

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO  
NEGRA (*Hermetia illucens*) EN LA NUTRICIÓN DE CODORNIZ JAPONICA (*Coturnix  
coturnix japonica*) EN LA ETAPA DE CRÍA EN LA FINCA TONCHALÁ,  
CORREGIMIENTO CARMEN DE TONCHALÁ - NORTE DE SANTANDER,  
COLOMBIA.**

**DIEGO ALEXANDER DÍAZ VARGAS**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ZOOTECNIA  
VILLA DEL ROSARIO**

**2020**

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE LARVA DE MOSCA SOLDADO  
NEGRA (*Hermetia illucens*) EN LA NUTRICIÓN DE CODORNIZ JAPÓNICA (*Coturnix  
coturnix japonica*) EN LA ETAPA DE CRÍA EN LA FINCA TONCHALÁ,  
CORREGIMIENTO CARMEN DE TONCHALÁ - NORTE DE SANTANDER,  
COLOMBIA.**

**DIEGO ALEXANDER DÍAZ VARGAS**

Proyecto de investigación presentado para optar el título de zootecnista

**Tutor**

**ALFONSO ENRIQUE PARRA MONTOYA**

**Zootecnista**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ZOOTECNIA**

**VILLA DEL ROSARIO**

**2020**

## Agradecimientos

Quiero agradecer primordialmente a Dios, por haber sido el patrocinador de este proyecto de investigación, también agradecer el trabajo constante de mis padres para poder brindarme su apoyo, al docente Camilo Ernesto Guerrero Alvarado Director del Departamento de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Francisco de Paula Santander-Cúcuta por haber mostrado interés desde la formulación de la propuesta de investigación y colaboración oportuna durante el desarrollo de la investigación , gracias a sus conocimientos y motivación aportados, también se le agradece el haber permitido el uso de las instalaciones del Laboratorio de Nutrición Animal y Alimentos de la sede Campos Elíseos. Quiero exaltar el gesto amable del señor Don Joel Jaimes por haberme permitido usar parte de su finca Tonchalá para realizar este proyecto y a su hija Elizabeth Jaimes por su gran hospitalidad a mi persona durante el tiempo transcurrido de la investigación en la finca Tonchalá.

Dar las gracias a mi tutor de trabajo de grado, el docente Alfonso Parra Zootecnista, quien estuvo pendiente del desarrollo de este proyecto, recibiendo sus conocimientos en el área de la coturnicultura. Agradecer al Comité de Trabajo de Grado por dar solución a mi solicitud presentada.

Gracias a mis docentes de programa de la sede principal Pamplona y la sede Villa del Rosario por haberme formado en los senderos de la sabiduría, ayudándome a construir un profesional ético y comprometido con el sector agropecuario del País, gracias por ayudarme a cumplir este logro académico que para mí significa el inicio de mi propósito de vida.

## Tabla de contenido

Capítulo 1. Efecto de la inclusión de harina de larva de mosca soldado negra ( <i>Hermetia illucens</i> ) en la nutrición de codorniz japónica ( <i>Coturnix coturnix japónica</i> ) en la etapa de cría en la finca Tonchalá, corregimiento Carmen de Tonchalá - Norte de Santander, Colombia.....	133
1.1 Planteamiento del problema.....	133
1.2 Formulación del problema .....	144
1.3 Objetivos .....	155
1.3.1 Objetivo General.....	155
1.3.2 Objetivos Específicos. ....	155
1.4 Justificación .....	155
1.5 Delimitaciones .....	166
1.5.1 Delimitación espacial .....	166
1.5.2 Delimitación temporal .....	177
1.5.3 Delimitación conceptual .....	177
Capítulo 2. Marco Referencial.....	188
2.1 Antecedentes .....	188
2.1.1 La mosca soldado negra como fuente de proteína en la dieta para codornices de engorde: digestibilidad aparente, carga microbiana de excretas, elección de alimento, rendimiento, canales y rasgos de la carne (Cullere, y otros, 2016) .....	18
2.1.2 <i>Hermetia illucens</i> larvas criadas en diferentes sustratos en dietas de codorniz de engorde: efecto sobre la calidad fisicoquímica y sensorial de la carne de codorniz ( Cullere, y otros, 2019).....	19
2.1.3 Rendimiento del crecimiento, perfiles de sangre y rasgos de la carcasa de la perdiz Barbary ( <i>Alectoris barbara</i> ) alimentados con harinas diferentes de larvas de insectos ( <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Hermetia illucens</i> ) (Loponte, y otros, 2017).....	200
2.2 Marco Conceptual.....	211
2.2.1 Mosca soldado negra: .....	211
2.2.2 Alimento concentrado: .....	222
2.2.3 Análisis bromatológico:.....	222
2.2.4 Codorniz japónica:.....	222
2.2.5 Requerimientos nutricionales: .....	233
2.2.6 Ganancia de peso:.....	233
2.2.7 Conversión alimenticia: .....	244
2.3 Marco Legal .....	244

2.3.1. DECRETO No. 1840 DE AGOSTO 3 DE 1994: .....	255
2.3.2. RESOLUCION 1056 (17 ABRIL 1996): .....	266
2.3.3. RESOLUCIÓN No. 003651 DE NOVIEMBRE 13 DE 2014: .....	300
Capítulo 3. Metodología .....	333
3.1 Tipo de investigación .....	333
3.2 Población.....	333
3.3 Muestra .....	333
3.4 Variables de estudio .....	333
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información .....	344
3.6 Hipótesis .....	344
3.6.1 Hipótesis nula .....	344
3.6.2 Hipótesis alternativa .....	344
3.7 Metodología .....	355
3.8 Fase 1. Reproducción semi-artificial y producción larval de la mosca soldado negra. ....	355
3.9 Fase 2. Obtención de la harina e incorporación con el alimento concentrado.....	377
3.10 Fase 3. Cría de los cotupollos y registro de datos.....	400
Capítulo 4: Resultados Y Discusión .....	411
4.1 Resultados .....	411
4.2 Discusiones .....	488
Capítulo 5: Conclusiones .....	511
Capítulo 6: Recomendaciones.....	522
Referencias.....	533
Anexo.....	588
Apéndice .....	655

### Lista de tablas

Tabla 1 Variables de estudio .....	34
Tabla 2 Requerimientos nutricionales en la etapa de cria de la codorniz japonesa .....	37
Tabla 3 Formulacion de dieta de cada inclusion de acuerdo a los requerimientos del ave.....	38
Tabla 4 Gramaje de los ingredientes en cada dieta y total de concentrado.....	39
Tabla 5 Analisis bromatologico de la harina de larva de <i>Hermetia illucens</i> .....	41
Tabla 6 Promedio del consumo acumulado (g) de alimento concentrado .....	42
Tabla 7 Promedio de peso (g) .....	42
Tabla 8 Prueba de ANOVA promedio de peso dia 15 .....	43
Tabla 9 Prueba de Tukey comparaciones multiples promedio de peso dia 15 .....	43
Tabla 10 Prueba de Tukey subconjuntos homogeneos promedio de peso dia 15 .....	44
Tabla 11 Promedio ganacia de peso .....	44
Tabla 12 Prueba de ANOVA promedio de ganancia de peso dia 15 .....	45
Tabla 13 Prueba de Tukey comparaciones multiples promedio de ganancia de peso dia 15 ..	45
Tabla 14 Prueba de Tukey subconjuntos homogeneos promedio de ganancia de peso dia 15	45
Tabla 15 Conversion alimenticia dia 15.....	46
Tabla 16 Prueba de ANOVA conversion alimenticia dia 15 .....	46
Tabla 17 Prueba de Tukey comparaciones multiples conversion alimenticia dia 15.....	47
Tabla 18 Prueba de Tukey subconjuntos homogeneos conversion alimenticia dia 15 .....	47
Tabla 19 Comparacion del analisis proximal de la harina de larva de <i>Hermetia illucens</i> y los datos reportados por (Arango Gutiérrez , Vergara Ruiz , & Mejía Vélez , 2004) .....	48

## Resumen

En el presente trabajo de investigación se evaluó la harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) como ingrediente parcial en la dieta de codornices en etapa de cría (día 1 al 15), se usaron 180 cotupollos de un día de nacidos destinados a 3 tratamientos de inclusión del 10 %, 7,5 %, 5 % y el testigo, cada uno con tres repeticiones, cada repetición empleo 15 aves, para esto fue necesario la consecución de moscas reproductoras provenientes de la granja del investigador Andrés Felipe Basto del Centro Latinoamericano de Especies Menores CLEM del SENA (Tuluá-Valle) logrando su reproducción semi-artificial, así permitiendo obtener una producción larval la cual fue recolectada y sometida a un proceso de deshidratación al horno por un tiempo de 72 horas a 60 °C, consiguiendo larvas secas que fueron trituradas por acción de la licuadora para convertirse en harina.

Se formularon las dietas de acuerdo a los requerimientos del ave en la etapa de cría y en las cantidades calculadas se homogeneizaron la harina de larvas y la harina de concentrado comercial, seguidamente pasando las mezclas por el molino industrial logrando la peletización de las dietas y llevándolas al horno para su deshidratación, al estar deshidratadas se molieron para conseguir la partícula necesaria para la alimentación de los cotupollos. Los cotupollos fueron dispuestos en una cuna de cría con las condiciones necesarias recibiendo la alimentación con la dieta correspondiente, las aves se pesaron a la llegada (peso inicial), al día 5, día 8, día 11 y día 15 (peso final), los datos fueron registrados en el programa Excel 2013 y las variables de estudio peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia para el pesaje final (día 15) fueron analizadas estadísticamente con la prueba de ANOVA y Tukey demostrando para la variable peso final que existen diferencias significativas entre el grupo

testigo y los tratamientos, con resultados no favorables para las inclusiones y en las variables ganancia de peso y conversión alimenticia no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo se observaron mejores resultados del 10 % de inclusión en la conversión alimenticia y ganancia de peso sobre el grupo testigo, desde el pesaje del día 11 al pesaje final.

*Palabras claves:* Hermetia illucens, Coturnix coturnix japónica, alimento concentrado, parámetros productivos, conversión alimenticia, ganancia de peso, etapa de cría

## Abstract

In the present research work, the larval meal of black soldier fly (*Hermetia illucens*) was evaluated as a partial ingredient in the diet of quail in the breeding stage (day 1 to 15), 180 cotupolls of one day of births destined for 3 treatments of inclusion of 10%, 7.5%, 5% and the control, each with three repetitions, each repetition employed 15 birds, for this it was necessary to obtain breeding flies from the farm of the researcher Andrés Felipe Basto del Latin American Center for Smaller Species CLEM of SENA (Tuluá-Valle) achieving its semi-artificial reproduction, thus allowing to obtain a larval production which was collected and subjected to a process of dehydration in the oven for a time of 72 hours at 60 ° C, getting dried larvae that were crushed by the blender to become flour. The diets were formulated according to the requirements of the bird in the breeding stage and in the calculated quantities the larval flour and commercial concentrate flour were homogenized, then the mixtures were passed through the industrial mill achieving pelletization of the diets and carrying them Baked for dehydration, being dehydrated, they were ground to obtain the necessary particle to feed the cotupollos. The cotupollos were arranged in a breeding cradle with the necessary conditions receiving the feeding with the corresponding diet, the birds were weighed on arrival (initial weight), on day 5, day 8, day 11 and day 15 (final weight), the data were recorded in the Excel 2013 program and the variables of study final weight, weight gain and feed conversion for final weighing (day 15) were statistically analyzed with the ANOVA and Tukey test showing for the final weight variable that there are differences significant differences between the control group and the treatments, with results not favorable for inclusions and in the variables weight gain and nutritional conversion no significant

differences were found. However, better results of 10% inclusion in food conversion and weight gain on the control group were observed, from the weighing on day 11 to the final weighing.

