

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**“Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* (Savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde”**

JULIA GLORIA DE MARIA MUÑOZ DE ECHEGOYÉN

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2015



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**“Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* (Savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde”**

JULIA GLORIA DE MARIA MUÑOZ DE ECHEGOYÉN

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2015

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



**“Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* (Savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde”**

JULIA GLORIA DE MARIA MUÑOZ DE ECHEGOYÉN

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2015

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**RECTOR:**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO.

**SECRETARIA GENERAL:**

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA.

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

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

**SECRETARIO:**

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

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA.**

---

ING. M.Sc. NAPOLEÓN EDGARDO PAZ QUEVEDO

**DOCENTES DIRECTORES.**

---

ING. LUIS HOMERO LÓPEZ GUARDADO

---

ING. CARLOS ALBERTO AGUIRRE CASTRO

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION**

---

ING. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

## RESUMEN

Este trabajo se desarrolló en el cantón Santa Cruz Arriba, Villa de San Cristóbal, Departamento de Cuscatlán, entre los meses de julio a diciembre de 2012. El objetivo de la investigación consistió en evaluar los efectos de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* (Savigny)) en estado vivo y en harina como elemento proteico en la alimentación de un lote de 90 pollos de engorde para determinar si mejoran el peso en canal y el beneficio económico.

La investigación fue realizada en dos fases: la primera fue la producción de lombriz con sustrato de estiércol de bovino y la segunda consistió en la alimentación del lote de pollos con un concentrado comercial y dos artesanales que incluyeron lombrices vivas en uno y lombrices en harina en el otro. Se utilizaron 90 pollos mixtos de la línea Arbor Acre de un día de nacidos. El método estadístico que se utilizó fue el de bloques completamente al azar, con los siguientes tratamientos: T0 (Testigo)= Concentrado comercial, T1= Concentrado artesanal con 5.45 kilogramos de harina de lombriz adulta y T2= Concentrado artesanal con 5.45 kilogramos de lombriz viva adulta. Con respecto a los concentrados artesanales la proporción de lombriz viva y harina de lombriz utilizada fue de 5.45 kilogramos en ambos casos por cada 45.45 kilogramos de concentrado. Cada tratamiento constó de 5 repeticiones y cada repetición de 6 unidades experimentales con lo que se obtuvieron 30 unidades experimentales por tratamiento. Las variables en estudio fueron: consumo de concentrado, ganancia de peso, rendimiento en canal y conversión alimenticia. Los datos que se tomaron fueron el peso promedio semanal, el consumo de concentrado, la conversión alimenticia y el peso en canal. Para la toma de datos la variable peso, se realizó desde el día de llegada de los pollos y posteriormente fue tomado una vez por semana, el consumo de alimento fue medido pesando diariamente el alimento que era servido, menos el desperdicio, esto se hacía 2 veces por día, la conversión alimenticia se obtuvo dividiendo la cantidad de alimento consumido entre la ganancia de peso semanales, el peso en canal se tomó al finalizar el estudio a las 6 semanas.

De los resultados obtenidos de la investigación respecto al peso promedio semanal, el tratamiento T0 fue mayor a los otros tratamientos desde la tercera semana hasta la sexta, en esta última con 2.81 kg. En relación al consumo de concentrado, el concentrado más consumido fue T1 con 1.29 kg y el T0 y T2 los que menos ingirieron con 1.09 kg en ambos casos. La conversión alimenticia al final del ensayo fue más eficiente para el T0

con 1.85, seguido del T1 con 2.72 y T2 con 3.14. En relación al peso promedio en canal, el T0 como en todos los otros parámetros mencionados resultó con 2.54 kg, siendo su rendimiento en canal de 86.79%, mayor que los otros dos tratamientos cuyos pesos fueron para T1 de 1.50 kg y T2 de 1.44 lb. Al realizar el análisis económico los mejores beneficios obtenidos fueron con el T0 ya que se obtuvo un beneficio de \$2.10 por pollo.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios Todo Poderoso, y a la virgen María, que siempre han estado presentes en mi vida, llenándola de muchas bendiciones y me han dado la fuerza siempre de seguir adelante.

A mi mamá, quien ha dedicado toda su vida, a hacerme feliz, ha sido mi más grande apoyo, y ha estado presente incondicionalmente siempre que la he necesitado.

A mi esposo César por toda la ayuda que me ha brindado, con sus palabras de ánimo y uno que otro regaño también.

A mi tía Meca porque ha estado y está ahí para apoyarme y brindarme su ayuda de todo tipo, principalmente económica.

A mi tío Oscar que más que un tío ha sido como otro padre para mí, y a pesar que no vive en este país ha estado pendiente de mí y me ha dado su apoyo incondicional.

Muchas gracias a mi suegro por la ayuda que me brindó en la realización de esta tesis, a mi suegra por su apoyo, a mis cuñados Cindy y Carlos a mis sobrinos Dany y Fer.

Gracias tía Lila por su ayuda y por estar pendiente de mi tesis y a mi tía Adelita por su ayuda prestada.

A los ingenieros Homero y Aguirre por ser mis asesores de tesis, por su tiempo y por la ayuda con sus conocimientos brindados en la formulación y ejecución de este proyecto.

A don Víctor Mendoza y a la niña Isabel, por abrirme las puertas de su casa y permitirme realizar mi trabajo de investigación, por su hospitalidad y por toda su ayuda brindada; a Lupita muchas gracias por toda su gran ayuda.

A mis amigos Magno, Anita, Franklin, por su apoyo y la ayuda que me dieron, a mi socia y amiga Joharia muchas gracias por tu apoyo, tu comprensión y toda la paciencia que has tenido. A la hermana que nunca tuve, mi gran amiga del alma Azu.

Julia Gloria de María Muñoz de Echevoyén

## DEDICATORIA.

Se lo dedico a Dios y María santísima, que de no haber sido por ellos nunca hubiera llegado hasta esta etapa en la que estoy, además, porque siempre se encargan de llenar mi vida de muchas bendiciones.

A papito Felipe, que aunque ya no este conmigo, sé que me está viendo desde allá arriba, gracias por haber sido un abuelo excepcional, y enseñarme que lo que uno sueña, si se lo propone lo puede alcanzar...te extraño.

A mi mamá, se lo dedico con todo mi amor, en agradecimiento por todo el amor incondicional que me ha dado, por toda esa dedicación, y esfuerzo que ha hecho por mí, por ser una amiga para mí, por estar en los buenos y en los malos momentos conmigo, por apoyarme siempre y nunca dejarme caer; esto más que por mí lo he hecho por ti y para ti, gracias mami.

A mi esposo Cesar por ser mi complemento, mi amigo, por siempre ponerme los pies sobre la tierra, con todo mi amor.

A mi tía Meca y tío Oscar, con mucho agradecimiento por apoyarme siempre y creer en mí.

A mis suegros, don Augusto y niña Marielos, a mis cuñados Carlos y Cindy y mis sobrinitos Dani y Fer, gracias por ser parte de mi vida.

A Luna, por ser mi inspiración.

A mi príncipe y mis princesas.

## INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Avicultura y economía.....	3
2.2 Pollo de engorde.....	3
2.2.1 Bases operativas en la producción de pollo de engorde.....	3
2.2.2 Características de los pollos de engorde.....	3
2.2.3 Necesidades del pollo de engorde.....	4
2.2.4 Factores ambientales a cuidar durante la crianza.....	4
2.2.5 Crecimiento.....	5
2.2.6 Manejo sanitario.....	5
2.3 Cuidados de los pollos de engorde.....	6
2.3.1 Cuidados de los dos primeros días.....	6
2.3.2 Cuidados del tercer y cuarto día.....	6
2.3.3 Cuidados del quinto al séptimo día.....	6
2.3.4 Cuidados de la segunda, tercera y cuarta semanas.....	7
2.3.5 Cuidados de la quinta y sexta semanas.....	7
2.4 Alimentación del pollo de engorde.....	7
2.4.1 Nutrición adecuada en pollos.....	7
2.4.2 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde.....	8
2.4.2.1 Carbohidratos.....	8
2.4.2.2 Proteína.....	9
2.4.2.3 Minerales.....	9
2.4.2.4 Vitaminas.....	9
2.4.2.5 Agua.....	10
2.4.3 Valor nutritivo de la carne de pollo.....	10
2.4.4 Conversión alimenticia.....	10

2.5 La lombriz roja californiana.....	11
2.5.1 Clasificación taxonómica.....	11
2.5.2 Historia y origen de la lombriz.....	11
2.5.3 Aspectos generales de las lombrices.....	12
2.5.4 Ciclo de vida.....	12
2.5.5 Condiciones ambientales para el desarrollo de lombriz.....	12
2.5.5.1 Humedad.....	13
2.5.5.2 Temperatura.....	13
2.5.5.3 pH.....	13
2.5.5.4 Riego.....	14
2.5.5.5 Aireación.....	14
2.5.6 Alimentación de las lombrices.....	14
2.5.7 Importancia económica.....	14
2.5.8 La lombriz como alimento de aves de engorde.....	14
2.5.9 Producción de harina.....	16
2.6 Concentrados artesanales.....	16
2.6.1 Importancia.....	16
2.6.2 Beneficios de los concentrados artesanales.....	17
2.6.3 Ingredientes para elaborar concentrados artesanales.....	18
2.6.4 Pasos para elaborar concentrados artesanales.....	18
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 Ubicación, unidades experimentales.....	19
3.2 Metodología de campo.....	19
3.2.1 Primera fase.....	19
3.2.1.1 Reproducción, alimentación y cosecha de las lombrices.....	19
3.2.1.2 Elaboración de harina de lombriz.....	20
3.2.1.3 Elaboración de concentrado artesanal.....	21
3.2.1.4 Pasos para elaborar los concentrados.....	21
3.2.1.5 Composición promedio del concentrado comercial para pollo de engorde testigo.....	22
3.2.2 Segunda fase.....	22
3.2.2.1 Establecimiento de las unidades experimentales.....	22

3.3 Metodología estadística.....	24
3.3.1 Toma de datos.....	25
3.3.1.1 Consumo de alimento.....	25
3.3.1.2 Peso vivo.....	25
3.3.1.3 Ganancia de peso.....	25
3.3.1.4 Conversión alimenticia.....	26
3.3.1.5 Peso en canal.....	26
3.3.1.6 Análisis económico.....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Consumo de alimentos durante el periodo de la aplicación de los tratamientos.....	27
4.1.1 Consumo de alimentos durante la tercera semana.....	28
4.1.2 Consumo promedio de alimentos durante la cuarta semana.....	29
4.1.3 Consumo promedio de alimentos durante la quinta semana.....	30
4.1.4 Consumo promedio de alimentos durante la sexta semana.....	31
4.2 Peso de los pollos de engorde a partir de la aplicación de los tratamientos.....	32
4.2.1 Peso de los pollos de engorde para la tercera semana.....	33
4.2.2 Peso de los pollos de engorde para la cuarta semana.....	34
4.2.3 Peso de los pollos de engorde para la quinta semana.....	35
4.2.4 Peso de los pollos de engorde para la sexta semana.....	35
4.3 Incremento de pesos.....	36
4.4 Conversión alimenticia.....	37
4.5 Peso en canal y porcentaje de rendimiento en canal.....	39
4.6 Análisis económico.....	40
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>47</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## Índice de Figuras

Contenido	Pág.
Figura 1: Pesos promedio semanales de los pollos de engorde desde la tercera semana hasta la sexta semana en kilogramos.....	33
Figura 2: Promedio de la conversión alimenticia por semanal.....	37
Figura 3: Incremento de pesos semanales por pollo.....	39
Figura 4: Porcentaje de peso en canal promedio.....	40

**Índice de Cuadros.**

Contenido	Pág.
Cuadro 1. Ingredientes utilizados para la elaboración de concentrados artesanales..	21
Cuadro 2. Consumo promedio semanal de concentrado de inicio engorde por pollo ..	23
Cuadro 3. Cantidad de lombriz viva proporcionada a los pollos por día y por semana	23
Cuadro 4. Consumo promedio semanal por pollo por tratamiento.....	27
Cuadro 5. Media del consumo de concentrado en la tercera semana .....	29
Cuadro 6. Media del consumo de concentrado en la cuarta semana .....	30
Cuadro 7. Media del consumo de concentrado en la quinta semana .....	31
Cuadro 8. Media del consumo de concentrado en la sexta semana .....	32
Cuadro 9. Peso de los pollos de engorde, para la tercera semana.....	34
Cuadro 10. Peso de los pollos de engorde, para la cuarta semana.....	35
Cuadro 11. Peso de los pollos de engorde, para la quinta semana.....	35
Cuadro 12. Peso de los pollos de engorde, para la sexta semana.....	36
Cuadro 13. Incrementos promedio de pesos semanales por pollo.....	37
Cuadro 14. Cuadro de beneficio costo por tratamiento por pollo.....	42

## Índice de Anexos.

Contenido	Pág.
A-1 Requerimientos nutricionales para pollos de engorde.....	52
A-2 Porcentaje de los componentes encontrados por análisis bromatológico de los concentrados en estudio.....	53
A-3 Alimento para aves recomendado desde el primer día, hasta los 21 días de edad.....	53
A-4 Alimento para aves recomendado desde el inicio de la 4ta semana hasta la sexta semana.....	54
A-5 Cuidados que se deben de tener antes de llevar los pollitos.....	54
A-6 Plan profilactico que se utilizo.....	55
A-7 Consumo promedio de concentrado comercial por pollo desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos.....	57
A-8 Consumo promedio de concentrado artesanal + harina de lombriz por pollo desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos.....	57
A-9 Consumo promedio de concentrado artesanal + harina de lombriz por pollo desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos.....	58
A-10 Pesos obtenidos semanalmente de los pollos de engorde desde el primer día hasta la segunda semana expresado en kilogramos.....	58
A-11 Incremento promedio semanal de los pollos en la fase de calor expresado en kilogramos.....	59
A-12 Incrementos promedio de pesos semanales, por repeticion de los pollos con concentrado comercial desde la tercera hasta la sexta semana expresado en gramos.....	59
A-13 Incrementos promedio de pesos semanales, por repeticion de los pollos con concentrado artesanal + harina de lombriz desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos.....	59
A-14 Consumo de concentrado en kilogramos para la tercera semana por tratamientos y repeticiones.....	60
A-15 Cuadro de analisis de varianza en consumo de concentrado para la tercera semana por tratamientos y repeticiones.....	60

A-16 Cuadro de doble entrada en consumo de concentrado para la tercera semana.....	61
A-17 Consumo de alimento para la cuarta semana en kilogramos por tratamiento y repeticion.....	61
A-18 Analisis de varianza en consumo de concentrado para la cuarta semana por tratamiento y repeticiones.....	62
A-19 Cuadro de doble entrada en consumo de concentrado para la cuarta semana.....	62
A-20 Consumo de alimento para la quinta semana en kilogramos por tratamiento y repeticion.....	63
A-21 Analisis de varianza en consumo de concentrado para la quinta semana por tratamientos y repeticiones.....	63
A-22 Cuadro de doble entrada en consumo de concentrado para la quinta semana.....	64
A-23 Consumo de alimento para la sexta semana en kilogramos por tratamiento y repeticion.....	64
A-24 Analisis de varianza en consumo de concentrado para la sexta semana por tratamientos y repeticiones.....	65
A-25 Cuadro de doble entrada en consumo de concnetrados para la sexta semana.....	65
A-26 Peso en kilogramos de ganancia de peso para la tercera semana por tratamientos y repeticiones.....	66
A-27 Analisis de varianza en ganancia de peso para la tercera semana.....	66
A-28 Cuadro de doble entrada en ganancia de peso para la tercera semana.....	67
A-29 Peso en kilogramos para la cuarta semana por tratamientos y repeticiones.....	67
A-30 Analisis de varianza en ganancia de peso para la cuarta semana por taratamientos y repeticiones.....	68
A-31 Cuadro de doble entrada en ganacia de peso para la cuarta semana por tratamientos y repeticiones.....	68
A-32 Peso en kilogramos para la quinta semana por tratamientos y repeticiones.....	69
A-33 Análisis de varianza en ganancia de peso para la quinta semana por tratamientos y repeticiones.....	69
A-34 Cuadro de doble entrada en ganancia de peso para la quinta semanales por	

tratamientos y repeticiones.....	70
A-35 Peso en kilogramos para la sexta semana por tratamiento y repeticiones.....	70
A-36 Análisis de varianza en ganancia de peso para la sexta semana por tratamientos y repeticiones.....	71
A-37 Cuadro de doble entrada en ganancia de peso para la sexta semana por tratamientos y repeticiones.....	71
A-38 Peso en canal, en kilogramos.....	72
A-39 Porcentaje de rendimiento en canal.....	72
A-40 Análisis de Varianza del porcentaje de peso.....	73
A-41 Cuadro de doble entrada del porcentaje de peso.....	73
A-42 Conversión alimenticia durante las primeras 2 semanas.....	74
A-43 Conversión alimenticia del concentrado comercial por semana y repeticiones	74
A-44 Conversión alimenticia del concentrado artesanal + harina de lombriz.....	74
A-45 Conversión alimenticia del concentrado artesanal + lombriz viva.....	75
A-46 Cuadro de precios de los insumos de la investigación en el mercado local.....	75

## I. INTRODUCCION

En El Salvador, los huevos y la carne de aves se consideran la principal fuente de alimentación humana. Según FAO, 2010 cada salvadoreño consume anualmente alrededor de 18.18 kilogramos de carne de aves de corral, por lo que el país ocupa el lugar número 69 a nivel mundial. Más del 70% de la producción nacional de carne es avícola que proviene de pollos comerciales de engorde, de gallinas de postura al descarte y de aves criollas de traspatio. En los últimos años se ha tenido un marcado incremento en la producción de esta carne que asciende a 104.81 millones de kilogramos para el año 2010 comparándolo con el año 2000 en el que solo se produjeron 75.27 millones de kilogramos. (Bolaños, 2010).

