

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

**EFFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE  
LARVAS (*Tenebrio molitor*) EN LA DIETA DE  
GALLINAS DE POSTURA – CHINCHA 2023**

Para Optar: El Título Profesional de Médico Veterinario y  
Zootecnista

Autores: DAGNINO CASTRO Yazmin Sofia Arlette

MENDOZA YANTAS Meybel Kristina

Asesor: Ph.D. ANCCO GOMEZ, Edith 0000-0002-5119-5202

Línea de Investigación Institucional: Salud y gestión en salud

Fecha de Inicio : 11-07-2023

Fecha de Culminación : 18-04-2024

Huancayo-Perú

2024

### **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a nuestros padres, quienes nos han apoyado incansablemente durante nuestra formación académica para forjarnos un futuro próspero.

### **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestra a todos los que fueron partícipes, haciendo posible cada avance y la culminación de este proyecto.

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 00378-FCS -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis** Titulada:

**EFFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE LARVAS (Tenebrio molitor) EN LA DIETA DE GALLINAS DE POSTURA – CHINCHA 2023**

Con la siguiente información:

Con autor(es) : **BACH. DAGNINO CASTRO YAZMIN SOFIA ARLETTE  
BACH. MENDOZA YANTAS MEYBEL KRISTINA**

Facultad : **CIENCIAS DE LA SALUD**

Escuela profesional : **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

Asesor : **PH.D. ANCCO GOMEZ, EDITH**

Fue analizado con fecha **20/09/2024** con **124 pág.**; en el Software de Prevención de Plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

**Excluye Bibliografía.**

**Excluye Citas.**

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **24** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N° 15 del Reglamento de Uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 20 de setiembre de 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI  
JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **MENDOZA YANTAS, Meybel Kristina**, con DNI **70885332** en mi condición de autor(a) de la tesis/trabajo de investigación/trabajo académico) presentada para optar el presentada para optar el **TITULO PROFESIONA DE MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**; de título **“Efecto de la inclusión de harina de larvas de tenebrio molitor en la dieta de gallinas de postura – Chincha 2023”**, **AUTORIZO** a la Universidad Peruana los Andes para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud CINCO PORCIENTO (5%) y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Huancayo, 18 de abril del 2024



---

MENDOZA YANTAS  
Meybel Kristina



---

ANCCO GOMEZ  
Edith

1. Apellidos y Nombres
2. DNI
3. Grado o título profesional
4. Título del trabajo de Investigación
5. Porcentaje de similitud

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **DAGNINO CASTRO, Yazmin Sofia Arlette**, con DNI en mi condición de autor(a) de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico) presentada para optar el presentada para optar el **TITULO PROFESIONA DE MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**; de título **“Efecto de la inclusión de harina de larvas de tenebrio molitor en la dieta de gallinas de postura – Chincha 2023”**, **AUTORIZO** a la Universidad Peruana los Andes para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud CINCO PORCIENTO (5%) y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Huancayo, 18 de abril del 2024



---

DAGNINO CASTRO  
Yazmin Sofia Arlette



---

ANCCO GOMEZ  
Edith

1. Apellidos y Nombres
2. DNI
3. Grado o título profesional
4. Título del trabajo de Investigación
5. Porcentaje de similitud

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| RESUMEN .....                                             | XVII      |
| ABSTRACT .....                                            | XIX       |
| <b>I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>                  | <b>22</b> |
| <b>1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....</b> | <b>22</b> |
| <b>1.2. DELIMITACION DEL PROBLEMA .....</b>               | <b>24</b> |
| 1.2.1. DELIMITACION ESPACIAL: .....                       | 24        |
| 1.2.2. DELIMITACION TEMPORAL: .....                       | 25        |
| 1.2.3. DELIMITACION DEL UNIVERSO: .....                   | 25        |
| <b>1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA.....</b>                 | <b>25</b> |
| 1.3.1. PROBLEMA GENERAL: .....                            | 25        |
| 1.3.2. PROBLEMA ESPECIFICO:.....                          | 26        |
| <b>1.4. JUSTIFICACION.....</b>                            | <b>26</b> |
| 1.4.1. SOCIAL:.....                                       | 26        |
| 1.4.2. TEORICA: .....                                     | 27        |
| 1.4.3. METODOLOGICA: .....                                | 28        |
| <b>1.5. OBJETIVOS.....</b>                                | <b>29</b> |
| 1.5.1. OBJETIVO GENERAL: .....                            | 29        |
| 1.5.2. OBJETIVO ESPECIFICO .....                          | 29        |
| <b>1.6. ASPECTOS ETICOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>     | <b>30</b> |