*Keywords:* *Hermetia illucens*, *Coturnix coturnix japónica*, concentrated food, feed conversion, weight gain.

## Introducción

La tendencia hacia el año 2050 pronostica un aumento de la población a nueve mil millones de personas, lo que dará como resultado un aumento del 58% de la demanda mundial de carne en comparación con 2010 (Naciones Unidas , 2019) esto provocara un aumento en la producción ganadera y la consiguiente presión aumentada sobre el medio ambiente con consecuencias concebibles sobre sus recursos ya sobreexplotados. Paralelamente, una rápida expansión de la demanda de soja aumentará los precios, lo que resultaría en un aumento estimado de los precios de la carne > 30% para 2050 en comparación con 2000 (FAO , 2009). Aparece la necesidad de aumentar el suministro de proteínas sostenibles para su uso en la alimentación animal y el uso de proteínas de insectos proporciona una alternativa potencial a los cultivos de soja y la harina de pescado. Las larvas de mosca son altamente compatibles en la elaboración de alimentos para animales que contienen mucha proteína digestible con niveles de aminoácidos esenciales que son semejantes con los que se encuentran en ingredientes de alto costo como la soja (Charlton, Dickinson, Wakefield, Fitches, Kenis, 2015). Una de las especies más prometedoras de insectos es la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), un Díptero de la familia Stratyomidae que en estudios de su perfil nutricional resulta sin duda interesante y demuestra ser idóneo para la producción en una amplia gama de material orgánico en descomposición para su crecimiento, lo que representa una oportunidad para reciclar la materia orgánica en nutrientes valiosos para la fabricación de piensos. Independientemente del nivel de inclusión, cuando se prueba en las dietas de diferentes especies animales (incluidos peces, aves de corral, cerdo u otras), el resultado general es el estado de salud de los animales, el rendimiento productivo, y la calidad general de los productos animales derivados (es decir, carne y huevos) demostró ser satisfactoria (Cullere,

Woods, Van Emmenes, Pieterse, Hoffman, 2019). Tomando la anterior información sobre tan beneficioso insecto en la alimentación de especies menores, se plantearon los objetivos para evaluar los parámetros productivos en la codorniz japónica en etapa de cría, iniciando con el desarrollo de la reproducción semi artificial de *Hermetia illucens* en cautiverio, teniendo como prioridad realizar un control estricto de los parámetros ambientales (luminosidad, temperatura y humedad relativa) que influyen en su estímulo sexual, logrando las ovoposiciones necesarias que dieron lugar a una producción larval satisfactoria. Posteriormente las larvas fueron sometidas a procesos de deshidratación y molienda donde se consiguió la harina, que fue sometida a análisis bromatológico, procesos que fueron realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal y Alimentos de la Universidad Francisco de Paula Santander (Los Patios), sirviendo los resultados de estas pruebas para la formulación de las dietas de inclusión a las cuales fueron sometidas las codornices de un día de nacidas hasta la segunda semana de vida. La harina de larva de HI y la harina del concentrado comercial fueron homogeneizadas y llevadas a peletización permitiendo la incorporación de las mismas en un mismo alimento para cada dieta correspondiente. El objetivo de esta aplicación en la etapa de cría de la codorniz japónica, es que no existe en el mercado un alimento balanceado que pueda suplir las necesidades nutritivas del ave (SILVA, JORDÃO FILHO, COSTA, LACERDA, VARGAS, 2012), por lo tanto esta inclusión de harina de insecto podría satisfacer de buen modo el requerimiento y así mostrar un mejor rendimiento productivo de la línea japónica.

**Capítulo 1. Efecto de la inclusión de harina de larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en la nutrición de codorniz japónica (*Coturnix coturnix japónica*) en la etapa de cría en la finca Tonchalá, corregimiento Carmen de Tonchalá - Norte de Santander, Colombia.**

### **1.1 Planteamiento del problema**

El constante crecimiento de la población mundial es alarmante, se tiene previsto que la población mundial alcance los 8.500 millones en 2030, 9.700 millones en 2050 y 11.200 millones en 2100 (Naciones Unidas , 2019), esta tendencia demuestra que la demanda comercial de alimentos y piensos destinado al consumo humano como animal seguira en aumento, tanto la producción de cereales y productos cárnicos sera obligada a aumentar en un 70 %, esta ultima crecerá más rápidamente que la de los cereales destinados al consumo humano (FAO , 2009). En Colombia la producción de alimentos balanceados para animales implica la importación de diferentes materias primas, entre las principales están el maíz amarillo duro, la soya, el sorgo y la torta de soya representando cerca del 80 % de los cereales destinados a la fabricación de piensos, el comportamiento de los precios internacionales con periodos de crecimiento inciden directamente en los precios de los alimentos balanceados en el país (SIPSA, 2013).

En este contexto “los insectos representan una posible fuente alternativa de nutrientes para el sector ganadero que podría ayudar a enfrentar la creciente demanda y el precio de los alimentos convencionales de una manera más sostenible” (Cullere, Tasoniero, Giaccone, Miotti-Scapin, Claeys, 2016, p. 1). La mosca soldado negra *Hermetia illucens* del orden Diptera puede ser un insecto promisorio en la transformación de residuos orgánicos y en la producción de alimentos de alta calidad nutricional, el uso de larvas o la harina de larvas de MSN en estudios realizados

en distintas especies de interés pecuario gracias a sus propiedades han permitido una fácil incorporación e inclusión precisa en la formulación de dietas para animales, aportando proteínas, lípidos y minerales de alta calidad Sheppard (citado por Arango, Vergara Ruiz, Mejía Vélez, 2004).

La coturnicultura en Colombia ha tenido algunas crisis relacionadas con la disponibilidad de materias primas, la producción no planificada, los problemas sanitarios y la consecución de pie de cría, que han causado en algunos planteles bajas significativas de su capacidad instalada. A pesar de ello la actividad coturnícola ha venido creciendo en las diferentes regiones del país, ya que se requiere muy poco espacio y mostrando muy buenos rendimientos productivos (Vásquez Romero & Ballesteros Chavarro, 2007). Uno de los problemas en la nutrición de codornices es la inexistencia de un alimento balanceado para el periodo de cría, como respuesta a esto los productores deciden suministrar a sus cotupollos alimento concentrado inicio para pollo de engorde, el cual no contiene los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos nutricionales (SILVA, JORDÃO FILHO, COSTA, LACERDA, VARGAS, 2012), por este motivo se hace necesario recurrir a usar la harina de larva para incluirla en la dieta de codornices en la etapa de cría y evaluar los parámetros productivos del ave.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Podrían mejorar los parámetros productivos de la codorniz japónica en la etapa de cría, con la inclusión de harina de larva de *Hermetia illucens* en su alimentación? ¿Podría ser optima la reproducción de *Hermetia illucens* y su producción larval en las condiciones ambientales del municipio de Cúcuta?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General.

Demostrar el efecto de la inclusión de harina de larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en la nutrición de codorniz japónica (*Coturnix coturnix japonica*) en la etapa de cría en la finca Tonchalá, corregimiento Carmen de Tonchalá - Norte de Santander, Colombia.

### 1.3.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Desarrollar la reproducción semi-artificial y la producción larval de *Hermetia illucens*.
- ✓ Analizar la composición nutricional de la harina de larva de *Hermetia illucens*.
- ✓ Evaluar los parámetros productivos de la codorniz en la etapa de cría de acuerdo a tres niveles de inclusión de la harina de larva.

## 1.4 Justificación

La presente investigación se enfocara en analizar los parámetros productivos de la codorniz japónica en la etapa de cría de acuerdo a los porcentajes de inclusión de harina de larva de mosca soldado negra en su alimentación, con el propósito de suplir el requerimiento nutricional total de la etapa, pues se conoce que en el mercado no se encuentra un alimento concentrado específico que pueda suplir las necesidades nutritivas del ave, y que los productores se ven obligados a usar alimento “inicio” para pollos de engorde que no aporta los nutrientes suficientes para la nutrición de los cotupollos.

La harina de larva de mosca soldado negra está siendo de gran interés en la industria de la elaboración de piensos, desde el proceso reproductivo y su producción larval genera una serie de beneficios tanto económicos, ambientales y sociales que ayudan a solucionar las problemáticas actuales que presenta la población mundial. La alta demanda de materias primas de contenido proteico como la harina de pescado que cada vez presenta mayores dificultades para su obtención y los productos de soya que han motivado una mayor extensión de sus cosechas ocasionando la tala de bosques nativos y de selva del amazonas, afectando las reservas naturales del planeta, despierta la afanosa búsqueda de una fuente alternativa que disminuya este impacto negativo, siendo la harina de insectos el ingrediente promisorio como sustituyente a estas materias escasas y poco sostenibles.

Es por esto que se recurre a conseguir por cuenta propia la harina de larva de mosca soldado negra, desarrollando su reproducción y producción larval, demostrando la facilidad de estos procesos, para luego ser usada en la formulación de las dietas y suministrada en la alimentación de las codornices .

## **1.5 Delimitaciones**

### **1.5.1 Delimitación espacial**

El presente proyecto investigativo se desarrollo en dos lugares: finca Tonchalá, ubicada en el corregimiento del Carmen de Tonchalá, municipio de Cúcuta, Norte de Santander, el idóneo para el control de las parametros ambientales que se relacionan con la reproducción de *Hemertia illucens* y la cría de *Coturnix coturnix japonica* y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Francisco de Paula Santander, sede Campos Elíseos, ubicado en el municipio de Los

Patios, Norte de Santander, donde se realizaron los procesos para la obtención y análisis composicional de la harina de larva de *Hermetia illucens* y la elaboración del alimento concentrado de las dietas.

### **1.5.2 Delimitación temporal**

La realización del proyecto tuvo una duración de cuatro meses en las actividades prácticas y experimentales y un mes para el análisis de los datos y construcción del informe final.

### **1.5.3 Delimitación conceptual**

El proyecto se enmarco en los siguientes conceptos:

- Reproducción semi artificial
- Parámetros ambientales
- Producción larval
- Harina de larva
- Análisis bromatológico
- Homogenización
- Peletización
- Alimento concentrado
- Etapa de cría

## Capítulo 2. Marco Referencial

### 2.1 Antecedentes

Aunque son muy pocas las investigaciones sobre la inclusión de harina de insectos en la nutrición animal, ya se pueden encontrar algunos estudios con los cuales se han podido obtener excelentes resultados por el aporte como ingrediente alternativo, parcial o suplente de otras fuentes que requieren un mayor costo de producción. En el caso de la harina de larva de *Hermetia illucens* como antecedentes tenemos las siguientes investigaciones:

#### **2.1.1 La mosca soldado negra como fuente de proteína en la dieta para codornices de engorde: digestibilidad aparente, carga microbiana de excretas, elección de alimento, rendimiento, canales y rasgos de la carne (Cullere, Tasoniero, Giaccone, Miotti-Scapin, Claeys, 2016)**

Departamento de Medicina, Producción y Salud Animal, Universidad de Padua; Laboratorio de Nutrición Animal y Calidad de Productos Animales, Departamento de Producción Animal, Universidad de Gante.