En El Salvador, uno de los principales problemas que afrontan las familias de pequeñas explotaciones que se dedican a la crianza y manejo de aves en las zonas rurales y suburbanas; es que carecen de información acerca de las diferentes alternativas que podrían contribuir a reducir costos de alimentación, ya que estos, en los últimos años han tenido incrementos, tal que los precios de producción sean más altos, deprimiendo las iniciativas de explotar este rubro y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional, así como la sustentabilidad de estas familias.

Según Pineda, 2007, una alternativa para reducir los costos de producción puede ser mediante la lombricultura, ya que sus beneficios han sido estudiados a lo largo de la historia, el biólogo Charles Darwin, a finales del siglo XIX se dedicó al estudio de las lombrices. Escribió una obra llamada: "La formación de la tierra vegetal por la acción de las lombrices", esta obra es considerada como el inicio de una serie de investigaciones que hoy han transformado la lombricultura en una actividad zootécnica muy importante que permite mejorar la producción agrícola. En El Salvador también se han realizado estudios en la alimentación de pollos de engorde y aves de traspatio, aunque existen ciertas contradicciones, ya que unos estudios afirman que hay ganancia de peso en los animales alimentados con lombriz roja californiana, y otros afirman que no se obtienen buenos resultados, sin embargo, en general existen muchos vacíos en cuanto a información, principalmente de las cantidades necesarias para la alimentación.

Según la Asociación de Avicultores de El Salvador (AVES) 2009, el elevado costo de las materias primas ha sido el elemento que ha frenado el desarrollo de la avicultura en el país (Bolaños, 2010). Por lo que entre las alternativas de alimentación de pollos de engorde de bajo costo, se sitúa la lombriz roja californiana o coqueta roja (*Eisenia foetida* (Savigny)), que tiene un alto contenido proteico (entre 68% y 82 %), de fácil crianza en cautiverio, altamente reproductiva y que la base de su alimentación es con estiércol de ganado y de otros animales, que ayudan a evitar y a disminuir la contaminación ambiental. Como resultado de la crianza de estas se obtiene el lombriabono que es un beneficio extra para los agricultores que se dedican a la siembra de diversos cultivos. Además, si se adiciona en un alimento artesanal, se esperaría reducir aún más los costos de producción. (Pineda, 2007).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos del concentrado artesanal en la alimentación de pollos de engorde con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* (Savigny)) en estado fresco y en harina, en el incremento de los parámetros productivos y económicos.

## **II. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. Avicultura y economía**

Durante 50 años la industria avícola salvadoreña, se ha adaptado a los cambios económicos y políticos. La producción avícola es superior a la producción del frijol y arroz en nuestro país se considera la principal fuente de alimentación, es decir más del 70% de la producción, es de carne de pollo. Según estadísticas del año 2009 la producción de pollos es de 97,727,272.72 kilogramos, aumentando la producción 5,318,181.81 kilogramos con respecto al año 2008. (Asociación de Avicultores de El Salvador, 2009).

### **2. 2. Pollo de engorde**

#### **2.2.1. Bases operativas en la producción del pollo de engorde**

El pollo de engorde desde hace 40 años ha sido el resultado de la cruce y selecciones del pie de cría. A pesar de la eficiencia del pollo de engorde, es un animal totalmente dependiente de la persona que lo cría y si falla el humano, el pollo no va a desarrollar la eficiencia de la que es capaz (Castellanos, 1990).

#### **2.2.2. Características de los pollos de engorde**

Toda línea de pollo dedicada a la producción de carne, tiene que reunir ciertas características que permitan obtener altos rendimientos en la producción. Entre estas características están:

- Elevada supervivencia.
- Crecimiento rápido y uniforme.
- Excelente conversión de alimentos.
- Buen desarrollo corporal.
- Buen rendimiento en canal.
- Línea apta para engorde.
- Sanos.
- Tendencia anticancerígena.
- Facilidad para adquirirlos y el precio (Terranova, 2001).

### 2.2.3. Necesidades del pollo de engorde

Para realizar una adecuada crianza, se necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Temperatura adecuada
- Ventilación adecuada sin exceso de humedad, NH<sub>3</sub>, polvo y CO<sub>2</sub>
- Material de cama adecuado
- Alimentación adecuada: Proteína, energía, vitaminas y minerales.
- Agua limpia y fresca
- Vacunas y medicamentos (Castellanos, 1990).

### 2.2.4. Factores ambientales a cuidar durante la crianza

Es necesario cuidar los factores ambientales para garantizar una adecuada crianza, entre los cuales están:

#### a) Temperatura:

Inicialmente, los pollitos requieren temperaturas altas que, a medida que el pollo crece y empluma, deben ir reduciéndose para evitar un golpe de calor dentro del galpón. Hay que contar con equipos de calefacción fáciles de manejar y seguros, que durante la primera semana mantengan la temperatura a 32°C para ir reduciéndose hasta 20°C (19°C a 21° C en la quinta semana y mantenerse así. (Fundación de Hogares Juveniles Campesinos, 2004)

#### b) Humedad:

- La humedad se produce a través de:
- Evaporación al respirar de las aves.
- La humedad ambiental
- Deyecciones del ave
- Problemas digestivos por enfermedades bacterianas, virales, parasitarias o por hongos.
- Manejo inadecuado de los bebederos (Sanmiguel, 2004).

c) Ventilación:

Una buena práctica es establecer una tasa de ventilación mínima desde el primer día, lo cual asegurará el suministro de aire fresco a los pollos a intervalos frecuentes y regulares (Castellanos, 1990).

#### 2.2.5 Crecimiento.

Según Nostrand (1993), los pollos y otras aves no crecen a una tasa uniforme: el crecimiento se inicia lentamente; los incrementos semanales de peso no son uniformes, los aumentos de peso se incrementan semanalmente hasta alcanzar un máximo alrededor de la séptima semana en parvadas uniformes.

#### 2.2.6. Manejo sanitario

A continuación se presenta un listado de los factores a tener en cuenta para que las condiciones sanitarias y de salud de los pollos sean óptimas:

- Alimento: disponibilidad, consumo, distribución, palatabilidad, contenido nutricional, contaminantes, toxinas y tiempo de retiro.
- Iluminación: que sea adecuada para lograr crecimiento y desarrollo correctos. Uniformidad en la exposición y la intensidad de la luz.
- Cama: nivel de humedad, concentración de amoníaco, carga de patógenos, toxinas y contaminantes, profundidad, material utilizado, distribución.
- Aire: velocidad, contaminantes, toxinas, humedad, temperatura disponibilidad, barreras.
- Agua: fuente, contaminantes, toxinas, aditivos, disponibilidad, carga de patógenos, consumo.
- Espacio: densidad de las aves, disponibilidad de alimento, disponibilidad de agua, equipo que reduzca el espacio.
- Limpieza y desinfección: higiene de las instalaciones (dentro y fuera de las naves), control de plagas, mantenimiento, prácticas de limpieza y desinfección.
- Seguridad: riesgos de bioseguridad (Aviagen, 2009).

## **2.3. Cuidados de los pollos de engorde**

### **2.3.1 Cuidados de los dos primeros días**

A la llegada del pollo, la temperatura del piso es tan importante como la del aire, de tal manera que es esencial precalentar la nave. La temperatura y la humedad relativa se deben estabilizar por lo menos 24 horas antes de recibir la parvada. Hay que verificar que el agua no tenga partículas provenientes de la cama y que haya un programa de control de coccidiosis.

Se recomiendan los siguientes valores:

- Temperatura del aire: 30°C (86°F) (medida a la altura de la cabeza del pollo, en el área de comederos y bebederos)
- Temperatura de la cama: de 28 a 30°C (82-86° F)
- Humedad relativa: de 60 a 70% (Aviagen, 2009).

### **2.3.2 Cuidados del tercer y cuarto día**

Se continúa con la limpieza diaria de los bebederos y se proporciona alimento fresco. En la noche y en la mañana se verifica la temperatura de las criadoras. Para evitar desperdicios, después del tercer día se puede reducir el alimento de los comederos, pero no dejar ni un momento sin comida (Lessur, 2003).

### **2.3.3. Cuidados del quinto al séptimo día**

Durante los primeros 7 días, proporcionar 23 horas de luz con una intensidad de 30 a 40 lux (3-4 pies candelas), con el fin de ayudar a las aves a adaptarse al ambiente del galpón y promover el consumo de alimento y agua; entre el quinto y séptimo día se hace, paulatinamente, el cambio a bebederos más grandes. Se eliminan las vallas protectoras, se aumenta la ventilación y se verifica en la noche y en la mañana la temperatura de las criadoras. Es también el momento de vacunarlos contra Newcastle (Quintana, 1999).

### 2.3.4 Cuidados de la segunda, tercera y cuarta semanas

Después de la segunda semana, paulatinamente, cambiar los comederos pequeños por comederos más grandes y altos, hasta que a la cuarta semana, cuando todos los pollitos hayan aprendido a comer en ellos, retire por completo los pequeños. A partir de la tercera semana retirar la criadora. Limpiar los bebederos diariamente, aumentar la ventilación y mantener la caseta tibia. Seguir con los programas preventivos de la coccidiosis e iniciar la vacunación (Lessur, 2003).

Es muy importante observar el desperdicio de alimento. Diariamente verificar el consumo, contabilizarlo rigurosamente y compararlo con lo que teóricamente deberían comer. Entre la tercera y la cuarta semana los bebederos automáticos pueden comenzar a desplazar, paulatinamente, a los de galón. Si la cama está húmeda hay que aumentar la ventilación y si huele a amoníaco hay que ventilarlas aún más. (La Sultana, 2001).

### 2.3.5 Cuidados de la quinta y sexta semanas

Durante la quinta y sexta semana continúa la limpieza diaria de los bebederos. Verificar que el consumo de alimentos sea normal. Si la alimentación es manual y no automática, poner comida fresca tres veces al día, proporcionándoles alimento de finalización. (Lessur, 2003).

## **2.4. Alimentación del pollo de engorde**

### 2.4.1 Nutrición adecuada en pollos

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 del ave son; aminoácidos (proteínas), carbohidratos (energía), vitaminas y minerales, otro componente imprescindible es el agua (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2009).

El alimento es un componente muy importante del costo total de producción del pollo de engorde. Con el objeto de respaldar un rendimiento óptimo, es necesario formular las raciones para proporcionar a estos animales el balance correcto de energía, proteína y

aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales. La opción del programa de alimentación dependerá de los objetivos del negocio; por ejemplo, si el enfoque es elevar al máximo la rentabilidad de las aves vivas o bien obtener un óptimo rendimiento de los componentes de la canal (Aviagen, 2009).

#### 2.4.2. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde

Quintana, 1999, define los requerimientos nutricionales como la cantidad de nutrientes que deben de estar presentes en la dieta, para que las aves puedan desarrollarse y producir normalmente. Además, debe de ser de calidad para que nos permita obtener aves de gran tamaño y peso en el menor tiempo posible.

Los pollos de engorde crecen muy rápido y sus necesidades nutritivas son elevadas en su primera fase de desarrollo. Es importante que los pollos inicien bien su crecimiento lo que exige una ración rica en energía desde el primer día hasta las 6 u 8 semanas de edad. La dieta del pollo debe contener en la cantidad, calidad y proporciones adecuadas; se procura que consuman la mayor cantidad de alimento posible, para crecer rápido y esto resultará en una mejor conversión alimenticia (Fundación de Hogares Juveniles Campesinos, 2004).

Aviagen, 2009 (anexo A-1) presenta las necesidades nutricionales de aminoácidos, minerales y vitaminas, que tienen los pollos de engorde durante las etapas de alimentación; iniciador, crecimiento y finalizador.

##### 2.4.2.1 Carbohidratos

Los carbohidratos se pueden separar en dos grupos:

- Extractos libres de nitrógeno que comprenden los azúcares, almidones, dextrosas, pentosas, lignina y óxidos orgánicos, los cuales representan la parte soluble y por esta razón son fácilmente digestibles y asimilables.
- Fibra bruta, comprende la celulosa y otros polisacáridos de difícil digestión y de poca o ninguna asimilación de las aves. Las necesidades de energía difieren de

acuerdo con la edad de las aves y del tipo de producción, huevos o carne (Duran, 2006).

#### 2.4.2.2 Proteína

Las proteínas son compuestos nitrogenados formados por una cadena de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, que al ser digeridos por el ave, se rompen dando lugar a los aminoácidos, que es la forma como el ave va a absorber y utilizar, para la formación de proteína tisular que se requiere para el crecimiento y para la formación de las plumas (Pineda, 2007).

Las proteínas son constituyentes esenciales de los músculos, sangre, plumas, y estas a la vez pueden descomponerse en aminoácidos. No es el requerimiento total del pollo lo que es importante, sino las necesidades diarias de los aminoácidos individuales. (North, 1993).

#### 2.4.2.3 Minerales

Los minerales forman parte de los requerimientos del ave, o se necesitan en cantidades pequeñas. Tienen interacción con otros nutrientes y el exceso puede ser tóxico. Se puede suministrar en forma orgánica e inorgánica, entre los más importantes tenemos: calcio, fósforo, potasio, yodo, cloro, selenio, zinc, sal, sodio, manganeso, magnesio, hierro y otros (La Sultana S.A. de C.V. 2001)

#### 2.4.2.4 Vitaminas

Las vitaminas son compuestos químicos orgánicos que por lo general no son sintetizados por las células del cuerpo, pero son necesarios en la reproducción, crecimiento normal, conservación de la salud y la incubabilidad. Se usan en pequeñas cantidades y cuando son deficientes en la dieta, resultan manifestaciones características. Entre estas se pueden mencionar: vitamina "A", vitamina "D3", vitamina "E", vitamina "K", tiamina, riboflavina, niacina y otros. Al igual que los aminoácidos esenciales: arginina, glicina, serina, lisina; etc (Arbor Acres, 2009).

Las vitaminas son sustancias orgánicas necesarias para mantener la salud, rendimiento y estas deben ser proporcionados en el alimento. Las aves son especies muy susceptibles a las deficiencias vitamínicas, ya que obtienen poco beneficio de la síntesis microbiana, además estos microorganismos compiten por las vitaminas de la dieta, las tensiones provocadas por la alta densidad en las poblaciones modernas y el trabajo metabólico al que están sometidos los pollos de engorde, provocan incrementos en sus necesidades. (Maynard, 1981).

#### 2.4.2.5 Agua

El agua es el nutriente más importante que se suministra a las aves, no obstante, casi nunca se le presta atención debida, a menos que se presenten problemas mecánicos en los bebederos. El agua es el principal componente del organismo representando cerca del 70% del peso corporal, cerca del 70% se halla dentro de las células y el 30% restante en los fluidos extracelulares y la sangre. (Duran, 2006).

#### 2.4.3 Valor nutritivo de la carne de pollo

La carne de pollo constituye uno de los alimentos más ricos en proteína, con alrededor de un 20%, además de que contiene baja cantidad de grasa. Posee proteína de muy buena calidad y contiene todos los aminoácidos esenciales para el hombre. Es una buena fuente de vitaminas del complejo B y vitamina A y es también rica en hierro y fósforo. Es considerada como un alimento bajo en grasa, en donde la mayor parte de esta se localiza en la piel y no en el tejido muscular. La composición nutritiva de la carne de pollo está influenciada no solo por el tipo de alimento y otros factores de producción, sino también por la edad, el sexo y la raza. La blandura de la carne de pollo es mayor en las aves jóvenes (Carvajal, 2001).

#### 2.4.4 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia o índice de conversión es un dato zootécnico de gran interés en consecución de la interpretación de los resultados de un trabajo de investigación, ya que dictamina la relación existente entre la cantidad de alimento que hay que suministrar a un pollo de engorde para que produzca una unidad de producto, en este caso, carne. El dato

no tiene medidas y cuanto mayor es el número de la conversión alimenticia menor es la eficiencia de conversión, esto indica que hay que proveer más comida para obtener el mismo producto, en relación a un dato menor para el mismo fin (Sanmiguel, 2004).

## **2.5 La lombriz roja californiana**

### 2.5.1 Clasificación taxonómica

Origen: Eurasia

Reino: Animal

Subreino: Anélido

Clase: Oligoqueto

Orden: Opisthoro

Familia: Lombricidae

Género: *Eisenia*

Especie: *foetida* (Savigny) (Buxade, 2001).

