

Evaluación teórica del uso de la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en dietas para pollos de engorde en Cundinamarca

Angie Lorena Ochoa Rodríguez

Universidad de Cundinamarca

Facultad de ciencias Agropecuarias

Programa de Zootecnia

Villa de San Diego Ubaté

2021

Evaluación teórica del uso de la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en dietas para pollos de engorde en Cundinamarca

Angie Lorena Ochoa Rodríguez

Trabajo de grado para optar el título de Zootecnista

Director

Edicson Mauricio Rincón Soledad

Zootecnista, MSc. PhD (c) Ciencia y tecnología de Alimentos

Universidad de Cundinamarca

Facultad de ciencias Agropecuarias

Programa de Zootecnia

Villa de San Diego Ubaté

2021

Preliminares de aceptación

Nota de aceptación

Firma de jurado

Firma de jurado

Agradecimientos

Le agradezco a DIOS quien siempre ha estado presente en mi vida, en mi logros y fracasos, quien nunca me ha abandonado en los momentos más difíciles de mi vida y quien me ha levantado cada vez más fuerte para hacerme una mujer que lucha por sus metas y sus sueños.

A mis padres Margarita y Franklin quienes con su amor incondicional y apoyo constante me han permitido cumplir uno de mis grandes sueños que es ser una profesional.

A mis hermanos Lina, Juan y Aldemar porque son mi ejemplo a seguir, porque han sido un apoyo incondicional para poder terminar mi carrera y porque son parte fundamental de mi vida y mi corazón.

A mi Director de tesis Edicson Mauricio Rincón quien me ha guiado desde el primer instante, acompañándome y apoyándome para que se lleve a cabo este trabajo de grado con el mejor de los éxitos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Margarita Rodríguez y Franklin Ochoa quienes han sido los mejores padres, quienes han estado para mí en todo momento, quienes con su sacrificio, lagrimas, amor y respeto han logrado que yo sea la mujer que soy hoy en día, que no se rinde por difíciles que sean las pruebas y los momentos, porque ustedes dos me han dado su mano para levantarme en las caídas más difíciles, quienes me han enseñado que en la vida siempre se debe mirar hacia adelante con convicción y fortaleza. Gracias padres míos por darme la vida y porque sé que siempre poder contar con ustedes, los amare siempre.

Contenido

Resumen	25
Abstract.....	27
Introducción.....	28
Objetivos.....	30
Objetivo General.....	30
Objetivos Específicos	30
Marco Teórico	31
Aspectos generales de la lombriz roja californiana	31
El sistema digestivo.....	32
Ciclo de vida.....	32
Condiciones ambientales para su desarrollo	33
Alimentación de la lombriz roja.....	33
Proceso para la elaboración de harina de lombriz	33
Lavado.....	34
Sacrificio	34
Lavado desinfectante.....	34
Lavado agua pura	35
Harina de lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	35
La avicultura	36
Características del pollo de engorde.....	38
Necesidades del pollo de engorde	38
Necesidades nutricionales de los pollos de engorde.....	39
Los nutrientes	39
El agua.....	39
Proteínas	40
Carbohidratos	40
Lípidos.....	40
Minerales.....	41

Vitaminas	41
Diseño Metodológico	42
Diseño estadístico	45
Análisis de resultados	46
1. <i>Detallar los diferentes procesos que son llevados a cabo para la obtención de la harina de lombriz.</i>	46
Actividad 1.1 Observación de los diferentes métodos para la obtención y uso de la harina de lombriz roja californiana en la dieta de pollos de engorde	46
Primer método	46
Segundo método	48
Tercer método	48
Cuarto método	49
Actividad 1.2. Identificación del método más efectivo, fácil y rápido para la obtención de la harina de lombriz	50
1.3 Análisis bromatológicos de la harina de lombriz roja californiana	50
2. <i>Analizar los parámetros zootécnicos de los pollos de engorde que han sido alimentados usando harina de lombriz.</i>	52
Actividad 2.1 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde	52
Actividad 2. 2 Comparación de los parámetros zootécnicos que se han obtenido en los diferentes estudios donde se ha alimentado a pollos de engorde usando harina de lombriz roja californiana.	54
Utilización de humus de lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i> saligny, 1826) en la alimentación de gallinas ponedoras.....	54
Evaluación productiva de una dieta alternativa con fuentes locales: harina de hojas de botón de oro (<i>Tithonia Diversifolia</i>), harina de lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) y melado de caña como sustituta del concentrado comercial de pollo de engorde en modelos campesinos de la vereda servitá de Villavicencio	55
Lombriz roja californiana y azolla-anabaena como sustituto de la proteína convencional en dietas para pollos de engorde (primer ensayo)	57
Evaluación de la productividad de los pollos broilers con suplemento alimenticio a base de la lombriz roja californiana (<i>eisenia foétida</i>) en el cantón Vinces- Ecuador.	59
Lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i> (savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde lombriz roja californiana	

(<i>eisenia foetida</i> (savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde.....	61
Uso de harina de coqueta roja (<i>eisenia foetida</i>) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde”	62
Utilización de diferentes niveles de vermiharina como fuente de proteína en dietas, para cría y ceba de pollos broilers	64
3. <i>Contrastar los diferentes ensayos en los que se han usado harina de lombriz como alternativa de alimentación para pollos de engorde.</i>	66
Actividad 3.1. Cuadro comparativo de los estudios realizados con sus respectivos resultados y conclusiones.....	66
Conclusiones.....	70
Recomendaciones	71
Bibliografía.....	72
Anexos	82

Resumen

Esta investigación consistió en identificar los diferentes estudios, que se han llevado a cabo en Colombia y a nivel mundial en el uso de la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en la elaboración de dietas para pollos de engorde. Se estudió en primera medida la importancia que tiene la lombriz no solo como alternativa para la generación de humus sino también para suministrarla como alimento en dietas a los pollos de engorde, para lo cual se dio a conocer detalladamente los procesos que son realizados para la elaboración y obtención de harina de lombriz, cuyos procesos son llevados a cabo a través de una serie de pasos que consisten en el lavado, sacrificio, secado, molienda de las lombrices y posterior envasado del producto final (harina). Por otra parte fueron descritos los análisis bromatológicos obtenidos a través de diversos estudios, donde se resalta el estudio que consistió en elaboración de harina de lombriz y su evaluación como sustituto proteico de origen animal en dietas para aves comparado con un balanceado comercial teniendo como resultados; humedad 6,04 %, grasa 9,67 %, ceniza 9,3 %, fibra 0,15 % y proteína 61,53 % y en otro estudio fueron analizados en termino de g/100 gramos de proteína los siguientes aminoácidos obtenidos en la harina de lombriz como lo fueron; alanina 4,36% ácido aspártico 8,34 %, cistina 1.51%, ácido glutámico 11.01%, glicina 4.42 %, histidina 2.87 %, isoleucina 3.67%, leucina 6.02%, lisina 5.21%, metionina 1.47%, fenilalanina 1.26%, serina 3.52%, treonina 3.66%, tirosina 0.56% y valina 4.48%. Por último, fueron descritos los requerimientos nutricionales que necesitan los pollos de engorde en sus diferentes etapas de producción. Concluyendo finalmente que el uso de la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en los estudios investigados no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) significativa en comparación con el concentrado comercial, ya que se demuestra que los mejores parámetros zootécnicos obtenidos como conversión alimenticia, rendimiento en canal, mortalidad, peso corporal y consumo de alimento lo obtuvieron los animales alimentados con concentrado comercial, que los alimentados con harina de lombriz roja californiana y lombricompuesto. Sin embargo se resalta de uno de ellos que las mayores ganancias de peso en la etapa total de producción de los pollos broilers las obtuvieron los tratamientos vermiharina 7.5%, con el fin de obtener ganancias de peso y bajos costos destacando así la

importancia que tiene esta harina al poseer un contenido de aminoácidos esenciales los cuales son importantes en la dieta de los animales y que es necesario incluirlos en la dieta para cubrir sus necesidades metabólicas.

Palabras claves: Dieta, Bromatológico, Harina, Sacrificio, Humus, Requerimientos.

Abstract

This research consisted of identifying the different studies that have been carried out in Colombia and worldwide on the use of Californian red worm meal (*Eisenia foetida*), in the preparation of diets for broilers. The importance of the earthworm not only as an alternative for the generation of humus but also to supply it as food in diets to broilers was first studied. For which the processes that are carried out for the elaboration and obtaining of earthworm flour were disclosed in detail, whose processes are carried out through a series of steps that consist of washing, slaughter, drying, grinding of the worms and subsequent packaging of the final product (flour). On the other hand, the bromatological analyzes obtained through various studies were described, where the study that consisted in the elaboration of earthworm flour and its evaluation as a protein substitute of animal origin in poultry diets compared with a commercial balance is highlighted, having as results; moisture 6.04%, fat 9.67%, ash 9.3%, fiber 0.15% and protein 61.53% and in another study the following amino acids obtained in the worm meal as they were; Alanine 4.36% Aspartic Acid 8.34%, Cystine 1.51%, Glutamic Acid 11.01%, Glycine 4.42%, Histidine 2.87%, Isoleucine 3.67%, Leucine 6.02%, Lysine 5.21%, Methionine 1.47%, Phenylalanine 1.26%, Serine 3.52%, threonine 3.66%, tyrosine 0.56% and valine 4.48%. Finally, the nutritional requirements that broilers need in their different stages of production were described. Finally concluding that the use of Californian red worm meal (*Eisenia foetida*) in the studies investigated did not show significant differences ($P > 0.05$) compared to the commercial concentrate, since it is shown that the best zootechnical parameters obtained as feed conversion, carcass yield, mortality, body weight and feed consumption were obtained by the animals fed with commercial concentrate, than those fed with Californian red worm meal and earthworm. of weight in the total production stage of the broiler chickens were obtained by the 7.5% vermin flour treatments, in order to obtain weight gains and low costs, thus highlighting the importance of this flour as it has a content of essential amino acids which are important in the diet of animals and that it is necessary to include them in the diet to cover their metabolic needs.

Keywords: Diet, Bromatological, Flour, Sacrifice, Humus, Requirement

Introducción

Mucho se ha escrito sobre las lombrices, su comportamiento y sus aplicaciones. Entre las aplicaciones más utilizadas se encuentra la lombricultura, la cual es una biotecnología que se inició en Estados Unidos, se extendió a Europa y finalmente al resto del mundo. Esta sencilla práctica aplica normas y técnicas de producción a través de la utilización de las lombrices rojas californianas con el fin de que ellas reciclen residuos orgánicos biodegradables y fruto de su ingestión, estas lombrices efectúan deyecciones convertidas en el fertilizante orgánico más importante en el mundo actual conocido como humus (Muñoz, Ospino, Rosado, Toncel y Varela, 2019)

Hoy en día la fácil manipulación de la lombriz ha permitido aprovecharla no solo para la generación de humus sino que también para diferentes propósitos ya que diferentes estudios han demostrado que la utilización de esta especie como harina de lombriz es una fuente proteica que se puede utilizar en la alimentación para animales en especial para pollos de engorde gracias a su alto porcentaje de contenido proteico (Escobar, 2013).

Por otro lado en el mundo actual la avicultura ha venido incrementado su desarrollo, logrando que el pollo de engorde tenga un crecimiento más rápido. Esto se debe a la eficiencia en el mejoramiento genético y a que su desarrollo óseo y muscular se encuentra en equilibrio con la sanidad, la nutrición y sobre todo la alimentación permitiendo que el desarrollo productivo del animal sea más eficiente (Avicultura, s.f)

Es por eso que el alimento es el componente más importante en una producción de pollos de engorde y los costos del concentrado representa entre el 75 y 80 % de la participación de los costos totales, donde es necesario formular raciones para respaldar un rendimiento óptimo en cuanto al balance de energía, proteína, aminoácidos, vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales (DANE, 2015).

Según el Instituto colombiano agropecuario ICA (2015) la industria avícola colombiana cría pollos de engorde a través de alimentos balanceados completos los cuales buscan una efectiva actividad metabólica de los animales permitiendo que estos cumplan con su finalidad productiva. Las mezclas que componen los alimentos concentrados son a base de materias primas como los cereales, especialmente el maíz y sorgo los cuales proporcionan energía, mientras que la harina de soya y menos frecuentemente harinas de subproductos de origen animal se integran por su aporte de proteínas y aminoácidos; de igual modo, se pueden incluir premezclas de vitaminas y minerales. Estas materias primas no solo permiten que el animal se nutra sino que además aseguran un balance ideal de nutrientes, permiten controlar particularidades importantes de la presentación de las raciones, tales como color, textura, tamaño de partícula y olor y en especial buscando cubrir los requerimientos a menor costo posible.

Es por eso que a través de este estudio se quiere dar a conocer la importancia de la utilización de materias primas no convencionales como lo es la harina de lombriz roja californiana en el uso en dietas para a pollos de engorde, respaldar si efectivamente se logra un balance adecuado, de tal manera que permita suplir los requerimiento nutricionales de los pollos y así mismo evaluar si se logra obtener un mayor rendimiento tanto en talla y peso comparado con el concentrado comercial que se les suministra normalmente, así como también que su valor económico, sea mucho más favorable para los pequeños productores del departamento de Cundinamarca en especial los productores del municipio del valle de Ubaté al obtener un alimento a menor costo.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar teóricamente el uso de harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en dietas para pollos de engorde en Cundinamarca.

Objetivos Específicos

Detallar los diferentes procesos que son llevados a cabo para la obtención de la harina de lombriz.

Analizar los parámetros zootécnicos de los pollos de engorde, que han sido alimentados usando harina de lombriz.

Contrastar los diferentes ensayos en los que se han usado harina de lombriz como alternativa de alimentación para pollos de engorde.

Marco Teórico

Según (Pineda, 2007 en Muñoz, 2015), la lombriz empezó su evolución hace 700 millones de años y alcanzó su forma actual hace 500 millones de años.