El objetivo de la presente investigación es proporcionar datos y conocimientos sobre el uso de la harina de insectos como ingrediente alimenticio para las codornices de engorde, su potencial y los beneficios en el producto final. La inclusión de 10% y 15% de harina de *H. illucens* en la dieta de codornices en crecimiento (de 10 a 28 días de edad) proporcionó resultados comparables con los de codornices alimentadas con harina de soja convencional y a base de aceite de soja. La harina de larvas de *H. illucens* demostró ser un ingrediente alimenticio prometedor (hasta un 15% de nivel de inclusión) para el cultivo de codornices de engorde, como un reemplazo parcial

de la harina de soya común y el aceite de soja. De hecho, la digestibilidad de los nutrientes, el rendimiento productivo, la calidad de la canal y la carne fueron en general satisfactorios.

El ensayo realizado bajo condiciones intensivas, puede afirmar que la harina de *H. illucens* puede ser una ingrediente adecuado para dietas de codornices de engorde en crecimiento, comprobando ser uno de los más prometedores insectos para la producción industrial de piensos en el mundo occidental.

### **2.1.2 *Hermetia illucens* larvas criadas en diferentes sustratos en dietas de codorniz de engorde: efecto sobre la calidad fisicoquímica y sensorial de la carne de codorniz (Cullere, Woods, Van Emmenes, Pieterse, Hoffman, 2019)**

Departamento de Medicina Animal, Producción y Salud, Universidad de Padua,  
Departamento de Ciencias Animales, Universidad de Stellenbosch, Centro de Nutrición y Ciencias de los Alimentos, Universidad de Queensland.

El valor aportado de esta investigación es el uso de *Hermetia illucens*, una de las especies de insectos más prometedoras que pueden explotarse como ingredientes alimenticios alternativos y sostenibles en la avicultura. Las larvas de esta mosca crecen en una amplia gama de sustratos orgánicos en descomposición, transformando así los desechos orgánicos en fertilizante y la bioconversión en un ingrediente de alto valor. Cuando el HI se incluye en las dietas de diferentes especies de aves de corral, proporciona resultados positivos en términos de rendimiento productivo, el estado de salud de los animales y la calidad general del producto.

El presente experimento probó los efectos de una inclusión en la dieta de larvas de HI cultivadas en dos sustratos diferentes en las dietas de codornices de carne. Los dos sustratos fueron 100% de maceración de capa (sustrato de cría convencional) y 50:50 maceración de capa

/ pescado, asignando un total de 300 codornices de 10 días de edad a los tres grupos dietéticos (cinco repeticiones / cada uno): se formuló una dieta a base de harina de soya (Control) y se formularon otras dos dietas que incluían HI1 o HI2 al 10 %. Las codornices fueron alimentadas con dietas experimentales hasta el sacrificio. La calidad de la carne de pechuga se vio afectada por los tratamientos dietéticos, que mostraron diferentes composiciones próximas y perfiles AA y FA. La calidad física de la carne, el perfil sensorial y la exhibición minorista no se vieron afectados en su mayor parte.

El proyecto mostro con sus resultados que es posible mejorar el perfil de FA de la carne de codornices alimentadas con HI y, por lo tanto, la calidad de los lípidos a través de la modulación del sustrato de la dieta de HI.

### **2.1.3 Rendimiento del crecimiento, perfiles de sangre y rasgos de la carcasa de la perdiz Barbary (*Alectoris barbara*) alimentados con harinas diferentes de larvas de insectos (*Tenebrio molitor* y *Hermetia illucens*) (Loponte, Nizza, Boveraa, De Riu, Fliegerova, 2017)**

Departamento de Medicina Veterinaria y Producción Animal, Universidad de Napoli Federico II, Departamento de Medicina Veterinaria, Universidad de Sassari, Instituto de Fisiología y Genética Animal, CAS.

Las harinas de insectos pueden ser una valiosa fuente de proteínas en las perdices de Berbería criadas en cautiverio. Para investigar el efecto de harinas de insecto (de *Hermetia illucens*, HI y *Tenebrio molitor*, TM larvas) sobre el rendimiento productivo y los perfiles de sangre de la perdiz de Barbary, las perdices de noventa y siete días se dividieron en 5 grupos (6 repeticiones, 3 perdices / replica). Hasta 64 días, los grupos se alimentaron con 5 dietas isoproteicas e

isoenergéticas: el alimento control con una dieta de harina de maíz y soya (grupo SBM); en los grupos TM25 y TM50, el 25 y el 50% de las proteínas SBM fueron sustituidas por la proteína de TM, respectivamente; en los grupos HI25 y HI50, el 25 y el 50% de SBM fueron sustituidos por la proteína de HI, respectivamente.

Las perdices alimentadas con insectos fueron menores que las alimentadas con harina de soja, esto no afectó la digestibilidad de los nutrientes ya que el peso vivo final (a los 64 días) fue mayor que el control para los grupos HI y TM. Al observar el rendimiento del crecimiento, el TM fue más efectivo que el HI para mejorar el valor de la relación de conversión de alimento. El efecto prebiótico de la quitina redujo la proporción de albúmina a globulina y este resultado no se vio afectado por la cantidad de ingesta de quitina, lo que sugiere que los valores más bajos pueden expresar sus efectos potenciales en las perdices.

## **2.2 Marco Conceptual**

### **2.2.1 Mosca soldado negra:**

*Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) es un díptero estratiomido (Diptera, Stratiomyidae) vulgarmente denominado “mosca soldado negra” (Black Soldier Fly, BSF en inglés) de origen posiblemente neotropical pero actualmente está presente en zonas cálidas de todo el mundo, debido a su transporte accidental o a su introducción deliberada con diferentes usos. La especie es susceptible de ser criada a escala masiva y los estadios larvarios pueden alimentarse de multitud de restos orgánicos de muy diverso origen. Es por ello que esta especie presenta un gran interés desde un punto de vista aplicado ya que por su versatilidad puede ser utilizada tanto para la transformación de residuos/subproductos orgánicos en biomasa útil para la alimentación

animal o la obtención de biomoléculas, como bioindicador forense por su papel en investigaciones forenses y su uso para el cálculo del intervalo *postmortem* (Gobbi, 2012).

### **2.2.2 Alimento concentrado:**

Es aquel, rico en uno o varios principios nutritivos digestibles y se usan como suplementos de ensilados, forrajes, pastos, granos o subproductos de estos (Resolución 1056 , 1996).

### **2.2.3 Análisis bromatológico:**

Los análisis bromatológicos son la evaluación química de la materia que compone a los nutrientes, pues etimológicamente se puede definir a la Bromatología como Broma, ‘alimento’, y logos, ‘tratado o estudio’, es decir, que la Bromatología es la ciencia que estudia los alimentos, sus características, valor nutricional y adulteraciones. En un mercado globalizado, la importancia de conocer la composición química de los alimentos radica en el precio de estos, pues los fabricantes venden y los productores pagan de acuerdo a la cantidad de proteína cruda (PC), grasa, minerales, etc. Así, el conocimiento de esta composición química de los alimentos permite su utilización de forma racional, con lo que se pueden evitar deficiencias o excesos de nutrimentos (Juan, 2015).

### **2.2.4 Codorniz japónica:**

La especie más importante para la industria de codornices es la codorniz japonesa (Coturnix coturnix japónica), inicialmente domesticada en Japón hacia el siglo XI. Esta codorniz se cría para la producción de carne, huevos y pie de cría. La codorniz japonesa tiene un intervalo de generación extremadamente corto. En solamente seis semanas las hembras comienzan a producir

huevos muy activamente y la producción de estos huevos persiste fácilmente hasta las 30 semanas de edad o más. Es común que los lotes de reproductoras produzcan huevos desde las 6 hasta las 30 semanas de vida; es decir, durante por lo menos 22-24 semanas de producción. Durante este periodo, las reproductoras son alojadas junto con machos en proporción 1:3 (un macho para cada tres hembras), de manera que los huevos producidos puedan ser destinados a incubación para producir la siguiente generación, o bien, pueden ser utilizados como huevos para consumo humano (Otálora , 2017).

### **2.2.5 Requerimientos nutricionales:**

Los requerimientos nutricionales son las necesidades que los organismos vivos tienen de los diferentes nutrientes para su óptimo crecimiento, mantenimiento y funcionamiento en general. Las cantidades nutricionales varían dependiendo de la especie, el sexo y la edad, o más bien, del momento del desarrollo del individuo (Dra. Queralt, 2016).

### **2.2.6 Ganancia de peso:**

La ganancia media diaria, en cualquier animal y cualquier fase de crecimiento es lo que su nombre indica: el incremento de peso medio diario. Para eso necesitas saber peso al inicio de la fase que quieras controlar, peso al final de la fase y días transcurridos (Luna , 2010).

### **2.2.7 Conversión alimenticia:**

En los animales en crecimiento generalmente se expresa la CA como la relación entre la unidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo logrado durante un periodo de prueba (UNAD , 2016).

## **2.3 Marco Legal**

El trabajo de investigación esta encajado dentro de las áreas de elaboración de alimentos balanceados para animales, materias primas en la producción pecuaria y el manejo de granjas avícolas. Aquí se ven influenciados los procesos para la producción de insumos pecuarios y su reglamentación, igualmente que las normas estipuladas en la producción de granjas avícolas en este caso de postura, siendo aspectos legales que deben tenerse en cuenta para garantizar la inocuidad de los insumos utilizados en la alimentación animal, del control y verificación de estas que permiten obtener un estatus sanitario y así la comercialización de productos para el consumo humano.

De acuerdo a lo anterior se exponen: Decreto No. 1840 de agosto 3 de 1994: "Por el cual se reglamenta el Artículo 65 de la Ley 101 de 1993", Resolución 1056 (17 abril 1996): "Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los Insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones No. 710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993" y Resolución No. 003651 de noviembre 13 de 2014 "Por medio de la cual se establecen los requisitos para la certificación de granjas avícolas bioseguras de postura y/o levante y se dictan otras disposiciones"

### **2.3.1. DECRETO No. 1840 DE AGOSTO 3 DE 1994:**

El Artículo 1, menciona el ámbito de aplicación del Decreto, especificando a todas las especies animales y vegetales y sus productos, el material genético animal y las semillas para siembra existentes en Colombia o que se encuentren en proceso de introducción al territorio nacional, como también los Insumos Agropecuarios.

El Artículo 2, explica los papeles en el manejo de la sanidad animal, de la sanidad vegetal y el control técnico de los insumos agropecuarios, así como el del material genético animal y las semillas para siembra, y las acciones y disposiciones necesarias para la prevención, el control, supervisión, la erradicación, o el manejo de enfermedades, plagas, malezas o cualquier otro organismo dañino, que afecten las plantas, los animales y sus productos, actuando en permanente armonía con la protección y preservación de los recursos naturales. Enfatizando que una de las acciones y disposiciones relacionadas aplican el control técnico de la producción, comercialización y uso de los insumos agropecuarios y la acreditación de personas jurídicas oficiales o particulares, mediante la celebración de contratos o convenios, para el ejercicio de acciones relacionados con la sanidad agropecuaria y el control técnico de los insumos agropecuarios.

El Artículo 9, distingue al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, como herramienta de control técnico de los insumos agropecuarios, material genético animal y semillas para siembra, teniendo atribuciones para determinar los requisitos para el registro de las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la fabricación, formulación, importación, uso y aplicación de insumos agropecuarios, determinar los requisitos para el registro de las personas jurídicas acreditadas para la certificación de la calidad, la eficacia y la seguridad de los insumos agropecuarios, determinar los requisitos para el registro de los insumos agropecuarios que se importen, exporten,

produzcan, comercialicen y utilicen en el territorio nacional, de acuerdo con sus niveles de riesgo para la salud humana, la sanidad animal y la sanidad vegetal, establecer los requisitos de calidad, eficacia y seguridad, y las metodologías y procedimientos de referencia para su determinación en los insumos agropecuarios, a fin de minimizar los riesgos que provengan del empleo de los mismos y facilitar el acceso de estos productos al mercado nacional e internacional, supervisar, controlar y hacer seguimiento al cumplimiento de los requisitos establecidos en sus reglamentaciones y normas complementarias, tanto por las personas naturales como por las jurídicas registradas, así como a las garantías expresadas en los insumos agropecuarios que las mismas comercialicen.