### 2.5.2 Historia y origen de la lombriz

Se tiene conocimiento de que la lombriz empezó su evolución hace 700 millones de años, alcanzando su forma actual hace 500 millones de años y al principio de la era secundaria (Pineda, 2007).

En Egipto, la reina Cleopatra le confirió la categoría de animal sagrado, y se castigaba con la pena máxima el intento de sacarlas de Egipto hacia otros territorios. Antiguamente ciertas tribus nómadas africanas elegían un territorio determinado para labrar la tierra teniendo en cuenta la población de lombrices. Calculaban el número de ejemplares por los diminutos montículos de tierra diseminado en el suelo. Al comienzo de la era industrial, en el siglo XVIII, y en coincidencia con la importante migración de la población rural a las ciudades, se fue perdiendo la tradición del reciclado de todo tipo de residuo orgánico (residuos domiciliarios, restos de cosechas, etc.) por medio de lombrices (Barbado, 2004).

Legall (1993), menciona como fue introducida la lombricultura en Nicaragua y probablemente en estos mismos años se introdujo al resto de países de Centro América, como una alternativa para el reciclaje de grandes masas de desechos orgánicos.

En Honduras, a través del Instituto Hondureño del Café, se introdujo en octubre de 1993, el híbrido *E. foetida*, por el Ingeniero Carlos Alberto Pineda; quien lo llevó procedente de Colombia; con el propósito de utilizarla en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico y mitigar el impacto ambiental (Pineda, 2007).

### 2.5.3 Aspectos generales de las lombrices

Es de color rojo oscuro. Respira por medio de su piel. Mide de 6 a 8 cm, aunque se consignan ejemplares de 12 cm de largo, de 3 a 5 milímetros de diámetro. Según las dietas puede alcanzar pesos de 0.8 a 1.4 gramos. No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos. Vive aproximadamente unos 4.5 años y puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1,300 lombrices al año (Mendoza, 2008).

### 2.5.4 Ciclo de vida

Por lo general *Eisenia foetida* (Savigny) madura sexualmente a los dos meses de vida, lo cual viene indicado por la aparición del clitelo. El acoplamiento de dos lombrices se efectúa con no menos de 7 días entre uno y otro, del cual se obtienen 1 ó 2 capullos por cada lombriz. Si las condiciones del medio son óptimas, después de 14-21 días de incubación, eclosiona el capullo y nacen entre 2 y 9 lombricillas (por lo general entre 2 y 4), de color rosado pálido translúcido, en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato. Las nuevas 47 lombrices alcanzan su madurez sexual entre 45 y 90 días de su nacimiento dependiendo de las condiciones del cultivo (Díaz, 2002).

### 2.5.5 Condiciones ambientales para su desarrollo

Hay ciertas condiciones ambientales y de manejo que se necesitan para un adecuado desarrollo y reproducción de las lombrices, estas se mencionan a continuación:

#### 2.5.5.1 Humedad

Tineo (1994), menciona que en un cultivo de lombriz de la especie *Euchilus eugeniae*, en estiércol de vaca, encontró que las condiciones más favorables de humedad para el crecimiento, maduración y producción de cocones, es mantener la humedad de 80%; por debajo del 70% es desfavorable. La lombriz puede vivir temporalmente en condiciones de mucha humedad, pero no trabaja en la descomposición ni se reproduce. Es básico recordar que la humedad de 80% controla la plaga, hormigas que se acercan por los azúcares que produce la lombriz al deslizarse por las galerías del sustrato.

#### 2.5.5.2 Temperatura

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C; y para la formación de cocones entre 12 y 15° C. Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo los lechos libres de malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos (Mendoza, 2008).

#### 2.5.5.3 pH

La alcalinidad o la acidez, es un factor determinante en el sustrato para que interactúen factores en su descomposición y específicamente para la reproducción de la lombriz roja californiana. El pH está determinado por la humedad y la temperatura, la lombriz acepta de 5 a 8.4; siendo el ideal de 7 (neutro). Si el pH es ácido, la lombriz entra en una etapa de dormición y se desarrolla una plaga llamada planaria. El pH ácido se puede corregir con una aplicación de carbonato de calcio (cal común); aproximadamente 0.0567 oz/m<sup>2</sup>. Si el pH está alto, se agrega papel periódico picado. No importa la procedencia mezclándolo en el sustrato de bovinos 15 días antes de que esté precompostado (Buxade, 2001).

Según Legall (1993), el objetivo es que el alimento se estabilice en un pH de 7.5 a 8.0, humedad 80% y la temperatura de 20°C a 25°C.

#### 2.5.5.4 Riego

Por goteo: 3 horas cada dos días; por aspersión: 2 horas cada 3 días variable de acuerdo al caudal. Con mangueras: 1 riego por semana. Estos riegos varían de acuerdo a las temperaturas existentes, grado de humedad ambiente, periodo del año, etc. (Díaz, 2002).

#### 2.5.5.5 Aireación

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación (Díaz, 2002).

#### 2.5.6 Alimentación de las lombrices

La lombriz es un animal omnívoro, es decir, come de todo. El alimento que se les debe proporcionar es materia orgánica parcial o totalmente descompuesta. Si no es así, las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75 °C), matarán las lombrices (Buxade, 2001).

Según estudios realizados la producción de lombrices en lechos tratados con compostaje provenientes de estiércol bovino resultaron ser los de más altos valores de crías comparados con otros sustratos orgánicos. La producción en cautiverio de lombrices alimentadas con estiércol bovino origina ooteca más prolífica ya que las mismas originan mayor número de crías por ooteca. Además este tipo de compostaje es más eficiente en todas las épocas del año, aumentando aún más su valor en primavera y verano (Toccalino, 2004).

#### 2.5.7. Importancia económica

La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad (Mendoza, 2008).

#### 2.5.8. La lombriz como alimento de aves de engorde

Ortiz, et al, 2010, realizaron en un estudio en San Vicente, El Salvador, en el que utilizaron un lote de 40 pollos de engorde de un día de nacidos, pertenecientes a la línea

comercial Arbor Acress, los cuales se dividieron de acuerdo a los porcentajes complementarios de lombriz roja asignado en la ración, resultando cuatro tratamientos en estudio: T0= Concentrado comercial, T1= Concentrado comercial y complementación de 10% lombriz roja, T2= Concentrado comercial y complementación de 20% lombriz roja, T3= Concentrado comercial y complementación de 30% lombriz roja. Cada tratamiento en estudio, se formó de 10 unidades experimentales, siendo dos unidades experimentales una repetición. Los resultados obtenidos fueron que el tratamiento T0, correspondiente a la alimentación única de concentrado comercial; para las variables en estudio de peso vivo, rendimiento a la canal sin y con menudo produjo mejores resultados, en comparación a los obtenidos con la alimentación alternativa al 10%, 20% y 30% de *Eisenia foetida*, ya que, origina indicadores de producción bajos, debido al desequilibrio en la ración alimentaria; producto a la baja cantidad de aporte en carbohidratos, vitaminas y minerales.

En un estudio realizado por Díaz en el año 2004, en el Laboratorio de Avicultura del núcleo universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes. Trujillo, Estado Trujillo, Venezuela. Se llevó a cabo con 54 codornices de la raza Coturnix coturnix japónica, sin sexar de un día de edad, con un peso promedio de 7.28 gramos. Se proporcionó a un grupo de 27 animales un alimento ad libitum con 19% de proteína sin harina de lombriz, a los cuales se les aplicó los tres tratamientos; y al otro grupo de 27 animales se le proporcionó el mismo alimento ad libitum con 19% de proteína, pero se sustituyó porciones del alimento por 12% de harina de lombriz y se les aplicó igual que al otro grupo los tres tratamientos. En general, el grupo de codornices suplementado con harina de lombriz no tuvo diferencias significativas con respecto al grupo que no fue suplementado, no obstante tienen un mayor peso y ganancia de peso.

Barbado (2004), describe el uso de la lombriz como fuente de alimentación de aves en forma de harina, para lo cual él establece los siguientes ingredientes para la elaboración de un concentrado para pollos de engorde: maíz picado, trigo molido, soya molida, avena molida, harina de lombriz, harina de huesos, harina de alfalfa, concha, sal y aceite vegetal.

Si la cosecha de lombriz se destina a la producción de harina, es necesario separar las lombrices de su medio empleando una malla de alambre tejido y posteriormente

someterlas a baños especiales para eliminar bacterias y hongos indeseables. Por último son secadas al sol y molidas. El resultado final es un polvo de color amarillento que contiene de 60-82% de proteína animal. Es necesario de 8-10 kg de lombrices vivas para producir 1 kg de harina (Mendoza ,2008).

#### 2.5.9. Producción de harina

La harina de lombrices se ha evaluado en alimentación de peces, cerdos, aves, ranas y otras especies animales, incluyendo la humana. La conversión alimenticia utilizando harina de lombriz, es mayor que la convencional. Esta harina es superior que la harina de carne. Algunas personas la han evaluado en alimento de alevines y encontraron buenos resultados con una dieta de 15% de harina de lombriz, 10% de harina de pescado y 75% de harina de arroz, obteniendo las mejores ganancias en peso (Pineda, 2007).

Para elaborar harina de lombriz se deben seguir los pasos que se presentan a continuación:

1. Al inicio de este proceso de captura de las lombrices se debe retrasar el alimento por lo menos cuatro días, para luego brindar alimento en forma gradual en espera de que las lombrices suban a la superficie y se cosecha una capa de 7 a 9 cm; allí estarán el 90% de lombrices.
2. Se hace la recolección y el lavado de las lombrices y se agrega a una solución salina al 1% a 38-42°C.
3. Se secan las lombrices, ya sea al sol o con secadoras a temperaturas de 30 a 50°C; este proceso debe ser rápido ya que la piel de ellas es muy porosa y delgada para la producción de harina (Pineda, 2007).

## 2.6 Concentrados artesanales

### 2.6.1 Importancia

Según el manual INTA-PASOLAC, 2008, con la elaboración de concentrados artesanales se tiene la oportunidad de ofrecer a las aves de corral una alimentación a bajo costo, de calidad y en cantidad, mejorando la producción de huevos y carne necesarios en la dieta

de la familia. Cuando se cubre la demanda familiar, el excedente de la producción es destinado para la venta mejorando los ingresos económicos de la familia y contando con los recursos necesarios para cubrir otras necesidades. La alimentación balanceada en las gallinas puede prepararse mediante la mezcla de varios alimentos disponibles en la finca o el huerto familiar haciendo uso de lo que produce la familia o se encuentra con facilidad en la comunidad.

Los alimentos que se pueden utilizar como fuentes de energía son principalmente los granos de cereales (maíz blanco o amarillo, sorgo, arroz, trigo, cebada). También se pueden utilizar subproductos como el salvado de maíz, de trigo o pulido de arroz, aunque su empleo debe ser limitado, por contener mucha fibra. El cereal combinado con harina de yuca puede constituir una buena fuente de energía. La harina deshidratada de plátano verde es también utilizada como fuente de energía, así como la papa cocida y molida. La melaza de caña puede utilizarse en forma limitada, pero no más del 10%, porque provoca diarreas. Una recomendación generalizada es que en su dieta diaria las aves consuman entre 2750 y 2800 kcal de energía metabolizable por kilogramo de peso del animal. Como fuente de proteína se puede emplear la alfalfa molida (la limitación de ésta fuente es su alto contenido en fibra). Sin embargo, las mejores fuentes de proteínas son las de origen animal como la harina de pescado, de hueso o de sangre. Otras fuentes de proteínas pueden ser las pastas de oleaginosas, como las de soya, pepitas de calabaza, ajonjolí, cacahuate, girasol y cártamo. (PESA, 2005).

#### 2.6.2 Beneficios de los concentrados artesanales

Los concentrados artesanales poseen muchos beneficios entre los cuales están:

- Asegura el alimento para las aves de corral.
- Mejora el contenido nutricional del alimento tradicional que da a la gallina.
- Aumenta la producción de huevo y carne.
- Aumenta el peso vivo de las aves de corral.
- Usa varias fuentes o ingredientes que hay en la finca y el huerto.
- Genera ahorro de dinero (PESA, 2005).

### 2.6.3 Ingredientes para elaborar concentrados artesanales

Existen diferentes tipos de materiales para elaborar los concentrados artesanales, entre ellos están:

- Maíz, sorgo.
- Frijol de cualquier tipo
- Hojas secadas al sol: caulote (*Guazuma ulmifolia* L.), gandul (*Cajanus cajan* L.), yuca (*Mandioca esculenta*).
- Cascaras de huevo
- Sal común y mineral (Ballina, 2012).

### 2.6.4. Pasos para elaborar concentrados artesanales

El sorgo, el maíz y los granos de leguminosas se deben de tostar antes de molerlo junto con las cáscaras de huevo. Las hojas de ramio, morera, mora y otros, hay que secarlas a la sombra, luego se agregan al concentrado machacadas o molidas, al final se agrega la sal y se mezcla todo. Las frutas se muelen en piedra antes de molerlas junto con el sorgo y las cáscaras de huevo. La soya se tuesta y se muele aparte y después se revuelve con el resto y la sal. En caso de no tener cáscara de huevo, usar dos gramos de cal curada o ceniza del fogón. Esta cantidad de concentrado es para alimentar 4 gallinas adultas por día (0.11 kilogramos por ave). Otras fuentes de proteína son: las lombrices, gusanos, comejenes, y otros insectos (INTA-PASOLAC, 2008).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación, unidades experimentales

El presente trabajo se realizó en el Cantón Santa Cruz Arriba del Municipio de San Cristóbal, Departamento de Cuscatlán (13°41'44.89" N 88°54'22.51" O elevación 689 ms.n.m); esta área se caracteriza por ser un terreno ondulado y accidentado, con temperatura de aire promedio anual de 24°C, velocidad del viento de 8 km/h, ráfagas de 13 – 15 Km/h, 89.6% de humedad relativa (ISDEM, 2013).

Este estudio, consistió en evaluar el efecto que produce el uso de concentrado artesanal con lombriz roja californiana en estado fresco y harina, en un lote de 90 pollos de engorde de la línea Arbor Acres, los cuales fueron divididos en tres tratamientos: T0, T1, T2, que estuvieron formados por 30 unidades experimentales y cinco repeticiones cada una. El período de la investigación fue de julio a diciembre de 2012.

#### 3.2 Metodología de campo

La investigación se llevó a cabo en dos fases: La primera fase, fue la multiplicación de la lombriz roja californiana y la segunda fase fue la experimentación de su incorporación en la dieta de los pollos de engorde con lombriz fresca y harina de lombriz.

3.2.1 Primera fase: Reproducción de las lombrices, elaboración de la harina de lombriz y del concentrado artesanal.

##### 3.2.1.1 Reproducción, alimentación y cosecha de las lombrices

La reproducción duró aproximadamente tres meses. Esta consistió en la multiplicación de lombrices de la especie *Eisenia foetida* (Savigny), conocida comúnmente como lombriz roja californiana. Para la reproducción se utilizaron 80 jvas plásticas de 50x40x12 cm, y cuatro cajones de madera de aproximadamente 150x50x50 cm, todos estos depósitos recubiertos de plástico de polietileno y papel periódico, posteriormente se incorporaron las lombrices en sustrato de estiércol de bovino hasta una altura de aproximadamente 8 cms. El período de cultivo de las lombrices, a fin de obtener el alimento necesario, fue de 12

semanas en el inicio del proyecto, el cual fue suficiente para los 90 pollos, sin embargo, el cultivo continuó durante el proceso de la alimentación.

La alimentación de la lombriz se hizo semanalmente con el estiércol hasta llenar el recipiente, aplicándolo en un promedio de 1 kilogramo por semana; el estiércol que se utilizó debía tener al menos 8 días de almacenaje, para así evitar que los gases producidos por el estiércol en fermentación afectaran la reproducción de las lombrices; el sustrato se humedecía asperjando con agua, para mantener una condición húmeda favorable aproximadamente del 80% para la lombriz; a una temperatura aproximada de entre 12-15°C, como describe Pineda, 2007, este proceso tenía una duración aproximada de mes y medio a dos meses.

Para realizar la cosecha de lombrices, se puso estiércol nuevo en forma de montículo, sobre la superficie del abono transformado dentro de las jvas plásticas y los cajones de madera como trampa, para atraer las lombrices y facilitar la cosecha manual, y luego para que no hubiera desperdicio de lombrices, el lombriabono era puesto en una zaranda que servía de tamiz, y así sacar las demás lombrices que se encontraban dispersas en el lombriabono.

#### 3.2.1.2 Elaboración de harina de lombriz

La elaboración de harina de lombriz se realizó después de ser cosechadas las lombrices; estas se colocaban en unos depósitos donde eran lavadas con abundante agua con el fin de quitar todos los residuos del lombriabono que las cubrían.

Posteriormente eran colocadas en otro depósito con solución salina al 5% de 10 a 15 minutos y eran retiradas después que habían muerto, para luego ser colocadas en un tamiz para proceder a lavarlas nuevamente y quitar todo residuo de sal.

