que la extracción se complete, baje los condensadores y permita que el dedal drene completamente.
- Remover las muestras y colocar en beaker para recoger el éter.
- Colocar nuevamente los balones con grasa y destile el éter.
- Poco antes de que el éter en los balones de grasa se evapore hasta sequedad, remover los balones de grasa.
- Vaciar el éter destilado en un recipiente especial para conservar el éter usado.
- Completar la evaporación del éter que queda en los balones de grasa, dejándolo sobre la mesa de trabajo por un tiempo.
- Secar los balones con grasa en una estufa a 100 °C, después enfriarlos en el desecador a temperatura ambiente y pesarlos (anote el peso). Determinar el porcentaje de extracto etéreo mediante la ecuación H.
- Realizar el mismo procedimiento para las tres variedades por quintuplicado.

Ecuación H

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{\text{Peso de E.E}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Peso de muestra = (Peso papel filtro más muestra) - (Peso papel filtro vacío)

Peso de E.E. = (Peso de balón más extracto etéreo) - (peso de balón vacío)

8.2 Procedimiento de Análisis Microbiológico

Técnica para la siembra e identificación de *Escherichia coli* :

Escherichia coli es un coliforme fecal. Los coliformes fecales son un grupo de microorganismos seleccionados por incubación de los inóculos procedentes de un caldo de enriquecimiento de coliformes a temperaturas superiores a las normales ($44 \pm 0,5^\circ \text{C}$) y son muy indicativos de una posible contaminación de origen fecal del alimento. Se definen por la producción de ácido y de gas en caldo EC a $44 - 46^\circ \text{C}$ ($44,5 - 45,5^\circ \text{C}$).

Las cepas enterohemorrágicas de *E. coli* no crecen a $44,5^\circ \text{C}$ en la formulación convencional de EC, pero lo hacen cuando el porcentaje de sales biliares se reduce del 0,15 al 0,112%. Sólo unas pocas cepas son patógenos verdaderos, enteropatógenos; o patógenos oportunistas. Es muy resistente en suelo y agua. Muere a 60°C en 15 minutos, y con 0,5 p.p.m. de cloro. Vive en el tracto intestinal del hombre y animales, por eso su presencia en un alimento indica contaminación directa o indirecta de origen fecal. Es indicador de posibles patógenos entéricos en el agua, moluscos, productos lácteos.

Métodos normalizados ISO 7251 Directiva general para el recuento de *Escherichia coli* presuntivos. Técnica del NMP Esta directiva se basa en la siembra de tres tubos de enriquecimiento selectivo de doble concentración con una cantidad determinada de la muestra problema si es líquida o una cantidad determinada de la suspensión madre para otros productos. A continuación se siembran tres tubos de enriquecimiento selectivo de concentración simple con una cantidad determinada de la muestra problema si es líquida o una cantidad determinada de la suspensión madre para otros productos.

Después y en las mismas condiciones se siembran tres tubos de enriquecimiento selectivo de concentración simple con la primera dilución decimal obtenida de la muestra problema o de la suspensión madre. Los tubos se incuban a $35 - 37^\circ \text{C}$ según acuerdo durante 24 – 48 horas, y se realiza el examen en busca de tubos con gas. A partir de cada tubo que muestra desprendimiento de gas se inocular un tubo con medio selectivo líquido EC.

La reacción es positiva cuando se produce desprendimiento de gas recogido en la campana de Durham, como consecuencia de la fermentación de la lactosa en presencia de sales biliares a 45°C . Se hacen las lecturas a las 24 y 48 horas. A partir del número de tubos

positivos en medio selectivo EC se siembra una nueva serie de tubos con agua de triptona. Incubación a 45° C, 24 – 48 horas y se examina la producción de indol.

A partir de los tubos positivos a la producción de gas en medio selectivo y a la producción de indol en agua de triptona, se calcula el número más probable de *E. coli* por mililitro o gramo de muestra de ensayo. NF V 08-053 Método de rutina para el recuento de *Escherichia coli* β-glucuronidasa positivos Este método se basa en la siembra en profundidad con el medio agar PTX o PTG, en una placa de Petri con una cantidad determinada de la muestra problema si es líquida o una cantidad determinada de la suspensión madre para otros productos. En las mismas condiciones, siembra de diluciones decimales obtenidas de la muestra o de la suspensión madre. Incubación de las placas a 44° C durante 18 – 24 horas. Cálculo del número de *Escherichia coli* por mililitro o por gramo de muestra a partir del número de colonias características obtenidas en las placas de Petri.

Esquema de la técnica

ESQUEMAS:

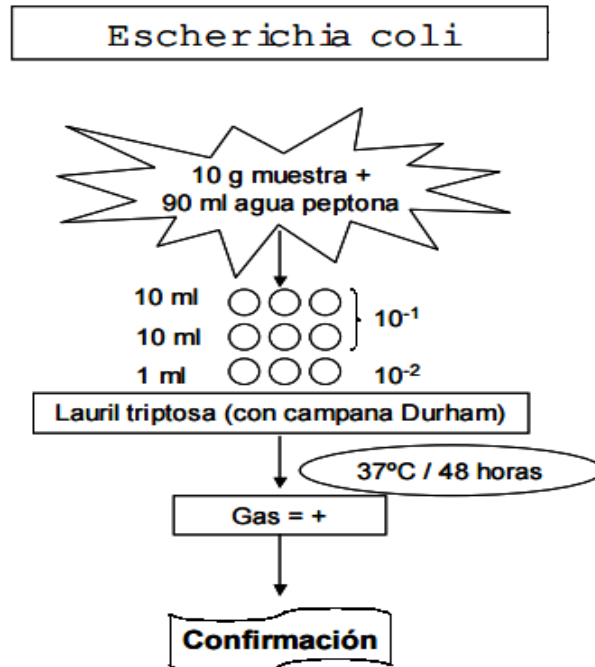


Figura A 17. Esquema de la técnica utilizada para determinar *E. coli*