El Artículo 10, nombra al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, para acreditar personas jurídicas del sector oficial o particular, para el ejercicio de actividades relacionadas con la Sanidad Animal, la Sanidad Vegetal y el control técnico de los Insumos Agropecuarios, dentro de las normas y procedimientos que se establezcan para el efecto.

### **2.3.2. RESOLUCION 1056 (17 ABRIL 1996):**

El Artículo 2, indica el registro ante el Instituto Colombiano Agropecuario ICA de toda persona natural o jurídica que se dedique a la producción, importación, producción por contrato o el control de calidad de Insumos Pecuarios.

El Artículo 3 establece la información y documentos para obtener el Registro como Productor, del representante legal ante el ICA:

Artículo 7o. Los laboratorios o plantas dedicados a la producción de Insumos Pecuarios deberán ajustarse a las Buenas Prácticas de Manufactura vigentes o las normas técnicas de fabricación y cumplir como mínimo con los siguientes requisitos de producción:

### 3. PLANTAS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES

- a. Asesoría Técnica a cargo de un Médico Veterinario Zootecnista o Zootecnista.
- b. Laboratorio de Control de Calidad Físico Químico, de Microbiología y de Análisis toxicológico para control de calidad, cada uno a cargo de un profesional competente en la materia.

PARAGRAFO 1°. Los Laboratorios de control de calidad, deberán cumplir con las Buenas Prácticas de Laboratorio vigentes.

PARAGRAFO 2°. En caso de que el laboratorio o planta, se dedique a la producción mixta de medicamentos, productos naturales, productos biológicos o alimentos, cada área debe estar completamente separada de manera tal que se garantice la calidad de los productos que se fabriquen en cada una de ellas. Todo lo referente a este párrafo tiene como excepción aquellos casos en que la División de Insumos Pecuarios juzgue que no existe incompatibilidad tecnológica.

Artículo 9. Indica la información y documentos para obtener el registro como productor por contrato, el artículo 18, menciona que los laboratorios o plantas semielaboradoras, empacadoras o envasadoras de medicamentos, productos naturales y de alimentos para animales, deberán ajustarse a las Buenas Prácticas de Manufactura Vigentes o Normas Técnicas de Fabricación y contar con la Dirección Técnica a cargo de un Químico Farmacéutico, en el caso de medicamentos y productos naturales y un profesional competente para el caso de alimentos para animales. Estos profesionales deberán inscribirse a través del representante legal en el ICA, presentando el formulario de solicitud diligenciado y fotocopia de la tarjeta profesional y recibo de pago expedido por el ICA de acuerdo con la tarifa vigente.

Artículo 23°. La importación de medicamentos, productos naturales, productos biológicos, alimentos o materias primas para su elaboración, estará sujeta a lo dispuesto al respecto en la Resolución del ICA por la cual se dictan disposiciones en materia de importación y exportación de los mismos que a la fecha se encuentre vigente.

Artículo 24o. Determina las obligaciones de los Productores, Productores por contrato, semielaboradores, empacadores o envasadores y de los Laboratorios de Control de Calidad e Importadores. Los titulares de registro deberán conservar la documentación de producción, control de calidad y muestras de retención por cada lote y producto fabricado como mínimo durante el periodo de validez, en el caso de medicamentos, biológicos o productos naturales. En el caso de alimentos, este periodo deberá ser como mínimo seis (6) meses posteriores a la fecha de formulación del producto.

Artículo 26°. Los Laboratorios para el control de calidad de insumos pecuarios deberán cumplir una serie de requisitos

- a. El laboratorio de control de calidad de medicamentos y productos naturales deberá estar dirigido por un Químico Farmacéutico. El laboratorio de control de calidad microbiológico de medicamentos, productos naturales y alimentos para animales deberá estar dirigido por un profesional competente en el análisis microbiológico de estos productos.
- b. El laboratorio de control de calidad de alimentos (bromatológico y fisicoquímico) deberá estar dirigido por un Químico.
- c. El laboratorio de control de calidad de biológicos deberá estar dirigido por un Médico Veterinario.
- d. El laboratorio de control de calidad Toxicológico de alimentos deberá estar dirigido por un profesional competente en análisis toxicológico de alimentos.

e. Disponer de instalaciones, equipos y técnicas analíticas adecuadas acogéndose en todos los casos a las Buenas Prácticas de Laboratorio.

Artículo 30o. Para la comercialización de Insumos Pecuarios en el país, se requiere que hayan sido registrados previamente en el Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Artículo 31o. Para obtener el registro de los productos, el interesado deberá presentar la solicitud para cada producto por separado ante el ICA, incluyendo la información y documentos:

a. Nombre o razón social del solicitante

b. Dirección de la oficina, planta de producción, bodega o depósito.

c. Nombre con el cual se comercializará el producto.

d. Composición garantizada completa (ingredientes activos, auxiliares o excipientes) en unidades del sistema métrico decimal. En el caso de alimentos, incluir la composición garantizada con los límites máximos expresados en porcentaje en peso para humedad, fibra, cenizas y equivalente proteico del nitrógeno no proteico (NNP), y límite mínimo para proteína y grasa. En sales mineralizadas el cloruro de sodio y macroelementos deben ser garantizados en porcentaje en peso indicando los límites mínimos para el cloruro de sodio, fósforo y calcio, la humedad y el flúor, deben garantizarse como máximo. Los microingredientes, deberán expresarse en el sistema internacional de unidades.

f. Indicación específica o propósito del producto, vías de administración y especies animales para los cuales se indica, dosis o cantidad a suministrar por animal en el caso de alimentos, en la unidad correspondiente para cada uno de los ingredientes activos por kilogramo(s) de peso vivo y la dosis correspondiente del producto terminado en mililitros o miligramos por Kg(s) de peso vivo o animal, para medicamentos.

Artículo 33o. Se entiende por rotulado la información impresa que consigna la etiqueta, caja, inserto, empaque o envase de los Insumos Pecuarios.

PARAGRAFO 1°. Se prohíbe en la leyenda del rotulado:

- a. El empleo de los términos o palabras "etcétera", "similares" y "otras", y "demás" y sus sinónimos para hacer entender o para indicar que el producto posee acción biológica o farmacológica de alguna índole contra varias entidades infecciosas, parasitarias, orgánicas o sus agentes causales o de índole nutricional.
- b. Hacer referencia o propaganda a otros productos de cualquier clase, bien sean del mismo laboratorio o razón social o de laboratorio o razón social diferente.
- c. Términos o denominaciones no técnicas referentes a enfermedades, síntomas o regiones anatómicas de los animales.

### **2.3.3. RESOLUCIÓN No. 003651 DE NOVIEMBRE 13 DE 2014:**

Artículo 1°. Establece los requisitos para la certificación de granja avícola de postura y/o levante como biosegura.

Artículo 2°. Las disposiciones establecidas en la presente resolución serán aplicadas a todas las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la producción y/o comercialización de aves de postura y/o levante.

Artículo 4°. Requisitos para obtener el certificado como granja avícola biosegura: toda persona natural o jurídica, deberá solicitar el certificado de granja avícola biosegura ante la Gerencia Seccional del ICA de la jurisdicción en la cual se encuentra ubicada la granja, cumpliendo con una serie de requisitos y condiciones, los cuales se deben presentar como: 4.1 Requisitos documentales, aquella información precisa que brinde veracidad de la existencia de la

granja avícola y de sus responsables. 4.2 Requisitos de bioseguridad e infraestructura, aquellos estándares y lineamientos necesarios para el control sanitario de la granja y 4.3 Requisitos especiales de infraestructura para las áreas de clasificación, almacenamiento, empaque, embalaje y despacho de huevos para consumo humano en la granja avícola de postura.

Artículo 5°. Tramite del certificado de granja avícola biosegura: El ICA tendrá 30 días máximos a partir de la fecha de radicación de la solicitud, para revisar la información y documentos relacionados con el artículo 4°, pidiendo al interesado aclaración de la información o documentos adicionales en un plazo de 15 días hábiles.

Artículo 6°. Visita técnica de verificación a las granjas avícolas bioseguras: los requisitos presentados en el artículo 4°, numerales 4.2 y 4.3, serán verificados mediante visita técnica del ICA, quienes elaboraran un acta de visita oficial en el que se emitirá concepto favorable, rechazado o aplazado.

Artículo 7°. Expedición del certificado como granja avícola biosegura: al cumplir los requisitos en los anteriores artículos, el ICA en su seccional en un plazo de 30 días, expedirá mediante resolución motivada el certificado de la Granja Avícola Biosegura el cual tendrá vigencia de 3 años.

El artículo 8 menciona de la modificación del certificado por el titular si se presentan circunstancias como modificación de la capacidad instalada y cambio del titular del registro razón social. En el artículo 9 se presenta la cancelación del certificado si el titular lo desea, cambio de explotación y posibles incumplimientos de los requisitos identificados en la visita de verificación. El artículo 10° establece las obligaciones del titular de la granja biosegura y las obligaciones del mismo en las áreas de clasificación, almacenamiento, empaque, embalaje y

despacho de huevos, además el artículo 11 presenta las prohibiciones del titular de la certificación de bioseguridad.

El artículo 12, 13, 14 y 15 corresponden a las disposiciones del almacenamiento, envase, rotulado, especificaciones técnicas, vida útil y transporte del huevo.

El artículo 16 contempla la vacunación como carácter obligatorio para la enfermedad de Marek y la enfermedad de Newcastle.

## **Capítulo 3. Metodología**

### **3.1 Tipo de investigación**

El presente proyecto de investigación está enmarcado bajo el tipo de investigación experimental, la cual se desarrolló utilizando un DCA (diseño completamente al azar) con tres tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones.

T<sub>0</sub>= Testigo.

T<sub>1</sub>= 10 %.

T<sub>2</sub> = 7,5 %.

T<sub>3</sub>= 5 %.

### **3.2 Población**

Crías de codorniz nacidas de un grupo representativo de huevos eclosionados luego de incubación artificial.

### **3.3 Muestra**

Representada en 180 cotupollos de un día de nacidos.

### **3.4 Variables de estudio**

Las variables analizadas en este proyecto de investigación son parametros productivos zootecnicos que son palicables a cualquier especie de interes pecuario, se uso la balanza como instrumento de ayuda para la toma de medidas (Tabla 1)

Tabla 1

*Variables de estudio.*

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>
Peso final	Gramos	Balanza
Ganancia de peso	Gramos/día	Balanza
Conversión alimenticia	Gramos/gramos	Balanza

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información**

El registro fue el instrumento usado para llevar el seguimiento del consumo diario de las dietas de inclusión y la testigo, brindando el alimento cada 6 -8 veces al día. Al igual se llevó registro de cada día de pesaje de las aves.

### **3.6 Hipótesis**

#### **3.6.1 Hipótesis nula**

Ho: No existen diferencias significativas en los parámetros productivos en los individuos alimentados con los porcentajes de inclusión de harina de larva en la etapa de cría (15 días).

#### **3.6.2 Hipótesis alternativa**

Hi: Existen diferencias significativas en los parámetros productivos en los individuos alimentados con los porcentajes de inclusión de harina de larva en la etapa de cría (15 días).