Luego de realizar este proceso eran colocadas en plástico y puestas directamente a la exposición de la luz solar continua de 8 horas o hasta que estuvieran completamente secas y luego eran almacenadas en un depósito hermético, lejos de cualquier fuente de humedad para evitar así que los microorganismos las pudiera descomponer.

La cantidad de lombrices que se requirió para obtener la harina fue de 3.63 kilogramos de lombrices vivas por cada 0.45 kilogramos de harina de lombriz, que corresponde a una relación de 8:1. En total se ocuparon 10.90 kilogramos de harina.

### 3.2.1.3 Elaboración del concentrado artesanal

Basados en Pesa, 2005 la elaboración del concentrado artesanal fue a base de sorgo (*Sorghum vulgare* M.), gandul (*Cajanus cajan* L.), hojas de yuca (*Mandioca esculenta* N.), lombriz, sal y azúcar.

Cuadro 1. Ingredientes utilizados para la elaboración de concentrados artesanales

<b>Ingredientes utilizados para la elaboración de concentrados artesanales (Kg.)</b>		
<b>Ingredientes</b>	<b>Concentrado artesanal con lombriz viva</b>	<b>Concentrado artesanal con lombriz en harina</b>
Sorgo	62.00	62.00
Gandul	10.80	10.80
Hojas deshidratadas de yuca	2.46	2.46
Lombriz viva	10.90	10.90
Azúcar	0.22	0.22
Sal	3.62	3.62
Total	90	90

### 3.2.1.4 Pasos para elaborar los concentrados

Los pasos para la elaboración de los concentrados artesanales fueron los siguientes:

1. Se pesaron las cantidades de ingredientes utilizados para elaborar el concentrado.
2. Se pusieron a tostar los granos de gandul, a fuego lento para evitar que se quemaran.
3. Las hojas de yuca fueron deshidratadas y tostadas, colocándolas al sol por un promedio de 6 horas.

4. El sorgo y el gandul fueron colocados en un molino de martillo y mezcladora con capacidad de un quintal.
5. Se pulverizaron las hojas manualmente.
6. Los productos fueron mezclados.
7. Se agregó la sal y el azúcar.

3.2.1.5 Composición promedio en kilogramos del concentrado comercial de finalización para pollo de engorde testigo: lisina 0.40, metionina 0.40, soya 12.22, maíz 30.36, cebo animal 0.40, sal 0.40, premezcla de vitaminas y minerales para pollo engorde 0.10, maicillo 1.04. (ALIANSA, 2008).

### 3.2.2 Segunda fase

#### 3.2.2.1 Establecimiento de las unidades experimentales

Se utilizó un lote de 90 pollos de engorde de la línea Arbor Acres sin sexar, los cuales fueron colocados en una galera con dimensiones de 6.15 por 4.75 metros; dentro de ella se hicieron 15 divisiones con malla para gallinero de 1 m<sup>2</sup> en donde se establecieron los 3 tratamientos (T0, T1, T2), cada división fue de 6 pollos, haciendo un total de 30 pollos por tratamiento. El lote de pollos fue llevado de 1 día de nacidos y el plan profiláctico utilizado se muestra en el anexo 4.

En etapa de calor pasaron sus primeros 15 días; en este periodo, la alimentación de todos los pollos fue únicamente con concentrado comercial, habiendo consumido las cantidades que se describen en el cuadro 1 y estuvieron divididos en 4 lotes de pollos (cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo promedio semanal de concentrado de inicio engorde por pollo durante la primera y segunda semana en kilogramos

Consumo promedio semanal de concentrado por pollo (Kg)				
Semana	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Primera	0.13	0.13	0.13	0.14
Segunda	0.37	0.40	0.37	0.27
Total	0.40	0.41	0.40	0.41

Fuente: Propia

A partir de la tercera semana los pollos fueron separados por tratamientos y repeticiones, haciendo un total de 3 tratamientos (T0, T1 y T2), constando cada tratamiento de 5 repeticiones. El primer lote de pollos (T0) fue alimentado únicamente con concentrado comercial; el segundo lote (T1) fue alimentado con concentrado artesanal más harina de lombriz; el tercer tratamiento (T2) fue alimentado con concentrado artesanal más lombriz viva, se sacó el cálculo de cuanto le correspondía a cada pollo diariamente y por semana y así se les administró las raciones de lombrices diaria, las cuales se presentan a continuación.

Cuadro 3. Cantidad de lombriz viva proporcionada a los pollos por día y por semana

Cantidad de lombriz viva		
Semana	Ración diaria de lombriz viva por pollo (Kg)	Total semanal por pollo de lombriz viva (Kg)
Tercera	0.005	0.035
Cuarta	0.006.	0.042
Quinta	0.010	0.070
Sexta	0.012	0.084

Fuente: Propia

No hubo desparasitaciones. La forma de servir el alimento fue de 2 veces por día, una por la mañana y por la tarde. La harina de lombriz era adicionada al alimento, la lombriz viva era servida en recipientes aparte. Para evaluar los resultados obtenidos del consumo de alimento, era pesado cuando era servido a los pollos y a eso se le restaba el desperdicio. Las tomas de peso de los pollos eran realizados una vez por semana.

Al finalizar las 6 semanas, que era el tiempo en que se realizó el estudio, se procedió a sacrificar a las aves, para luego ser aliñadas, pesadas y vendidas.

Se realizó un análisis bromatológico (A-2) de los diferentes tratamientos administrados, para determinar y comparar los componentes de los concentrados artesanales con el concentrado comercial.

### 3.3. Metodología estadística

El modelo estadístico que se utilizó fue el diseño completamente al azar, el cual consistió de 3 tratamientos (T0= Concentrado comercial, T1= Concentrado artesanal con lombriz fresca, T2= Concentrado artesanal con harina de lombriz), para cada uno de los

tratamientos se realizó cinco repeticiones, teniendo así 30 unidades experimentales por tratamiento.

Se verificó los supuestos del modelo, para verificar estos supuestos se utilizó la prueba de normalidad para las variables en estudio, además se analizaron los supuestos del modelo en términos de los residuos, ya que si en las variables no se encuentran evidencias que se comporten como una distribución normal, no tendría sentido el análisis de varianza. La prueba utilizada para analizar la normalidad fue la de kolmogorov smirnov; otra de las formas en las que se verificó los supuestos del modelo fue mediante un método gráfico, llamado Gráfico de P-P de normalidad.

Se aplicó el ANVA, en los datos semanales, además se realizó la prueba de Tukey y se la prueba de DMS (Diferencia Mínima Significativa).

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

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i.

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

Análisis de la Varianza para el modelo  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

Variables en estudio:

Independiente: Alimentos.

- Indicadores: cantidad de concentrado comercial, número de lombriz adulta en alimentación fresca, cantidad de harina de lombriz adulta.

Dependientes: Rendimientos.

- Indicadores: ganancia de peso vivo, consumo de concentrado, conversión alimenticia y peso en canal, y costo-beneficio.

### 3.3.1 Toma y cálculo de datos.

#### 3.3.1.1 Consumo de alimento

Este peso se obtuvo restando al peso del alimento aplicado diariamente, el peso del alimento desperdiciado.

#### 3.3.1.2 Peso vivo.

Se tomó el peso vivo en gramos cada semana, a partir de la llegada de los pollos de 1 día de edad, con una balanza tipo reloj. Este dato sirvió de dato para los cálculos de ganancia de peso, conversión alimenticia, y para el análisis económico.

#### 3.3.1.3 Ganancia de peso

Este peso se calculó semanalmente restando al peso actual, el peso de la semana anterior.

#### 3.3.1.4 Conversión alimenticia

Se obtuvo dividiendo la cantidad de alimento consumido entre la ganancia de peso semanales.

#### 3.3.1.5 Peso en canal

El dato de este indicador se tomó al finalizar el estudio a las 6 semanas, con una balanza y usando la medida en kilogramos. El peso en canal se refiere al peso de la carne y las vísceras comestibles del ave.

#### 3.3.1.6 Análisis económico

Para el cálculo de los beneficios económicos se empleó la resta de los ingresos (carne y menudos), menos los costos (alimento concentrado, alimento más lombriz, pollos de 1 día

de edad, vacunación y revacunación (Newcastle y mano de obra), para los tres tratamientos.

Se buscó el beneficio bruto de los tratamientos y para esto se anotaron los costos incurridos y los ingresos que se tuvieron. Al restarlos se encontró el beneficio y se determinó cual tratamiento fue el mejor desde el punto de vista económico.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Consumo de alimentos durante el periodo de aplicación de los tratamientos

En el cuadro 4 se observan los resultados de los pesos de los concentrados que fueron consumidos por los pollos en sus tres tratamientos: T0, T1, y T2, a partir de la tercera hasta la sexta semana, acompañado en la columna de la derecha con los datos que según el Manual de manejo de pollos de engorde Arbor Acres del año 2009, con el propósito de tener en una primera valoración de comparación de los resultados obtenidos con los concentrados y de los cuales se puede ver que las cantidades consumidas de los tres tratamientos son semejantes o un poco inferiores o superiores a los descritos en el Manual. Siendo los tratamientos con mayor similitud, con respecto al manual, el concentrado comercial y el artesanal con harina de lombriz. En menor cantidad fue el artesanal con lombriz viva.

Cuadro 4. Consumo promedio semanal por pollo y por tratamiento

Semana	Concentrado comercial (kg)	Concentrado artesanal + harina de lombriz (kg)	Concentrado artesanal + lombriz viva (kg)	Según Manual de manejo de pollos de engorde Arbor Acres del año 2009 (kg)
	T0	T1	T2	
Tercera	0.57	0.52	0.56	0.58
Cuarta	0.71	0.70	0.80	0.80
Quinta	0.90	0.89	0.84	0.91
Sexta	1.09	1.29	1.09	1.05
Total	3.29	3.38	3.29	3.35

Fuente: Propia.

Según Gabriel, 2006, en los primeros 7 días de edad el pollo aumenta su peso vivo en un 400%, consume aproximadamente 150 a 180 gramos de alimento y este período representa un 17% del período total de crecimiento y de esta manera se tuvo el comportamiento en los tratamientos de la investigación, confirmándose en el cuadro 4 que semanalmente hubo incrementos en el promedio de la ingesta de concentrado.

Según el Manual de manejo de la línea Arbor Acres del año 2009, el consumo promedio por ave en la tercera semana es de 0.58 kg., en la cuarta es de 0.80 kg., en la quinta de

0.91 kg y en la sexta de 1.05 kg.; al observar el cuadro 4 se nota que el comportamiento de consumo en los tres tratamientos en términos generales fue homogéneo; sin embargo, si comparamos los consumos por semanas existe variaciones, tal es el caso de que en la tercera semana el concentrado comercial, fue el más consumido (0.57 kg), pero, en la cuarta semana el concentrado artesanal más lombriz viva fue el que se mas se consumió (0.80 kg); para la quinta semana, el comercial fue el más consumido (0.90 kg), en la sexta semana los pollos consumieron más concentrado artesanal con harina de lombriz (1.29 kg). Si comparamos estos datos con los resultados de peso en canal, es notable que con el concentrado comercial se lograron mejores pesos (2.54 kg) en relación a los concentrados artesanales en los que se lograron pesos de 1.49 kg y 1.43 kg. En el caso del tratamiento en el que se utilizó concentrado comercial, se nota la tendencia de incremento de peso desde la tercera a la sexta semana, respectivamente 0.96 kg hasta 2.81 kg, en lo que se distingue la relación directamente proporcional que a mayor consumo más aumento de peso, cosa que no ocurrió con los tratamientos que contenían concentrados artesanales.

#### 4.1.1 Consumo de alimentos durante la tercera semana.

Con relación al efecto de alimentar los pollos en la tercera semana con los tratamientos mencionados en el cuadro 5, al hacer la comparación estadística por medio del Análisis de Varianza (A-15), se rechaza la  $H_0$ , por lo tanto se puede decir que se han encontrado evidencias suficientes para afirmar que existen diferencias en los tratamientos, lo cual significa que al menos uno o dos de los concentrados fue más consumido que el resto. Al observar el cuadro 5 y desde el punto de vista cuantitativo se puede ver que el concentrado comercial fue el tratamiento más consumido (0.57 kg), seguido del concentrado artesanal más lombriz viva (0.56 kg) y el menos consumido fue el tratamiento del concentrado artesanal más harina de lombriz ( 0.52 kg).

Al realizar la diferencia entre medias mediante la prueba de Tukey (A-16), hay diferencia, en cuanto al comportamiento de consumo entre el T0 y T1, pero no hay diferencias en cuanto al consumo entre el T0 y T2; esto quiere decir que los tratamientos más consumidos fueron el concentrado comercial, y el concentrado comercial más lombriz viva.

Con respecto a la diferencia mínima significativa (D.M.S.), se corroboran los resultados obtenidos en la prueba de Tukey que muestra que los concentrados más consumidos

fueron el concentrado comercial y el concentrado artesanal con lombriz viva, y el menos consumido fue el concentrado artesanal más harina de lombriz.

Cuadro 5. Media del consumo de concentrado por pollo en la tercera semana

<b>Tratamiento</b>	<b>Media del consumo (kg)</b>	<b>Desviación estándar</b>
T0	0.57	0.02
T1	0.52	0.10
T2	0.56	0.10

Fuente: Propia.

#### 4.1.2. Consumo promedio de alimentos durante la cuarta semana.

Al analizar estadísticamente el efecto del consumo de los tres tratamientos en estudio mediante el Análisis de Varianza para la cuarta semana (A-18), los resultados obtenidos fueron no significativos, por lo tanto no se puede rechazar la H<sub>0</sub>, es decir que al menos desde el punto de vista estadístico no existen diferencias en cuanto al consumo de concentrado, ya que el consumo obtenido durante esta semana fue similar para las tres variables en estudio. Sin embargo en el cuadro 6 se puede ver que hubo cierta diferencia en cuanto al consumo de los tres tratamientos desde el punto de vista cuantitativo, esta diferencia no fue muy marcada, de tal manera el consumo de concentrado para la cuarta semana de estudio fue bastante homogénea entre los tres tratamientos en estudio, sin embargo se puede ver que el tratamiento que fue más consumido fue el concentrado comercial (0.71 kg) y el que menos se consumió fue el tratamiento con concentrado artesanal más harina de lombriz (0.80 kg).

Al hacer la comparación entre medias tanto para la prueba de Tukey, como para la de DMS (A-19) los resultados obtenidos fueron no significativos en ambos casos, lo que indica que entre los tres tratamientos en estudio el consumo fue casi igual para los 3 como puede verse en el cuadro 6, el consumo de concentrado para la cuarta semana fue similar para el concentrado comercial, el concentrado artesanal más harina de lombriz y el concentrado artesanal más lombriz viva; sin embargo desde el punto de vista cuantitativo el mas consumido fue el T2 (0.80 kg), es decir el concentrado artesanal más lombriz viva.

Cuadro 6. Media del consumo de concentrado por pollo en la cuarta semana

Tratamiento	Media del consumo (kg)	Desviación estándar
T0	0.71	0.026
T1	0.70	0.024
T2	0.80	0.24

Fuente: Propia.

#### 4.1.3 Consumo promedio de alimentos durante la quinta semana

Respecto al análisis estadístico del consumo de concentrado durante la quinta semana para los tres tratamientos en estudio, el resultado obtenido fue significativo (A-21), por lo cual se rechaza la H0 y se puede afirmar que se han encontrado evidencias de que existen diferencias en cuanto al consumo entre los tres tratamientos en estudio, es decir, que al menos uno o dos de los concentrados en estudio fue más consumido que los demás. Al observar el cuadro 7 y desde el punto de vista cuantitativo se pudo ver que el tratamiento más consumido fue el del concentrado comercial, seguido por el concentrado artesanal más harina de lombriz y el menos consumido fue el concentrado comercial más lombriz viva.

Al realizar la Prueba de Tukey (A-22), el resultado fue que existió diferencia en cuanto al consumo del concentrado comercial, con el concentrado artesanal más lombriz viva, sin embargo no se encontró diferencia en cuanto al consumo con el concentrado artesanal más harina de lombriz.

Con la prueba de DMS se corrobora que existe diferencia en el consumo entre el T0 y T2, y que no hay diferencia en cuanto a T0 y T1.

Cuadro 7. Media del consumo de concentrado por pollo en la quinta semana para tratamientos

Tratamiento	Media del consumo (kg)	Desviación estándar
T0	0.90	0.02
T1	0.89	0.05
T2	0.84	0.03

Fuente: Propia.

#### 4.1.4. Consumo promedio de alimento durante la sexta semana

Al realizar el Análisis de Varianza (A-24), para la sexta semana de consumo de los tres tratamientos, los resultados muestran que no se puede rechazar la H0, por lo tanto esto indica que no hay diferencias con respecto al consumo de concentrado, es decir que el consumo fue uniforme para los tres tratamientos en estudio.

Sin embargo, a pesar que, desde el punto de vista estadístico, el resultado dio que el consumo entre concentrados era homogéneo, al observar el cuadro 8 puede notarse la diferencia en cuanto a consumo, dando como resultado mayor consumo para el concentrado artesanal más harina de lombriz (1.29 kg), y el menor consumo fue para el tratamiento del concentrado artesanal más lombriz viva (1.09 kg).