La reina Cleopatra en Egipto le confirió la categoría de animal sagrado y a quien intentara sacarlas de este territorio se le castigaba con la pena de muerte. Entre tanto las tribus africanas hacían elección de un territorio determinado para labrar la tierra teniendo en cuenta la población de lombrices, donde la cantidad de ejemplares era calculada a través de los diminutos montículos de tierra que se encontraban en el suelo los cuales ellos mismas los formaban (Barbado, 2004 en Muñoz, 2015).

En el siglo XVIII a comienzos de la era industrial y en conjunto con la migración de la población rural a las ciudades se fue perdiendo la tradición del reciclado de los residuos orgánicos que generaban las lombrices (Barbado, 2004 en Muñoz, 2015). Sin embargo en la actualidad la lombricultura es una biotecnología en la cual se utiliza a la lombriz como herramienta de trabajo ya que esta recicla todo tipo de materia orgánica, obteniendo como resultado humus. En donde el humus resulta ser la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de la lombriz en donde esta excreta 60% para el abono orgánico y el 40% son asimilados y se convierten en biomasa de lombriz. Es por eso que a través del desarrollo de la lombricultura se han generado soluciones en la acumulación de materia orgánica produciendo abono de alta calidad (Ángel, 2014 en Briceño y Pérez, 2017).

Aspectos generales de la lombriz roja californiana

Dentro de las especies utilizadas para la lombricultura se encuentra la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) se le conoce de esa manera ya que fue en el estado de E.E.U.U (california) donde fueron descubiertas sus propiedades e instalados los primeros criaderos (Bollo, 1999 en Córdoba, 2019).

Dentro de sus características fenotípicas se encuentran que es un anélido hermafrodita, su color es rojo oscuro, posee una serie de anillos bien diferenciados que le permite arrastrarse para avanzar. En su madurez sexual aparece el clitelio (engrosamiento del cuerpo del anélido) se encuentra un poco céntrico y se desarrolla durante la época de reproducción, el clitelio es plano, de color más claro que el resto del cuerpo y la boca se encuentra en el segmento más corto con respecto al clitelio. Esta lombriz mide aproximadamente de 8 a 10 cm de largo, con un diámetro de 3 a 5 cm (Premacultura, 2008 en Briceño y Pérez, 2017).

La respiración la lleva a cabo a través de su piel, no tiene dientes, su cuerpo está dividido por metameros (segmentos cilíndricos o anillos), no soporta la luz solar y si esta se expone 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 en Muñoz, 2015).

El sistema digestivo

Se encuentra compuesto varias estructuras en primer lugar se encuentra la boca la cual se encuentra situada debajo del promostomio que es la primera porción del cuerpo del animal y su función es chupar el alimento. Continúa con la faringe y el esófago, la faringe presenta glándulas que le permiten lubricar el alimento y el esófago donde este desemboca en el buche que es allí donde se almacena el alimento, continua la molleja donde el alimento es triturado, la molleja presenta glándulas calcíferas las cuales son las encargadas de neutralizar la acidez de la materia vegetal, el intestino que consta de células secretoras y absorbentes se extiende desde la molleja por toda la longitud del cuerpo y desemboca en el ano (Mendoza, 2008 en Muñoz, 2015).

Ciclo de vida

La lombriz roja californiana madura sexualmente a los dos meses de vida y esto se ve reflejado por la aparición del clitelio, el acoplamiento de dos lombrices se efectúa con no menos de 7 días entre uno y el otro, donde se obtienen entre 1 o 2 capullos por cada lombriz, después de llevado a cabo el acoplamiento a los 14-21 días de incubación se genera la

eclosión del capullo donde nacen entre 2 a 9 lombricillas las cuales son de color rosado pálido translucido con condiciones de moverse y nutrirse de inmediato alcanzando su madurez sexual entre 45 a 90 días. (Díaz, 2002 en Muñoz, 2015).

Condiciones ambientales para su desarrollo

Dentro de las condiciones para el correcto y adecuado desarrollo y maduración de la lombriz se encuentra que debe estar en un ambiente que le ofrezca una humedad de 80%, la humedad resulta siendo de suma importancia ya que a través de esta se evita la aparición de plagas y en cuanto a la temperatura esta debe oscilar entre 12 y 15° C. Por otro lado se encuentra el Ph esté se encuentra determinado por la humedad y la temperatura; la lombriz acepta de 5 a 8.4; siendo el ideal de 7 (neutro). (Buxade, 2001 en Muñoz, 2015). El riego se debe llevar a cabo de diferentes formas; por goteo 3 horas cada dos días, por aspersión 2 horas cada 3 días y con manguera 1 riego por semana (Díaz 2002 en Muñoz 2015). Además la aireación se logra con el volteo de los sustratos cada 7 días. (Somarriba, 2004)

Alimentación de la lombriz roja

La lombriz al ser un animal omnívoro se alimenta de materia orgánica parcial o totalmente descompuesta, en la preparación de las camas de crianzas son rellenas de las siguientes capas; la primera se debe colocar con un grosor de 5 a 7 centímetros de pasto seco, la segunda capa de tierra negra espolvoreada a lo largo de la cama con grosor de 5 cm., posteriormente la tercera capa se ubica el pie de cría de lombriz roja californiana a lo largo de la cama y finalmente se coloca la capa de desperdicios orgánicos sobre la capa de lombrices, estos deben estar triturados para degradarse con más velocidad. (Somarriba, 2004)

Proceso para la elaboración de harina de lombriz

Pineda, 2007 citado de Muñoz, 2015 afirma que antes de generar la captura de las lombrices en primera medida se debe retrasar el alimento por lo menos cuatro días, para después brindar el alimento en forma gradual en espera de que las lombrices suban a la superficie y es entonces

cuando se cosecha una capa de 7 a 9 cm ya que allí estarán el 90 % de las lombrices. Las muestras de lombrices generalmente se deben encontrar en estado adulto (3 meses), con una longitud y peso promedio de 8,5 cm y 0,45 gramos, hay que tener presente que para obtener un kilo de lombriz roja californiana se debe utilizar de 3.500 a 4.000 lombrices en estado adulto.

Lavado

Es aquel proceso donde se eliminan todas aquellas bacterias que se encuentra en el interior y exterior de las lombrices. Se debe partir por realizar una purga del tubo digestivo de la lombriz, y para esto se necesita realizar tres pasos fundamentales para que la lombriz se considere apta para el proceso: sacrificio, lavado desinfectante y lavado con agua pura, estas etapas serán explicadas posteriormente, redactando sus requerimientos, equipos y materiales necesarios para su limpieza (Oviedo y Figueroa, 2014).

Sacrificio

Se debe mezclar en un recipiente solución salina que contenga de 100 a 150 gramos de sal por cada litro de agua, luego de esto se deben sumergir lombrices por 30 minutos. Realizado esto provocara que las lombrices empiecen a tener movimientos violentos generando a su vez el purgado del tubo digestivo. Una vez se limpien, la forma de darse cuenta que los resultados son efectivos será cuando el agua empiece a tomar un color verdoso (Oviedo y Figueroa, 2014).

Lavado desinfectante

Es casi el mismo procedimiento que el anterior pero se cambia la sal por ácido peracético, un agente antibacteriano-desinfectante, que no altera la carne de la lombriz y ayudará a desinfectar el agua y en el caso de que hubiera alguna bacteria en la cantidad de lombrices que se está procesando. La solución consistirá en una cantidad de 10 ml por litro de agua y luego de terminar esta etapa colamos las lombrices del agua para pasar a la siguiente etapa (Oviedo y Figueroa, 2014).

Lavado agua pura

Esta sería la última etapa del proceso de lavado que consiste en quitar con agua pura cualquier residuo que podría haber quedado en las etapas anteriores asegurándose que el agua salga totalmente limpia en esta última etapa ya que el producto final que saldrá de esta línea de producción será un producto comestible (Oviedo y Figueroa, 2014).

Harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

La harina de lombriz es un extracto seco de proteína, obtenido a partir de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Es un producto natural con apariencia de polvo color café, con olor y sabor agradables, no contiene antioxidantes, conservantes, estabilizantes, saborizantes, colorantes, productos químicos, ni cualquier otro elemento extraño fuera de la fuente animal original del producto (Barcena, 2008 en Argueta, 2013). La harina no es usada como alimento directo, es utilizada como un complemento para incorporarse en dietas o concentrados en pequeñas cantidades mediante la presentación de harina en donde se debe llevar a cabo un proceso de secado (mediante el liofilizado y secado en estufa) y su posterior molienda (Vielma, Carrero y Medina, 2007)

La harina de origen animal, específicamente la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), es una posible alternativa a utilizar dentro de las materias primas para la alimentación de pollos que de engorde ya que, posee alrededor de un 12,3% de proteína en su carne con un 82% de humedad. Pero cuando ésta se presenta como harina, con solo un 11 a 12% de humedad, aumenta significativamente la proporción de proteína por kilo producido, sobrepasando el 60% y algunos autores afirman que puede llegar hasta el 80% de proteína. Como también se destaca que la calidad de la proteína procedente de la lombriz, ésta posee todos los aminoácidos esenciales como lo son alanina, ácido aspártico, cistina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, serina, treonina, tirosina y valina (Vielma-Rondón, 2003), y donde resalta su contenido de lisina, un aminoácido generalmente ausente en los alimentos proteicos básicos y está en un porcentaje significativo en la harina de lombriz (5,9%). Como también se resalta que para la producción

de las lombrices resulta ser a menor costo ya que estos anélidos basan su alimentación principalmente en materia orgánica, pudiendo aprovechar los desechos de la agricultura, eliminando las grandes extensiones de monocultivo dedicadas para la nutrición de animales de las empresas ganaderas (Gutiérrez, 2018).

La avicultura

Según Fenavi-Fonav, (2019) en el año 2019 la avicultura colombiana tuvo un crecimiento del 0,7% donde la producción de pollo y huevo tuvieron un incremento del 1,9 y 1,6 % respectivamente. Señalando que en su momento la población avícola era de aproximadamente 845 millones de aves, donde las cifras de consumo per cápita en el 2018 indican que este fue año histórico en el cual se llegó al consumo per cápita más alto en el caso del huevo 303 unidades y en el caso de pollo 35,5 kilos, con un máximo de inversiones por más de US\$57,7 millones y que se espera que en el año 2020 exista un incremento del 3% cuyo objetivo y reto principal es nutrir al país, se resalta que a que el departamento líder en Colombia en producción de pollo de engorde es Santander con 23,55% del total de población aviar, esta zona del país concentra la mayor cantidad de animales de estas especies y le siguen Cundinamarca (20,12%), Valle del Cauca (12,47%), Antioquia (7,61%) y Tolima (6,56%) que completan el top 5 de departamentos con mayor vocación aviar pues, sumados a Santander, albergan 70,31% de la población de estas especies.

En cuanto a Cundinamarca y de acuerdo a con datos de Fenavi hay registradas 1.031 granjas avícolas de las cuales 558 (54.1%) se dedican a la producción de pollo 402 (39%) a la postura y las restantes 71 (6.9%) a la reproducción. Los municipios con mayor número de granjas son: Fusagasugá, 164 (15.9%); Fómeque, 64 (6.2%); Arbeláez, 63 (6.1%); Guaduas, 58 (5.6%), y Ubaque, 50 (4.8%). Las granjas avícolas comerciales de Cundinamarca cuya ubicación se localizan en tres ejes, como primer lugar está en el suroccidente (Silvania, Fusagasugá y Arbeláez) el segundo en el suroriente (Fómeque, Caqueza, Quetame y Fosca) y el tercero en el occidente (Albán, Guayabal de Siquima y Sasaima). Al distribuir el PIB (Producto Interno Bruto) del departamento por municipios, se destaca que Fusagasugá origina más de \$75.000 millones anuales, le siguen Guaduas, Arbeláez, Fómeque y Silvania, que superan los \$20.000 millones cada uno. (Ávila, 2014).

Estos departamentos tanto a nivel Colombia y Cundinamarca tiene como ventajas para la producción avícola la posición geográfica y, a su vez, las condiciones climatológicas, que les permiten operar y desarrollar la actividad con mayor eficiencia que en otros lugares del país posicionándose en el mercado nacional (Agronegocios, 2019).

Para que un proceso productivo de pollos de engorde sea exitoso depende de varios factores como la nutrición, la salud, la genética y el manejo. Por lo anterior, todo se verá reflejado en una excelente producción y buenos rendimientos económicos, al permitir, que el animal exprese todo su potencial donde son influyentes en gran medida la genética y la alimentación.

Hay que tener en cuenta que si los pollos no están comiendo adecuadamente o están comiendo por encima de lo normal, es necesario establecer las causas de la situación para tomar las medidas correctivas que sean necesarias; de ahí la importancia de hacer un seguimiento diario y permanente al consumo, así como la verificación del abastecimiento y funcionamiento de los equipos, la temperatura y la composición del alimento, entre otras razones (Nilipour ,2012 citado de DANE, 2015).

El sector avícola ha adquirido un importante dinamismo en la producción de carne ya que la rapidez de su ciclo productivo y bajo costo unitario y la aceptación en el mercado ha incrementado su demanda, logrando de esta manera que trabajos de investigación en el área de la nutrición, donde se han implementado dietas a través de diferentes materias primas y con ello se ha logrado llevar a cabo la mejora en la conversión alimenticia y el incremento en los rendimientos. Antes de generar una investigación sobre el sistema de producción de pollos de engorde se deben conocer el proceso de crianza; que va desde su nacimiento hasta su sacrificio, durante este proceso se deben tener en cuenta; la alimentación, las instalaciones, la sanidad, y el manejo. En cada una de sus etapas es necesario tener registros, control y seguimiento de cada uno de los animales, para así obtener no solo los mejores rendimientos de los pollos sino también las ganancias económicas esperadas.