|        |                                                                    |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------|----|
| II     | MARCO TEORICO .....                                                | 31 |
| 2.1.   | ANTECEDENTES (NACIONALES E INTERNACIONALES).....                   | 31 |
| 2.2.   | BASES TEORICAS O CIENTIFICAS: .....                                | 37 |
| 2.2.1. | Generalidades del <i>Tenebrio Molitor</i> : .....                  | 37 |
| 2.2.2. | Gallinas de postura Dekalb Brown:.....                             | 45 |
| 2.2.3. | Aparato digestivo de la gallina:.....                              | 47 |
| 2.2.4. | Aparato reproductor de las gallinas de postura: .....              | 50 |
| 2.2.5. | Generalidades del huevo: .....                                     | 52 |
| 2.3.   | MARCO CONCEPTUAL (DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES) .....            | 53 |
| 2.3.1. | PREPARACION DE LA HARINA (METODO):.....                            | 53 |
| 2.3.2. | COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA DE <i>TENEBRIO MOLITOR</i> :..... | 54 |
| III    | HIPOTESIS Y VARIABLES .....                                        | 56 |
| 3.1.   | HIPOTESIS GENERAL: .....                                           | 56 |
| 3.2.   | HIPOTESIS ESPECIFICA: .....                                        | 56 |
| 3.3.   | VARIABLES (DEFINICION CONCEPTUAL Y OPERACIONALIZACION) .....       | 56 |
| 3.3.1. | VARIABLE INDEPENDIENTE: .....                                      | 56 |
| 3.3.2. | VARIABLES DEPENDIENTES: .....                                      | 56 |
| 3.3.3. | OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES: .....                         | 60 |
| IV     | METODOLOGIA.....                                                   | 61 |
| 4.1.   | METODO DE INVESTIGACION.....                                       | 61 |

|        |                                                                                                                                                                    |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.   | TIPO DE INVESTIGACION.....                                                                                                                                         | 61 |
| 4.3.   | NIVEL DE INVESTIGACION .....                                                                                                                                       | 61 |
| 4.4.   | DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....                                                                                                                                   | 61 |
| 4.5.   | POBLACION Y MUESTRA .....                                                                                                                                          | 62 |
| 4.5.1. | POBLACION .....                                                                                                                                                    | 62 |
| 4.5.2. | MUESTRA .....                                                                                                                                                      | 62 |
| 4.6.   | TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....                                                                                                               | 64 |
| 4.7.   | TECNICA DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS .....                                                                                                                 | 70 |
| 4.7.1. | TIPO DE DISEÑO .....                                                                                                                                               | 70 |
| V      | RESULTADOS .....                                                                                                                                                   | 73 |
| 5.1.   | Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre la unidad Haugh de huevo de gallinas de postura:.....       | 73 |
| 5.2.   | Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre el peso relativo de yema de huevo gallinas de postura.....  | 74 |
| 5.3.   | Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio Molitor</i> en la dieta sobre el peso relativo de clara de huevo gallinas de postura..... | 75 |
| 5.4.   | Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre el índice de yema (IY) de huevo gallinas de postura .....   | 76 |
| 5.5.   | Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre el color de yema (CY) de huevo gallinas de postura .....    | 77 |

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.6. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre la resistencia a la rotura de cáscara (RRC) de huevo gallinas de postura..... | 78 |
| 5.7. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre el grosor de cáscara (GC) de huevo gallinas de postura .....                  | 79 |
| 5.8. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre el peso relativo de cáscara (PRC) de huevo gallinas de postura .....          | 80 |
| 5.9. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre el consumo de alimento (CA) de gallinas de postura .....                      | 81 |
| 5.10. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre el índice de conversión alimenticia (ICA) de gallinas de postura .....       | 82 |
| 5.11. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre la eficiencia energética bruta (EEB) de gallinas de postura .....            | 83 |
| 5.12. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre la producción de huevos (PROH) de gallinas de postura .....                  | 84 |
| 5.13. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre el peso de huevo (PH) de gallinas de postura .....                           | 85 |
| 5.14. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de <i>Tenebrio molitor</i> en la dieta sobre la masa de huevo (MH) de gallinas de postura .....                           | 85 |
| ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....                                                                                                                                                  | 87 |
| CONCLUSIONES .....                                                                                                                                                                        | 93 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| RECOMENDACIONES.....                                               | 94  |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                                  | 95  |
| ANEXOS.....                                                        | 104 |
| 5.15. ANEXO 1: Matriz de consistencia .....                        | 105 |
| 5.16. ANEXO 2: Matriz de operacionalización de las variables ..... | 106 |
| 5.17. ANEXO 3: Matriz de operacionalización del instrumento.....   | 107 |
| 10.4 ANEXO 5: Consentimiento/asentimiento informado .....          | 108 |
| 5.18. ANEXO 5: Carta de aceptación .....                           | 111 |
| 5.19. ANEXO 6: Datos .....                                         | 112 |
| 5.19.1. Peso relativo clara.....                                   | 112 |
| 5.19.2. Color de yema .....                                        | 112 |
| 5.19.3. Consumo .....                                              | 112 |
| 5.19.4. Conversión .....                                           | 113 |
| 5.19.5. Eficacia energética .....                                  | 113 |
| 5.19.6. Grosor de cascara .....                                    | 114 |
| 5.19.7. Índice de yema.....                                        | 114 |
| 5.19.8. Masa de huevo.....                                         | 115 |
| 5.19.9. Peso de huevo.....                                         | 115 |
| 5.19.10. Peso relativo de cascara .....                            | 116 |
| 5.19.11. Peso relativo de yema.....                                | 116 |
| 5.19.12. Producción de huevo .....                                 | 117 |

|              |                                               |            |
|--------------|-----------------------------------------------|------------|
| 5.19.13.     | Resistencia de rotura de cascara .....        | 117        |
| <b>5.20.</b> | <b>ANEXO 7: Evidencias fotográficas. ....</b> | <b>118</b> |