Tanto la prueba de Tukey como la de DMS como puede verse en el anexo 25, confirman desde el punto de vista estadístico que no existen diferencias con respecto al consumo de los tratamientos en estudio.

Cuadro 8. Media del consumo de concentrado por pollo en la sexta semana para tratamientos

Tratamiento	Media del consumo (kg)	Desviación estándar
T0	1.092	0.13
T1	1.29	0.30
T2	1.09	0.34

Fuente: Propia.

#### 4.2 Peso de los pollos de engorde a partir de la aplicación de los tratamientos

En la figura 1, se puede observar las diferencias de los pesos promedios obtenidos de los tres tratamientos en estudio, siendo los pollos alimentados con el concentrado comercial el tratamiento con los mejores resultados en peso, seguido por los alimentados con concentrado artesanal + lombriz viva y el tratamiento de concentrado artesanal + harina de lombriz con más bajos pesos durante las cuatro semanas de alimentación, estos resultados pudieron ser debido a que a pesar de haberse realizado un análisis bromatológico con los ingredientes de los concentrados, como puede verse en el anexo 2, los componentes de los concentrados artesanales, no llegaron a equiparar los componentes del concentrados comercial, afectando esto al crecimiento y peso de los pollos.

Los resultados de la figura 1 concuerdan con el estudio realizado por Ortiz en 2010, quien demostró que al alimentar pollos de engorde con concentrado comercial se obtienen mejores resultados que al administrar 10%, 20% o 30% de lombriz viva a la ración de concentrado comercial, y también concuerda con los resultados obtenidos por Rodríguez et al (1995), en que se suplementó con 25% de harina de lombriz las dietas de pollos de engorde por 5 semanas y se obtuvieron conversiones menos eficientes que con el concentrado comercial.

Sin embargo los datos de esta investigación no coinciden con otro estudio realizado en San Vicente, El Salvador, por Mejía en 2011, en el cual, el incremento en la ganancia diaria de peso vivo, altura al dorso, grosor de pierna y rendimiento a la canal sin menudos para el tratamiento que corresponde al concentrado comercial con el 30% de lombriz roja

californiana, generó ganancias mayores en peso a las alcanzadas con la alimentación única de concentrado comercial.

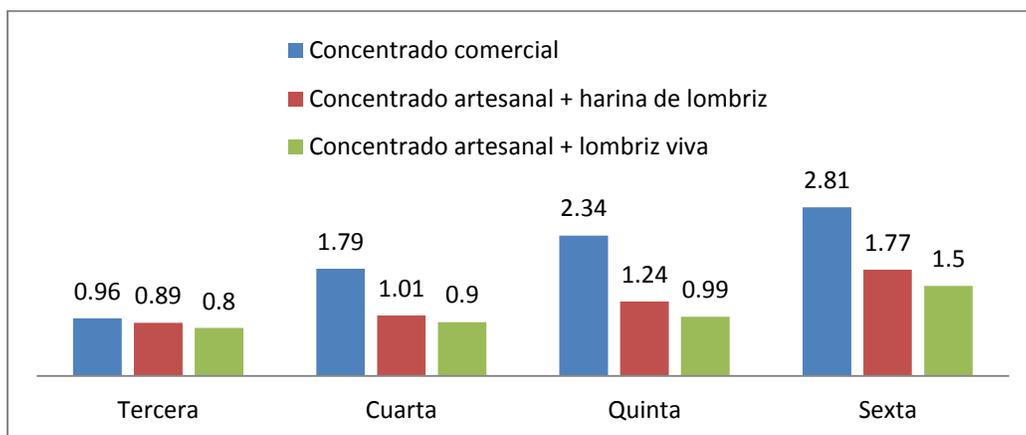


Figura 1: Pesos promedio semanales de los pollos de engorde desde la tercera semana hasta la sexta semana en kilogramos

#### 4.2.1 Peso de los pollos de engorde para la tercera semana

Al realizar el análisis de varianza (ANVA) del cuadro de resultados (A-27) de la tercera semana de crecimiento, de la variable peso (Cuadro 9), se observa un mayor peso en el tratamiento testigo, es decir el concentrado comercial (0.96 kg.) en comparación a los tratamientos T1, concentrado artesanal más harina de lombriz y T2, concentrado artesanal más lombriz viva, con 0.89 kg. y 0.80 kg. respectivamente, por lo que las diferencias de peso fueron significativas, por lo tanto se rechaza la H0, es decir que se han encontrado evidencias suficientes para afirmar que existe diferencia en los tratamientos.

Al realizar la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) (A-28), no hubo diferencias significativas entre el T0 y el T1, pero al comprar el T0 con el T2 y el T1 con el T2 hay diferencias por lo tanto de acuerdo a los resultados observados en el cuadro de doble entrada se concluye que el T0 (Concentrado comercial) y el T1 (Concentrado artesanal + harina de lombriz) son estadísticamente superiores al T2 (Concentrado artesanal + lombriz viva); es decir que con el concentrado comercial y el concentrado artesanal + harina de lombriz, se obtuvieron mejores resultados en cuanto a la ganancia de peso que con el resto de los tratamientos.

Los resultados de la prueba de Tukey confirman los resultados de la prueba DMS.

Cuadro 9. Peso de los pollos de engorde, para la tercera semana

Tratamientos	Media de pesos kg	Desviación estándar
T0	0.96	0.009
T1	0.89	0.007
T2	0.80	0.053

Fuente: Propia.

#### 4.2.2 Peso de los pollos de engorde para la cuarta semana

Al hacer el análisis estadístico mediante el Análisis de Varianza (ANVA) del (A-30), del peso obtenido durante la cuarta semana, el resultado fue altamente significativo; es decir que se rechaza la  $H_0$ , lo que significa que se ha encontrado evidencia suficiente en la muestra para afirmar que hay diferencia entre los tratamientos, es decir que con uno o dos de los tratamientos en estudio se obtuvieron mejores resultados que con el resto; desde el punto de vista cuantitativo y al observar el cuadro 10 el tratamiento con el que mejores resultados se obtuvo fue con el concentrado comercial (1.79 kg), en cambio con los dos concentrados de tipo artesanal se obtuvieron menores ganancias (1.01 kg y 0.90 kg) respectivamente.

Al realizar el análisis de medias con la prueba de Tukey (A-31) dio como resultado diferencias significativas entre los tratamientos del concentrado comercial (T0) y concentrado artesanal más harina de lombriz (T1) y con el concentrado comercial (T0) y el concentrado artesanal más harina de lombriz (T2), sin embargo entre el concentrado artesanal + harina de lombriz y el concentrado comercial + lombriz viva no existen diferencias significativas, esto quiere decir que con el concentrado comercial se obtuvieron mejores resultados en cuanto al peso.

En la prueba de DMS al igual que en la prueba de Tukey, con el concentrado comercial se obtuvo mejores, ya que hubo diferencias significativas entre el T0, con respecto al T1 y T2, sin embargo entre T1 y T2, no hubo diferencias significativas.

Cuadro 10. Peso de los pollos de engorde, para la cuarta semana

Tratamiento	Media de pesos (kg)	Desviación estándar
T0	1.79	0.12
T1	1.01	0.12
T2	0.90	0.09

Fuente: Propia.

#### 4.2.3 Peso de los pollos de engorde para la quinta semana

Los resultados al hacer el análisis estadístico con la prueba de ANVA a la variable peso de la quinta semana fueron significativos, por lo tanto se rechaza la H<sub>0</sub>, es decir que se puede afirmar que existen diferencias entre los pesos de los tratamientos, al menos uno o dos de los tratamientos está produciendo mejores resultados que el resto.

Al realizar la prueba de Tukey y de DMS dio como resultado en ambas, que con el tratamiento comercial hay diferencias con respecto a los otros dos concentrados a base de concentrado artesanal (1.24 kg y 0.99 kg) respectivamente, por lo tanto con el que mejores resultados se obtuvieron fue con el concentrado comercial (2.34 kg).

Cuadro 11. Peso de los pollos de engorde, para la quinta semana

Tratamiento	Media de pesos (kg)	Desviación estándar
T0	2.34	0.22
T1	1.24	0.23
T2	0.99	0.07

Fuente: Propia.

#### 4.2.4 Peso de los pollos de engorde para la sexta semana

Al realizar el análisis de varianza para la variable ganancia de peso de la sexta semana, el resultado fue significativo, por lo tanto se rechaza la H<sub>0</sub>, es decir que se han encontrado

suficientes evidencias para afirmar que existe diferencias entre los tratamientos, al menos uno o dos de los tratamientos están produciendo mejores resultados en cuanto al peso.

Tanto con la prueba de Tukey como la de DMS se obtuvieron los mismos resultados, es decir que existen diferencias entre el T0 con respecto al T1 y T2, lo que significa que con el T0 se obtuvo mejores resultados para la variable peso de la sexta semana.

Cuadro 12. Peso de los pollos de engorde para la sexta semana

Tratamiento	Media de pesos (kg)	Desviación estándar
T0	2.81	0.19
T1	1.77	0.24
T2	1.50	0.18

Fuente: Propia.

#### 4.3 Incremento de pesos

Norstrand, 1993; dice que al final del periodo de engorde, no todos los pollos del lote, aun siendo de la misma edad, tienen el mismo tamaño y peso. En un lote con un peso promedio de dos mil gramos, se podrán encontrar pollos de todos los pesos, comprendidos entre 1.40 kg. y 2.6 kg., sin embargo en el cuadro 13 se observa el promedio del incremento de los peso obtenidos semanalmente por los pollos con los diferentes tratamientos, implementados desde la tercera hasta la sexta semana, en el cual se logra observar que los resultados fueron marcados, ya que el mayor incremento de peso fue en los pollos alimentados con concentrado comercial, tanto para la tercera (0.60 kg), cuarta (0.65 kg) como en la quinta (0.45 kg) y sexta semana (0.51 kg) y los de menor incremento fueron los pollos alimentados con concentrado artesanal mas lombriz viva en la tercera (0.40 kg), en la cuarta (0.19 kg) y en la quinta (0.12 kg).

Según Aviagen Inc. (2009), los pollos Arbor Acres ganan más peso y producen más carne en menos tiempo. Las mayores ganancias de peso ocurren al final del período de engorde; lo cual produce una mejor eficiencia alimenticia, mayor uniformidad, patas más fuertes y mejor conformación. Esto se observó principalmente con los pollos alimentados con concentrado comercial final engorde.

Cuadro 13. Incrementos promedio de pesos semanales por pollo

Semana	Incremento concentrado comercial (kg)	Incremento concentrado artesanal + harina de lombriz (kg)	Incremento concentrado artesanal + lombriz viva (kg)
Tercera	0.60	0.52	0.40
Cuarta	0.65	0.20	0.19
Quinta	0.45	0.34	0.12
Sexta	0.51	0.30	0.46

Fuente: Propia.

En la figura siguiente se puede observar el incremento de peso promedio semanal obtenido por los pollos reflejándose al igual que en el cuadro 13 que los mayores incrementos de peso obtenidos fueron siempre los del concentrado comercial.

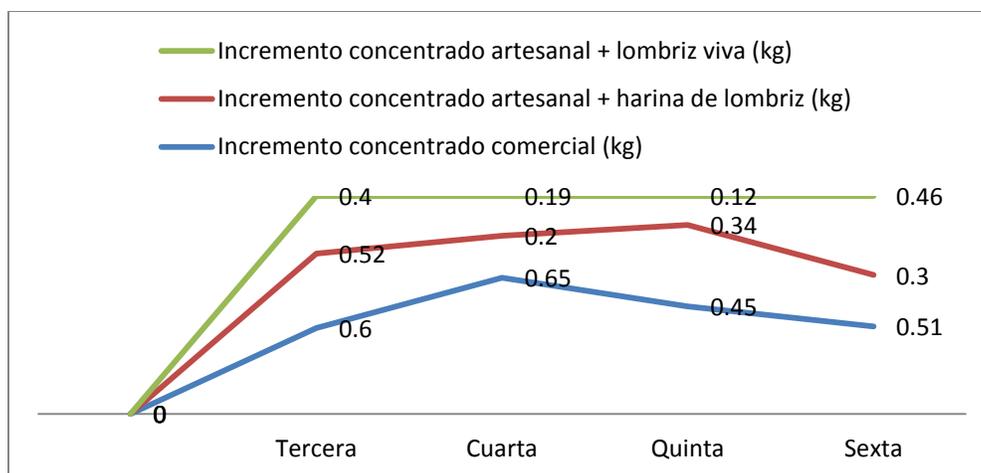


Figura 2: Incrementos de pesos promedios semanales por pollo

#### 4.4 Conversión alimenticia

Al analizar los resultados de la figura 3 se puede observar la conversión alimenticia que se obtuvo por semana, se puede decir que el tratamiento más eficiente, al menos desde el punto de vista cuantitativo, fue el T0, en que se alimentó con concentrado comercial, ya

que la conversión promedio para las cuatro semanas de inclusión de la lombriz fue de 1.85 unidades como conversión final a las 4 semanas de fase experimental. Significa que con 1.85 unidades de concentrado consumido, se producía 1 unidad de carne. El mismo comentario es válido para la conversión de todo el ciclo productivo de los pollos, es decir para las 6 semanas, con 1.62 unidades. En cambio en los tratamientos 1 y 2, la conversión fue menos eficiente, porque fue respectivamente de 2.72 y 3.14 unidades para las 4 semanas de ensayo y conversiones totales de 2.20 y 2.48 unidades para todo el ciclo, lo que se traduce en que tenía que proveerse más alimento para obtener la misma unidad de carne en ambos casos. Estos resultados están ligados, en general al tipo de alimento que se proveyó, lo cual puede observarse en las otras variables estudiadas ya que al realizar el análisis nutricional se observa en el A-2, que el concentrado comercial presenta más equilibrados los componentes nutricionales, por ejemplo el % proteína es mayor la proporción que el de los concentrados artesanales, a pesar de que la lombriz tiene un alto % proteico, 60 – 82% de proteína animal. (Mendoza, 2008).

Con respecto a la conversión alimenticia cada semana que pasa, el pollo necesita mayor cantidad de alimento para lograr el mismo aumento de peso que logró en la semana anterior. Por ejemplo si en la sexta semana se necesita 0.25 kg. de alimento para aumentar 0.10 kg. de peso, en la séptima semana pueda que necesite 0.24 gr de alimento para aumentar los mismos 0.10 kg. Su eficiencia en convertir el alimento en carne disminuye con la edad. (Vaca, 2003).

Rodríguez et al. (1995) suplementaron con 25% de harina de lombriz en dietas para pollos de engorde por 5 semanas, obtuvieron conversiones menos eficientes en el tratamiento con harina de lombriz con respecto a la dieta comercial (4.9 unidades contra 2.1 unidades).

Según Northstrand (1993), el consumo de alimento semanal se incrementa al subir el peso, las aves comen más alimento que la semana anterior. A medida que estas envejecen y se vuelven más grandes, el consumo de alimento aumenta y la conversión alimenticia disminuye, lo cual puede relacionarse al sexo de las aves.

Ballina, 2012, afirma la importancia de los microorganismos del tracto gastrointestinal sobre el crecimiento, conversión alimenticia y la retención de minerales (N, Ca, Mg y P) durante la etapa de crecimiento. Ha comprobado que a medida que aumenta la edad de

las aves disminuyen estos microorganismos, por ende se deteriora la absorción de nutrientes y se afectan los parámetros productivos negativamente. Esto puede observarse en el presente estudio ya que las aves fueron más eficientes en sus primeras semanas de vida.

Por lo tanto los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con lo que mencionan los autores anteriormente citados.

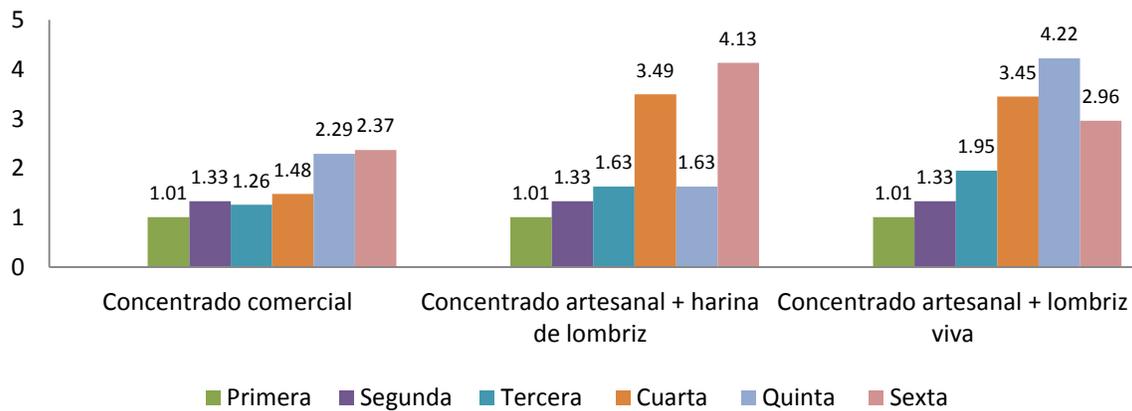


Figura 3: Promedio de la conversión alimenticia por semana

#### 4.5 Peso en canal y porcentaje de rendimiento en canal

En la figura 4, se puede observar el rendimiento en canal, es decir el peso del pollo ya alinado, junto con las vísceras comestibles, desde el punto de vista estadístico y mediante el análisis del anva (A-40) se rechaza la H<sub>0</sub>, por lo tanto se puede decir que se han encontrado evidencias suficientes para afirmar que existió diferencia entre los tratamientos, es decir que con uno o dos de los tratamientos, existió mejor rendimiento de peso en canal que con el resto de los tratamientos en estudio.