Características del pollo de engorde

Toda línea de pollo enfocada a la producción de carne, tiene que tener las siguientes características que le permitan obtener altos parámetros zootécnicos, dichas características son:

- Elevada supervivencia.
- Crecimiento rápido y uniforme.
- Excelente conversión de alimentos.
- Buen desarrollo corporal.
- Buen rendimiento en canal.
- Línea apta para engorde.
- Animales sanos.
- Facilidad para adquirirlos y el precio (Terranova, 2001 de Muñoz 2015).

Necesidades del pollo de engorde

Temperatura y humedad: El objetivo de temperatura para el mejor rendimiento del pollo productor de carne cambia durante el período de crecimiento, por lo general de aproximadamente 30°C (86°F) el Día 1, a aproximadamente 20°C (68°F) o menos al momento de enviarlos al mercado (asumiendo una humedad relativa ideal de 60 a 70%), dependiendo del tamaño de las aves y de otros factores. La temperatura que realmente siente el ave depende de la temperatura de bulbo seco y de la humedad relativa. Si ésta está fuera del rango ideal de 60 al 70%, se deberá ajustar la temperatura de la nave al nivel de los pollos. En todas las etapas, es necesario supervisar y registrar (“monitorear”) el comportamiento de las aves para asegurar que perciban las temperaturas adecuadas (Donald, 2009).

Ventilación: esta se debe establecer a una tasa de ventilación mínima desde el primer día de llegada de los pollitos, la ventilación asegurara el suministro de aire fresco y este debe ser con intervalos fuertes y regulares (Aviagen, 2009).

La ventilación: Es la única manera práctica de reducir la humedad cuando ésta es demasiado elevada, lo cual casi siempre representa problema en invierno y puede afectar la salud de las aves. Aun cuando no haga falta la ventilación para eliminar calor, se debe mantener cuando menos una tasa de ventilación mínima para prevenir problemas de cama húmeda y apelmazada, y de amoníaco en el ambiente. (Donald, 2009).

Espacio: Debe existir una adecuada densidad de las aves, disponibilidad de alimento, disponibilidad de agua, equipo que reduzca el espacio (Aviagen, 2009).

Limpieza y desinfección: debe existir una amplia y adecuada higiene de las instalaciones (dentro y fuera de las naves), control de plagas, mantenimiento, prácticas de limpieza y desinfección (Aviagen, 2009).

Necesidades nutricionales de los pollos de engorde

Los nutrientes

Son sustancias químicas que se encuentran en los alimentos los cuales son utilizados para el mantenimiento, crecimiento, salud y producción de los pollos. En las aves las necesidades de los nutrientes son complejas y varían de acuerdo a la raza, edad y sexo. Los alimentos son divididos en seis clasificaciones de acuerdo a su función y naturaleza química; estos son el agua, proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales (Damron y Garcia, s.f)

El agua

Es el nutriente más importante para los pollos ya que una deficiencia en el suministro adecuado del agua afectara más rápido el desarrollo del animal, es por eso que se debe mantener un adecuado suministro de agua limpia y fresca.

Por otra parte el agua tiene gran importancia en la ingestión y el metabolismo del ave ya que forma parte de 55 a 75 % de su cuerpo, suaviza el alimento en buche y lo prepara para ser molido en la molleja. Muchas reacciones químicas necesarias en el proceso de digestión y absorción de nutrientes son facilitadas o requieren del agua (Pilco, 2016).

Proteínas

Se encuentran constituidas por más de 23 compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno y sulfuro. Las propiedades de una molécula de proteína son determinadas por el número, tipo y secuencia de aminoácidos que lo componen. Para asegurar que los niveles de aminoácidos se cumplan se debe dar al ave una variedad de alimentos que son buena fuente de proteína y entre ellos se encuentran los de origen animal que son la principal fuente de proteínas para dietas de pollos de engorde como lo son la harina de pescado, carne, hueso y proteínas de plantas como la harina de soya y harina de gluten de maíz (Pilco, 2016).

Carbohidratos

Los carbohidratos componen la porción más grande en la dieta de las aves, se puede encontrar en grandes cantidades en las plantas y aparecen en forma de azúcares, almidones y celulosa. Entre tanto el almidón es la forma en la cual las plantas realizan el almacenamiento de su energía, haciendo que sea este el carbohidrato más importante el cual las aves puedan ingerir, esto se debe a que el pollo no tiene las enzimas requeridas para digerir la celulosa y otros carbohidratos complejos. Por otra parte existe una variedad de granos en especial el maíz el cual le brinda al ave fuente de carbohidratos (Pilco, 2016).

Lípidos

Para las aves los lípidos son fuente de energía los cuales contienen más del doble de energía que cualquier otro nutriente, esto hace que los lípidos sean incluidos dentro de las

formulación de dietas para los pollos en su etapa de iniciación y crecimiento, adicional a esto, los lípidos son ingredientes que permiten la absorción de las vitaminas A,D3, E y K y la absorción de ácidos grasos esenciales los cuales son los responsables de la integridad de la membrana, la síntesis de hormonas, la fertilidad y eclosión del pollito (Pilco, 2016)

Minerales

Se encuentran divididos en macro minerales (aquellos que son necesarios en grandes cantidades) y los micro minerales (los cuales son requeridos solo en pequeñas cantidades), a pesar de ser requeridos en pequeñas cantidades la falta o inadecuado suministrado en la dieta puede perjudicial la vida del ave. Los granos son deficientes en minerales, por lo cual en los alimentos para aves es necesario suplementar con calcio fosforo y sales necesarios en grandes cantidades y así mismo suplementar con micro minerales como el ferro, cobre, zinc, manganeso y yodo (Pilco, 2016).

Vitaminas

Son clasificadas como solubles en grasa donde se encuentran las A, D3, E y K o solubles en agua están la tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido fólico, biotina, ácido pantoteico, piridoxidina, vitamina B12 y colina. Estas vitaminas deben suministrarse en cantidades apropiadas con el fin de que los pollos puedan crecer y reproducirse. A pesar de que las vitaminas son abundantes y usadas en los ingredientes alimenticios se debe llevar a cabo una premezcla en las dietas con el fin de asegurar una adecuada fortificación (Pilco, 2016).

Diseño Metodológico

Esta monografía se llevara a cabo a través de una revisión bibliográfica exhaustiva por medio de la búsqueda de información de fuentes primarias y secundarias. Donde se dará a conocer en primera medida la importancia de la lombriz roja californiana, en segunda medida es la concerniente a la obtención de la harina de lombriz roja californiana y como tercera y última medida se hará un comparativo de la evaluación de los parámetros zootécnicos para el crecimiento de pollos de engorde alimentados con dietas a base de la lombriz roja californiana que se han obtenidos en los diferentes estudios realizados.

La lombricultura no es tan difundida en los productores a pesar de que es un negocio en expansión y a futuro será el medio más rápido y eficiente para para la recuperación de suelos en zonas rurales y los poco productores que la conocen la utilizan especialmente para la obtención de humus, mas no como una alternativa de alimentación animal como fuente de proteína.

Para la obtención de la harina de lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) se deberá seguir una serie de proceso que consiste en las etapas de lavado, secado y molienda de las lombrices y posteriormente el envasado del producto. Esta harina se caracteriza por un elevado contenido de proteínas, aminoácidos esenciales y ácidos grasos que la ubica como uno de los alimentos de mayor calidad, altamente nutritiva que encuentran en la naturaleza, lo cual permite su utilización como alternativa para producir carne de altísima calidad y a muy bajo costo. Todo esto se debe a que las lombrices se alimentan de desechos orgánicos, crecen a una alta velocidad y se multiplican rápidamente, estas características permiten y promueven que se haga uso la harina de lombriz como materia prima en la formulación de raciones para todos los tipos de animales y todas las edades.

La alimentación de los pollos de engorde puede llegar a cubrir del 60 al 80 % de los costos de producción, donde se es de gran importancia el control permanente en la entrega del alimento y el manejo de los pollos. Es por eso que se deben tener en cuenta las diferentes variables y factores que influyen en la alimentación, como: edad, sexo, clima, raza, salud, densidad de ocupación, tipo de instalación, ventilación del galpón, frecuencia de alimentación,

almacenamiento del alimento, manejo de comederos, limpieza de los silos, alimentación nocturna, preparación de las bandejas para los pollitos, entre otros.

Es por esta razón que a través de este estudio se quiere dar a conocer los estudios que se han llevado a cabo al implementar dietas para pollos a base de lombriz roja californiana y los resultados evaluativos de los parámetros zootécnicos que han obtenido los mismos.

Se pretende utilizar un periodo aproximado de dos (2) meses para llevar a cabo la realización del estudio donde se harán las siguientes actividades de acuerdo a los objetivos planteados.

Detallar los diferentes procesos que son llevados a cabo para la obtención de la harina de lombriz.

Actividad 1. Buscar a través de fuentes primarias y secundarias los diferentes métodos que se han hecho para obtener la harina de lombriz roja californiana

Actividad 2. Identificar el método más efectivo, fácil y rápido para la obtención de la harina de lombriz

Actividad 3. Comparar los análisis bromatológicos que se han hecho a la harina de lombriz a través de los diferentes estudios que se han llevado a cabo.

Analizar los parámetros zootécnicos de los pollos de engorde que han sido alimentados usando harina de lombriz.

Actividad 1. Buscar los requerimientos nutricionales del pollo de engorde

Actividad 2. Comparar los parámetros zootécnicos que se han obtenido en los diferentes estudios donde se ha alimentado a los pollos de engorde usando harina de lombriz roja californiana donde se ha evaluado:

- Ganancia de peso (GP)
- Crecimiento,
- Conversión alimenticia (CA)
- Eficiencia alimenticia (EA)

Contrastar los diferentes ensayos en los que se han usado harina de lombriz como alternativa de alimentación para pollos de engorde.

Actividad 1. Realizar un cuadro comparativo donde se evidencien los resultados de los estudios realizados con sus respectivas conclusiones.

Diseño estadístico

En los estudios realizados (anexo) se evidencia que los diseños estadísticos donde se implementa la harina de lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) como alternativa de alimentación para pollos de engorde se identifica que se aplicó el diseño estadístico o de bloques completamente al azar con niveles de significancia de 0,05-0,01 aplicando los sistemas computarizados infostat como también la prueba de rango múltiple de tukey ($P > 0.05\%$) en los que se han usado.

Análisis de resultados

1. *Detallar los diferentes procesos que son llevados a cabo para la obtención de la harina de lombriz.*

Actividad 1.1 Observación de los diferentes métodos para la obtención y uso de la harina de lombriz roja californiana en la dieta de pollos de engorde

Primer método

Para la obtención de harina de lombriz roja californiana se han utilizado diferentes métodos los cuales se describen a continuación.

Oviedo y Figueroa, 2014 afirman que para llevar a cabo el proceso para la obtención de harina de lombriz se hace necesario diseñar un procedimiento lógico donde se plantean diferentes etapas que se deben seguir para lograr el resultado final.

En la primera etapa se ejecuta el lavado de las lombrices con el objetivo de eliminar todas la bacterias que se encuentran en su interior y exterior, enseguida de esto se realiza el sacrificio, donde en un recipiente es diluida por cada litro de agua solución salina que contiene de 100 a 150 gramos y allí son sumergidas las lombrices por 30 minutos. A través de este proceso se induce al purgado y limpieza del sistema digestivo y a la vez al sacrificio de las lombrices donde finalmente este proceso se da por finalizado cuando el agua se torna de color verdoso.

Después de llevado a cabo el sacrificio, se realiza la desinfección de las lombrices para lo cual en un recipiente es mezclado por cada litro de agua 10 ml de ácido peracético que es un agente antibacteriano-desinfectante y el cual no va llegar a afectar ni alterar la carne de la lombriz. Terminada esta etapa las lombrices pasan a la etapa del lavado con agua pura cuyo

objetivo es quitar con agua pura cualquier residuo que podría haber quedado en las etapas anteriores donde se asegura que el agua salga totalmente limpia.

Después de llevado a cabo este proceso se llega a la etapa del secado en donde se reciben las lombrices lavadas, desinfectadas y después de haber pasado por un control de calidad (supervisión) y siendo aprobado, se procede a secarlas en un horno, en el cual se debe tener cuidado de no lastimar o dañar a las lombrices. En este proceso se deberá emplear una temperatura inferior a los 70 °C para una cantidad determinada con respecto a la capacidad del horno seleccionado, que corresponde a 60 kg/hrs, en el caso de elevar la temperatura se secarán más rápido produciendo la tostada de lombriz, lo que generará un sabor que no está dentro de los parámetros, si es inferior la lombriz traerá un porcentaje de humedad que no es necesario y que perjudicará a la etapa siguiente y al producto final. Por lo tanto la temperatura debe ir de la mano con el tiempo de secado del proceso

El tiempo óptimo de secado debe ser alrededor de 2 a 2 horas y media, junto con la temperatura ya indicada será un paso fundamental para evitar daños en la proteína de la lombriz. Con estos parámetros el proceso entrega una calidad, presencia, sabor y porcentaje de humedad adecuado para pasar a la próxima etapa. Finalmente el secado se suspende cuando la pasta formada se deja retirar con facilidad, siendo de un aspecto vidrioso, delicado y quebradizo, lo cual ocurre en el tiempo ya mencionado.

Finalmente se llega al proceso y etapa de molienda, proceso en el cual el producto después de enfriado es llevado al molidor, para ser triturado en partículas más pequeñas, otorgando un tamaño necesario para la mezcla del alimento con otros, y posterior comercialización. La molidora seleccionada consta de 3 o 4 placas que le darán el tamaño al grano dependiendo del uso.