## CONTENIDO DE TABLAS

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABLA 1</b> COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE HARINA DE TENEBRIO MOLITOR ..                                                   | 54 |
| <b>TABLA 2</b> OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....                                                                  | 60 |
| <b>TABLA 3:</b> FORMULACIÓN DE DIETAS .....                                                                               | 67 |
| <b>TABLA 4</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA UNIDAD<br>HAUGH (UH) DEL HUEVO .....                      | 73 |
| <b>TABLA 5</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL PESO<br>RELATIVO DE YEMA (PR YEMA) DE HUEVO. ....         | 74 |
| <b>TABLA 6</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL PESO<br>RELATIVO DE CLARA (PR CLARA) DE HUEVO.....        | 75 |
| <b>TABLA 7</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL ÍNDICE DE<br>YEMA (IY) DE HUEVO .....                     | 76 |
| <b>TABLA 8</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL COLOR DE<br>YEMA (CY) DE HUEVO.....                       | 77 |
| <b>TABLA 9</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA<br>RESISTENCIA A LA ROTURA DE CÁSCARA (RRC) DE HUEVO..... | 78 |
| <b>TABLA 10</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL GROSOR<br>DE CÁSCARA (GC) DE HUEVO .....                 | 79 |
| <b>TABLA 11</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL PESO<br>RELATIVO DE CÁSCARA (PRC) DE HUEVO .....         | 80 |
| <b>TABLA 12</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL CONSUMO<br>DE ALIMENTO (CA) DE GALLINAS DE POSTURA.....  | 81 |

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>TABLA 13</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA) DE GALLINAS DE POSTURA..... | 82  |
| <b>TABLA 14</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA BRUTA (EEB) DE GALLINAS DE POSTURA .....     | 83  |
| <b>TABLA 15</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS (PROH) DE GALLINAS DE POSTURA .....           | 84  |
| <b>TABLA 16</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL PESO DE HUEVO (PH) DE GALLINAS DE POSTURA.....                     | 85  |
| <b>TABLA 17</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA MASA DE HUEVO (MH) DE GALLINAS DE POSTURA .....                    | 86  |
| <b>TABLA 18:</b> CONJUNTO DE DATOS DE PR DE CLARA .....                                                                             | 112 |
| <b>TABLA 19:</b> CONJUNTO DE COLOR YEMA .....                                                                                       | 112 |
| <b>TABLA 20:</b> CONJUNTO DE DATOS DE CONSUMO .....                                                                                 | 113 |
| <b>TABLA 21:</b> CONJUNTO DE DATOS DE CONVERSIÓN .....                                                                              | 113 |
| <b>TABLA 22:</b> CONJUNTO DE DATOS DE EFICACIA ENERGÉTICA .....                                                                     | 114 |
| <b>TABLA 23:</b> CONJUNTO DE DATOS DE GROSOR DE CASCARA.....                                                                        | 114 |
| <b>TABLA 24:</b> CONJUNTO DE DATOS DE ÍNDICE DE YEMA (IY) .....                                                                     | 115 |
| <b>TABLA 25:</b> CONJUNTO DE DATOS DE MASA DE HUEVO .....                                                                           | 115 |
| <b>TABLA 26:</b> CONJUNTO DE DATOS DE PESO DE HUEVO.....                                                                            | 116 |
| <b>TABLA 27:</b> CONJUNTO DE DATOS DE PESO RELATIVO DE CASCARA.....                                                                 | 116 |
| <b>TABLA 28:</b> CONJUNTO DE DATOS DE PESO RELATIVO DE YEMA (PR YEMA)...                                                            | 117 |
| <b>TABLA 29:</b> CONJUNTO DE DATOS DE PRODUCCIÓN DE HUEVO.....                                                                      | 117 |
| <b>TABLA 30:</b> CONJUNTO DE DATOS DE ROTURA DE CASCARA .....                                                                       | 118 |