Al realizar la prueba de Tukey y la diferencia mínima significativa, como puede verse en el anexo 41, se obtuvo diferencias significativas, entre el concentrado comercial (T<sub>0</sub>), respecto a los otros dos concentrados de tipo artesanal (T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>), lo cual muestra que los pesos de los pollos alimentados con el concentrado comercial fueron más eficientes que los de los pollos alimentados con los concentrados artesanales con harina de lombriz y lombriz viva, además, de haber alcanzado menor peso en canal, los pollos con los

concentrados alternativos, con respecto al concentrado comercial, tuvieron pesos vivos finales bajos.

Los pollos alimentados con concentrado comercial alcanzaron 2.54 kg de peso en canal en promedio, esto es, un 86.79% de rendimiento al compararlo con el peso vivo con el que finalizaron su ciclo productivo de 6 semanas. Este porcentaje incluía vísceras comestibles, patas y cabeza. Relacionándolo con los resultados del T1 que fueron de 1.50 kg o 84.62 %, y del T2, con 1.44 kg de peso en canal o sea, con 69.98 %, se concluye que fueron correspondientemente menores en su rendimiento.

Una característica que se pudo notar frente al tratamiento testigo fue que los pollos alimentados con concentrados artesanales a base de lombriz viva y harina de lombriz, fue que estos presentaban menos grasa corporal que los del concentrado comercial.

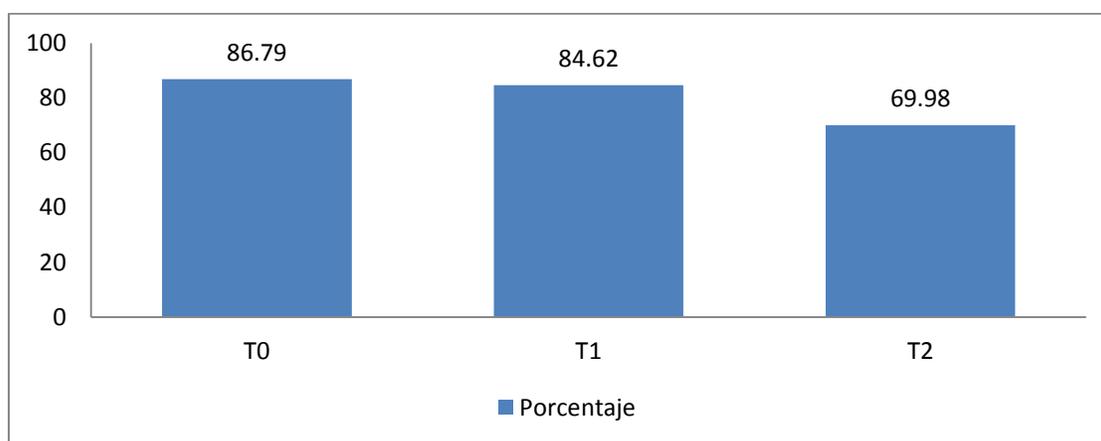


Figura 4: Porcentaje de peso en canal promedio.

#### 4.6 Análisis económico

En los cuadros 13 A, B y C, se muestran los costos en los que se incurrió para esta investigación, estos costos son los que se utilizaron por unidad experimental (por pollo), los datos fueron mostrados por unidad debido a la alta mortalidad ocurrida durante el ensayo, por eso se añadió un cuadro de mortalidad, ya que, que tanto en T1 como T2 tienen una mortalidad de 10 y 15 aves respectivamente, la mayoría con síntomas de ascitis; al tomar los datos generales no se logra percibir ningún beneficio en cuanto a los concentrados artesanales con harina de lombriz y lombriz viva, sin embargo estos datos

generales pueden observarse en el A-46, el cual muestra los precios en el mercado local de los insumos que se utilizaron en los tres tratamientos de esta investigación, además se puede ver la significativa diferencia de los precios en cuanto a los tres tipos de concentrados utilizado.

Al analizar los cuadros de costos e ingresos (cuadros 14 A, B, C), se puede observar que los mayores beneficios recaen en el T0, ya que se tuvo una ganancia de \$2.10 y en T1 de \$ 1.07 y T2 de \$ 0.68.

Los costos de las materias primas son menores en los tratamientos en los que se adicionó la lombriz, ya que al alimentarlos con concentrado comercial el gasto es mayor desde el punto de vista económico, pero con el concentrado artesanal a pesar de que el gasto es menor, y a pesar de que el contenido de la proteína en la lombriz es alto, el beneficio también fue menor debido a que influyo la poca ganancia de peso obtenida, este resultado pudo ser debido a que los ingredientes del concentrado artesanal, no eran palatables para los pollos de engorde, por eso también el consumo de concentrado para estos tratamientos fue menor que el concentrado artesanal.

Con los concentrados artesanales, el costo de alimentación es menor, y es aún menor si los agricultores son los que producen la materia básica para elaborarlos. Pero desde el punto de vista nutricional la calidad del concentrado, a pesar de haber hecho un análisis bromatológico, resultó ser de menor calidad ya que los resultados obtenidos lo demostraron. Este tipo de concentrado artesanal a base de harina de lombriz y lombriz viva se podrían administrar como concentrado de mantenimiento. Y también podría ser usado en una raza rustica de aves, o en aves de traspatio que para que se puedan adaptar mejor a este tipo de alimentación y a la lombriz. Por una parte tuvo sus ventajas y por otra parte desventajas ya que si sale más barato al ser elaborado por el productor, pero al analizar los rendimientos percibidos los resultados son bajos en comparación a los resultados que se obtienen con el concentrado comercial.

También cabe mencionar que los pollos que fueron alimentados con los dos concentrados artesanales, tenían poco tejido adiposo, es decir grasa o hasta nula presencia de grasa, lo que hace que este pollo alimentado con los concentrados artesanales, sea mas sano desde el punto de vista nutricional para el consumo humano.

Cuadro 14 A. Cuadro de beneficio costo por tratamiento por pollo

Tratamiento T0 (Testigo)

<b>Materiales</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Ingreso \$</b>	<b>Beneficio \$</b>
Pollos (30)	0.75		
Alimento (Libras)	2.50		
Vacunas, electrolitos, etc.	0.19		
Mano de obra	1.00		
Transporte (8 veces)	0.30		
Servicios: Agua y luz	0.03		
<b>Total</b>	<b>4.77</b>	<b>6.87</b>	<b>2.10 por pollo</b>

Cuadro 14 B.

Tratamiento T1 (Harina de lombriz)

<b>Materiales</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Ingreso \$</b>	<b>Beneficio \$</b>
Pollos (30)	0.75		
Alimento (Libras)	0.78		
Vacunas, electrolitos, etc.	0.19		
Mano de obra (\$2.00/día)	1.00		
Transporte (8 veces)	0.30		
Servicios: Agua y luz	0.03		
<b>Total</b>	<b>3.05</b>	<b>4.12</b>	<b>1.07 por pollo</b>

Cuadro 14 C.

Tratamiento T2 (Lombriz viva)

<b>Materiales</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Ingreso \$</b>	<b>Beneficio \$</b>
Pollos (30)	0.75		
Alimento (Libras)	1.01		
Vacunas, electrolitos, etc.	0.19		
Mano de obra (\$2.00/día)	1.00		
Transporte (8 veces)	0.30		
Servicios: Agua y luz	0.03		
<b>Total</b>	<b>3.28</b>	<b>3.96</b>	<b>0.68 por pollo</b>

Cuadro 15. Mortalidad semanal.

Tratamiento Semana	T0 (Concentrado comercial para pollo de engorde)	Peso final en canal (Kg)	T1 (Uso de concentrado artesanal más harina de lombriz)	Peso final en canal (Kg)	T2 (Uso de concentrado artesanal más lombriz viva)	Peso final en canal (Kg)
1	0		0		0	
2	0		0		0	
3	0		6		0	
4	1		3		3	
5	0		4		5	
6	3		2		2	
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>2.91</b>	<b>15</b>	<b>1.52</b>	<b>10</b>	<b>1.35</b>

En el cuadro de mortalidad semanal (cuadro 20), se puede observar la mortalidad presentada durante toda la investigación, siendo mayor en el T1 (50% de mortalidad), es decir el concentrado artesanal más harina de lombriz, y con el T0, que era el concentrado comercial hubo menor mortalidad (13%).

## V. CONCLUSIONES

Al evaluar los efectos del concentrado artesanal en la alimentación de pollos de engorde con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* (Savigny)) en estado fresco y en harina, en los parámetros productivos se pudo concluir que:

1. En el consumo alimenticio el tratamiento con mejores resultados fue el concentrado comercial (T0), seguido del concentrado artesanal más lombriz viva (T2), siendo el menos aceptado por los pollos el concentrado artesanal más harina de lombriz (T1); esto muestra que el concentrado que fue más aceptable para pollos fue el concentrado comercial.
2. El concentrado comercial produjo mayor resultado sobre la variable peso vivo de los pollos, sin embargo los tratamientos del concentrado artesanal con harina de lombriz (T1) y con lombriz viva (T2) fueron menos eficientes.
3. La ganancia de peso es una proyección del peso vivo, dando iguales resultados, el mayor incremento se dio en el T0, es decir en el concentrado comercial.
4. Para la variable rendimiento en canal se obtuvo mejores resultados con el T0, es decir el tratamiento testigo, que era el concentrado comercial, en segundo lugar estuvo el T2, concentrado artesanal + lombriz viva y en tercer lugar, siendo el menos eficiente, el T1, concentrado artesanal + harina de lombriz.
5. En el ensayo, el concentrado comercial obtuvo mayor conversión alimenticia, en cambio para el concentrado artesanal más harina de lombriz y con el concentrado artesanal más lombriz viva los tratamientos fueron menos eficientes.
6. Desde el punto de vista económico, si bien es cierto que los costos de producción disminuyeron con los concentrados artesanales a base de lombriz usados en el estudio, los mejores beneficios se observaron en el T0, es decir con el concentrado comercial ya que se produjeron parámetros productivos más eficientes para este tratamiento, lo cual a su vez produjo mayor beneficio económico, en cambio con el concentrado artesanal más harina de lombriz y con

el concentrado artesanal más lombriz viva, los beneficios obtenidos desde el punto de vista económicos fueron menores.

7. Con respecto a los concentrados artesanales si se obtuvieron beneficios, pero fueron mucho más bajos que los obtenidos con el concentrado comercial, de los concentrados artesanales el que mejores resultados produjo fue el que contenía lombriz viva.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1- Se recomienda a los productores avícolas del área rural y suburbana, hacer uso del concentrado artesanal más lombriz viva, más que todo para alimentar a aves de traspatio, ya que estas por ser rústicas posiblemente se adapten mejor a este tipo de alimentación.
- 2- Mejorar la dieta alimenticia artesanal para mejorar los pesos de los pollos con el fin de que sea una alternativa para los pequeños y medianos productores.
- 3- Realizar más investigaciones de la alimentación de pollos de engorde con concentrados artesanales que cumplan las exigencias, con el fin de ayudar a las familias productoras de escasos recursos a encontrar formas más baratas que el concentrado comercial y evitar la dependencia.
- 4- Realizar investigaciones utilizando otras fuentes proteicas que ayuden a incrementar los parámetros de productividad de los pollos de engorde.

## VII. BIBLIOGRAFIA

ALIANSA, 2008: Aves, rendimiento estándar (En línea). El Salvador. Consultado en 17 abril 2013. Disponible <http://www.concentradosaliana.com/productosavesengorde.html>

Arbor Acres Farm. 2009. Manual de manejo del pollo Arbor Acres. Connecticut, USA. P.1-32.

Asociación de Avicultores de El Salvador Aves. 2009. Avicultura en El Salvador. Sv. Consultado el 26 de junio de 2014. Disponible en <http://www.asociaciondeavicultresdeelsalvador.com/pollosdeengorde.html>

Aviagen, 2009 (en línea). Guía de manejo del pollo de engorde. USA. Consultado el 14 de febrero 2015. Disponible en <http://www.aviagen.com>

Ballina, A. 2012. Manejo y eficiencia de gallinas de patio. Nicaragua. P 31-32.

Barbado, J.L. 2004. Cría de lombrices. Deverill J.L. Buenos Aires. Ar. Albatros. P 124

Bolaños, N.E. (ed.).2010. Un vistazo al sector avícola salvadoreño. Mundo Avícola sep. 2010: 22

\_\_\_\_\_2011. En El Salvador la producción de pollo incrementa, mientras que la producción de huevo disminuye. Mundo Avícola dic 2011: 5

Buxade, C. 2001. Manual de Lombricultura. México. Mundi Prensa México. P 39.

Carvajal, G. 2001. Valor nutricional de la carne de: Res, Cerdo y Pollo. Consultado en 5 de mayo 2013. Disponible el <http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/Corfoga2001.pdf>.

Castellanos, E.A.F. 1990; Aves de corral, 2ed. México. Trillas Mex. p112.

Díaz, D.R.; Torres, D. 2004. Incorporación de harina de lombriz en la dieta de la fase inicial de la codorniz para engorde (*Coturnix coturnix japónica*) (en línea). Pdf. Consultado el 11 enero 2013. Disponible en [http://avpa.ula.ve/congresos/memorias\\_xiicongreso/pdfs/02\\_avicultura/02\\_avicultura\\_nutricion\\_pag10.pdf](http://avpa.ula.ve/congresos/memorias_xiicongreso/pdfs/02_avicultura/02_avicultura_nutricion_pag10.pdf)

Díaz, E. 2002. Lombricultura una alternativa de producción (en línea).La Rioja, Ar. Disponible en pdf. Consultado 5 de dic. 2013. Disponible en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>

Duran, F. ed. 2006. Manual de explotación en aves de corral: Alimentación. Colombia. Grupo Latino Ltda. P 65-70.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. FAO anuario comercio. Consultado 18 de dic. 2013.<http://www.fao.org/docrep/meeting/004/Y6127S.htm>

FAO-SAGARPA. 2007. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria PESA, Producción y manejo de aves de traspatio (en línea). Consultado el 19 de Octubre del 2009. Disponible en: [http://www.utn.org.mx/docs\\_pdf/docs\\_tecnicos/proyectos\\_tipo/manejo\\_aves.pdf](http://www.utn.org.mx/docs_pdf/docs_tecnicos/proyectos_tipo/manejo_aves.pdf)

Fundación Hogares Juveniles Campesinos, Co. 2004. Manual Granja Integral Autosuficiente. Ed Marcela Ramirez. 20 ed.

Gabriel, I.; Lessire, M.; Mallet, S.; Guillot, J. F. 2006. Microflora del tracto digestivo, factores críticos y consecuencias para las aves (en línea). Consultado 27 Abr. 2009. Disponible en [http://www.mundoveterinario.net/nueva/referencias/avicultura/rev\\_17/](http://www.mundoveterinario.net/nueva/referencias/avicultura/rev_17/)

INTA-PASOLAC. 2005. Tecnología para el fortalecimiento de la democracia directa. 2 (2):8

Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal. Consultado en 4 de abril 2014. Disponible en [http://www.isdem.gob.sv/index.php?option=com\\_sobi2&Task=sobi2Detail&catid=6&sob2=134&itemid=137](http://www.isdem.gob.sv/index.php?option=com_sobi2&Task=sobi2Detail&catid=6&sob2=134&itemid=137)

La Sultana S.A. de C.V. 2001. Alimentación y manejo de pollos de engorde. Nuevo Programa de engorde. San Salvador, El Salvador.

Legall, M.J.R. 1993. Taller de investigación participativa en lombricultura. Escuela de agricultura y ganadería " Francisco Espinoza Pineda". Managua, Nicaragua. p 1-20

Lessur, L. 2003. " Una guía paso a paso. Manual de avicultura". 1 ed. Editorial Trillas. Mexico.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2009. Plan profiláctico para aves. Dirección general de sanidad animal y vegetal. 1: 4. P

Maynard, L.A., et Al. 1981. Nutrición Animal. 4 ed. McGraw – Hills México S.A. de C.V. México.

Mejía, R.C.; López Z.D. 2011. Alimentación de pollos criollos en fase de engorde haciendo uso de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y concentrado comercial. San Vicente, Sv.

Mendoza Gómez, L. 2008. Manual de Lombricultura (en línea). Tuxtla Gutiérrez, Mx. Cecytech Consultado 12 ene. 2013. Pdf. Disponible en <http://www.enlaceambiental.org/phocadownload/userupload/6d4a5d826b>

North, M.O. 1993. Manual de producción avícola. México, DF. El Manual Moderno S.A de C.V.P 7-9

Norstrand R.V. 1993. Manual de producción avícola: Crecimiento y consumo de alimentos. Trad. A.F. Martínez. 3 ed. México, D.F. El Manual Moderno, S.A de C.V. P 427-430.