Segundo método

De Gybes, Adriano, Vázquez, López, Jiménez (2013) llevaron a cabo un experimento para evaluar el efecto del método de secado sobre la composición nutricional de la harina de carne de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en donde después de 5 meses de cultivo recolectaron 12 kg de lombrices adultas donde se llevó a cabo una serie de procesos para la obtención de la harina, en primer lugar se realizó un prelavado con agua para eliminar el residuo de la composta y para eliminar el bolo alimenticio se colocaron las lombrices en agua por 24 horas con insuflación de aire donde posteriormente fueron sacrificadas mediante tratamiento térmico a una temperatura de 100 °C durante 1 min.

La carne de lombriz obtenida fue sometida al método de secado a través del horno, las lombrices se extendieron en charolas de aluminio a 0.5 cm de grosor y se introdujeron a un horno marca Felisa, modelo FE 291, a diferentes temperaturas (70, 80 y 90 °C) en tiempos de 6 y 9 h, según el diseño propuesto; para el secado solar se realizó el mismo procedimiento y se expusieron a la radiación solar al aire libre con tiempos de 6 y 9 h, registrándose una temperatura promedio de 45 °C. La biomasa fue procesada en un molino y colocada en frascos de vidrio color ámbar.

Tercer método

Las lombrices se acopiaron manualmente, se seleccionaron los ejemplares de mayor tamaño, las cuales se consideran lombrices adultas, Se recolecto una cantidad total de 25 kg de lombrices en fresco para lo cual fueron utilizadas zarandas de madera y se buscó que propias lombrices se precipitaran sobre éstas al entrar en contacto con la luz solar, posibilitando de esta forma ser recolectadas.

El primer lavado se realizó con el fin de retirar las partículas de materias extrañas, procedimiento que se realizó con abundante agua durante 15 a 20 minutos por cohorte de lombriz recolectada. Posteriormente, las lombrices se sometieron a un procedimiento de purgado con el fin de limpiar el intestino. Para esto se utilizó una mezcla de harina de trigo con agua en proporción de 1:2, la cual fue adicionada a un recipiente que contenía las

lombrices, dejando espacios de aire para evitar que las lombrices se asfixiaran. Esta operación tuvo una duración de 24 horas. Después del purgado, se procedió a un segundo lavado con agua abundante para despojar las partículas de la mezcla harina agua, operación que se realizó sobre una malla, para evitar que las lombrices escaparan. Las lombrices obtenidas se pesaron, con el fin de calcular el rendimiento de la harina final. Para el sacrificio de las lombrices, se preparó en un recipiente de boca ancha una solución salina con concentración de 10 a 15% y en él se las sumergió totalmente. La duración del proceso fue de aproximadamente 5 minutos, tiempo suficiente para que se presentara el shock osmótico.

Posterior a esto, se sometieron a un escaldado a temperatura que fluctuó entre 70 y 100°C con una duración de tres a cinco minutos con el fin de inactivar las enzimas deterioradoras. El tipo de secado aplicado fue el de liofilización, el cual consistió en una congelación previa a $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y un sometimiento a liofilización en un equipo Freezone L & W con bomba de vacío Labcomco Freezone 195, Missouri, USA. durante 48 horas. Las lombrices secas se pasaron a un proceso de molido en un molino IKA M-20s3, USA. Por último, la harina obtenida se pesó, lo cual permitió calcular el rendimiento en peso y se sometió a empaque en bolsas de polietileno (Help, González y Mora, 2017).

Cuarto método

En primer lugar fueron separadas las lombrices de su medio para lo cual se empleó una malla de alambre tejido, después fueron purgadas durante un día con un alimento basado en gelatina al 2.5 %, esta gelatina tiene una humedad similar a la del alimento. Transcurrido el tiempo de purgado, se sacaron las lombrices de la gelatina y se lavó con abundante agua. Enseguida de esto se sacrificaron los animales en una solución salina (dos cucharadas de sal en un litro de agua), Se introdujeron a las lombrices a una solución de cloruro de sodio al 5%, durante 15 minutos para desodorizar y matar. Finalmente se lavó con abundante agua para eliminar toda la sal y se escurrió por media hora a temperatura ambiente, Se colocaron en el liofilizador durante 3 días y posteriormente se aplicó el proceso de molienda (Pilco, 2006).

Actividad 1.2. Identificación del método más efectivo, fácil y rápido para la obtención de la harina de lombriz

El método más efectivo para la obtención de la harina de lombriz fue el método mencionado anteriormente llevado a cabo por Oviedo y Figueroa, 2014 que se titulaba; Diseño de línea de producción de alimento para animales utilizando Lombrices. Este se caracteriza por ser un método cuya la facilidad y manejo donde se llevan a cabo una serie de procesos de purgado, limpieza, sacrificio y secado permiten obtener la harina de lombriz con características organolépticas deseables y sobre todo una excelente calidad del producto. Esto se logra siempre y cuando se tengan en cuenta las etapas, la temperatura, el tiempo, los equipos y los materiales necesarios y adecuados para su elaboración.

1.3 Análisis bromatológicos de la harina de lombriz roja californiana

En una investigación realizada en la universidad de Uzuay en Ecuador por Ruilova y Martínez (2008) que consistió en la elaboración de harina de lombriz y su evaluación como sustituto proteico de origen animal en dietas para aves comparado con un balanceado comercial. Fue llevado a cabo el análisis bromatológico de la harina de lombriz expresados en gr /100 gr de materia seca donde se obtuvieron los siguientes resultados; humedad 6,04 %, grasa 9,67 %, ceniza 9,3 %, fibra 0,15 % y proteína 61,53 %. Los investigadores compararon este análisis con el reportado en la literatura y observaron que en especial el porcentaje de proteína varía según los resultados obtenidos, debido a que en la literatura el contenido de proteína de la harina de lombriz roja californiana contiene del 65%-75% concluyendo que cada vez más se llevan a cabo técnicas y métodos para la realización y evaluación de la harina de lombriz pero los resultados son diferentes debido a que influye en gran medida, el país, el sitio, clima donde se lleve a cabo su elaboración e investigación.

Este estudio se llevó a cabo por Batz en el año 2014 y él evaluó el efecto del uso de la harina de lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*) como fuente proteica en bloques nutricionales sobre el rendimiento productivo de conejos de engorde (*Oryctolagus cuniculus*). Donde a través del análisis bromatológico se detalla el contenido nutricional en base seca de la harina de lombriz coqueta roja, obteniendo los siguientes resultados; agua 11.66 %, materia seca 88.34 %, extracto etéreo 6.55%, Fibra cruda 0.61%, proteína cruda 67.16 %, cenizas 9.99%

Extracto libre de nitrógeno 11.70%, Calcio 0,46%, fósforo 0,21%, ED Mcal/kg 3.68%. Así mismo se analizó en términos de g/100 gramos de proteína los siguientes aminoácidos; alanina 4,36% ácido aspártico 8,34 %, cistina 1.51%, ácido glutámico 11.01%, glicina 4.42 %, histidina 2.87 %, isoleucina 3.67%, leucina 6.02%, lisina 5.21%, metionina 1.47%, fenilalanina 1.26%, serina 3.52%, treonina 3.66%, tirosina 0.56% y valina 4.48%. En lo cual concluye este autor que según la literatura el porcentaje de proteína varía de 65 % a 75 % en materia seca por lo que el análisis bromatológico para este estudio demuestra que está en el rango (67.16 %) de proteína y se resalta la importancia que tiene esta harina de lombriz se caracteriza al poseer un contenido de aminoácidos esenciales los cuales son importantes en la dieta de los animales ya que no son sintetizados en cantidades suficientes por ellos mismos por lo que se hace necesario incluirlos en la dieta para llenar sus necesidades metabólicas.

Díaz, Juárez, Maffei, Morón, Liber y Morales realizaron un trabajo de investigación en el año en el 2009 titulado “Alimentación de codornices de engorde (*Coturnix coturnix japonica*) a base de harina de lombriz en dos niveles proteicos” en el cual se determinó la composición y análisis de la harina de lombriz basados en las AOAC (1995) y se evaluó la energía metabolizable de esta harina a través de la utilización de los factores de Artwater (Sanoja, s.f), en este caso dichos factores lo que permiten es estimar la cantidad de energía en las dietas en forma indirecta. Y se lograron los siguientes datos del bromatológico de la harina de lombriz; materia seca 93,36 %, Cenizas 6,70%, Proteína cruda 71,84%, Extracto Etéreo 6,42%, Fibra Cruda 3,19%, Extracto libre de Nitrógeno 11,85%, Nutrientes Digestibles Totales 73,56%, Energía metabolizable Kcal/kg 3.656, 6. Concluyéndose que son excelentes las características que tiene la harina de lombriz en la alimentación animal y que a pesar de que las codornices tienen requerimientos proteicos elevados, aproximadamente 25 % (Santoma, 1989), gracias a este experimento que fue diseñado con la idea de demostrar que se les suministra niveles proteicos por debajo del requerimiento, el comportamiento de la codorniz con 19% (4% de harina de lombriz) fue satisfactorio y aceptable.

Belén, (2013) Evaluó el uso de la harina de lombriz como una alternativa saludable para la alimentación humana dando a conocer que la composición de la harina de lombriz, con un % significativo de proteínas de alto valor biológico, hace que este anélido aparezca como una de las posibles soluciones a los problemas nutricionales que tiene la humanidad ya que se

encuentra conformada por los siguientes componentes nutricionales; grasas y lípidos 6,56%, proteínas 70,00%, fibra 3,30 carbohidratos 17,60 %, cenizas 7,59, calcio 0,50 % y fosforo 0,90%. Dando a entender en este sentido, que la proteína de lombriz tiene la ventaja que se puede incorporar en pequeñas cantidades, de manera imperceptible, enriqueciendo los alimentos de consumo habitual bajo la forma de harina y que según la literatura esta contiene del 62 al 82% de proteína de excelente calidad y la totalidad de los aminoácidos superando a la harina de pescado y de soja.

En este trabajo titulado “Optimización en la elaboración de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente proteica en alimento para alevines de tilapia (*Oreochromis sp.*)” la normativa utilizada para la obtención de las características nutricionales fue bajo la metodología de la AOAC. El saber la composición química de la harina de lombriz brinda la información necesaria de lo que aporta la materia prima nutricionalmente para poder ser utilizada en la formulación de alimentos balanceados. Los resultados de la composición química de la harina de lombriz fueron expresados en base húmeda obteniéndose los siguientes resultados; Humedad 11.19 %, proteína bruta 51. 22 % grasa 8.30 %. Cenizas 14.27 % fibra cruda 5.87 %, carbohidratos solubles 9.15%. Al momento de formular un balanceado es necesario conocer su composición química. Los datos del análisis proximal de la harina de lombriz presentaron el contenido nutricional que se obtuvo del secado con horno al vacío usando los valores del tratamiento óptimo. Lezcano y Borjas (2007).

2. *Analizar los parámetros zootécnicos de los pollos de engorde que han sido alimentados usando harina de lombriz.*

Actividad 2.1 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde

Los requerimientos nutricionales habitualmente disminuyen con la edad del pollo de engorde. Desde un punto de vista conservador, las dietas de inicio, crecimiento y finalización están incorporados dentro del programa de crecimiento del pollo de engorde. Sin embargo, las necesidades de nutrientes de las aves no cambian abruptamente en días específicos, sino que cambia continuamente a medida que pasa el tiempo (Terrazas, 2015).

Entre tanto los desbalances nutricionales en la dieta afectan la calidad de los productos, los excesos de nutrientes aumentan la excreción de los mismos, lo cual contribuye al deterioro del ambiente, aumentando los costos de producción y reduciendo la rentabilidad de la actividad avícola (Bohórquez, 2014 en Torres, 2017). La deficiencia de nutrientes no permite que los animales expresen todo su potencial productivo. Por lo anterior, el conocimiento de las exigencias nutricionales de las aves permitiría la utilización de materias primas que faciliten la reducción de los costos de producción sin afectar los resultados zootécnicos ni la calidad del producto (Torres, 2017).