### 3.7 Metodología

En el corregimiento de Carmen de Tónchala la actividad coturnicola se encuentra presente en diferentes núcleos o granjas productivas, que se han dedicado a la producción de huevo de codorniz y su comercialización. Una de estas granjas es la encargada de producir los huevos fértiles y la posterior incubación obteniendo como resultado los cotupollos de un día de nacido para renovar su lote de hembras ponedoras. De esta granja se tomaron 180 aves de un día de nacidas de un grupo representativo de huevos eclosionados, siendo repartidas entre los tratamientos y el grupo testigo: tratamiento 10 % de inclusión n= 45 aves, trat. 7,5 % de incl. n= 45 aves, trat. 5 % de incl. n= 45 aves y 0 % de inclusión (testigo) n= 45 aves, el número de aves de cada tratamiento y del grupo testigo fue dividido en tres para las repeticiones, es decir 15 aves por repetición.

El análisis estadístico de los datos se realiza con la ayuda del programa SPSS version 25 aplicando la prueba de ANOVA y Tukey.

El presente proyecto de investigación enfocado principalmente en la nutricional animal en donde se analizó el efecto de la inclusión de harina de larva de mosca soldado negra en la nutrición de codorniz en la etapa de cría en la finca Tonchalá, corregimiento Carmen de Tonchalá - Norte de Santander, Colombia, comprendió tres fases: 1. Reproducción semi-artificial y producción larval de la mosca soldado negra, 2. Obtención de la harina e incorporación en el alimento concentrado y 3. Cría de los cotupollos y registro de datos.

### 3.8 Fase 1. Reproducción semi-artificial y producción larval de la mosca soldado negra.

Antes de iniciar con los procesos de reproducción y producción de *H. illucens*, se realizó una toma de muestras de las condiciones ambientales de dos ubicaciones distantes, vereda Los

Peracos y corregimiento de Carmen de Tonchalá donde se ubica la finca Tonchalá, con una temperatura media anual de 27.3°C, una precipitación media anual de 927.3 mm y una altura de 340msnm (Suárez Delgado, Bonilla Barajas, Martínez Meléndez, Galindo Tarazona, & Sánchez Montaña, 2004) la cual fue seleccionada por mantener sus parámetros ambientales (luminosidad, temperatura, humedad) dentro de los rangos adecuados para la óptima reproducción y producción de *H. illucens*.

La colonia de *H. illucens* usada en este experimento fue adquirida de la granja del investigador Andrés Felipe Basto del Centro Latinoamericano de Especies Menores SENA-CLEM (Tuluá, Valle del Cauca). Llegaron 120 pupas las cuales fueron alojadas dentro de un mosquitero de 324.000 cm<sup>3</sup> (90 \* 60 \* 60 cm), en este se introdujo: un recipiente con un paño empapado con agua para la hidratación de las moscas, ramas de una planta para que se posaran las moscas, un recipiente con codornaza humedecida forrado con malla de tela para impedir el ingreso de las moscas y nidos de tablas para la ovoposición de las moscas (Basto Rodas & Espinosa Velazco , 2017).

También se mantuvo un constante control de los parámetros con el termo higrómetro garantizando los rangos de temperatura en  $30 \pm 5$  °C y humedad en  $60 \pm 8$  %, además del aprovechamiento de la luz natural gracias al techo traslucido. (Bertrand , Grégoire , Carpentier , Frédéric , & Caparros Megido , 2019) (Figura 1 y 2)

Luego de obtener la ovoposición en los nidos, estos se llevaron al tanque de producción larval los cuales contenían codornaza humedecida como medio nutritivo. Durante el tiempo que fueron criadas se les suministro gallinaza y mortalidad de codorniz. (Ilustración 3 y 4)

### 3.9 Fase 2. Obtención de la harina e incorporación con el alimento concentrado.

Al obtener la producción larval se recolectó la autocosecha y se lavó con agua, seguidamente se secó con aire caliente a 60 °C y se llevó a congelación produciendo la muerte, luego se descongeló, se secó de nuevo y se repartió en bandejas metálicas ingresándolas al horno por un tiempo de 73 horas a 60 °C. Teniendo las larvas deshidratadas fueron molidas en licuadora convertidas en harina. Esta harina fue sometida a análisis de materia seca, cenizas y extracto etéreo, valores analizados en el Laboratorio de Nutrición Animal sede Campos Elíseos (Los Patios) UFPS. (Ilustración 5 y 6)

Fue necesario conocer el resultado del análisis de extracto etéreo (Figura 7) para realizar la formulación de la dieta en las tres inclusiones experimentales de acuerdo a los requerimientos nutricionales en etapa de cría (día 1 al 15) de la codorniz japónica (Tabla 2). Las formulaciones de las dietas tuvieron en cuenta las necesidades nutricionales del ave, pero las inclusiones de la harina de larva HI en su porcentaje de grasa estuvieron por encima del requerimiento, sin embargo se tuvo presente no exceder el límite superior de grasa al 5% de la codorniz japónica. (Cordero Salas, 2012) (Tabla 3)

Tabla 2

*Requerimientos nutricionales en la etapa de cría de la codorniz japonesa.*

<b>Nutriente</b>	<b>PC</b>	<b>EE</b>	<b>FC</b>	<b>Ca</b>	<b>P</b>
<b>%</b>	24,36	3,3*	6*	1,09	0,5

Nota: (Rostagno, y otros, 2017) & (Vasquez R., 2012)\* Proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), calcio (Ca), fósforo (P).

Tabla 3

*Formulación de dieta de cada inclusión de acuerdo a los requerimientos del ave.*

Ingrediente	Inclusión	PB		EE		FB		Ca		P	
		Ingrediente	Dieta	Ingrediente	Dieta	Ingrediente	Dieta	Ingrediente	Dieta	Ingrediente	Dieta
Conc. Finca Pollito B.B.	90,00%	22,00%	19,80%	3,00%	2,70%	5,00%	4,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Harina de larva MSN	10,00%	36,98%	3,70%	18,36%	1,84%	0,00%	0,00%	7,60%	0,76%	0,58%	0,06%
<b>Total</b>	100,00%		23,50%		4,54%		4,50%		0,76%		0,06%
Conc. Finca Pollito B.B.	92,50%	22,00%	20,35%	3,00%	2,78%	5,00%	4,63%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Harina de larva MSN	7,50%	36,98%	2,77%	18,36%	1,38%	0,00%	0,00%	7,60%	0,57%	0,58%	0,04%
<b>Total</b>	100,00%		23,12%		4,15%		4,63%		0,57%		0,04%
Conc. Finca Pollito B.B.	95,00%	22,00%	20,90%	3,00%	2,85%	5,00%	4,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Harina de larva MSN	5,00%	36,98%	1,85%	18,36%	0,92%	0,00%	0,00%	7,60%	0,38%	0,58%	0,03%
<b>Total</b>	100,00%		22,75%		3,77%		4,75%		0,38%		0,03%

Nota: El valor de proteína de la harina de larva es tomado del análisis bromatológico de SOLLA. Proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), fibra bruta (FB), calcio (Ca), fósforo (P).

Con la formulación de las dietas y sus porcentajes de inclusión 10 %, 7,5 % y 5 % se realizaron los cálculos de las cantidades en harina de mosca soldado negra y concentrado comercial, de acuerdo al consumo acumulado de alimento a la segunda semana de edad (15 días) por ave de 69,7 gr según (Cumpa Gavidia, 1995) (Tabla 4).

El número de individuos a analizar se contabilizo en una totalidad de n= 180 cotupollos dividido en cuatro tratamientos cada uno con 15 aves por tres repeticiones, distribuidos así: 10 % de inclusión n= 45 aves, 7,5 % de incl. n= 45 aves, 5 % de incl. n= 45 aves y 0 % de inclusión (testigo) n= 45 aves.

Tabla 4

*Gramaje de los ingredientes en cada dieta y total de concentrado.*

<b>Ingrediente</b>	<b>Inclusión</b>	<b>Consumo Ac. 45 aves *69,7 g</b>	<b>Dieta g</b>
Conc. Finca Pollito B.B.	90,0%	3.136,5	2.822,85
Harina de larva MSN	10,0%		313,65
<b>Total</b>	100,0%		3.136,50
Conc. Finca Pollito B.B.	92,5%	3.136,5	2.901,26
Harina de larva MSN	7,5%		235,24
<b>Total</b>	100,0%		3.136,50
Conc. Finca Pollito B.B.	95,0%	3.136,5	2.979,68
Harina de larva MSN	5,0%		156,83
<b>Total</b>	100,0%		3.136,50
Conc. Finca Pollito B.B.	100,0%	3.136,5	3.136,50
Harina de larva MSN	0,0%		0,00
<b>Total</b>	100,0%		3.136,50
<b>Total Dietas</b>			
Conc. Finca Pollito B.B.			11.840,29
Harina de larva MSN			705,71
<b>Total</b>			12.546,00

Nota: En la tabla se pueden ver las cantidades de cada ingrediente para las dietas de inclusión y testigo, y la cantidad total de concentrado y harina de larva para el experimento.

En las instalaciones del Laboratorio de Nutrición Animal sede Campos Elíseos (Los Patios) UFPS se elaboró el concentrado teniendo en cuenta las indicaciones de la asistente del laboratorio Diana Galvis. De acuerdo a las cantidades de formulación se preparó cada dieta mezclando la harina de concentrado Finca y la harina de larva MSN agregando el 40 % de humedad a esta facilitando la homogenización, seguidamente se llevó al molino industrial logrando obtener la peletización del concentrado y por último se deshidrató en el horno a 60 °C por seis horas (Ilustración 8 y 9).

### **3.10 Fase 3. Cría de los cotupollos y registro de datos.**

Previo a la llegada de las aves se realizó la desinfección del galpón experimental, de la criadora en piso, de los comederos y bebederos. La criadora fue elaborada con tablas, malla pajarera, viruta de madera e instalación de bombillos amarillos. Los cotupollos de un día de nacidos fueron adquiridos de una granja coturnicola ubicada en el Carmen de Tónchala. Antes de la llegada de las aves se encendió la calefacción a 37- 39 °C, al llegar fueron tomados al azar y dispuestos en cada unidad experimental, 15 individuos por unidad, a disposición de agua fresca y el concentrado de su respectiva dieta, luego de una hora se pesaron todos los individuos registrando el peso inicial (Ilustración 10 y 11). El suministro de alimento se realizó de 6 a 8 veces al día, la temperatura y la humedad fueron estrictamente controladas, igual que las corrientes de aire (SOLLA S.A , 2017).

Se realizaron cinco pesajes durante el periodo de cría (al día 2, día 5, día 8, día 11, día 15) de todos los individuos y se registraron los datos. La temperatura se iba graduando del día 1 – 3 = 36 a 41 °C, día 4 – 8 = 32 a 38 °C, día 9 – 15 = 28 a 35 °C (SOLLA S.A , 2017) (Ilustración 12). Al día 15 se realizó el pesaje final, igualmente finalizando la alimentación con las dietas de inclusión.

Todos los datos registrados fueron digitados en Excel usando este para organizarlos y así realizar los cálculos de ganancia de peso y conversión alimenticia. Se usó el programa SPSS versión 25 para realizar las pruebas estadísticas de los datos más representativos.

## Capítulo 4: Resultados Y Discusión

### 4.1 Resultados

Durante el cautiverio de las moscas se observaron apareamientos confirmando el óptimo control de los parámetros ambientales y de las condiciones necesarias para el estímulo reproductivo, posteriormente a los cuatro días de emergencia de las pupas las moscas depositaron sus huevos en los nidos (Ilustración 13 y 14).

La cosecha de la producción larval se realizó en cinco oportunidades con los siguientes valores: 376 g, 1.120 g, 271 g, 409 g y 183 g para un total de 2.359 gr de larva, llevada al horno determinando su materia seca en 30,56 %, obteniendo 720,9 g de larva deshidratada siendo convertida en harina (Ilustración 15). Los resultados obtenidos del análisis bromatológico (Tabla 5) fueron indispensables para la formulación de las tres dietas experimentales de acuerdo a los requerimientos nutricionales del ave.