## CONTENIDO DE FIGURAS

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURA 1</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA UNIDAD HAUGH (UH) DEL HUEVO. ....                              | 73 |
| <b>FIGURA 2</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL PESO RELATIVO DE YEMA DE HUEVO.....                            | 74 |
| <b>FIGURA 3</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LE PESO RELATIVO DE CLARA DE HUEVO .....                          | 75 |
| <b>FIGURA 4</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL ÍNDICE DE YEMA DE HUEVO. ....                                  | 76 |
| <b>FIGURA 5</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL COLOR DE YEMA DE HUEVO .....                                   | 77 |
| <b>FIGURA 6</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA RESISTENCIA A LA ROTURA DE CÁSCARA DE HUEVO .....              | 78 |
| <b>FIGURA 7</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA RESISTENCIA EL GROSOR DE CÁSCARA DE HUEVO .....                | 79 |
| <b>FIGURA 8</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL PESO RELATIVO DE CÁSCARA DE HUEVO.....                         | 80 |
| <b>FIGURA 9</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO DE GALLINAS DE POSTURA .....               | 81 |
| <b>FIGURA 10</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE GALLINAS DE POSTURA ..... | 82 |
| <b>FIGURA 11</b> EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA BRUTA DE GALLINAS DE POSTURA .....      | 83 |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>FIGURA 12 EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA</b>         |           |
| <b>PRODUCCIÓN DE HUEVOS DE GALLINAS DE POSTURA.....</b>                   | <b>84</b> |
| <b>FIGURA 13 EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE EL PESO DE</b> |           |
| <b>HUEVO DE GALLINAS DE POSTURA .....</b>                                 | <b>85</b> |
| <b>FIGURA 14 EFECTO DE LA HARINA DE TENEBRIO MOLITOR SOBRE LA MASA DE</b> |           |
| <b>HUEVO DE GALLINAS DE POSTURA .....</b>                                 | <b>86</b> |

## RESUMEN

Las gallinas destinadas a la producción de huevos para el consumo, son alimentadas a base de maíz-torta de soya como fuente principal de proteínas; este ingrediente importado presenta un alza en su precio de venta y escasez, ocasionando pérdidas económicas. Se necesitaron evaluar otras alternativas para reducir el uso de la torta de soya. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de harina (*tenebrio molitor*) en la dieta de gallinas de postura sobre la calidad de huevo y comportamiento productivo. Se utilizaron 64 gallinas de postura de la línea DEKALB Brown de 75 semanas de edad. Se establecieron 2 tratamientos: dieta testigo % (T-1), dieta con 1% de harina de larvas de *Tenebrio molitor* (T-2); fueron distribuidos aleatoriamente bajo un diseño completamente al azar. Cada tratamiento tuvo 8 repeticiones, con un total de 16 unidades experimentales (4 gallinas por unidad), dando un total de 64 gallinas. Se evaluaron las variables de calidad de huevo: unidad Haugh, peso relativo de yema, peso relativo de clara, índice de yema, color de yema, resistencia a rotura de cáscara, grosor de cáscara y peso relativo de cáscara. En la variable productiva: consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, eficiencia energética bruta, producción de huevos, peso y masa de huevo. Se realizaron análisis de T-Student, Tukey y Mann-Whitney. Los resultados encontrados indicaron que la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* mejoró significativamente ( $P < 0.05$ ) las características de unidad Haugh, resistencia a rotura de cáscara, grosor de cáscara y peso relativo de cáscara. El comportamiento productivo no fue afectado. Se concluye que la utilización de 1% de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la

dieta de gallinas es una alternativa para reducir el uso de torta de soya sin afectar el comportamiento productivo y mejora la calidad de huevo.

Palabras claves: *Tenebrio molitor*, gallinas ponedoras, huevo, comportamiento productivo

## ABSTRACT

Laying hens intended for egg production are primarily fed a corn-soybean meal-based diet as their main source of protein. However, this imported ingredient has experienced a rise in price and scarcity, causing economic losses. It became necessary to evaluate alternative options to reduce the use of soybean meal. The objective of this study was to evaluate the effect of including mealworm (*Tenebrio molitor*) flour in the diet of laying hens on egg quality and productive performance. A total of 64 DEKALB Brown laying hens, aged 75 weeks, were used. Two treatments were established: control diet % (T-1) and a diet with 1% *Tenebrio molitor* larval flour (T-2), which were randomly assigned under a completely randomized design. Each treatment had 8 replicates, resulting in a total of 16 experimental units (4 hens per unit), for a total of 64 hens. The egg quality variables evaluated were: Haugh unit, relative yolk weight, relative albumen weight, yolk index, yolk color, shell breaking strength, shell thickness, and relative shell weight. The productive variables evaluated were: feed intake, feed conversion ratio, gross energy efficiency, egg production, egg weight, and egg mass. T-tests, Tukey, and Mann-Whitney analyses were performed. The results indicated that the inclusion of *Tenebrio molitor* larval flour significantly improved ( $P < 0.05$ ) the Haugh unit, shell breaking strength, shell thickness, and relative shell weight. Productive performance was not affected. It is concluded that the use of 1% *Tenebrio molitor* larval flour in the diet of laying hens is an alternative to reduce the use of soybean meal without affecting productive performance, while improving egg quality.

Keywords: *Tenebrio molitor*, laying hens, egg, productive behavior

## INTRODUCCION

La producción de huevos en nuestro país es una actividad de mucha importancia que está relacionada con la seguridad alimentaria de la población. Las granjas productoras de huevo cada vez más son conscientes del rol que cumplen en nuestra sociedad y se encuentran desarrollando estrategias para mejorar su proceso productivo y ofrecer un producto de calidad a las necesidades del consumidor. Esta misión no es simple y el avicultor se encuentra constantemente experimentando diferentes desafíos que afectan el proceso.