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de pollos de engorde machos de desempeño regular-medio

Edad	Días	1-7	8-21	22-33	34-42	43-46
Rango de Peso	Kg	0,04-0,19	0,22-0,95	0,96-2,06	2,16-2,98	3,08-3,37
Peso Medio	Kg	0,125	0,539	1,524	2,570	3,226
Ganancia	g/día	19,8	56,5	94,5	102,2	97,2
Lisina Digestible	g/día	0,306	0,930	1,764	2,106	2,104
Fósforo Disponible	g/día	0,108	0,310	0,555	0,615	0,597
Fósforo Digestible	g/día	0,095	0,272	0,508	0,564	0,549
Energía Metabolizable	kcal/día	69,63	225,8	494,2	664,8	716,5
Energía Metabolizable	kcal/kg	2,975	3,050	3,150	3,200	3,250
Energía Neta	kcal/kg	2350	2400	2470	2510	2550
Consumo	g/día	23,4	74,0	156,9	207,7	220,5
Nutriente						
Proteína Cruda Total	%	24,27	23,31	20,58	18,57	17,47
Proteína Cruda Digestible	%	21,94	21,09	18,61	16,79	15,79
Calcio	%	0,971	0,878	0,758	0,634	0,581
Fósforo Disponible	%	0,463	0,419	0,374	0,296	0,271
Fósforo Digestible	%	0,407	0,368	0,324	0,271	0,249
Potasio	%	0,597	0,598	0,599	0,593	0,593
Sodio	%	0,225	0,218	0,208	0,197	0,192
Cloro	%	0,202	0,194	0,183	0,172	0,166
Acido Linoleico	%	1,091	1,075	1,056	1,027	1,015

Aminoácido Digestible						
Lisina	%	1,307	1,256	1,124	1,014	0,954
Metionina	%	0,536	0,515	0,461	0,416	0,038
Metionina + Cisteína	%	0,967	0,929	0,832	0,750	0,706
Treonina	%	0,863	0,829	0,742	0,669	0,630
Triptófano	%	0,235	0,226	0,202	0,183	0,172
Arginina	%	1,398	1,344	1,203	1,085	1,021
Glicina + Serina	%	1,921	1,846	1,506	1,359	1,278
Valina	%	1,006	0,967	0,865	0,781	0,735
Isoleucina	%	0,876	0,842	0,764	0,690	0,649
Leucina	%	1,398	1,344	1,214	1,095	1,030
Histidina	%	0,484	0,465	0,416	0,375	0,353
Fenilalanina	%	0,823	0,791	0,708	0,639	0,601
Fenilalanina + Tirosina	%	1,503	1,444	1,293	1,166	1,097
Nitrógeno Esencial Digestible	%	1,755	1,687	1,489	1,343	1,264
Aminoácido Total						
Lisina	%	1,441	1,384	1,239	1,118	1,052
Metionina	%	0,591	0,567	0,508	0,458	0,431
Metionina + Cisteína	%	1,066	1,024	0,917	0,827	0,778
Treonina	%	0,994	0,955	0,855	0,771	0,726
Triptófano	%	0,259	0,249	0,223	0,201	0,189
Arginina	%	1,513	1,453	1,301	1,174	1,104
Glicina + Serina	%	2,162	2,076	1,698	1,532	1,441
Valina	%	1,138	1,093	0,979	0,883	0,831
Isoleucina	%	0,965	0,927	0,843	0,760	0,715
Leucina	%	1,542	1,481	1,338	1,207	1,136
Histidina	%	0,533	0,512	0,459	0,414	0,389
Fenilalanina	%	0,908	0,872	0,781	0,704	0,663
Fenilalanina + Tirosina	%	1,657	1,592	1,425	1,286	1,210
Nitrógeno Esencial Total	%	1,942	1,865	1,647	1,486	1,398

Fuente. Tablas brasileñas para aves y cerdos, 2017

Actividad 2. 2 Comparación de los parámetros zootécnicos que se han obtenido en los diferentes estudios donde se ha alimentado a pollos de engorde usando harina de lombriz roja californiana.

Utilización de humus de lombriz roja californiana (*eisenia foetida saligny, 1826*) en la alimentación de gallinas ponedoras

- Calidad del huevo (color de la yema y grosor de la cascara)

Las variables de desempeño de este estudio realizado por Suarez, Ríos, Peñuela y Castañeda (2016) no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en relación con la sustitución de niveles de concentrado por el lombricompuesto. En relación a la calidad del huevo se observó que el color de la yema y el espesor de la cáscara disminuyen ($P < 0,05$) a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de lombricompuesto en la dieta. Esto se debe a que generalmente en los concentrados comerciales son utilizados aditivos que permiten intensificar el color de la yema como lo son las xantofilas rojas y amarillas y por ende al realizar la sustitución por el lombricompuesto estas estarían disminuidas. En cuanto a la

disminución del espesor de la cascara esta se debe a que en la composición nutricional del lombricompuesto se observa un aumento substancial en el fosforo y poca concentración de calcio donde la relación ideal sería de Ca: P2: 1 y por lo tanto esta se pierde ocasionando que el metabolismo de estos minerales se obstruya y en consecuencia no exista la absorción suficiente de calcio para ser depositada en la cáscara.

➤ Análisis económico

Por otra parte en el análisis económico muestra que la substitución del 30% de concentrado por lombricompuesto es rentable para llevar a cabo una alimentación adecuada con bajos costos y crecimiento de ganancias, teniendo en cuenta el gasto que se realiza en compra de concentrado con respecto a la ganancia obtenida por huevo producido, pues evidencia el menor costo de producción. Estos autores afirman que se puede sustituir hasta un 30% del concentrado sin obtener cambio alguno en las variables de producción de las aves sin embargo es de resaltar que La composición química del lombricompuesto demuestra que este es un alimento alternativo, con alta concentración de fósforo y contenido medio de proteína.

Evaluación productiva de una dieta alternativa con fuentes locales: harina de hojas de botón de oro (*Tithonia Diversifolia*), harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y melado de caña como sustituta del concentrado comercial de pollo de engorde en modelos campesinos de la vereda servitá de Villavicencio

➤ Consumo en la etapa de iniciación y engorde

El consumo en la etapa de iniciación indica que el tratamiento AFA (alimento con fuentes alternativas) tuvo un consumo de 31,2 kg con un total de alimento sobrante de 4.625 g, y 33,9 kg de consumo para el tratamiento ACC (alimento concentrado comercial) con un total de alimento sobrante de 467 g. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre el consumo de los dos tratamientos. Por otro lado el consumo total final de alimento en la etapa de engorde, para el tratamiento AFA fue de 55.478 g, con mayor alimento

sobrante de 5,2 kg y el de ACC tuvo un consumo final de alimento de 58.015 g y con un alimento sobrante de y 0,3 kg, sin embargo, la prueba T muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$).

➤ Ganancia de peso en ambas etapas

El grupo de mayor peso obtenido para la etapa de iniciación fue el ACC con una media de peso de (526 g), para el grupo AFA el peso promedio fue de (362 g). La prueba T Student no evidencia diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Sin embargo en la tercera semana el peso tuvo mayor diferencia numérica ya que el grupo ACC obtuvo mayor peso (558 g) frente al grupo ACC (300 g) y en la cuarta semana el grupo AFA logra disminuir la diferencia numérica en peso, pasó de tener una diferencia de 258 g en la semana 3, a obtener una mejoría con una diferencia de 168 g. Con respecto a la ganancia de peso en la etapa de engorde el grupo ACC sigue manteniendo el mayor peso, las aves finalizaron en este grupo con un peso promedio de 1.210 g, mientras que el peso promedio en la etapa de engorde del grupo AFA fue de 921 g. Tampoco se encontró prueba estadística para aceptar hipótesis alterna, ($p > 0,05$).

➤ Conversión alimenticia

El tratamiento ACC obtuvo una mejor conversión alimenticia en el ciclo en comparación con el tratamiento experimental, finalizando con una conversión promedio de 2,3. En el tratamiento AFA; se encontró una conversión alimenticia más baja (2,7). En comparación con el tratamiento ACC que tuvo una mejor conversión y no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0,05$).

➤ Mortalidad y Uniformidad

La mortalidad para el tratamiento ACC y AFA fue de 4 y 0% respectivamente. En la uniformidad no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos ($p > 0,05$), sin embargo la mayor homogeneidad de los lotes la tuvo el grupo ACC, con una media de uniformidad de 51%. El grupo AFA tuvo una uniformidad promedio de 47%. La mayor uniformidad alcanzada fue de 68 y 67% en la semana 1 y 6 para el grupo AFA y ACC respectivamente, y la menor alcanzada fue 29 y 32% en la semana 2 y 3 para ACC Y AFA (García, 2011).

Lombriz roja californiana y azolla-anabaena como sustituto de la proteína convencional en dietas para pollos de engorde (primer ensayo)

➤ Resultados ensayo I

Los resultados Obtenidos por Rodríguez, Salazar y Arango (1995) en el ensayo 1 en cuanto a ganancia de peso para todos los tratamientos fueron pobres. Los tratamientos S100 (jugo a voluntad, suplemento proteico (40% de proteína según los estándares) y L25 (jugo de azolla a voluntad, 50% del suplemento, 25% de la proteína a partir de lombriz), tuvieron un comportamiento muy similar, y en general el mejor; pero en la después de los 700 g de peso y en general todos los tratamientos mejoraron sus incrementos y sus conversiones en esta etapa.

➤ Resultados ensayo II

En cuanto al consumo de jugo, la dieta S100 (Suplemento aportando el 100% de la proteína y jugo de caña a voluntad), con 100 % suplemento fue la que menos consumió (498 ml) y la de mayor consumo fue la dieta A50 (Suplemento aportando 50% de la proteína, azolla a voluntad y jugo de caña a voluntad) con 622 ml. No hubo diferencia significativa ($P > 0.3$). Esto indica que el consumo de jugo aumenta al aumentar el peso y a medida que esto sucede es aumentado el consumo de jugo y se disminuye el consumo de agua.

En el consumo de agua no hubo diferencia significativa ($P>0.5$) entre las dietas A50 (Lombriz aportando el 50% de la proteína, azolla a voluntad y jugo de caña a voluntad), L25 (Suplemento aportando 50 % de la proteína, lombriz aportando el 25%, azolla a voluntad y jugo de caña a voluntad y L50 (Lombriz aportando el 50% de la proteína, azolla a voluntad y jugo de caña a voluntad) siendo la de menor consumo la dieta sin suplemento. La dieta S100 mostró diferencia significativa ($P=0.01$) con respecto a las anteriores (223 ml) y la dieta C (Concentrado comercial de acuerdo a los estándares) fue la de mayor consumo (285), mostrando diferencia significativa ($P=0.02$) con respecto a todas las otras dietas.

El consumo de Azolla fue constante durante el periodo, siendo el máximo 250 g por día en promedio. En el consumo de Azolla no se observó diferencia estadística ($P=0.9$) entre las dietas L25 y L50, pero si se presentó diferencia estadística ($P=0.02$) en la dieta A50 con 50% de suplemento y Azolla a voluntad con respecto a las otras dos dietas que contenían Azolla.

En el consumo de materia seca se observó: la dieta C tuvo el consumo más bajo (92 g/d). La dieta L50 mostró diferencias significativas ($P=0.03$) con respecto a las otras tres dietas S100, A50 y L25 (108 vs 132, 152 y 137 g) siendo la de mayor consumo la dieta A50 con 50% de suplemento, Azolla y jugo a voluntad.

En cuanto al promedio de ganancia de peso vivo/día el tratamiento L50, fue que menor ganancia obtuvo (19 g/d). Hay que tener en cuenta que hubo presencia de coccidiosis (por no estar incluido el coccidiostato dentro de la dieta); a pesar de esto, no hubo diferencia significativa ($P=0.05$) con respecto a la dieta A50.

En la dieta L50 las ganancias diarias fueron bajas hasta los 900 g aproximadamente, pero a partir de este peso, la respuesta en incremento fue comparable con los incrementos de la dieta A50, posiblemente por ser menor la proteína requerida y su calidad en esta etapa. Es importante anotar que mientras los pollos de la dieta A50 se sacrificaron a los 1624 gr (42 días de ensayo), en la dieta L50 los pollos se sacrificaron con 1381 al mismo tiempo

La dieta L25 en que Azolla y Lombriz (25%) debían aportar el 50% de la proteína requerida en partes iguales no presentó diferencias significativas ($P=0.7$) con respecto a la

dieta con S100 con el 100% de proteína aportada por suplemento proteico. La dieta comercial mostró diferencias significativas ($P=0.01$) con respecto a las demás dietas en ganancias diarias promedio del periodo.

Azolla sustituyo 19 % de la proteína en la dieta L25, 21% en la dieta L50% y 22% en la dieta A50, lo que equivale a una deficiencia proteica de 28 y 29% en las dietas A50 y L50 respectivamente y de 6% en la dieta L25; lo que ratifica la calidad de la proteína de lombriz como sustituto de la torta de soya en dietas para pollos de engorde.

En cuanto a la conversión alimenticia, los pollos con la dieta C mostraron las mejores conversiones (2.13) con respecto a las otras dietas y la diferencia fue significativa ($P=0.01$). La dieta que siguió en orden de mejor conversión fue la S100 y la de conversión más baja fue la dieta L50 (sin suplemento proteico) con 5,9. Sin embargo, no hubo diferencia significativa ($P>0.3$) entre las dietas no convencionales.

En el rendimiento en canal, los mejores rendimientos fueron en la dieta C y en la dieta S100, sin ser diferentes estadísticamente ($P>0.5$); pero estas con respecto a las otras dietas A50, L25 y L50 fueron superiores ($P=0.06$), teniendo el menor rendimiento (59%) la dieta L50, sin suplemento.

La mortalidad más alta se presentó en los primeros 15 días del ensayo y no fue por efecto de las dietas, sino debido a manejo (la distancia entre las varillas del piso) que ocasiono atoramiento de las patas en los pollos.

Evaluación de la productividad de los pollos broilers con suplemento alimenticio a base de la lombriz roja californiana (*eisenia foétida*) en el cantón Vinces- Ecuador.

➤ Peso corporal

Loor, 2018 pudo determinar a través del análisis de varianza que no hubo diferencia significativa para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación de 14,84% ya que al someter los promedios de los tratamientos a la prueba de Tukey al 5% de error, demostró T4= Lombriz 30% + Balaceado 70% fue el que el logro el mayor promedio de peso

corporal con 2,46 kg y el menor promedio lo obtuvo el T1= Balanceado 100% con 1,92 kg de peso corporal.

➤ Conversión alimenticia total en kilogramos.

Según el análisis de varianza, se pudo determinar que no fue significativo para los tratamientos y los bloques, con coeficiente de variación de 22,56% al someter los promedios de los tratamientos a la prueba de Tukey al 5% de error, se demostró que el T3= Lombriz 20% + Balanceado 80%, logro el mayor promedio de conversión alimenticia con 1,48 kg y el menor promedio lo obtuvo el T2= Lombriz 10% + Balanceado 90%, con 1,16 kg de conversión alimenticia.

➤ Consumo de alimento total en kilogramos.

Según el análisis de varianza, se pudo determinar que fue no significativo para los tratamientos y los bloques, con coeficiente de variación de 8,91% . Al someter los promedios de los tratamientos a la prueba de Tukey al 5% de error, demostrando que el T4= Lombriz 30% + Balanceado 70% logro el mayor promedio de consumo de alimento con, 3,08 kg y el menor promedio lo obtuvo el T1= Balanceado 100%, con 2,90 kg de consumo de alimento.