Ortiz, A.N.; Bautista Segovia, M.J, Orellana Morazán, F.E. 2010. Uso de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*), en estado fresco, como complemento proteico en la alimentación de pollos de engorde, a diferentes porcentajes en la ración en el municipio y departamento de San Vicente, El Salvador; C.A. Tesis. Lic. Ing. Agr. San Vicente, Sv. UES. 75 P.

PESA (Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria). 2005. Con concentrados caseros mejore la alimentación de sus aves. Eds. R. Argueta. Tegucigalpa, Hn. 8 p.

Pineda, J.A. 2007. Lombricultura. Paz, F. Hn. Instituto Hondureño del Café. P 38

Quintana, J.A. 1999. Avitecnia: Manejo de las aves domésticas más comunes. 3 ed. México. Editorial Trillas. 384 P.

Quintín Olascoaga, J. Bromatología de los alimentos industrializado. 2 ed. Editorial Méndez, Querétaro, México. 1975

Rodríguez, L., Salazar, P. y Arango, M.F. 1995. Lombriz roja californiana y azolla anabaena como suplemento de la proteína convencional en dietas para pollos de engorde. *Livestock Research for Rural Development* 7(3). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd7/3/5.htm>. Investigado el 24 de octubre de 2013.

Romagosa Villa, J.A. 1963. Avicultura: Razas adecuadas para la producción de carne. Barcelona, ES. Salvat. P 139- 147.

Sanmiguel L., Serrahima L. 2004. Manual de crianza de animales. Avicultura. s.l. 129-142 p.

Terranova. 2001. Enciclopedia Agropecuaria. Producción Pecuaria. 2° Edición. Terranova editores. Bogotá. Colombia. Impreso en Colombia por Panamericana formas e impresos S.A. p. 326-329.

Tineo, B. L. 1994. Crianza y manejo de lombrices de tierra. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Programa de manejo integrado de recursos.

Toccalino, P.A. 2004. Comportamiento reproductivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) según estación del año y tipo de alimentación. P 65-69.

ULA (Universidad de Los Andes. Ve). 2009. Evaluación de la sustitución parcial del alimento balanceado por harina de grano de frijol (*Vigna unguiculata*) en la alimentación de pollos de engorde (en línea). Revista Científica 2002. Consultado el 12 dic. 2011. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/28163>

Vaca, L. 2004. Producción avícola: alimentación de las aves. p195.

## VIII. ANEXOS

**Cuadro A-1. Requerimientos nutricionales para pollos de engorde**

		Iniciador		Crecimiento		Finalizador	
Edad alimentada	días	0-10		11-24		25-sacrificio	
Energía	kcal	3025		3150		3200	
	MJ	12,65		13,20		13,40	
<b>AMINOACIDOS</b>							
		Total	Digerible	Total	Digerible	Total	Digerible
Lisina	%	1.43	1.27	1.24	1.10	1.09	0.97
Metionina & Cistina	%	1.07	0.94	0.95	0.84	0.86	0.76
Metionina	%	0.51	0.47	0.45	0.42	0.41	0.38
Treonina	%	0.94	0.83	0.83	0.73	0.74	0.65
Valina	%	1.09	0.95	0.96	0.84	0.86	0.75
Isoleucina	%	0.97	0.85	0.85	0.75	0.76	0.67
Arginina	%	1.45	1.31	1.27	1.14	1.13	1.02
Triptofano	%	0.24	0.20	0.20	0.18	0.18	0.16
Proteína Cruda	%	22-25		21-23		19-23	
Para un margen óptimo en porciones o partes se recomienda que la densidad de aminoácidos sea incrementada hasta un 5% en todas las dietas							
<b>MINERALES</b>							
Calcio	%	1.05		0.90		0.85	
Fósforo Disponible	%	0.50		0.45		0.42	
Magnesio	%	0.05-0.50		0.05-0.50		0.05-0.50	
Sodio	%	0.16-0.23		0.16-0.23		0.16-0.20	
Cloruro	%	0.16-0.23		0.16-0.23		0.16-0.23	
Potasio	%	0.40-1.00		0.40-0.90		0.40-0.90	
<b>MINERALES TRAZA ADICIONALES POR KG</b>							
Cobre	mg	16		16		16	
Yodo	mg	1,25		1,25		1,25	
Hierro	mg	40		40		40	
Manganeso	mg	120		120		120	
Selenio	mg	0,30		0,30		0,30	
Zinc	mg	100		100		100	
<b>VITAMINAS ADICIONALES POR KG</b>							
		Alimento base					
		Trigo	Maiz	Trigo	Maiz	Trigo	Maiz
Vitamina A	ui	12000	11000	10000	9000	10000	9000
Vitamina D3	ui	5000	5000	5000	5000	4000	4000
Vitamina E	ui	75	75	50	50	50	50
Vitamina K (Menadiona)	mg	3	3	3	3	2	2
Tiamina (B1)	mg	3	3	2	2	2	2
Riboflavina (B2)	mg	8	8	6	6	5	5
Acido Nicotínico	mg	55	60	55	60	35	40
Acido Pantoténico	mg	13	15	13	15	13	15
Piridoxina (B6)	mg	5	4	4	3	3	2
Biotina	mg	0.20	0.15	0.20	0.10	0.10	0.10
Acido Fólico	mg	2,00	2,00	1,75	1,75	1,50	1,50
Vitamina B12	mg	0,016	0,016	0,016	0,016	0,010	0,010
<b>ESPECIFICACIÓN MÍNIMA</b>							
Colina por kg	mg	1600		1500		1400	
Acido Linoleico	%	1.25		1.20		1.00	

Fuente: Aviagen, 2007

**Cuadro A-2. Porcentaje de los componentes encontrados por análisis bromatológico de los concentrados en estudio**

Tipo de alimento	Concentrado comercial**	Concentrado artesanal más harina de lombriz*	Concentrado artesanal sin la lombriz viva*	Lombriz viva*
Componentes analizados				
Humedad (%)	9.92	8.50	11.08	84.58
Proteína cruda (%)	22.35	15.94	14.44	72.26
Grasa (%)	34.88	13.82	17.63	0
Fibra cruda (%)	0.85	1.45	0.80	0
Cenizas (%)	5.66	5.80	3.72	5.24
Carbohidratos (%)	36.3	63.0	63.4	11.31

\*Fuentes: Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, UES. Noviembre de 2012.

\*\*Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café, PROCAFE. Diciembre de 2009.

**Cuadro A-3. Alimento para aves recomendado desde el primer día, hasta los 21 días de edad**

<b>ANÁLISIS PROXIMAL</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Mínimo%</b>	<b>Máximo %</b>
<b>Humedad</b>	X	13.50
<b>Proteína</b>	21.50	X
<b>Grasa</b>	5.00	X
<b>Fibra</b>	X	4.00
<b>Calcio</b>	0.90	1.00
<b>Fosforo total</b>	0.56	0.80
<b>Ceniza</b>	5.00	X
<b>Sal</b>	0.25	0.50

Fuente ALIANSA, 2008

**Cuadro A-4. Alimento para aves recomendado desde el inicio de la 4ta semana hasta la sexta semana**

<b>ANALISIS PROXIMAL</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Mínimo%</b>	<b>Máximo %</b>
<b>Humedad</b>	X	13.50
<b>Proteína</b>	18.00	X
<b>Grasa</b>	7.00	X
<b>Fibra</b>	X	4.00
<b>Calcio</b>	0.90	1.00
<b>Fosforo total</b>	0.60	0.80
<b>Ceniza</b>	5.00	X
<b>Sal</b>	0.25	0.50

Fuente ALIANSA, 2008

**Cuadro A-5. Cuidados que se deben de tener antes de llevar los pollitos**

<b>Día</b>	<b>Acción a realizar</b>
0	Haber limpiado los bebederos y comederos, esto con lejía y mascón. Revisar que cada comedero y bebedero funcione correctamente. Haberlos expuesto al sol.
0	Haber limpiado con anticipación las instalaciones, desinfectándolas, con yodo, desinfectante y calar los muros y columnas, quitar toda tela de araña, plumas, nidos o panales; y verificar que las tuberías estén limpias y destapadas. En caso de limpiar realizarlo con yodo 5ml por litro, dejarlo de 8 a 24 horas y luego enjuagar.
0	Tener lista la galera con la cama donde se pondrán los pollos.
0	Tener lista las divisiones donde se tendrán los pollos, teniendo

	en cuenta q son 40 pollos por mt2.
0	Tener listo las fuentes de calor que se van a utilizar.
0	Instalar el sistema de gas que se va utilizar y la altura de la fuente de calor. Poner el termómetro a 60 cm. del suelo en el centro de la galera.
0	Tener lista las cortinas que se van a utilizar.
1	Encender la fuente de calor una hora antes de la llegada de los polluelos y regular la temperatura de 32-35 grados. Reducir 3 grados cada semana hasta llegar a temperatura ambiente.
1	Colocar papel periódico en la división donde se instalaran los pollos.
1	Colocar los bebederos lleno (1*50 pollos) con los comederos (1*50 pollos) en el piso de papel. En el caso del concentrado suministrarlo 1 a 2 horas después de haber llegado.
1	Eliminar las esquinas.
1	Instalar el pollo en la división y pesar diez pollos para sacar una media. Anotar este peso en lista de pesos y alimentación.

**Cuadro A-6. Plan profiláctico que se utilizó**

<b>Día</b>	<b>Medicamento</b>	<b>Dosis y tiempo</b>	<b>Temperatura</b>
1	Electrolitos y vitamina.	1 cucharada por bebedero. Durante 3 a 4 días.	
2	Electrolitos y vitamina.	1 cucharada por bebedero.	

3	Electrolitos y vitamina.	1 cucharada por bebedero.	32-35 grados
7	Vacuna Newcastle	1 gota directamente al ojo de cada ave	
8	Enrofloxacin	1 cucharada por bebedero.	
9	Enrofloxacin	1 cucharada por bebedero.	
10	Enrofloxacin	1 cucharada por bebedero.	
11	Enrofloxacin	1 cucharada por bebedero.	
12	Vitamina hidrosoluble	1 cucharada por bebedero.	26-28 grados
13	Vitamina hidrosoluble	1 cucharada por bebedero.	
14	Vitamina hidrosoluble	1 cucharada por bebedero.	
21	Vacuna Newcastle	1 gota directamente al ojo de cada ave	
22	Promotor	100ml por 100lt de agua.	
23	Promotor	100ml por 100lt de agua.	
24	Promotor	100ml por 100lt de agua.	
25	Promotor+ Broncowell	100ml por 100lt de agua.	
26	Promotor+ Broncowell	100ml por 100lt de agua + ½ a 1 sobre 100gr por barril.	
28	Promotor+ Broncowell	100ml por 100lt de agua + ½ a 1 sobre 100gr por barril.	24-26 grados o ambiente
29	Broncowell	100ml por 100lt de agua + ½ a 1 sobre 100gr	

**Cuadro A-7. Consumo promedio de concentrado comercial por pollo desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos**

Consumo promedio de concentrado comercial por pollo en kg					
Semana	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Tercera	0.55	0.57	0.60	0.59	0.57
Cuarta	0.70	0.87	0.88	0.90	0.82
Quinta	1.22	0.90	1.07	0.94	0.91
Sexta	1.22	1.12	1.13	1.32	1.22
Total	3.69	3.46	3.68	3.75	3.52

**Cuadro A-8. Consumo promedio de concentrado artesanal + harina de lombriz por pollo desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos**

Promedio de consumo de concentrado artesanal + harina de lombriz por pollo (kg)					
Semana	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Tercera	0.72	0.57	0.57	0.57	0.59
Cuarta	0.70	0.69	0.70	0.68	0.40
Quinta	0.70	0.86	0.90	0.90	0.89
Sexta	1.08	1.68	1.53	1.41	1.12
Total	3.20	3.80	3.70	3.56	3.00

**Cuadro A-9. Consumo promedio de concentrado artesanal + harina de lombriz por pollo desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos**

Consumo de concentrado artesanal + lombriz viva (kg)					
Semana	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Tercera	0.42	0.54	0.42	0.57	0.49
Cuarta	0.63	0.63	0.70	0.66	0.62
Quinta	0.65	0.83	0.80	0.65	0.65
Sexta	1.12	1.08	1.08	1.10	1.08
Total	2.82	3.08	3.0	2.98	2.84

**Cuadro A-10. Pesos obtenidos semanalmente de los pollos de engorde desde el primer día hasta la segunda semana expresado en kilogramos**

	Peso promedio en kg.	Incremento en g
Primer día	0.04	
Primera semana	0.17	0.13
Segunda semana	0.49	0.32

**Cuadro A-11. Incremento promedio semanal de los pollos en la fase de calor expresado en kilogramos**

Semana	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Primera	0.12	0.13	0.13	0.13
Segunda	0.35	0.32	0.32	0.28

**Cuadro A-12. Incrementos promedio de pesos semanales, por repetición de los pollos con concentrado comercial desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos**

Semana	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Tercera	0.47	0.42	0.48	0.46	0.43
Cuarta	0.24	0.72	0.74	0.83	0.74
Quinta	0.59	0.40	0.47	0.47	0.30
Sexta	0.51	0.43	0.46	0.62	0.53

**Cuadro A-13: Incrementos promedio de pesos semanales, por repetición de los pollos con concentrado artesanal + harina de lombriz desde la tercera hasta la sexta semana expresado en kilogramos**

Semana	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Tercera	0.42	0.36	0.29	0.38	0.42
Cuarta	0.25	0.30	0.26	0.12	0.09
Quinta	0.49	0.55	0.57	0.35	0.77
Sexta	0.60	0.11	0.91	0.69	0.98

**Cuadro A-14. Consumo de concentrado en kilogramos para la tercera semana por tratamientos y repeticiones**

Tratamientos	REPETICIONES					Yi
	I	II	III	IV	V	Suma
T0	0.54	0.56	0.60	0.58	0.57	2.85
T1	0.52	0.52	0.51	0.52	0.52	2.59
T2	0.56	0.54	0.56	0.56	0.56	2.78

**Cuadro A-15. Cuadro de análisis de varianza en consumo de concentrado para la tercera semana por tratamientos y repeticiones**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	4607579,911 <sup>a</sup>	7	658225,702	3 233,990	,000
Tratamiento	7143,491	2	3571,745	17,549	,001
Error	1628,269	8	203,534		
Total	4609208,179	15			

**Cuadro A-16. Cuadro de doble entrada en consumo de concentrado para la tercera semana**

	(J)	(I) Tratamiento	Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2		50,9380 <sup>*</sup>	9,02294	,001	25,1555	76,7205
			3	11,4320	9,02294	,451	-14,3505	37,2145
	2	1		-50,9380 <sup>*</sup>	9,02294	,001	-76,7205	-25,1555
			3	-39,5060 <sup>*</sup>	9,02294	,006	-65,2885	-13,7235
	3	1		-11,4320	9,02294	,451	-37,2145	14,3505
			2	39,5060 <sup>*</sup>	9,02294	,006	13,7235	65,2885
DMS	1	2		50,9380 <sup>*</sup>	9,02294	,000	30,1311	71,7449
			3	11,4320	9,02294	,241	-9,3749	32,2389
	2	1		-50,9380 <sup>*</sup>	9,02294	,000	-71,7449	-30,1311
			3	-39,5060 <sup>*</sup>	9,02294	,002	-60,3129	-18,6991
	3	1		-11,4320	9,02294	,241	-32,2389	9,3749
			2	39,5060 <sup>*</sup>	9,02294	,002	18,6991	60,3129

**Cuadro A-17. Consumo de alimento para la cuarta semana en kilogramos por tratamiento y repetición**

Tratamientos	REPETICIONES					Yi
	I	II	III	IV	V	Suma
T0	0.70	0.70	0.70	0.73	0.73	3.56
T1	0.66	0.69	0.70	0.68	0.70	3.43
T2	0.96	0.77	0.88	0.77	0.62	4.00

**Cuadro A-18. Análisis de varianza en consumo de concentrado para la cuarta semana por tratamientos y repeticiones**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	8145325,140 <sup>a</sup>	7	1163617,877	171,800	,000
Tratamiento	36784,200	2	18392,100	2,715	,126
Error Total	54184,857	8	6773,107		

**Cuadro A-19. Cuadro de doble entrada en consumo de concentrado para la cuarta semana**

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2	29,1380	52,05039	,844	-119,5931	177,8691
		3	-87,4040	52,05039	,270	-236,1351	61,3271
	2	1	-29,1380	52,05039	,844	-177,8691	119,5931
		3	-116,5420	52,05039	,124	-265,2731	32,1891
	3	1	87,4040	52,05039	,270	-61,3271	236,1351
		2	116,5420	52,05039	,124	-32,1891	265,2731
DMS	1	2	29,1380	52,05039	,591	-90,8904	149,1664
		3	-87,4040	52,05039	,132	-207,4324	32,6244
	2	1	-29,1380	52,05039	,591	-149,1664	90,8904
		3	-116,5420	52,05039	,056	-236,5704	3,4864
	3	1	87,4040	52,05039	,132	-32,6244	207,4324
		2	116,5420	52,05039	,056	-3,4864	236,5704