Se conoce que, la alimentación de las gallinas ponedoras representa alrededor del 60 a 70% del costo de producción de huevos, en este contexto una realidad actual es que la base de una dieta promedio contiene principalmente maíz y soya. En el caso del maíz, alrededor del 50% de la demanda se debe importar porque no hay suficiente producción de este grano a nivel nacional. En el caso de la soya, la industria es dependiente 100% de la importación, por lo que es un tema sensible en términos económicos. En los últimos años, por diversos factores, hubo problemas en la importación de soya ocasionando escasez y un grave problema en la formulación de las dietas ya que no se tiene ingredientes como alternativa de reemplazo.

Este es uno de los motivos del presente estudio, de evaluar otras alternativas de uso que, si bien no reemplazan al 100% el nivel de soya, pero si puede contribuir a su reducción. En esta línea, se tiene las fuentes de proteína animal como son las harinas de larvas de insectos, como es el *Tenebrio molitor*, que es una buena fuente de proteínas de buena calidad y de otros componentes nutricionales y sustancias bioactivas que pueden mejorar la calidad de huevo, como en este caso se ha demostrado.

En este sentido también cabe recalcar que la utilización de este tipo de ingredientes contribuye a la sostenibilidad ambiental ya que en el proceso de producción de larvas se reutilizan desperdicios orgánicos contaminantes que los insectos pueden transformar en proteína de alta calidad para el consumo animal.

A través de este estudio se demuestra que la inclusión de harina de larvas de tenebrio (*Tenebrio molitor*) es una alternativa como fuente de proteína en la dieta de gallinas de postura y que mejora la calidad de huevo sin afectar negativamente el comportamiento productivo de las gallinas de postura.

El informe de la tesis se ha dividido en 06 capítulos: en el capítulo I conoceremos el problema, los objetivos, la justificación y la delimitación de la investigación. En el capítulo II, el marco teórico del estudio donde se evidencian los antecedentes, las bases teóricas y la definición de conceptos. Capítulo III; hipótesis y variables de investigación, El capítulo IV presenta la metodología, capítulo V la presentación y discusión de resultados y la sección VI especifica las referencias bibliográficas.

## **I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

A nivel de granjas comerciales existen diferentes factores relacionados al proceso de la producción de huevos, de tipo nutricional, alimentación, manejo, ambiental, sanitario, entre otros, que no se están gestionando adecuadamente y por consiguiente afectan negativamente la calidad de huevo y la producción de huevos comerciales para consumo.

En el tema de calidad de huevo, a nivel de granja, es frecuente observar el albumen o clara diluidas o acuosas que conlleva a una reducción de la unidad Haugh, reducción del índice y color de yema, problemas de resistencia a la rotura, grosor y porcentaje de cascara, por lo que hay preocupación y responsabilidad de los profesionales encargados para evaluar estrategias de mejora.

En los últimos años, el consumo de huevo se ha incrementado y hay una perspectiva que se incremente con mayor intensidad en los años siguientes, sin embargo, el público consumidor ha aumentado su nivel de exigencias y preferencias por un huevo de mejor calidad que pueda favorecer su alimentación y salud, por lo tanto, hay un compromiso de la empresa avícola, profesionales, academia e instituciones de contribuir para mejorar las características de calidad de huevo en beneficio de la alimentación y salud de la población.

Por otro lado, de acuerdo con la historia del tipo de alimentación de las aves en general, su alimentación ha sido en base a granos, vegetales, lombrices, insectos, etc., posteriormente cuando las aves y las gallinas específicamente fueron

sometidos a una crianza intensiva, su alimentación nativa cambio y se redujo a granos como maíz, trigo y fuentes de proteínas como la torta de soya, dejando de lado las fuentes de proteína animal. En esta línea se cree que las fuentes de proteína animal como las larvas de tenebrios serian buenas fuentes de proteínas y que pueden contener otros principios que ayudaría a mejorar la digestión de nutrientes, balance de microbiota y podría mejorar la calidad de huevo y respuesta productiva de las gallinas de postura.

Los pollos tienen un comportamiento innato, naturalmente consumen insectos cuando se crían en sistemas de campo libre. Algunos insectos (formas adultas, larvarias y púpales) son consumidos naturalmente por aves silvestres y aves de corral. (1)

Si bien la torta de soya es actualmente la principal fuente de proteínas en las dietas de gallinas de postura por tener un alto valor nutricional, sin embargo, debido a su precio cada vez mayor, la sostenibilidad de esta cadena de producción se está volviendo crítica, en particular en algunos países en desarrollo. (2) Se suma a ello las preocupaciones ambientales en relación con el uso masivo de soya y harina de pescado. El aumento del cultivo de soya provoca deforestación, alto consumo de agua y utilización de productos químicos. (2) Existen severos problemas ambientales relacionados con la producción de soya, ya que es una de las principales causas de la deforestación en el continente americano, y, además, requiere un aporte muy elevado de agua y productos fitosanitarios. (3)