➤ Mortalidad

En cuanto a la mortalidad se reportó un caso de muerte en el T2R2 = Balanceado 90 % + lombriz 10 % que representa el 10 % de las aves en estudio. Con una mortalidad total del T2 = 10% y en general del proyecto = 0,62%. El ave sufrió un shock térmico y murió por un paro cardíaco respiratorio, lo que no incide en los resultados porque esto ocurrió en la última semana de investigación.

Lombriz roja californiana (*eisenia foetida* (savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde lombriz roja californiana (*eisenia foetida* (savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde

➤ Incremento de peso

Según Muñoz (2015) los pollos fueron pesados semanalmente obteniéndose en cada una de ellas un promedio con los diferentes tratamientos, implementados desde la tercera hasta la sexta semana, donde se logra observar que los resultados estuvieron marcados debido a que el mayor incremento de peso fue en los pollos alimentados con concentrado comercial, ya que los promedios en tercera (0.60kg) cuarta (0.65 kg) quinta (0.45 kg) y sexta semana (0.51 kg). En comparación con los pollos que fueron alimentados con concentrado artesanal más lombriz viva en la tercera (0.40 kg) cuarta (0.19 kg) quinta semana (0.12 kg).

➤ Conversión alimenticia

Fue analizada la conversión alimenticia la cual fue obtenida por semana y se concluye que el tratamiento más eficiente y el menos desde el punto de vista cuantitativo, fue el T0 debido a que en este se alimentó con concentrado comercial. Teniendo una conversión promedio para las cuatro semanas de inclusión de la lombriz fue de 1.85 unidades como conversión final a las 4 semanas de la fase experimental esto quiere decir que con 1.85 unidades de concentrado consumido se producirá una unidad de carne.

Por otro lado en los tratamientos 1 y 2 la conversión fue menos eficiente debido a que de 2.72 a 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 quiere decir que tenía que suministrarse más alimento para obtener la misma unidad de carne en ambos casos. Lo cual permite concluir que estos resultados están sujetos al tipo de alimento ya que el concentrado comercial presenta más equilibrados los componentes nutricionales en cuanto al % de proteína ya que a pesar de que la lombriz tiene un alto % proteico 60-82% de proteína animal (Mendoza, 2008 en Muñoz, 2015).

➤ **Peso en canal y porcentaje de rendimiento en canal**

Desde el punto de vista estadísticos y mediante el análisis anva (A-40) para determinar el rendimiento en canal se concluye que se encontraron diferencias entre los tratamientos por lo tanto esto significa que con uno de los dos tratamientos existió mejor rendimiento y peso en canal que con el resto de tratamientos objeto de estudio.

Esto quiere decir los pollos alimentados con el concentrado comercial (T0) respecto a los otros dos concentrados de tipo artesanal con harina de lombriz y lombriz viva (T1 y T2) fueron más eficientes y alcanzaron 2.54 kg de peso en canal en promedio lo cual corresponde a 86.79% de rendimiento al compararlo con el peso vivo con el que finalizaron su ciclo productivo a la 6 semana y en comparación con el T1 el rendimiento en canal fue de 1.50 kg o 84.62 kg % y en el T2 se obtuvo como resultado 1.44 kg de peso en canal lo que en porcentaje equivale a 69,98% concluyéndose que fueron menores en su rendimiento (Muñoz, 2015).

Uso de harina de coqueta roja (*eisenia foetida*) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde”

➤ **Consumo de alimento**

Argueta (2013) al analizar los datos de consumo de alimento mediante el análisis de varianza, no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el tratamiento testigo y los tratamientos con suplementación de harina de lombriz, demostrando que los pollos no tuvieron preferencia por alguno de los tratamientos proporcionados.

➤ Ganancia de peso

En este parámetro y según el análisis de varianza si se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$); entre los tres tratamientos. La prueba de Tukey determinó que entre los tratamientos uno y tres no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0.05$); los cuales presentaron ganancia de peso 1,000 y 986.7 g respectivamente; sin embargo, se encontró que el tratamiento dos sí presentó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$); con respecto a los otros tratamientos siendo éste el que obtuvo mayor ganancia de peso (1098.83 g.)

➤ Conversión alimenticia

Se observó en los datos obtenidos de la variable conversión alimenticia, mediante el análisis de varianza que no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el tratamiento testigo y los tratamientos con harina de lombriz. Demostrando que los pollos no obtuvieron mayor conversión alimenticia en ninguno de los tratamientos.

➤ Rendimiento en canal

Para esta variable se tomó un pollo por unidad experimental de cada tratamiento, en el T1 (concentrado comercial) se obtuvo un rendimiento en canal del 65% en el T2 (concentrado comercial+5% de harina de lombriz.) 63% y finalmente en el T3 (concentrado comercial+10% de harina de lombriz) de 65 %. Estos resultados difieren con los parámetros productivos citados por expertos en donde se dice que el rendimiento de canal en pollos de engorde es del 68%, el resultado por debajo de lo esperado se debió a los problemas de salud que se presentaron durante el experimento. Sin embargo y en virtud que los tres estuvieron en las mismas condiciones, las diferencias entre los mismos resultan válidas.

➤ Mortalidad

En este parámetro del total de los animales del experimento la cantidad de animales muertos para el T1 fueron dos (5.5 %) al igual que para el T2 (5.5%) y para el T3 fue solamente uno (2.5%). Siendo este porcentaje aceptable ya que en la literatura se menciona que la mortalidad por semana debe encontrarse en el rango de 0.6 a 1% lo que quiere decir que la mortalidad acumulada puede ser hasta del 6 % dependiendo de las semanas que dure el levante. En este estudio la causa de la mortalidad fue síndrome ascítico, dadas las condiciones humedad ambiental (85%), así como bajas temperaturas (alrededor de 10 °C). de acuerdo a expertos, la humedad relativa y temperatura aceptables oscila entre 55-75% y 19-23oc respectivamente. (Callejos, 2011 en Argueta, 2013).

Utilización de diferentes niveles de vermiharina como fuente de proteína en dietas, para cría y ceba de pollos broilers

➤ Ganancia de peso

Las mayores ganancias de peso en la etapa total de producción de los pollos broilers las obtuvieron los tratamientos VH 7.5% y VH 5.0% con promedios de 2820.50 y 2793.13 kg respectivamente los cuales estadísticamente son iguales, sin embargo estos difieren en cuanto a la ganancia de peso de los tratamientos VH 2.5% con 2645.90 g y VH 0.0% con 2450.70 g. Con esto se determina que a medida que los niveles de vermiharina se incrementan, la ganancia de peso también se incrementa, estas diferencias estadísticas demuestran que el mayor peso alcanzado se presenta en los pollo a los cuales se les suministro alimento con la inclusión de VH 7.5% Y VH 5.0% lo cual se atribuye al alto valor biológico presente en la proteína de la vermiharina, y esto se ve reflejado en la rapidez del desarrollo, buen estado de salud y robustez de los pollos.

➤ Consumo de alimento

Los consumos tanto numéricamente como estadísticamente son iguales, ya que los consumos de alimento en este trabajo, en las réplicas realizadas no presenta variación alguna debido a que se aplicó un programa estricto de restricción alimenticia cuyo fin era evitar la muerte por ascitis ya que esto puede llegar a afectar la producción con una mortalidad de hasta el 30%. Por tanto los consumos para los tratamientos en esta fase de producción tanto como para el primero como el segundo fueron de 1318.0 g. Determinándose que al dividir el consumo total entre de los 28 días de la fase de cría el consumo de alimento diario se estableció en 47,10 g/ave/día. Para cada uno de los tratamientos.

➤ Conversión alimenticia

Se concluye que el mejor índice de conversión alimenticia se obtiene el 7.5% de inclusión de vermiharina con 1.87 puntos respectivamente para los dos tratamientos que difieren estadísticamente de los tratamientos en los cuales se concluye el 2.5 % y 0.0 % de vermiharina con 1.93 y 2.10 respectivamente.

Es de resaltar que el alto valor biológico y la gran cantidad de proteína altamente digestible de la vermiharina, hace que este índice sea muy eficiente, con la incorporación de la mayor cantidad de nutrientes en los músculos de los pollos objeto de estudio. Por otro lado se determina que a medida que los niveles de harina se incrementan el índice de conversión alimenticia se torna más eficiente, hallándose de la misma forma que en la ganancia de peso.

➤ Mortalidad

En este paramento en la etapa total no se registró mortalidad alguna para los diferentes tratamientos lo que esto representaría un 100% de viabilidad durante el ensayo (Pilco, 2006).

3. *Contrastar los diferentes ensayos en los que se han usado harina de lombriz como alternativa de alimentación para pollos de engorde.*

Actividad 3.1. Cuadro comparativo de los estudios realizados con sus respectivos resultados y conclusiones.

Título del estudio	Resultados y Conclusiones
<p>Utilización de humus de lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida saligny, 1826</i>) en la alimentación de gallinas ponedoras</p>	<p>En cuanto a la calidad del huevo se observó que el color de la yema y el espesor de la cáscara disminuyen ($P < 0,05$) a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de lombricompuesto en la dieta y el espesor de la cascara se observa un aumento substancial en el fosforo y poca concentración de calcio en la composición nutricional del lombricompuesto</p> <p>Sustituir en un 30% de concentrado por lombricompuesto es rentable para llevar a cabo una alimentación adecuada con bajos costos y crecimiento de ganancias.</p>
<p>Evaluación productiva de una dieta alternativa con fuentes locales: harina de hojas de botón de oro (<i>Tithonia Diversifolia</i>), harina de lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i>) y melado de caña como sustituta del concentrado comercial de pollo de engorde en modelos campesinos de la vereda servitá de Villavicencio</p>	<p>Se concluye que al comparar el tratamiento AFA (alimento con fuentes alternativas) con el tratamiento ACC (alimento concentrado comercial) los mejores resultados en cuanto al consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, uniformidad lo obtuvo el tratamiento ACC tanto en la etapa de iniciación y engorde.</p>
<p>Lombriz roja californiana y azolla-anabaena como sustituto de la proteína</p>	<p>Ensayo I.</p> <p>Se concluye en este ensayo que en el parámetro de ganancia de peso en las etapas de iniciación y la etapa de finalización los</p>

<p>convencional en dietas para pollos de engorde (primer ensayo)</p>	<p>pollos del tratamiento A50 (jugo a voluntad, 50 % del aporte proteico del suplemento y azolla a voluntad) obtuvieron las mejores ganancias.</p> <p>Ensayo II.</p> <p>En cuanto al consumo de jugo el mayor consumo fue la dieta A50 (Suplemento aportando 50% de la proteína, azolla a voluntad y jugo de caña a voluntad) con 622 ml</p> <p>En cuanto a la conversión alimenticia, los pollos con la dieta C (Concentrado comercial de acuerdo a los estándares) mostraron las mejores conversiones</p> <p>En el rendimiento en canal, los mejores rendimientos fueron en la dieta C y en la dieta S100 Suplemento aportando el 100% de la proteína y jugo de caña a voluntad), sin ser diferentes estadísticamente (P>0.5)</p> <p>En el rendimiento en canal, los mejores rendimientos fueron en la dieta C y en la dieta S100,</p> <p>En la dieta L50 (Lombriz aportando el 50% de la proteína, azolla a voluntad y jugo de caña a voluntad) las ganancias diarias fueron bajas hasta los 900 g aproximadamente, pero a partir de este peso, la respuesta en incremento fue comparable con los incrementos de la dieta A50</p>
<p>Evaluación de la productividad de los pollos broilers con suplemento alimenticio a base de la lombriz roja californiana (<i>eisenia foétida</i>) en el cantón Vinces- Ecuador</p>	<p>T4= Lombriz 30% + Balaceado 70% fue el que el logro el mayor promedio de peso corporal con 2,46 kg, como tambien obtuvo el mayor promedio de consumo de alimento con, 3,08 kg.</p> <p>se demostró que el T3= Lombriz 20% + Balaceado 80%, logro el mayor promedio de conversión alimenticia con 1,48 kg</p>

<p>Lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i> (savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i> (savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde</p>	<p>Los resultados estuvieron marcados debido a que el mayor incremento de peso fue en los pollos alimentados con concentrado comercial de igual manera la conversión alimenticia</p> <p>Esto quiere decir los pollos alimentados con el concentrado comercial (T0) respecto a los otros dos concentrados de tipo artesanal con harina de lombriz y lombriz viva (T1 y T2) fueron más eficientes y alcanzaron 2.54 kg de peso en canal</p>
<p>Uso de harina de coqueta roja (<i>eisenia foetida</i>) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde”</p>	<p>No se encontró diferencia significativa ($p>0.05$) entre el tratamiento testigo y los tratamientos con suplementación de harina de lombriz, demostrando que los pollos no tuvieron preferencia por alguno de los tratamientos proporcionados</p> <p>Se encontró que el tratamiento 2 obtuvo mayor ganancia de peso (1098.83 g.)</p> <p>Los pollos no obtuvieron mayor conversión alimenticia en ninguno de los tratamientos.</p> <p>En cuanto al rendimiento en canal el T1 (concentrado comercial) obtuvo el mayor rendimiento en canal con un 65%</p> <p>En la mortalidad del total de los animales del experimento la cantidad de animales muertos para el T1 fueron dos (5.5 %) al igual que para el T2 (5.5%) y para el T3 fue solamente uno (2.5%).</p>
<p>Utilización de diferentes niveles de vermiharina como fuente de proteína en dietas, para cría y ceba de pollos broilers</p>	<p>Las mayores ganancias de peso en la etapa total de producción de los pollos broilers las obtuvieron los tratamientos vermiharina 7.5% y vermiharina 5.0% con promedios de 2820.50 y 2793.13 kg</p> <p>Los consumos tanto numéricamente como estadísticamente son iguales, ya que los consumos de alimento en este trabajo, en las</p>

	<p>réplicas realizadas no presenta variación alguna</p> <p>Se concluye que el mejor índice de conversión alimenticia se obtiene el 7.5% de inclusión de vermiharina con 1.87 puntos</p>
--	---

Fuente: Propia

Conclusiones

Teóricamente es factible la utilización de la harina de lombriz roja californiana para alimentar pollos de engorde en todas las fases de crecimiento

Se detallaron los diferentes procesos que son llevados a cabo para la obtención de la harina de lombriz. Donde se concluye que el método más efectivo para la obtención de la harina de lombriz fue el método llevado a cabo por Oviedo y Figueroa en el año 2014; ya que este se caracterizó por ser un método cuya la facilidad y manejo donde se llevan a cabo una serie de procesos de purgado, limpieza, sacrificio y secado permiten obtener la harina de lombriz con características organolépticas deseables y sobre todo una excelente calidad del producto. Esto se logra siempre y cuando se tengan en cuenta las etapas, la temperatura, el tiempo, los equipos y los materiales necesarios y adecuados para su elaboración.