Tabla 5

*Análisis bromatológico de la harina de larva de *Hermetia illucens*.*

<b>Composición</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Humedad	4,55
Materia seca	95,45
Grasa	18,36
Cenizas	24,26

Las proximas tablas muestran los valores promedios de los datos registrados durante el periodo de cria, teniendo en cuenta los dias en que se realizo pesaje a las aves, a excepci3n del pesaje inicial. La primera tabla muestra el consumo acumulado de alimento, datos que fueron necesarios conocer para resolver la conversion alimenticia y tomar los datos relevantes para su analisis (Tabla 6).

Tabla 6

*Promedio del consumo acumulado (g) de alimento concentrado.*

Día	Tratamientos			
	10%	7,50%	5%	Testigo
5	10,2	10,2	10,2	10,2
8	20,8	21,0	21,0	22,9
11	35,5	35,0	35,0	40,5
15	58,2	56,4	56,4	66,8

Los datos obtenidos de las variables peso final, ganancia de peso y conversion alimenticia se representan en las siguientes tablas (Tabla 11 y 15). Se decide seleccionar los datos del dia 15 de cada variable siendo los mas representativos en el estudio al ser el final de la etapa y aplicar los analisis estadisticos de ANOVA y prueba de Tukey en el programa SPSS versi3n 25.

Tabla 7

*Promedio de peso (g).*

Día	Tratamientos			
	10%	7,50%	5%	Testigo
5	9,74	9,43	10,24	9,80
8	17,12	17,18	17,77	19,39

11	21,74	21,53	22,88	26,15
15	32,30	29,79	31,77	36,06

La prueba estadística ANOVA permite conocer si existen o no diferencias entre las medias del peso final de los tratamientos y el grupo testigo, igualmente aplicando la prueba Tukey para comparar las medias (Fallas, 2012) (Tabla 8, 9 y 10).

Tabla 8

*Prueba de ANOVA promedio de peso día 15.*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	896,705	3	298,902	5,419	,001
<b>Dentro de grupos</b>	8825,640	160	55,160		
<b>Total</b>	9722,346	163			

Tabla 9

*Prueba de Tukey comparaciones múltiples promedio de peso día 15.*

(I) Inclusión	(J) Inclusión	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>10%</b>	7,5%	2,4815	1,6724	,450	-1,860	6,823
	5%	,4349	1,6824	,994	-3,933	4,803
	0%	-3,8104	1,6363	,096	-8,059	,438
<b>7,5%</b>	10%	-2,4815	1,6724	,450	-6,823	1,860
	5%	-2,0466	1,6506	,602	-6,332	2,239
	0%	-6,2919*	1,6035	,001	-10,455	-2,129
<b>5%</b>	10%	-,4349	1,6824	,994	-4,803	3,933

	7,5%	2,0466	1,6506	,602	-2,239	6,332
	0%	-4,2453*	1,6139	,046	-8,435	-,055
<b>0%</b>	10%	3,8104	1,6363	,096	-,438	8,059
	7,5%	6,2919*	1,6035	,001	2,129	10,455
	5%	4,2453*	1,6139	,046	,055	8,435

Tabla 10

*Prueba de Tukey subconjuntos homogéneos promedio de peso día 15.*

Inclusión	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
<b>7,5%</b>	41	29,766	
<b>5%</b>	40	31,813	31,813
<b>10%</b>	38	32,247	32,247
<b>0%</b>	45		36,058
<b>Sig.</b>		,434	,052

Tabla 11

*Promedio ganancia de peso (g).*

Día	Tratamientos				Testigo
	10%	7,50%	5%		
5	0,93	1,07	0,87		1,10
8	1,57	1,53	1,63		2,10
11	1,53	1,43	1,70		2,27
15	2,63	2,07	2,20		2,47

La prueba de ANOVA sobre la variable de ganancia de peso demostró un valor de significancia del 0,331 indicando que no existen diferencias entre las medias de los tratamientos y el grupo testigo. Igualmente la prueba de Tukey en la tabla de comparaciones múltiples muestra los valores de significancia entre las medias (Tabla 12, 13 y 14).

Tabla 12

*Prueba de ANOVA Promedio de ganancia de peso día 15.*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	,589	3	,196	1,331	,331
<b>Dentro de grupos</b>	1,180	8	,147		
<b>Total</b>	1,769	11			

Tabla 13

*Prueba de Tukey comparaciones múltiples promedio de ganancia de peso día 15.*

(I) Inclusión	(J) Inclusión	Difer. de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>10%</b>	<b>7,5%</b>	,5667	,3136	,337	-,438	1,571
	<b>5%</b>	,4333	,3136	,543	-,571	1,438
	<b>0%</b>	,1667	,3136	,949	-,838	1,171
<b>7,5%</b>	<b>10%</b>	-,5667	,3136	,337	-1,571	,438
	<b>5%</b>	-,1333	,3136	,973	-1,138	,871
	<b>0%</b>	-,4000	,3136	,601	-1,404	,604
<b>5%</b>	<b>10%</b>	-,4333	,3136	,543	-1,438	,571
	<b>7,5%</b>	,1333	,3136	,973	-,871	1,138
	<b>0%</b>	-,2667	,3136	,829	-1,271	,738
<b>0%</b>	<b>10%</b>	-,1667	,3136	,949	-1,171	,838
	<b>7,5%</b>	,4000	,3136	,601	-,604	1,404
	<b>5%</b>	,2667	,3136	,829	-,738	1,271

Tabla 14

*Prueba de Tukey subconjuntos homogéneos promedio de ganancia de peso día 15.*

Inclusión	N	Subconjunto para alfa = 0.05
-----------	---	------------------------------

		<b>1</b>
<b>7,5%</b>	3	2,067
<b>5%</b>	3	2,200
<b>0%</b>	3	2,467
<b>10%</b>	3	2,633
<b>Sig.</b>		,337

Tabla 15

*Conversión alimenticia día 15.*

<b>Día</b>	<b>Tratamientos</b>			
	<b>10%</b>	<b>7,50%</b>	<b>5%</b>	<b>Testigo</b>
5	0,80	0,80	0,80	0,80
8	1,23	1,20	1,20	1,20
11	1,63	1,63	1,53	1,53
15	1,80	1,90	1,77	1,87

La prueba de Anova de la variable conversion alimenticia muestra un nivel de significancia de 0,366 indicando que no existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos y el testigo, igualmente se realiza la prueba de tukey mostrando los niveles de significancia (Tabla 16, 17 y 18).

Tabla 16

*Prueba de ANOVA conversión alimenticia día 15.*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	,033	3	,011	1,212	,366
<b>Dentro de grupos</b>	,073	8	,009		
<b>Total</b>	,107	11			

Tabla 17

*Prueba de Tukey comparaciones múltiples conversión alimenticia día 15.*

(I) Inclusión	(J) Inclusión	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10%	7,5%	-,1000	,0782	,599	-,350	,150
	5%	,0333	,0782	,972	-,217	,284
	0%	-,0667	,0782	,828	-,317	,184
7,5%	10%	,1000	,0782	,599	-,150	,350
	5%	,1333	,0782	,381	-,117	,384
	0%	,0333	,0782	,972	-,217	,284
5%	10%	-,0333	,0782	,972	-,284	,217
	7,5%	-,1333	,0782	,381	-,384	,117
	0%	-,1000	,0782	,599	-,350	,150
0%	10%	,0667	,0782	,828	-,184	,317
	7,5%	-,0333	,0782	,972	-,284	,217
	5%	,1000	,0782	,599	-,150	,350

Tabla 18

*Prueba de Tukey subconjuntos homogéneos promedio conversión alimenticia día 15.*

Inclusión	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
7,5%	3	1,767
5%	3	1,800
0%	3	1,867
10%	3	1,900
Sig.		,381

## 4.2 Discusiones

La producción larval en su composición en materia seca presento un porcentaje del 30,56 %, un resultado menor al 44 % MS en prepupas vivas Hale (citado por Entomo solutions, 2016). Este contenido bajo de materia seca es influenciado por la recolección de las larvas en diferentes estadios larvales, por lo tanto su contenido de quitina es muy bajo a diferencia del último estadio larval (prepupa).

El análisis bromatológico estimado, comparado con los datos del laboratorio principal de la empresa SOLLA S.A (2004) permite apreciar un valor similar de grasas y un mayor nivel de cenizas. Esto podría deberse a la alimentación suministrada a las larvas a partir de codornaza, desperdicios de vegetales y mortalidad de codorniz, igualmente por variación de los estadios larvales en la cosecha (Tabla 19).

Tabla 19

*Comparación del análisis proximal de la harina obtenida de la producción larval de *Hermetia illucens* y los datos reportados por (Arango Gutiérrez, Vergara Ruiz, & Mejía Vélez, 2004)*

<b>Composición</b>	<b>Muestra de harina de larva</b>	<b>Muestra de harina laboratorio de</b>
	<i>Hermetia illucens</i> (%)	SOLLA S.A (2004) %
<b>Humedad</b>	4,55	10
<b>Proteína</b>	-	36,98
<b>Grasas</b>	18,36	18,82
<b>Cenizas</b>	24,26	17,47

El consumo de alimento presenta una disminución en los tratamientos de inclusión vs el grupo testigo a partir del octavo día ver tabla, se evidencia el mismo consumo acumulado en toda la etapa de cría para los tratamientos del 7,5 % y el 5% de inclusión, el tratamiento del 10 % a partir del día 11 es mayor a los anteriores pero sigue siendo bajo respecto al testigo. Esta disminución del consumo podría estar influenciado por el alto porcentaje de grasa en las dietas de inclusión encontrándose por encima del requerimiento del ave. Esto podría explicarse gracias a la relación existente entre la ingestión de alimento y el contenido energético de la ración, que al aumentar el contenido energético de la ración la ingestión de alimento disminuye (Bondi, 1988) Silva, Jordão Filho, Costa, Lacerda, Vargas, & Lima (2012) dicen: “Las codornices, como otras especies de aves, modulan el consumo de alimento de acuerdo con la temperatura y la densidad de energía de la dieta” (p.777). Las reducciones en el consumo de mayor energía en la ración, han sido informadas en estudios con codornices en crecimiento Elangovan et al. (citado por Silva, et al., 2012)

El promedio de peso final (día 15) de las aves también presenta datos menores en los tratamientos de inclusión vs el grupo testigo. La prueba de ANOVA refleja un nivel de significancia de 0,001 permitiendo rechazar la hipótesis nula confirmando que si existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos y el grupo testigo. La prueba de Tukey permite observar las diferencias de las medias entre el grupo testigo y los tratamientos del 7,5 % y el 5 % de inclusión, la media del 10 % no presenta diferencias con el grupo testigo ni con los demás tratamientos; y ordena las medias de menor a mayor: 7,5 % (29,766 g), 5 % (31,813 g), 10 % (32,247 g) y 0 % o testigo (36,058 g). Se puede explicar el bajo peso de las aves en los tratamientos a diferencia del grupo testigo, sabiendo que el consumo de concentrado fue menor en estos y que el porcentaje de proteína de las dietas de inclusión no es representativo

y no alcanza el requerimiento, a diferencia del porcentaje de grasa que sobrepasa el requerimiento del ave. Las aves al haber disminuido el consumo de alimento el contenido de proteína también fue reducido. Bondi (1988) refiere que la cantidad de alimento consumida diariamente por estos animales está controlada por el contenido energético de la ración con la consecuencia que los nutrientes de la ración (aminoácidos, minerales y vitaminas) deben mantener una relación específica con el contenido energético de la misma.