La harina de soya y la harina de pescado están asociadas a varios problemas como la escasez de suministro en el futuro por la falta de agua para el cultivo, el aumento de los precios, la dependencia de las importaciones y la competencia con la alimentación humana. (4)

Además, la torta de soya que utilizamos en las dietas convencionales de gallinas de postura es importada. Esto implica altos costos de importación de la soya y su producción a partir de organismos genéticamente modificados (OGM) han agregado restricciones adicionales a la producción avícola en todo el mundo. (5)

Se han reportado que las modificaciones de la fuente de proteína y la estructura de la dieta influyen negativamente en la morfología del intestino delgado en pollos de engorde en términos de disminución de la altura de la villa (Vh) y aumento de la profundidad de la crypta (Cd). (6) Una menor altura de las vellosidades y una mayor profundidad de las criptas pueden provocar una mala digestión y una menor absorción de nutrientes y, como consecuencia, un bajo rendimiento de los animales. (6)

En comparación con las fuentes de proteína de origen vegetal, la proteína de insectos es relativamente costosa, pero un aumento en el sistema de recolección de desechos orgánicos en un futuro cercano podría comercializar este tipo de fuentes de proteína y reducir los costos. (7)

## **1.2. DELIMITACION DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. DELIMITACION ESPACIAL:**

Se llevó a cabo en la Granja Avícola REC SAC “Rodo Olmos” ubicado en carretera al distrito de Alto Larán de la provincia de Chincha – Ica -Perú y los análisis de calidad de huevo se llevaron a cabo en el laboratorio de investigación en nutrición R & D de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” en la provincia de Chincha, departamento de Ica en Perú, dado que está ubicada a 97 msnm, con un promedio de 27°C; en la región con la mayor crianza y producción de huevos del Perú. (8)

#### **1.2.2. DELIMITACION TEMPORAL:**

Este estudio se llevó a cabo desde el mes de octubre hasta el mes de diciembre del 2023.

#### **1.2.3. DELIMITACION DEL UNIVERSO:**

El trabajo consistió en la recolección de huevos y evaluación del comportamiento productivo de las gallinas de la línea Dekalb Brown en la granja avícola REC SAC “Rodo Olmos”, ubicado en el distrito Alto Laran, provincia de Chincha, región de Ica; donde se consideraron 16 unidades experimentales, los huevos fueron recolectados semanalmente y la evaluación del comportamiento productivo diariamente.

### **1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL:**

¿Cuál será el efecto que producirá la inclusión de harina de Tenebrio (*Tenebrio molitor*) en la dieta de gallinas de postura?

### 1.3.2. PROBLEMA ESPECIFICO:

- ¿En qué medida afectará la calidad del huevo en gallinas de postura a partir de la inclusión de harina de lavas de Tenebrio (*Tenebrio Molitor*)?
- ¿Cómo influye la inclusión de harina de larvas de Tenebrio (*Tenebrio Molitor*) en la dieta diaria sobre el comportamiento productivo de gallinas de postura?

## 1.4. JUSTIFICACION

### 1.4.1. SOCIAL:

La información generada con el estudio se justifica para que la industria avícola considere su aplicación práctica de esta alternativa en la alimentación de gallinas de postura. La utilización de fuentes de proteínas alternativas que tengan bajo impacto en la contaminación ambiental es una oportunidad que contribuye a la sostenibilidad de la producción animal y medio ambiente.

Un ejemplo es, la mosca soldado-negra (*Hermetia illucens*), es un organismo bioreciclador popular que puede convertir las grandes cantidades de sustratos orgánicos, de otro modo contaminantes, en alimentos o desechos animales en proteínas y grasas comestibles durante su crecimiento. (9) (10)

Los productos de ganado y aves de corral derivados de animales alimentados con insectos pueden ser una vía más legítima para capturar sus nutrientes debido a los obstáculos étnicos, religiosos y culturales implícitos para los insectos como alimentos directos para las personas en las sociedades occidentales. (11)

De manera práctica es posible la utilización de harina de larvas en las granjas avícolas que podrían ayudar a mejorar la respuesta productiva. El uso de aceite de insectos, como *Tenebrio molitor* y *Zophobas morio*, podría reemplazar el aceite de soya en la nutrición de pollos de engorde sin comprometer su rendimiento de crecimiento y la digestibilidad de los nutrientes (12).

Es importante identificar fuentes de proteínas seguras, disponibles localmente y de bajo costo para reemplazar la soya. Las harinas de insectos se han abordado como posibles alternativas de alimentación a la soja, debido a su rico contenido de nutrientes y su impacto ambiental extremadamente bajo (13)

El uso de fuentes de proteína distintas de la soya en las dietas de las aves es esencial para evitar impactos sociales, económicos y ecológicos negativos derivados de las importaciones de soya a gran escala (14). Es importante conocer el nivel de inclusión prudente de este tipo de harina en la dieta del animal (14).