Fueron analizados los parámetros zootécnicos de los pollos de engorde, que han sido alimentados usando harina de lombriz, concluyendo que el uso de la harina de lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) en los estudios investigados no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) significativa en comparación con el concentrado comercial, ya que se demuestra que los mejores parámetros zootécnicos obtenidos como conversión alimenticia, rendimiento en canal, mortalidad, peso corporal y consumo de alimento lo obtuvieron los animales alimentados con concentrado comercial, que los alimentados con harina de lombriz roja californiana y lombricompuesto.

Se resalta que de los parámetros zootécnicos evaluados la implementación de harina en las dietas los mejores resultados en cuanto a peso corporal, conversión alimenticia, ganancia de peso y mortalidad lo obtuvieron el trabajo experimental realizado por pilco, 2006 con la inclusión de vermiharina del 5.0 % y 7.5 %.

Utilizar harina de lombriz eleva costos por lo tanto se recomienda llevar a cabo un sistema de producción de lombricultivo con el fin de obtener la harina de lombriz de manera artesanal y menos industrial

Recomendaciones

Se recomienda que a futuro esta monografía sea llevada a cabo de manera experimental en la Universidad de Cundinamarca en la región de Ubaté, ya que como se puede evidenciar en los resultados de los estudios realizados e investigados se sugiere que se lleve a cabo el cultivo de la lombriz roja californiana así como el proceso para la obtención de la harina y los respectivos análisis bromatológicos de la misma, para luego ser implementada en las dietas de los pollos de engorde en especial de la raza arbor acres, siendo implementada según los requerimientos del pollo desde la etapa de inicio, crecimiento y finalización, donde se evalué los parámetros zootécnicos de la especie al ser incluida la harina de lombriz en las dietas para su respectivo análisis.

Con esta investigación se recomienda a los pequeños y medianos productores de pollos de engorde del Valle de Ubaté generar estrategias nutricionales con el uso de materias primas no convencionales las cuales no son utilizadas de manera común y estratégica en la alimentación de pollos de engorde, buscando de esta manera que los animales expresen su máximo potencial productivo a través de las dietas suministradas.

Se sugiere darle mayor importancia a la lombriz roja californiana a través de su utilización como harina para las dietas de pollos de engorde.

Bibliografía

- Avicultura. (s.f.). Avicultura: influencia de la producción de los pollos de engorde en la alimentación diaria de toda la población.
<https://www.educativo.net/articulos/avicultura-influencia-de-la-produccion-de-los-pollos-de-engorde-en-la-alimentacion-diaria-de-toda-la-poblacion-85.html>
- Ávila, F. (2014). Caracterización económica del sector avícola en el departamento de Cundinamarca. <http://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/10/Cundinamarca.pdf>
- Agronegocios (18 de Diciembre de 2019). El principal reto que tenemos es nutrir Colombia
<https://www.agronegocios.co/ganaderia/el-principal-reto-que-tenemos-es-el-de-nutrir-a-colombia-presidente-de-fenavi-2944838>
- Angel, J. (2014). LOMBRICULTURA (Película). Obtenido de
https://www.youtube.com/watch?v=AL6p9t_d18M Recuperado de.
<https://core.ac.uk/download/pdf/84460624.pdf>
- Argueta, A. (2013). *Uso de harina de coqueta roja (eisenia foetida) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde*. (Trabajo de graduación al conferirse el grado académico de licenciada en Zootecnia, Universidad de san carlos Guatemala).
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2226/1/Tesis%20Med%20Vet%20Atalia.pdf>

Aviagen, 2009 (en línea). Guía de manejo del pollo de engorde. USA. Consultado el 14 de febrero 2015. Disponible en <http://www.aviagen.com> Recuperado de.
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

Batz, A. (2014). Efecto del uso de la harina de lombriz coqueta roja (*eisenia foetida*) como fuente proteica en bloques nutricionales, sobre el rendimiento productivo de conejos de engorde. Trabajo de graduación al conferirse el título de profesional de Licenciada en Zootecnia. (*Oryctolagus cuniculus*)
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/1601/1/Tesis%20Lic.%20Zoot%20Andrea%20Batz.pdf>

Barbado, J.L. 2004. Cría de lombrices. Deverill JL. Buenos Aires. Ar. Albatros. P 124.
Recuperado de. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

Bárcena, D. 2008. Harina de lombriz (en línea). Consultado 27 feb. 2010. Disponible en <http://www.wormsargentina.com/espanol/inicio.html> Recuperado de.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2226/1/Tesis%20Med%20Vet%20Atalia.pdf>

Belén, M. (2013). Harina de lombriz: Una alternativa saludable para nuestra alimentación.
http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/299/2013_N_328.pdf?sequence=1

Bollo, E. (1999). Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España: pp. 150
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28314/1077451400.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bolougne, S.; Márquez, E.; García, Y.; Medina, A. y Cayot, P. 2008. Optimización de la operación de secado de la carne de lombriz (*eisenia andrei*) para producir harina destinada al consumo animal. Revista Ciencia e Ingeniería. 29(2): 91-96
https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2013-Jul-dic/Efecto_del_proceso_de_secado_.pdf

Briceño, A. y Pérez, A. (2017). *Utilización del humus Lombriz Roja Californiana (EISENIA FOETIDA) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo del café, finca Santa Dolores, Municipio el Crucero, enero junio 2016.* (Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua) <https://core.ac.uk/download/pdf/84460624.pdf>

Buxade, C. 2001. Manual de Lombricultura. México. Mundi Prensa México. P 39.
Recuperado de. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

Córdoba, L. (2019). *Producción de huevos en gallinas ponedoras (lohmann brown) utilizando como alimento lombriz roja californiana (eisenia foétida) y pasto imperial (axonopus scoparius) en el municipio de atrato-chocó.* Trabajo de grado como requisito parcial para obtener el título de especialista en Nutrición Animal Sostenible, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD de Colombia).
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28314/1077451400.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Damron, B. y Garcia, J. (s.f). Nutricion para pequeñas parvadas de pollos. University of Florida. <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/16/15/00001/AN09500.pdf>

DANE (2015). El Pollo de engorde (*Gallus domesticus*), fuente proteica de excelente calidad en la alimentación y nutrición humana. *Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*.

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/bol_insumos_jun_2015.pdf

de Echegoyen, Muñoz, and Julia Gloria de María. *Lombriz roja californiana (Eisenia foetida (Savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde*. Diss. Universidad de El Salvador, 2015.

Cuca, M. (s.f). Alimentación de aves de corral.

[file:///C:/Users/SAMSUNG/Downloads/2049-6716-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/SAMSUNG/Downloads/2049-6716-1-PB%20(2).pdf)

Díaz, D., Juárez, E., Maffei, M., Morón, O., Liber, G. y Morales, J. (2009). Alimentación de codornices de engorde (*Coturnix coturnix japonica*) a base de harina de lombriz en dos niveles proteicos.

<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/32305/articulo1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

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> .Recuperado de.

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

Donald, J. (2009). Manejo del ambiente en el galpón de pollo de engorde

http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpón-Pollo-Engorde-2009.pdf

Gutiérrez, D. (2018). Alimentación de *Eisenia foetida* en base a residuos orgánicos generados de diferentes mercados hortofrutícolas de la zona central en la producción de harina de lombriz para consumo humano. Proyecto de investigación. Pontificia universidad católica de valparaiso. http://opac.pucv.cl/pucv_txt/Txt-6500/UCC6905_01.pdf

García, D. (2011). *Evaluación productiva de una dieta alternativa con fuentes locales: harina de hojas de botón de oro (Tithonia diversifolia), harina de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) y melado de caña como sustituta del concentrado comercial de pollo de engorde en modelos campesinos de la vereda Servitá de Villavicencio.* https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12435/1/2018_evaluacion_productiva_dieta_.pdf

De Gybes, M., Adriano, M., Vázquez, J., López, J. y Jiménez. E. (2013). Efecto del proceso de secado de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en sus características nutricionales. https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2013-Jul-dic/Efecto_del_proceso_de_secado_.pdf

Escobar, A. (2013). Usos potenciales del humus (abono orgánico lixiviado y solido) en la empresa fertilombriz. Trabajo de práctica empresarial, corporación universitaria la sallista http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/936/1/USOS_POTENCIALES_HUMUS_ABONO_ORGANICO_LIXIVIADO_SOLIDO_EMPRESA_FERTILOMBRIZ.pdf

Help, J. Gonzalez J. y Mora, M. (2017). Análisis sensorial de salchichas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con adición de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v21n1/0121-3709-rori-21-01-00015.pdf>

Lezcano, J. y Borjas, G. (2007). Optimización en la elaboración de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente proteica en alimento para alevines de tilapia (*Oreochromis sp.*). Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5979/1/AGI-2017-010.pdf>

Loor, Y. (2018). *Evaluación de la productividad de los pollos broilers con suplemento alimenticio a base de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) en el cantón Vinces- Ecuador.* (Proyecto de investigación previo a la obtención de ingeniera agropecuaria, Universidad de Guayaquil). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/31105/1/TESIS%20DE%20GRADO.pdf>

Ruilova, B. y Martinez, N. (2008). *Produccion y elaboración de harina de lombriz y elaboración de dos dietas utilizando este insumo como sustituto proteico de origen animal en alimentación de pollos de engorde.* (Trabajo de graduación previo a la obtención del título de ingeniero agropecuario, Universidad de Uzuay).

Mendoza, L. (2008). Manual de Lombricultura (en línea). Tuxtla Gutiérrez, Mx. Cecytech Consultado 12 ene. 2013. Pdf. <http://www.enlaceambiental.org/phocadownload/userupload/6d4a5d826b>. Recuperado de. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

Muñoz, J. (2015). *Lombriz roja californiana (Eisenia foetida (Savigny)) en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde.* (Requisito para optar al título de licenciada en medicina veterinaria y zootecnia, Universidad del Salvador). <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

Muñoz, Ospino, Rosado, Toncel y Varela, (2019). Cartilla de lombricultura una alternativa de producción. Universidad Popular del Cesar

https://issuu.com/mariaalejandratoncelchavez/docs/cartilla_de_ecologia_social

Oviedo, M. y Figueroa, N. (2014). Diseño de línea de producción de alimento para animales utilizando Lombrices. (Seminario de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Mecánica, Universidad del Bio Bio).

http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1395/1/Oviedo_Oliva_Maria_Rene.pdf

Pilco, J. (2006). *Utilización de diferentes niveles de vermiharina como fuente de proteína en dietas, par cria y ceba de pollos broilers* (Tesis de grado para la previa obtención del título de zootenista, Escuela Superior Politecnica del Chimbonazo).

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1768/1/17T0782.pdf>

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

2007. Recuperado de. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

Premacultura, R. (7 de abril de 2008). Red premacultura. Obtenido de Red premacultura:

<http://www.redpermacultura.org/articulos/14-agricultura-ecologica/212-la-lombriz-roja-californiana.html>. <https://core.ac.uk/download/pdf/84460624.pdf>

Rodríguez, Lylian, Patricia Salazar, and María Fernanda Arango. "Lombriz roja californiana y azolla-anabaena como sustituto de la proteína convencional en dietas para pollos de

engorde." *Livest Res Rural Develop* 7.3 (1995): 145-149.

<http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/lrrd/lrrd7/3/5.htm>

Ruilova Reyes, Bismark Gerardo, and Nilo Xavier Martínez Calle. *Producción elaboración de harina de lombriz y elaboración de dos dietas utilizando este insumo como sustituto protéico de origen animal en alimentación de pollos de engorde*. BS thesis.

Universidad del Azuay,

2007. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/446/1/06654.pdf>

Sanoja, M. s/f. Alimentación de cachamas (*Colossoma macropomum*) con carne de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Gerencia de

Desarrollo Agropecuario Corporación Venezolana de Guayana. 7p

<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/32305/articulo1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Santoma, G. 1989. Nutrition of domestic quails. 7th European Symposium of Poultry Nutrition. World's Poultry Science Association España. Francia. 179-193(Symposium).

<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/32305/articulo1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Somarriba, R. (2004). *Guía de Lombricultura*. Universidad Nacional Agraria. Guia Tecnica No. 4 <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>

Suarez, D., Ríos, K., Peñuela, L. y Castañeda, R. (2016). Utilización de humus de lombriz roja californiana (*eisenia foetida* saligny, 1826) en la alimentación de

gallinas ponedoras. Revista scielo, 20 (1),

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-30682016000100004

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

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8580/1/13101595.pdf>

Terrazas, K. (2015). Evaluación de tres niveles de jipi de Quinoa (*chenopodium quinoa willd*) en la ración alimenticia de pollos parrilleros de la línea Cobb-500 en la provincia Murillo del departamento de la Paz. Tesis de pregrado, Universidad mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5684>

Torres, D. (2017). Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde. <file:///C:/Users/SAMSUNG/Downloads/Dialnet-ExigenciasNutricionalesDeProteinaBrutaYEnergiaMeta-6383706.pdf>

Vielma-Rondón, R., et al. "Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA)." (2003).