**Cuadro A-20. Consumo de alimento para la quinta semana en kilogramos por tratamiento y repetición**

Tratamientos	REPETICIONES					Yi
	I	II	III	IV	V	Suma
T0	0.87	0.89	0.91	0.94	0.91	4.52
T1	0.88	0.86	0.90	0.89	0.88	4.41
T2	0.89	0.83	0.80	0.83	0.84	4.19

**Cuadro A-21. Análisis de varianza en consumo de concentrado para la quinta semana por tratamientos y repeticiones**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	11556611,925 <sup>a</sup>	7	1650944,561	2 057,287	,000
Tratamiento	11356,367	2	5678,183	7,076	,017
Error	6419,890	8	802,486		
Total	11563031,815	15			

**Cuadro A-22. Cuadro de doble entrada en consumo de concentrado para la quinta semana**

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2	19,3980	17,91632	,550	-31,7969	70,5929
		3	65,5980 <sup>*</sup>	17,91632	,016	14,4031	116,7929
	2	1	-19,3980	17,91632	,550	-70,5929	31,7969
		3	46,2000	17,91632	,075	-4,9949	97,3949
	3	1	-65,5980 <sup>*</sup>	17,91632	,016	-116,7929	-14,4031
		2	-46,2000	17,91632	,075	-97,3949	4,9949
DMS	1	2	19,3980	17,91632	,310	-21,9171	60,7131
		3	65,5980 <sup>*</sup>	17,91632	,006	24,2829	106,9131
	2	1	-19,3980	17,91632	,310	-60,7131	21,9171
		3	46,2000 <sup>*</sup>	17,91632	,033	4,8849	87,5151
	3	1	-65,5980 <sup>*</sup>	17,91632	,006	-106,9131	-24,2829
		2	-46,2000 <sup>*</sup>	17,91632	,033	-87,5151	-4,8849

**Cuadro A-23. Consumo de alimento para la sexta semana en kilogramos por tratamiento y repetición**

Tratamientos	REPETICIONES					Yi
	I	II	III	IV	V	Suma
T0	1.13	1.13	1.13	1.13	0.94	5.46
T1	1.08	1.68	1.13	1.40	1.13	6.42
T2	1.13	1.08	1.08	1.07	1.08	5.44

**Cuadro A-24. Análisis de varianza en consumo de concentrado para la sexta semana por tratamientos y repeticiones**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	20278554,301 <sup>a</sup>	7	2896936,329	129,521	,000
Tratamiento	109287,471	4	27321,868	1,222	,374
Error	178932,690	8	22366,586		
Total	20457486,991	15			

**Cuadro A-25. Cuadro de doble entrada en consumo de concentrado para la sexta semana**

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2	-194,6840	94,58665	,160	-464,9601	75,5921
		3	4,2060	94,58665	,999	-266,0701	274,4821
	2	1	194,6840	94,58665	,160	-75,5921	464,9601
		3	198,8900	94,58665	,151	-71,3861	469,1661
	3	1	-4,2060	94,58665	,999	-274,4821	266,0701
		2	-198,8900	94,58665	,151	-469,1661	71,3861
DMS	1	2	-194,6840	94,58665	,074	-412,8012	23,4332
		3	4,2060	94,58665	,966	-213,9112	222,3232
	2	1	194,6840	94,58665	,074	-23,4332	412,8012
		3	198,8900	94,58665	,069	-19,2272	417,0072
	3	1	194,6840	94,58665	,074	-23,4332	412,8012
		2	198,8900	94,58665	,069	-19,2272	417,0072

**Cuadro A-26. Peso en kilogramos de ganancia de peso para la tercera semana por tratamientos y repeticiones**

Tratamientos	REPETICIONES					Yi
	I	II	III	IV	V	Suma
T0	0.97	0.93	0.93	0.96	0.93	4.72
T1	0.92	0.86	0.79	0.89	0.93	4.93
T2	0.73	0.80	0.71	0.77	0.75	3.76

**Cuadro A-27. Análisis de varianza en ganancia de peso para la tercera semana**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	13804820,562 <sup>a</sup>	8	1725602,570	281,453	,000
Tratamiento	147698,067	2	73849,033	12,045	,002
Error	61310,438	10	6131,044		
Total	13866131,000	18			

**Cuadro A-28. Cuadro de doble entrada en ganancia de peso para la tercera semana**

	(J)	(I) Tratamiento	Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2		76,0833	45,20709	,259	-47,8427	200,0093
			3	208,5000 <sup>+</sup>	45,20709	,003	84,5740	332,4260
	2	1		-76,0833	45,20709	,259	-200,0093	47,8427
			3	132,4167 <sup>+</sup>	45,20709	,037	8,4907	256,3427
	3	1		-208,5000 <sup>+</sup>	45,20709	,003	-332,4260	-84,5740
			2	-132,4167 <sup>+</sup>	45,20709	,037	-256,3427	-8,4907
DMS	1	2		76,0833	45,20709	,123	-24,6443	176,8110
			3	208,5000 <sup>+</sup>	45,20709	,001	107,7723	309,2277
	2	1		-76,0833	45,20709	,123	-176,8110	24,6443
			3	132,4167 <sup>+</sup>	45,20709	,015	31,6890	233,1443
	3	1		-208,5000 <sup>+</sup>	45,20709	,001	-309,2277	-107,7723
			2	-132,4167 <sup>+</sup>	45,20709	,015	-233,1443	-31,6890

**CuadroA-29. Peso en kilogramos para la cuarta semana por tratamientos y repeticiones**

Tratamientos	REPETICIONES					Yi
	I	II	III	IV	V	Suma
T0	1.22	1.66	1.72	1.79	1.67	8.06
T1	1.18	1.16	1.05	1.01	1.02	5.42
T2	0.96	0.96	0.93	0.98	0.89	4.72

**Cuadro A-30. Análisis de varianza en ganancia de peso para la cuarta semana por tratamientos y repeticiones**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	30430930,527 <sup>a</sup>	8	3803866,316	233,161	,000
Tratamiento	2815464,842	2	1407732,421	86,288	,000
Error	163143,423	10	16314,342		
Total	30594073,950	18			

**Cuadro A-31. Cuadro de doble entrada en ganancia de peso para la cuarta semana por tratamientos y repeticiones**

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2	785,0417 <sup>*</sup>	73,74357	,000	582,8888	987,1946
		3	898,6600 <sup>*</sup>	73,74357	,000	696,5071	1 100,8129
	2	1	-785,0417 <sup>*</sup>	73,74357	,000	-987,1946	-582,8888
		3	113,6183	73,74357	,314	-88,5346	315,7712
	3	1	-898,6600 <sup>*</sup>	73,74357	,000	-1 100,8129	-696,5071
		2	-113,6183	73,74357	,314	-315,7712	88,5346
DMS	1	2	785,0417 <sup>*</sup>	73,74357	,000	620,7308	949,3526
		3	898,6600 <sup>*</sup>	73,74357	,000	734,3491	1 062,9709
	2	1	-785,0417 <sup>*</sup>	73,74357	,000	-949,3526	-620,7308
		3	113,6183	73,74357	,154	-50,6926	277,9292
	3	1	-898,6600 <sup>*</sup>	73,74357	,000	-1 062,9709	-734,3491
		2	-113,6183	73,74357	,154	-277,9292	50,6926

**Cuadro A-32. Peso en kilogramos para la quinta semana por tratamientos y repeticiones**

Tratamientos	REPETICIONES					Yi
	I	II	III	IV	V	Suma
T0	1.81	2.06	2.21	2.27	2.00	10.35
T1	1.42	1.49	1.36	1.05	1.07	6.39
T2	1.06	1.16	1.07	1.07	0.99	5.35

**Cuadro A-33. Análisis de varianza en ganancia de peso para la quinta semana por tratamientos y repeticiones**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	41504247,754 <sup>a</sup>	7	5929178,251	127,261	,000
Tratamiento	5413550,858	2	2706775,429	58,097	,000
Error	372726,433	8	46590,804		
Total	41876974,188	15			

**Cuadro A-34. Cuadro de doble entrada en ganancia de peso para la quinta semana por tratamientos y repeticiones**

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2	1 123,6500 <sup>+</sup>	136,51491	,000	733,5662	1 513,7338
		3	1 384,7000 <sup>+</sup>	136,51491	,000	994,6162	1 774,7838
	2	1	-1 123,6500 <sup>+</sup>	136,51491	,000	-1 513,7338	-733,5662
		3	261,0500	136,51491	,197	-129,0338	651,1338
	3	1	-1 384,7000 <sup>+</sup>	136,51491	,000	-1 774,7838	-994,6162
		2	-261,0500	136,51491	,197	-651,1338	129,0338
DMS	1	2	1 123,6500 <sup>+</sup>	136,51491	,000	808,8460	1 438,4540
		3	1 384,7000 <sup>+</sup>	136,51491	,000	1 069,8960	1 699,5040
	2	1	-1 123,6500 <sup>+</sup>	136,51491	,000	-1 438,4540	-808,8460
		3	261,0500	136,51491	,092	-53,7540	575,8540
	3	1	-1 384,7000 <sup>+</sup>	136,51491	,000	-1 699,5040	-1 069,8960
		2	-261,0500	136,51491	,092	-575,8540	53,7540

**Cuadro A-35. Peso en kilogramos para la sexta semana por tratamiento y repeticiones**

Tratamientos	REPETICIONES					Yi
	I	II	III	IV	V	Suma
T0	2.32	2.50	2.65	2.93	2.55	12.95
T1	1.67	1.28	1.99	1.78	1.99	8.71
T2	1.62	1.69	1.36	1.50	1.50	7.67

**Cuadro A-36. Análisis de varianza en ganancia de peso para la sexta semana por tratamientos y repeticiones**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	53887050,868 <sup>a</sup>	3	17962350,289	227,067	,000
Tratamiento	53887050,868	3	17962350,289	227,067	,000
Error	949270,260	12	79105,855		
Total	54836321,128	15			

**Cuadro A-37. Cuadro de doble entrada en ganancia de peso para la sexta semana por tratamientos y repeticiones**

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2	1 157,7000 <sup>*</sup>	170,43908	,000	702,9918	1 612,4082
		3	527,5000 <sup>*</sup>	170,43908	,023	72,7918	982,2082
	2	1	-1 157,7000 <sup>*</sup>	170,43908	,000	-1 612,4082	-702,9918
		3	-630,2000 <sup>*</sup>	170,43908	,008	-1 084,9082	-175,4918
	3	1	-527,5000 <sup>*</sup>	170,43908	,023	-982,2082	-72,7918
		2	630,2000 <sup>*</sup>	170,43908	,008	175,4918	1 084,9082
DMS	1	2	1 157,7000 <sup>*</sup>	170,43908	,000	786,3451	1 529,0549
		3	527,5000 <sup>*</sup>	170,43908	,009	156,1451	898,8549
	2	1	-1 157,7000 <sup>*</sup>	170,43908	,000	-1 529,0549	-786,3451
		3	-630,2000 <sup>*</sup>	170,43908	,003	-1 001,5549	-258,8451
	3	1	-527,5000 <sup>*</sup>	170,43908	,009	-898,8549	-156,1451
		2	630,2000 <sup>*</sup>	170,43908	,003	258,8451	1 001,5549

**Cuadro A-38. Peso en canal, en kilogramos**

	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Repetición V
Concentrado Comercial (g)	2.00 kg	2.15 kg	2.34kg	2.57kg	2.20 kg
Concentrado artesanal + harina de lombriz	1.4 kg	1.58kg	1.74 g	1.50.kg	1.42kg
Concentrado artesanal + lombriz viva	1.34kg	1.35kg	1.30 kg	1.21kg	1.44kg

**Cuadro A-39. Porcentaje de rendimiento en canal**

Porcentaje de rendimiento en canal (%)					
	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Repetición IV
	I	II	III	IV	IV
Concentrado comercial	89.25	93.17	88.54	88.89	86.41
Concentrado Artesanal + harina de lombriz	85.53	78.26	71.50	84.60	71.43
Concentrado artesanal + lombriz viva	82.56	79.34	95.82	85.61	95.50
Canal incluye carne, vísceras comestibles, patas y cabeza.					

**Cuadro A-40. Análisis de Varianza del porcentaje de peso**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	53887050,868 <sup>a</sup>	3	17962350,289	227,067	,000
Tratamiento	53887050,868	3	17962350,289	227,067	,000
Error	949270,260	12	79105,855		
Total	54836321,128	15			

**Cuadro A-41. Cuadro de doble entrada del porcentaje de peso**

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	1	2	1 043,3920 <sup>*</sup>	177,88294	,000	568,8246	1 517,9594
		3	1 101,9500 <sup>*</sup>	177,88294	,000	627,3826	1 576,5174
	2	1	-1 043,3920 <sup>*</sup>	177,88294	,000	-1 517,9594	-568,8246
		3	58,5580	177,88294	,942	-416,0094	533,1254
	3	1	-1 101,9500 <sup>*</sup>	177,88294	,000	-1 576,5174	-627,3826
		2	-58,5580	177,88294	,942	-533,1254	416,0094
DMS	1	2	1 043,3920 <sup>*</sup>	177,88294	,000	655,8184	1 430,9656
		3	1 101,9500 <sup>*</sup>	177,88294	,000	714,3764	1 489,5236
	2	1	-1 043,3920 <sup>*</sup>	177,88294	,000	-1 430,9656	-655,8184
		3	58,5580	177,88294	,748	-329,0156	446,1316
	3	1	-1 101,9500 <sup>*</sup>	177,88294	,000	-1 489,5236	-714,3764
		2	-58,5580	177,88294	,748	-446,1316	329,0156

**Cuadro A-42. Conversión alimenticia durante las primeras 2 semanas**

Conversión alimenticia				
Semana	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Primera	1.00	0.99	1.00	1.07
Segunda	1.04	1.29	1.24	1.41

**Cuadro A-43. Conversión alimenticia del concentrado comercial por semana y repeticiones**

Semana	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Repetición V
Tercera	1.16	1.32	1.26	1.27	1.32
Cuarta	2.84	1.20	1.18	1.08	1.13
Quinta	2.05	2.19	2.27	1.99	2.95
Sexta	2.39	2.61	2.45	2.12	2.30

**Cuadro A-44. Conversión alimenticia del concentrado artesanal + harina de lombriz**

Concentrado artesanal + harina de lombriz					
Semana	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Repetición V
Tercera	1.72	1.59	1.95	1.49	1.40
Cuarta	2.74	2.30	2.68	5.52	4.22
Quinta	1.41	1.55	1.59	2.49	1.14
Sexta	1.78	14.08	1.66	2.03	1.14

**Cuadro A-45. Conversión alimenticia del concentrado artesanal + lombriz viva**

Concentrado artesanal + Lombriz viva					
Semana	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Repetición V
Tercera	1.87	1.82	2.05	2.09	1.94
Cuarta	2.66	3.92	3.16	3.14	4.40
Quinta	6.86	4.32	5.91	7.16	6.48
Sexta	1.87	9.09	1.18	1.59	1.09

**Cuadro A-46. Cuadro de precios de los insumos de la investigación en el mercado local**

	Concentrado artesanal+ harina de lombriz		Concentrado artesanal + lombriz viva		Concentrado comercial	
	Cantidad	Costo (\$)	Cantidad	Costo (\$)	Cantidad	Costo (\$)
<b>Pollo de un día de edad</b>	<b>30 pollos</b>	<b>22.50</b>	<b>30</b>	<b>22.50</b>	<b>30</b>	<b>22.50</b>
<b>Concentrado</b>	<b>80.28kg</b>	<b>23.55</b>	<b>84.97kg</b>	<b>30.47</b>	<b>121.13kg.</b>	<b>75.19</b>
<b>Profilaxis</b>						
Vacuna contra Newcastle	1 vial	1.50	1 vial	1.50	1 vial	1.50
Electrolitos y vitaminas	1 sobre	0.50	1 sobre	0.50	1 sobre	0.50
Enrofloxacina	1 sobre	1.00	1 sobre	1.00	1 sobre	1.00
Broncowell	1 sobre	1.33	1 sobre	1.33	1 sobre	1.33
Vitamina	1 sobre	0.50	1 sobre	0.50	1 sobre	0.50

hidrosoluble						
Promotor	1 bote	1.00	1 bote	1.00	1 bote	1.00
<b>Costo total de profilaxis</b>		<b>5.83</b>		<b>5.83</b>		<b>5.83</b>
<b>Mano de obra</b>		<b>30.00</b>		<b>30.00</b>		<b>30.00</b>
<b>Transporte</b>		<b>9.00</b>		<b>9.00</b>		<b>9.00</b>
<b>Servicios: Agua, luz.</b>		<b>1.00</b>		<b>1.00</b>		<b>1.00</b>
<b>Total</b>		<b>91.88</b>		<b>98.80</b>		<b>143.52</b>