#### **1.4.2. TEORICA:**

No existen estudios con la utilización de harina de larvas de tenebrio bajo las condiciones de nuestra realidad.

En esta línea, los resultados del presente estudio contribuirán al conocimiento actualizado sobre la harina de larvas de tenebrio como alternativa en la alimentación de las gallinas de postura. Así mismo, la difusión de los resultados a través de su publicación permitirá que otros investigadores puedan tomar como antecedentes y continuar con los estudios científicos al respecto.

La alimentación y el consumo de insectos son una parte natural de los hábitos alimentarios evolutivos de la mayoría de los animales (11)

La FDA de EE. UU. y la Asociación Estadounidense de funcionarios de Control de Alimentos aprobaron las larvas de la mosca soldado-negra (BSFL, por sus siglas en inglés) como ingrediente de alimentos para aves de corral (11)

Según estudio, al utilizar harina de este gusano a la dieta de los pollos de engorde, se redujo el uso de antibióticos porque la dieta contenía aproximadamente un 3 % de quitina, lo que aumentó la población de microbiota intestinal beneficiosa, como los lactobacilos, y redujo las bacterias dañinas intestinales, como la *Salmonella* y poblaciones de *Escherichia coli*. (15).

#### **1.4.3. METODOLOGICA:**

En el proceso de la producción de huevos la formulación de dietas balanceadas es clave para obtener un alimento que aporte con la energía y nutrientes que pueda mantener una óptima producción y calidad de huevo.

Actualmente, existen diversos factores que afectan un buen comportamiento productivo de las gallinas de postura. Los resultados del estudio permitirán tener en cuenta esta alternativa y mejorar el método de formulación de dietas, ya que se pueden ajustar la inclusión de otros ingredientes, como es el caso de la torta de soya que en niveles altos afecta la digestión, por lo tanto, la inclusión de harina de larvas de tenebrio conlleva a una reducción de este ingrediente en la dieta.

Los estudios sobre efectos de la harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la calidad de huevo y comportamiento productivo de gallinas de postura son limitados.

La harina de tenebrio contiene quitina y contiene 11,56 mg/g de quitosano (16). La quitina es un compuesto eficaz debido al papel funcional en la mejora del estado inmunológico de las aves de corral (17)

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar el efecto de la inclusión de harina de tenebrio (*tenebrio molitor*) en la dieta de gallinas de postura sobre la calidad de huevo y comportamiento productivo

### **1.5.2. OBJETIVO ESPECIFICO**

- Determinar el efecto de la inclusión de harina de larvas de tenebrio (*Tenebrio molitor*) en la dieta sobre la calidad de huevo de gallinas de postura.

- Determinar el efecto de la inclusión de harina de larvas de tenebrio (*Tenebrio molitor*) en la dieta sobre el consumo, conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento de huevo de gallinas de postura.

## **1.6. ASPECTOS ETICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Según el Art. 87 inciso C Beneficencia y no Maleficencia se asegura el bienestar y la integridad de los animales que participaron en la investigación en nuestro caso las gallinas, minimizaron los efectos adversos y maximizando los beneficios que tenemos .

Según el Art. 87 inciso D Protección al medio ambiente respeto a la biodiversidad en nuestro trabajo de investigación no hicimos ninguna lesión lesiva , aplicando el respeto a los seres vivos que usamos ( gallinas )

Según el Art. 87 inciso F Veracidad , los investigadores en todo el proceso del estudio garantizamos la veracidad de este estudio , así como el estricto cumplimiento de la normado en el código de ética y el reglamento de propiedad intelectual

## II MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES (NACIONALES E INTERNACIONALES)

Biasato *et al.* en 2018 llevaron a cabo un estudio donde evaluaron los efectos de la inclusión de harina de larvas de “*Tenebrio Molitor*” (TM) en dietas para pollos de engorde. Un total de 160 pollos de engorde machos (Ross 708) de un día de edad se asignaron al azar a cuatro alimentos dietéticos: un grupo de control (C) y tres grupos con harina de TM; en los cuales se incluyó harina de larvas de TM en dosis de 50 (TM5), 100 (TM10) y 150 (TM15) g/kg, respectivamente. Las dietas experimentales fueron isonitrogenicas e isoenergeticas. Cada grupo constaba de cinco corrales como replicas (8 pollitos/corral). después del desempeño del crecimiento y los parámetros hematoquímicos, los animales fueron sacrificados a los 53 días. Se realizaron investigaciones morfométricas en duodeno, yeyuno e íleon y se evaluaron alteraciones histopatológicas en hígado, bazo, timo, bolsa de Fabricio, riñón y corazón. Los investigadores concluyeron que el aumento de los niveles de inclusión de harina de TM en la dieta en pollos de engorde machos puede mejorar el peso corporal y el consumo de alimento, pero afecta negativamente la eficiencia alimenticia y morfología. (2)