Vielma, R., Carrero, P., Rondon, C. y Medina, L. (2007). Comparación del contenido de minerales y elementos trazas en la harina de lombriz de tierra (*eisenia foetida*) utilizando dos métodos de secado. Revista Multidisciplinaria del Consejo de

Investigación de la Universidad d Oriente, 19 (1), pp. 83-89.
<https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739431013.pdf>

Anexos

TITULO PROYECTO	UTILIZACIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (<i>EISENIA FOETIDA</i> SALIGNY, 1826) EN LA ALIMENTACIÓN DE GALLINAS PONEDORAS	EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE UNA DIETA ALTERNATIVA CON FUENTES LOCALES: HARINA DE HOJAS DE BOTÓN DE ORO (<i>TITHONIA DIVERSIFOLIA</i>), HARINA DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (<i>EISENIA FOETIDA</i>) Y MELADO DE CAÑA COMO SUSTITUTA DEL CONCENTRADO COMERCIAL DE POLLO DE ENGORDE EN MODELOS CAMPESINOS DE LA VEREDA SERVITÁ DE VILLAVICENCIO	LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA Y AZOLLA-ANABAENA COMO SUSTITUTO DE LA PROTEINA CONVENCIONAL EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDE (PRIMER ENSAYO)	LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA Y AZOLLA-ANABAENA COMO SUSTITUTO DE LA PROTEINA CONVENCIONAL EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDE (SEGUNDO ENSAYO)	EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS POLLOS BROILERS CON SUPLEMENTO ALIMENTICIO A BASE DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (<i>EISENIA FOETIDA</i>) EN EL CANTÓN VINCES-ECUADOR.	PRODUCCION Y ELABORACION DE HARINA DE LOMBRIZ Y ELABORACION DE DOS DIETAS UTILIZANDO ESTE INSUMO COMO SUSTITUTO PROTEICO DE ORIGEN ANIMAL EN ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDE	LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (<i>EISENIA FOETIDA</i> (SAVIGNY)) EN CONCENTRADOS ARTESANALES Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE	USO DE HARINA DE COQUETA ROJA (<i>EISENIA FOETIDA</i>) COMO SUPLEMENTO PROTEICO EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDE"	UTILIZACION DE DIFERENTES NIVELES DE VERMIHARINA COMO FUENTE DE PROTEINA EN DIETAS, PARA CRIA Y CEBA DE POLLOS BROILERS
PAIS	COLOMBIA	COLOMBIA	COLOMBIA	COLOMBIA	ECUADOR	ECUADOR	SALVADOR	GUATEMALA	ECUADOR
LUGAR DE LA INVESTIGACION	UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	VEREDA SERVITA DE VILLAVICENCIO-META	HACIENDA ARIZONA JAMUNDI-VALLE DEL CAUCA	HACIENDA ARIZONA JAMUNDI-VALLE DEL CAUCA	FINCA AGROPECUARIA "DADA" RECINTO VOLUNTADE DIOS	SECTOR DE BUENOS AIRES PARROQUIA DE SAYAUSI	CANTON DE SANTA CRUZ	MUNICIPIO DE SAN LUCAS	ESCUELA DE INGENIERIA ZOOTECNIA

ANIMALES UTILIZADOS	120	50	40	120	160	200	90	108	128
SEXO	HEMBRAS	MACHOS	MACHOS	MACHOS Y HEMBRAS	MACHOS	MACHOS	MACHOS Y HEMBRAS	MACHOS	MACHOS
RAZA/LINEA	LINEA HY- LINE BLANCA	LÍNEA ROSS 308	RAZA ARBOR ACRES	LINEA ARBOR ACRES	BROILERS	BROILERS	LINEA ARBOR ACRESS	LINEA ARBOR ACRESS	BROILERS
EDAD	90 SEMANAS	1 DIA	10 DÍAS	19 DÍAS	1 DIA	1 DIA	1 DIA	1 DIA	1 DIA
TTO	4	2	4	5	4	2	3	3	4
REPETICIONES	10	0	2	4	4	3	5	6	4
ANIMALES/ REPETICION	3	25	5	60 MACHOS-60 HEMBRAS- DOS JAULAS CON MACHOS Y DOS JAULAS CON HEMBRAS	10	25	30	6	16
DIETAS	<p>T1: 100% CONCENTRADO</p> <p>T2: 90% CONCENTRADO Y 10% LOMBRICOMPUESTO</p> <p>T3: 80% CONCENTRADO Y 20% LOMBRICOMPUESTO</p> <p>T4: 70% CONCENTRADO Y 30% LOMBRICOMPUESTO</p>	<p>AFA: ALIMENTO CON FUENTES ALTERNATIVAS EL ALIMENTO SE LES SUMINISTRO A PARTIR DEL NOVENO DÍA PARA ETAPA DE INICIO Y AL DÍA 29 PARA ENGORDE, CON UNA INCLUSIÓN EN LA DIETA DE HARINA DE BOTÓN DE ORO DE; 20,8 % Y HARINA DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA; 1,5% PARA AMBAS ETAPAS, MELADO DE CAÑA; 4%.Y 5% PARA ETAPA DE INICIO Y ENGORDE RESPECTIVAMENTE.</p> <p>ACC: ALIMENTO CONCENTRADO COMERCIAL. (DIETA CONTRO) SE LES SUMINISTRO PARA CADA UNA DE</p>	<p>S100: CON 100 % DE LA PROTEÍNA REQUERIDA SEGÚN PESO APORTADA POR EL SUPLEMENTO.</p> <p>A50: CON 50% DEL SUPLEMENTO Y AZOLLA A VOLUNTAD.</p> <p>L15: CON 50 % DE LA PROTEÍNA APORTADA POR EL SUPLEMENTO, 15 % POR LOMBRIZ Y AZOLLA A VOLUNTAD.</p> <p>L25: CON 50% DE LA PROTEÍNA APORTADA POR EL SUPLEMENTO, 25% POR LOMBRIZ Y AZOLLA A VOLUNTAD</p>	<p>C: CONCENTRADO COMERCIAL RESTRINGIDO A LAS NECESIDADES DE ACUERDO AL PESO</p> <p>S100: SUPLEMENTO PROTEICO DEL 36 % DE PROTEÍNA, RESTRINGIDO Y JUGO DE CAÑA A VOLUNTAD.</p> <p>A50: 50% DEL SUPLEMENTO PROTEICO REQUERIDO, AZOLLA Y JUGO A VOLUNTAD</p> <p>L25: 50% DE SUPLEMENTO PROTEICO, 25% DE PROTEÍNA APORTADA POR LOMBRIZ FRESCA, AZOLLA Y JUGOA VOLUNTAD</p>	<p>T1: TESTIGO= BALANCEAD O 100 %</p> <p>T2: LOMBRIZ 10% + BALANCEAD O 90% =TOTAL 100%</p> <p>T3: LOMBRIZ 20% + BALANCEAD O 80% =TOTAL 100%</p> <p>T4: LOMBRIZ 30% + BALANCEAD O 70% =TOTAL 100%</p>	<p>T1: RACIONAMIENTO DE LA DIETA UNO CON UN NIVEL PROTEICO DE 22% EN LA ETAPA INICIAL Y 20% EN LA ETAPA FINAL</p> <p>T2:RACIONAMIENTO DE LA DIETA UNO CON UN NIVEL PROTEICO DEL 20% EN LA ETAPA INICIAL Y 18% EN LA FINAL</p> <p>TESTIGO: ALIMENTACION CON BALANCEO</p>	<p>T0: (TESTIGO) CONCENTRADO COMERCIAL</p> <p>T1: CONCENTRADO ARTESANAL CON 5.45 KG DE HARINA DE LOMBRIZ ADULTA</p> <p>T2: CONCENTRADO ARTESANAL CON 5.45 KG DE LOMBRIZ VIVA ADULTA</p> <p>CON RESPECTO A LOS CONCENTRADOS ARTESANALES LA PROPORCIÓN DE LOMBRIZ</p>	<p>T1: TRATAMIENTO TESTIGO, ALIMENTO NBALANCEADO COMERCIAL CON 14% DE PC COMO ALIMENTO</p> <p>T2: CONCENTRADO COMERCIAL + 5% DE HARINA DE LOMBRIZ</p> <p>T3: CONCENTRADO COMERCIAL + 10% DE HARINA DE LOMBRIZ</p>	<p>T0: TESTIGO: 0%</p> <p>T1: VERMIHARIN A 2,5%</p> <p>T2: VERMIHARIN A 5,0%</p> <p>T3: VERMIHARIN A 7,0%</p>

		LAS ETAPAS DURANTE LOS 42 DIAS	COMO FUENTE DE ENERGÍA SE LES SUMINISTRO JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR A VOLUNTAD PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS	L50: 50% DE LOS REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA APORTADOS POR LOMBRIZ FRESCA Y AZOLLA COMO FUENTE DE ENERGÍA SE LES SUMINISTRO JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR A VOLUNTAD PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS		COMERCIAL (NUTRIL)	VIVA Y HARINA DE LOMBRIZ UTILIZADA FUE DE 5.45 KILOGRAMOS EN AMBOS CASOS POR CADA 45.45 KILOGRAMOS DE CONCENTRADO		
PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS EVALUADOS	*CALIDAD DEL HUEVO (COLOR DE LA YEMA Y GROSOR DE LA CASCARA) * ANÁLISIS ECONÓMICO.	*CONSUMO ETAPA DE ENGORDE E INICIACIÓN GANANCIA DE PESO *CONVERSIÓN ALIMENTICIA *MORTALIDAD Y UNIFORMIDAD	*CONSUMO PROMEDIO DIARIO *GANANCIA DE PROMEDIO DE PESO DIARIA *CONVERSIÓN ALIMENTICIA *RENDIMIENTO EN CANAL	*CONSUMO PROMEDIO DIARIO *GANANCIA DE PROMEDIO DE PESO DIARIA *CONVERSIÓN ALIMENTICIA *RENDIMIENTO EN CANAL	*PESO CORPORAL (KG) CONSUMO DE ALIMENTO *CONVERSIÓN ALIMENTICIA *MORTALIDAD	*CONSUMO DE ALIMENTO GANANCIA DE PESO *MORTALIDAD	*CONSUMO DE CONCENTRADO *GANANCIA DE PESO *RENDIMIENTO EN CANAL *CONVERSIÓN ALIMENTICIA *PESO PROMEDIO SEMANAL	*CONSUMO DE ALIMENTO (g/DIA) GANANCIA DE PESO (g) *INDICE DE CONVERSION ALIMENTICIA *RENDIMIENTO EN CANAL *ANALISIS FINANACIERO	*GANANCIA DE PESO *CONSUMO ALIMENTO *CONVERSIÓN ALIMENTICIA *MORTALIDAD *INDICE DE EFICIENCIA EUROPEA *INDICE DE BENEFICIO/COSTO *COSTO/KG DE GANANCIA DE PESO
DISEÑO ESTADÍSTICO	COMPLETAMENTE AL AZAR: SE LLEVÓ A CABO UN ANÁLISIS DE VARIANZA	SE REALIZÓ LA PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS DE SHAPIRO – WILK Y LA PRUEBA DE LEVENE PARA	COMPLETAMENTE AL AZAR	COMPLETAMENTE AL AZAR	COMPLETAMENTE AL AZAR: LOS DATOS DE CAMPOS	SE EMPLEO UN DISEÑO ESTADISTICO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON	SE UTILIZO EL METODO ESTADISTICO EN BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR	DISEÑO COMPETAMENTE AL AZAR SE UTILIZO LAPRUEBA	DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR LOS ANALISIS DE VARIANZA

	<p>PARA LOS EFECTOS SIGNIFICATIVOS SE REALIZÓ UNA REGRESIÓN POLINOMIAL, ADOPTÁNDOSE 5% DE SIGNIFICANCIA, UTILIZANDO EL SISTEMA COMPUTARIZADO INFOSTAT</p>	<p>HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS, POSTERIORMENTE SE REALIZÓ LA PRUEBA T STUDENT PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES COMO COMPARACIÓN DE MEDIAS, ESTO PARA DETERMINAR SI EXISTEN DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$) ENTRE LOS DATOS DE LAS VARIABLES POR TRATAMIENTO UTILIZANDO EL PAQUETE ESTADÍSTICO IBM SPSS STATISTICS V24. PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO SE UTILIZÓ UN BALANCE EN MICROSOFT EXCEL</p>			<p>FUERON EVALUADOS POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA, PARA COMPARAR LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS</p> <p>SE UTILIZÓ Á EL PROGRAMA ESTADÍSTICO INFOSTAT,</p> <p>SE APLICÓ LA PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE TUKEY AL 5% DE PROBABILIDAD ESTADÍSTICO</p>	<p>NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE 0,05-0,01</p>	<p>SE VERIFICO LOS SUPUESTOS ATRAVES DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO</p> <p>PARA ANALIZAR LA NORMALIDAD FUE LA DE KOLMOGORO V SMIRNOV;</p> <p>SE VERIFICO LOS SUPUESTOS MEDIANTE UN MÉTODO GRÁFICO, LLAMADO GRAFICO DE P-P DE NORMALIDAD.</p> <p>SE APLICÓ EL ANVA, EN LOS DATOS SEMANALES, SE REALIZÓ LA PRUEBA DE TUKEY</p>	<p>TUKEY ($P > 0.05\%$)</p>	<p>Y SEPARACION DE MEDIAS UTILIZANDO LA PRUEBA DE DUNCAN A UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE < 0.05 y ≤ 0.01</p>
CITAS	Suarez, Ríos, Peñuela y Castañeda 2016)	García, 2011	Rodríguez, Salazar y Arango 1995	Rodríguez, Salazar y Arango 1995)	(Loor, 2018)	Ruilova y Martínez, 2008	Muñoz, 2015	Argueta, 2013	Pilco, 2006