En la ganancia de peso del día 11 al 15 la prueba de ANOVA acepta la hipótesis nula, determinando que no existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos vs el grupo testigo; igualmente la prueba de Tukey ordena de menor a mayor las medias: 7,5 % (2,067 g), 5 % (2,2 g), 0 % o testigo (2,467 g), 10 % (2,633 g). La conversión alimenticia en la prueba de ANOVA acepta la hipótesis nula, definiendo que no existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos vs el testigo, al aplicar la prueba de Tukey se ordenan las medias de menor a mayor: 5 % (1,767), 10 % (1,8), 0 % (1,867), 7,5 % (1,9).

Los resultados de la ganancia de peso y la conversión alimenticia muestran mejor resultado del 10 % de inclusión sobre el grupo testigo, demostrando una conversión alimenticia menor:  $1,8 < 1,867$  y una ganancia de peso mayor:  $2,633 \text{ g} > 2,467 \text{ g}$ . Esto podría indicar un mejor desempeño de esta dieta para la etapa de levante, como Cullere, Tasoniero, Giaccone, Miotti-Scapin, Claeys (2016) reportan que en dietas de inclusión de 10 % y 15 % de harina de larva en codornices en crecimiento (de 10 a 28 días de edad) proporcionarán resultados positivos esperados.

## Capítulo 5: Conclusiones

Se concluye que los parámetros ambientales del Carmen de Tonchalá son propios de las regiones tropicales donde habita naturalmente *Hermetia illucens*, por lo tanto su reproducción (semi-artificial) y producción larval puede establecerse en esta región generando una materia prima como ingrediente en la elaboración de alimentos para animales.

El análisis bromatológico permitió reconocer el alto porcentaje lipídico y de cenizas de la harina de larvas de HI, considerándose como un ingrediente energético y mineral para la nutrición de animales de interés pecuario.

La inclusión de harina de larvas de HI sin desgrasar en la alimentación de codornices en la etapa de cría (día 1 al 15), no proporciona resultados similares o mejores en los parámetros productivos respecto al grupo testigo, no es aconsejable usar este ingrediente de alto valor lipídico en la formulación de dietas alimenticias para codornices en etapa de cría.

La inclusión del 10 % presentó mejores resultados respecto al grupo testigo del día 11 al 15, confirmando los resultados obtenidos por investigaciones realizadas a codornices a partir del día 10 de vida.

## Capítulo 6: Recomendaciones

Se recomienda formular nuevas investigaciones con harina de larva desgrasada para la etapa de cría de codorniz japónica, de acuerdo a los requerimientos del ave.

Se recomienda formular dietas siempre teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales del animal en su etapa específica en futuras investigaciones.

Se recomienda formular nuevas investigaciones sobre el uso de esta harina de larva en la nutrición de diferentes especies de interés pecuario, con la expectativa de encontrar porcentajes de inclusión favorables para la sustitución de otros ingredientes de alto costo ambiental y económico.

Se recomienda producir harina de larva de HI y aplicar los procesos adecuados para desgrasarla y así poder aplicarla en próximos estudios de formulación de dietas en animales de interés pecuario.

## Referencias

- Cullere, M., Woods, M. J., van Emmenes, L., Pieterse, E., Hoffman, L. C., & Dalle Zotte, A. (2019). *Hermetia illucens* Larvae Reared on Different Substrates in Broiler Quail Diets: Effect on Physicochemical and Sensory Quality of the Quail Meat. *MDPI Open Access Journal*.
- Arango Gutiérrez , G., Vergara Ruiz , R., & Mejía Vélez , H. (2004). Analisis composicional, microbiologico y digestibilidad de la proteina de la harina de larvas de *Hermetia illucens* L (Diptera: Stratiomyiidae) en Angelópolis-Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 2491-2499.
- Basto Rodas , A. F., & Espinosa Velazco , A. C. (2017). *Producción de una Fuente de Proteína para Alimentación Animal a partir de Larva de Mosca Soldado, Hermetia Illucens*. Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA-CLEM.
- Bertrand , H., Grégoire , N., Carpentier , J., Frédéric , F., & Caparros Megido , R. (2019). *Optimization of black soldier fly (Hermetia illucens) artificial reproduction*. Gembloux: Functional and Evolutionary Entomology-Gembloux Agro-Bio Tech (University of Liège).
- Bondi, A. A. (1988). *Nutrición Animal*. Zaragoza: Acribia, S.A.

Charlton , A. J., Dickinson , M., Wakefield , M. E., Fitches , E., Kenis, M., Han , R., . . . Smith, R. (2015). Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7-16.

Cordero Salas, R. O. (2012). *Especies Menores: Codornices*. UNED.

Cullere, M., Tasoniero, G., Giaccone, V., Miotti-Scapin, R., Claeys, E., De Smet, S., & Dalle Zotte, A. (2016). Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: apparent digestibility, excreta microbial load, feed choice, performance, carcass and meat traits. *ResearchGate*, <https://www.researchgate.net/publication/304358176>.

Cumpa Gavidia, M. (1995). *CRIANZA Y MANEJO DE CODORNICES*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Dra. Queralt, M. (3 de noviembre de 2016). *Salud MAPFRE*. Obtenido de <https://www.salud.mapfre.es/salud-familiar/mayores/alimentacion/requerimientos-nutricionales/>

Entomosolutions . (09 de mayo de 2016). *Entomo solutions*. Obtenido de INSECTS REVOLUTION: <https://insectsrevolution.wordpress.com/2016/05/09/insectos-en-alimentacion-animal-larva-de-mosca-soldado-negra/>

Fallas, J. (2012). *ANÁLISIS DE VARIANZA Comparando tres o más medias*.

FAO . (2009). *Alimentar al mundo en 2050*. Roma : Recuperado de:

<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/meeting/018/k6021s.pdf>.

Gobbi, F. (2012). *Biología reproductiva y caracterización morfológica de los estadios larvarios de Hermetia illucens (L., 1758) (Diptera: Stratiomyidae). Bases para su producción masiva en Europa*. Universitat d'Alacant - Universidad de Alicante. Alicante: Tesis

Doctorales Universidad de Alicante . Obtenido de

[https://pdfs.semanticscholar.org/c943/8a62bc57d8299da9ca8de656553726a937de.pdf?\\_ga=2.70686233.881064499.1580500847-1104417937.1580065285](https://pdfs.semanticscholar.org/c943/8a62bc57d8299da9ca8de656553726a937de.pdf?_ga=2.70686233.881064499.1580500847-1104417937.1580065285)

J. C. (21 de Julio de 2015). *LAVET Excelencia en veterinaria*. Obtenido de

<http://www.lavet.com.mx/analizando-alimentos-analisis-bromatologicos/>

Loponte, R., Nizza, S., Boveraa, F., De Riu, N., Fliegerova, K., Lombardi, P., . . . Nizza, A.

(2017). Growth performance, blood profiles and carcass traits of Barbary partridge

(*Alectoris barbara*) fed two different insect larvae meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*). *Research in Veterinary Science*, 183-188.

Luna , J. J. (20 de Julio de 2010). *Agroterra*. Obtenido de

<https://www.agroterra.com/foro/foros/ganado-ganaderia-f10/el-concepto-de-ganancia-de-peso-diario-t29746.html>

Naciones Unidas . (2019). *Naciones Unidas Forjando nuestro futuro juntos* . Obtenido de

<https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>

Otálora , R. (16 de Junio de 2017). *aviNews*. Obtenido de [avicultura.info](http://avicultura.info):

<https://avicultura.info/sistemas-produccion-codornices/>

Resolución 1056 . (17 de abril de 1996). Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Santafé de

Bogotá D.C., Colombia.

Rostagno , H. S., Teixeira Albino , L. F., Hannas, M. I., Sakomura, N., Perazzo, F. G., Saraiva,

A., . . . De Oliveira Brito , C. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos*. Universidad

Federal de Viçosa Departamento de Zootecnia.

SILVA, J. H., JORDÃO FILHO, J., COSTA, F. G., LACERDA, P. B., VARGAS, D. G., &

LIMA, M. R. (2012). Exigências nutricionais de codornas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, p.775-790.

SIPSA Sistema de Informacion de Precios y Abastecimiento de Sector Agropecuario . (2013).

*Boletín mensual Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria* .

Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

SOLLA S.A . (2017). *Manual de codornices*. Excelencia avicola Solla S.A .

Suárez Delgado, F. J., Bonilla Barajas, S. M., Martínez Meléndez, E., Galindo Tarazona, R., & Sánchez Montaña, L. R. (2004). *Aporte al Manejo de los Bosques Secos del Área Metropolitana de Cúcuta. Departamento Norte de Santander. Colombia. 2004*. San José de Cúcuta: Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN, Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental -CORPONOR- y Universidad de Pamplona.

UNAD . (11 de Junio de 2016). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/salvador19XD/conversin-alimenticia>

Vásquez Romero, R., & Ballesteros Chavarro , H. H. (2007). *La Cría de Codonices (Coturnicultura)*. Bogotá, DC, Colombia: Produmedios.

## Anexo



*Ilustración 1.* Mosquitero donde se alojaron los individuos de *Hermetia illucens* dentro del galpón experimental con su respectivo techo traslucido. Diego Díaz (2020).



*Ilustración 2.* Control de temperatura y humedad en el mosquitero. Diego Díaz (2020).



*Ilustración 3.* Tanques de producción larval. Diego Díaz (2020).



*Ilustración 4.* Producción larval en engorde. Diego Díaz (2020).



*Ilustración 5.* Larvas descongeladas y secadas listas para ser sometidas a deshidratación. Diego Díaz (2020).



*Ilustración 6.* Ingreso de bandejas al horno. Diego Díaz (2020).

	<b>LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS</b>		Código	FO-GA-06 /v 0
			No.	<b>SA 012 - 100</b>
<b>RESULTADO DE ANÁLISIS</b>				
FECHA	<b>16 de Diciembre de 2019</b>	No. ORDEN DE SERVICIO	<b>4668</b>	
INTERESADO	Diego Alexander Díaz Vargas	DIRECCIÓN	Calle 3 #1A-28 Trigal del norte	
e-mail	diegocorsajoven@hotmail.com			
CÉDULA/ NIT	1.093.773.817	TELÉFONO	3023250007	CÓDIGO DE LA MUESTRA
				<b>89</b>
TIPO DE MUESTRA	<b>Larva de mosca soldado</b>			
DESCRIPCIÓN ANÁLISIS	<b>Muestra tomada por el interesado y análisis realizado en base seca</b>			
<b>DATOS DEL RESULTADO</b>				
	<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>MÉTODO</b>	
10	<b>Materia Seca ( MS )</b>			
3	<b>Extracto Etéreo</b>	<b>18,36%</b>	<b>AOAC 920.39</b>	
4	<b>Fibra Cruda ( FC )</b>			
13	<b>Cenizas</b>			

*Ilustración 7.* Resultado del análisis de extracto etéreo. Diego Díaz (2020).



*Ilustración 8.* Homogenización de la harina de larva y la harina de concentrado. Diego Díaz (2020).



*Ilustración 9.* Peletización en molino industrial. Diego Díaz (2020)



*Ilustración 10.* Cotupollos en cada unidad experimental de la criadora. Diego Díaz (2020)



*Ilustración 11.* Pesaje de los cotupollos. Diego Díaz (2020)



*Ilustración 12.* Control de temperatura y humedad con el termo higrómetro. Diego Díaz (2020)



*Ilustración 13.* Apareamiento de individuos de *Hermetia illucens*. Diego Díaz (2020)



*Ilustración 14.* Ovoposición de *Hermetia illucens*. Diego Díaz (2020)



*Ilustración 15.* Harina de larva de MSN. Diego Díaz (2020)

## Apéndice

### 1 Pesaje (g) inicial de los individuos de cada repetición

Individuo	Tratamientos									Testigo		
	10%			7,50%			5%			1°	2°	3°
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
1	10,8	9	10,3	9	11,4	9	11,5	10,3	10,7	9,1	10,6	7,4
2	9,1	10,9	9,9	9,9	8,8	8,1	10,5	9,4	11,1	11,3	8,4	11,4
3	11,2	8,1	10,3	10,5	9,2	9,9	10,6	9,3	11,1	8,5	10,9	11
4	9,4	11,3	8,7	9,4	8,7	10,7	10,1	9,8	10	9,1	10,3	8,6
5	9,4	10,6	9,6	9,9	8	10	-	10,9	8,8	8,5	10,5	9,5
6	10,2	9,1	9,4	9,4	8,1	10,1	-	9,1	9,4	10,2	7,8	10,4
7	9,4	8,9	8,9	9,3	9	9,6	-	9,8	10,6	10,5	10,2	11,6
$\bar{X}$	9,9	9,7	9,6	9,6	9,0	9,6	10,7	9,8	10,2	9,6	9,8	10,0

Nota: En este pesaje inicial solo se tomaron 7 individuos en todos los tratamientos para disminuir el estrés a las aves al ser recibidas del viaje.

### 2 Pesaje (g) día 5 de los individuos de cada repetición

Individuo	Tratamientos									Testigo		
	10%			7,50%			5%			1°	2°	3°
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
1	12,4	12,9	12,3	13,7	12,7	10,3	12,6	12,1	13,4	10	13,4	14
2	14,5	9,9	12,6	11,7	11,9	13,1	9,8	13,6	11,2	14,6	12,1	15,9
3	12,9	13,9	11,9	15	15,8	10,9	13,8	14,2	15,2	12,8	13,2	14,5
4	11,4	9,4	13,3	13,1	10,6	15,7	12,7	16	10,8	12,4	9,2	10,9
5	12,5	15	11,6	10,3	14,9	12,7	13,6	10,3	11,5	15	15,7	16,4
6	12,6	13,5	12,8	15,8	11,9	11	10,9	13,3	11,1	11,8	10,8	13,2
7	11,4	11,9	12,9	13,9	10,8	12,6	12,8	12,7	14	15	14,2	14,3
8	12,2	13,8	11,5	12	9,8	12,7	14,4	15,1	16,6	14,2	12,4	11,8
9	12,4	9,6	12,4	14,3	13,9	14,3	15	11,6	14,6	14	15,6	11,9
10	14,1	12	11,5	12,4	11,8	14,3	14,7	11,1	11,5	14,2	12,7	10,7
11	11,9	13,8	13,6	13,6	14,8	12,4	12,5	13,4	9,7	11,9	15,5	12,3
12	13,6	10,2	12,1	12,8	12,3	11,8	12,3	12	13,1	13,2	11,3	13,2
13	13,1	12,4	14	11,9	9,8	13,6	11,6	14,7	10,4	12,4	11,6	13
14	9,9	12,3	14,1	14	11,5	11,6	13,7	14,6	14,9	11,7	14,5	13,2
15	11,4	11,8	13,8	10,6			12,4		12,4	13,6	11,6	12,3
16		13,6	13,9	11,8			13,9					
17							10,6					
$\bar{X}$	12,4	12,3	12,8	12,9	12,3	12,6	12,8	13,2	12,7	13,1	12,9	13,2

## 3 Pesaje (g) día 8 de los individuos de cada repetición

Individuo	Tratamientos									Testigo		
	10%			7,50%			5%			1°	2°	3°
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
1	18,4	15,8	16,9	16	18	15,1	14,3	21,9	12,6	19,9	16,6	19,5
2	16	17,6	15,6	19,1	14	14,8	20,7	17,5	21,3	21,8	24,1	17,4
3	16,5	13,4	17	14,2	13,5	16,4	15,6	16,4	18,4	16,5	11,8	18,2
4	17	17,7	18,8	13,8	12,2	22,8	21	16,9	21,2	23,8	16,9	18,6
5	17,9	16,8	16,6	18,2	13,1	16	16,1	19,2	21,1	19,3	20,7	20,4
6	14,6	13,2	18,4	14,5	18,5	23,2	21,1	20,2	17,8	19,7	17	18,8
7	23,3	16,2	15,8	16,9	20	20	15,5	16,6	18,1	19,7	22	18,7
8	19,6	18,5	19,6	26,5	20,1	18,5	15,3	21	21,8	16	18,9	17,9
9	15,7	18,8	15,4	17,5	20,5	16	18	23,6	19,6	20,4	15,7	18,9
10	18,4	14,9	17,7	16	22	16,2	21	14,9	15,6	18,9	21,4	21,5
11	21	19,2	20,5	16,5	15,6	20,2	18,4	17	16,9	21,9	16,8	25,4
12	18,2	17,6	16,2	14	14,8	17,1	17,8	17,6	16,3	19,4	21	23,7
13	16,4	16,7	17,1	13,7	16,8	22	13,1	16,3	16,4	19,6	24,3	20,1
14	11,5	12	15,1	22,5	13,1	16	17,7	16,2	13,7	19,1	22,8	19,3
15	19,4	16,3	20,9	15,9		14,9		14,4	16,1	14,3	15,9	17,9
16												
$\bar{X}$	17,6	16,3	17,4	17,0	16,6	17,9	17,5	18,0	17,8	19,4	19,1	19,8

## 4 Pesaje (g) día 11 de los individuos de cada repetición

Individuo	Tratamientos									Testigo		
	10%			7,50%			5%			1°	2°	3°
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
1	24,7	26	21,2	29,4	23,6	32,1	25,5	18,5	27,7	27,3	31,8	34,8
2	21,4	15,4	20,2	21,2	19	21,6	20,1	33,8	22,9	27,1	23,6	27,3
3	27,8	19,9	27,2	27,5	26,7	21	24,9	19,5	27,3	27,1	15,4	22,4
4	17,1	23	30,1	21,4	31,3	26,1	26,9	20,3	22,9	32,2	32,4	26,2
5	20,1	20,8	22	19,2	28,7	25,4	33,4	29,3	27,4	25,6	25,2	25,8
6	24,7	21,1	16,9	18,5	25,6	31,7	20,5	27,3	24,2	26,3	28,2	21,5
7	18,8	19,7	17	21	20	18,9	24,4	21,8	24,5	23,9	20,9	31
8	17,4	24,2	23,4	18,2	26,2	17,2	15,1	25,2	30,8	23,4	33,9	34,3
9	27	21,8	24,3	19,4	17,3	18,2	25,6	20,4	21,8	19,8	32,1	27
10	15,7	21	23,9	14,2	15,8	21,1	21,9	23,5	22,8	36,8	21,7	24,6
11	22,9	21,2	24,3	20,4	17,4	21	19,8	21,5	23,5	27,9	24,5	25,6
12	27,7	20,2	22,2	15,2	14	16,6	20,2	16,6	16,1	30,5	22,6	25,5
13	24,5	21	19	21,1	17,2	17,6		15,8	19,9	27,9	25,8	25,6
14	34,3	15,7	21,1	16,7	17,8	32		21,3	15,1	28,3	22,9	23,5
15	12,1	16,8	21,6	22,4		20,5		19,3	20,6	22,3	13,4	21
16												
$\bar{X}$	22,4	20,5	22,3	20,4	21,5	22,7	23,2	22,3	23,2	27,1	25,0	26,4

## 5 Pesaje (g) final día 15 de los individuos de cada repetición

Individuo	Tratamientos									Testigo		
	10%			7,50%			5%			1°	2°	3°
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
1	32,9	17	32,2	25,7	27,4	25,9	29,1	41,5	42,5	30,4	38,7	37,2
2	39,4	30,3	34,7	35,3	19,2	21,9	28	48,5	42,1	32,9	50,1	30,2
3	36,7	30,6	30,1	29,6	26,7	34	51,1	41,6	32,4	40,2	33,8	35,5
4	21,9	33	36,6	25	45,4	30,2	27,7	16,7	35,1	31,4	28,2	36,6
5	30,1	25	45,3	28,8	32,5	46	35,1	31,4	37,7	44,4	30,7	48,2
6	40,1	28,6	34,1	35,1	33,5	47,9	26,8	35,3	33,9	27,2	28,9	37,4
7	30,8	37,4	30,9	29,3	18	27,8	37,3	25,6	30,9	36,7	24,2	33,3
8	35,5	30	31,8	26,5	39,9	20,2	34,3	21,2	14,4	38	41,1	43,7
9	39,6	25,1	26,8	26,5	27,3	34,3	34	31,3	24,7	37,2	32,6	33
10	39	25,8	35	24,4	44,9	20	29,9	25,3	31,9	33,8	47,5	50,5
11	23,2	35,9	40,3	32,5	37,4	26	29,7	32,7	34,2	31,8	35,3	30,3
12	50,2	28,7	34,8	19,1	27,8	19	18,1	21,1	43,6	37,4	42,9	31,2
13	23,7	22,3		44,6	22,4	27,6	26,7	25,3	39	38,2	26,6	24,1
14				21,7		33,1			24,6	39,7	46,6	37,3
15										40,7	34,1	32,8
16												
$\bar{X}$	34,1	28,4	34,4	28,9	31,0	29,6	31,4	30,6	33,4	36,0	36,1	36,1

## 6 Consumo (g) de concentrado por repetición y consumo acumulado/ave en los días de pesaje

Día	Tratamientos									Testigo		
	10%			7,50%			5%			1°	2°	3°
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
1												
2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
3	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4
4	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7
5	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
6	45	45	45	45	45	45	45	45	45	55	55	60
7	50	50	65	55	65	55	65	55	55	70	70	70
8	60	60	60	60	60	60	60	60	60	65	65	65
9	75	75	75	65	65	65	65	65	65	93,3	93,3	93,3
10	70	70	70	70	70	70	70	70	70	85	85	85
11	75	75	75	75	75	75	75	75	75	85	85	85
12	95	95	95	95	95	95	95	95	95	105	105	105
13	80	80	80	75	75	75	75	75	75	105	105	105
14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	105	105	105
15	65	65	65	50	50	50	50	50	50	80	80	80
Día 5	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Día 8	20,5	20,5	21,5	20,8	21,5	20,8	21,5	20,8	20,8	22,8	22,8	23,2
Día 11	35,2	35,2	36,2	34,8	35,5	34,8	35,5	34,8	34,8	40,4	40,4	40,7
Día 15	57,8	57,8	58,8	56,2	56,8	56,2	56,8	56,2	56,2	66,7	66,7	67,0

## 7 Ganancia (g) de peso por cada repetición

Día	Tratamientos									Testigo		
	10%			7,50%			5%			1°	2°	3°
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
5	0,8	0,9	1,1	1,1	1,1	1,0	0,7	1,1	0,8	1,2	1,0	1,1
8	1,7	1,4	1,6	1,4	1,4	1,8	1,6	1,6	1,7	2,1	2,0	2,2
11	1,6	1,4	1,6	1,1	1,6	1,6	1,9	1,4	1,8	2,6	2,0	2,2
15	2,9	2,0	3,0	2,1	2,4	1,7	2,0	2,1	2,5	2,2	2,8	2,4

## 8 Conversión alimenticia (g) por cada repetición

Día	Tratamientos									Testigo		
	10%			7,50%			5%			1°	2°	3°
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
8	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
11	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5	1,6	1,5
15	1,7	2,0	1,7	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,9	1,8	1,9