Ait-Kaki *et al* en el 2021. Realizaron un estudio con el objetivo de investigar el efecto de la suplementación con harina de “*Tenebrio Molitor*” (TM) y/o polvo de hoja de olivo (OL) en la dieta de codornices sobre el desempeño animal, el rendimiento de la canal y algunos parámetros sanguíneos. Ciento cuarenta y cuatro codornices japonesas de 1 día de edad (peso corporal:  $29,9 \pm 0,26$  gr) se dividieron en cuatro grupos de 36 pollitos, recibiendo cuatro dietas diferentes, es decir, G1:

comercial estándar (SCD); G2: SCD + 3% TM, G3: SCD + 3%OL; y G4:SCD + 3% TM + 2% OL. El alimento y el agua se proporcionaron ad libitum. Los resultados mostraron que la inclusión de TM y OL promovió el peso corporal de las codornices a las 5 semanas de edad;  $p=0,001$ . La tasa de conversión alimenticia (FCR) del G3 se redujo significativamente ( $p<0,001$ ) en comparación con los otros grupos. En conclusión, la mezcla de una incorporación de TM y OL en la dieta de la codorniz no mostró efectos adversos sobre el rendimiento del crecimiento, el rendimiento de los constituyentes de la canal y de los constituyentes del suero. (18)

Patterson *et al* en el 2021. Utilizaron larvas de la mosca soldado-negra (BSFL) en gallinas de postura con los objetivos de: evaluar el perfil nutricional del aceite y la harina de BSFL en gallinas ponedoras, así medir el impacto de los tratamientos con BSFL en el rendimiento de las gallinas y la calidad del huevo. En 2 experimentos, se alimentó con aceite y harina de BSFL a gallinas replicadas de 43 a 47 semanas y de 51 a 55 semanas de edad. Las gallinas fueron alimentadas con dietas isocalóricas e isonitrogenadas con 3 niveles de tratamiento de aceite BSFL (1.5; 3 y 4 %; Exp. 1) o harina de BSFL (8; 16 y 24%; Exp2). Los datos se analizaron mediante ANOVA de un factor para el efecto principal de la dieta y comparación múltiple de Tukey para la separación de medias cuando fue significativa. En el Exp.1, los resultados sugieren que el aceite BSFL podría sustituirse fácilmente por aceite de soya con gallinas comerciales en niveles de inclusión de hasta el 4.5%. ADFI, BW, producción de huevo, FCR y peso de huevo no se vieron afectados por los tratamientos con aceite ( $P>0.05$ ). El color de

la yema entre gallinas alimentadas con aceite BSFL fue mayor con un promedio de 7.88 en comparación con 7.37 de los huevos de gallina de control ( $P=0.0001$ ). En el Exp. 2 la formulación de la dieta reemplazó el aceite y la harina de soya con harina de BSFL, y se usó algo de maíz adicional en las dietas con mayor contenido de BSFL. El equilibrio de aminoácidos de la dieta en el nivel más alto de inclusión (24% de harina de BSFL) indica que la arginina y el triptófano son limitantes y que se redujeron el ADFI, el BW y la producción de huevos ( $P<0.05$ ). la producción de huevos promedio 85.14% para las gallinas control, 8y 16% de harina BSFL y fue significativamente mayor que las gallinas alimentadas con 24% de harina al 77.01%. Sin embargo, los niveles de BSFL 8 y 16% no tuvieron un impacto negativo en el rendimiento y no fueron significativamente diferentes de los controles. El color de la yema fue nuevamente más alto entre los tratamientos de harina en comparación con el control ( $P=0.0351$ ). estos experimentos indican que el aceite y la harina de BSFL se pueden usar como energía dietética, proteínas y aminoácidos para el mantenimiento de las gallinas, la producción de huevos y la coloración de la yema, aunque puede haber límites superiores de inclusión en la dieta. (11)

Bovera F. *at* en el 2016 estudió el efecto de la harina de insectos a partir de larvas de "*Tenebrio Molitor*", harina de larvas de *tenebrio molitor* (TML) como reemplazo completo de la harina de soja (SBM) en el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes y las características de la canal y la carne de los pollos de engorde. Un total de ochenta pollos de engorde Shaver Brown machos de 30 días de edad se dividieron homogéneamente en 2 grupos (cada uno constaba

de 8 réplicas de 5 aves). Hasta los 62 días de edad, los grupos fueron alimentados con 2 dietas esoproteicas e esoenergéticas que diferían en el ingrediente utilizado como fuente principal de proteínas: el grupo de control recibió una dieta a base de harina de maíz, mientras que en el grupo TML, la harina de soya se alimentó por completo. reemplazado por TML. El rendimiento del crecimiento de los pollos de engorde se midió durante el ensayo. A los 62 días de edad, se sacrificaron 2 pollos de engorde por réplica (16 por grupo) y se determinaron los coeficientes de digestibilidad ileal aparente y las características de la canal y la carne. Se llegó a la conclusión que La harina de larvas de *Tenebrio molitor* puede ser una fuente de proteína alternativa adecuada para pollos de engorde en crecimiento y también cuando se utiliza como principal contribuyente de proteína a la dieta (13).

Jin XH *et. al.* en el 2016 investigaron los efectos del gusano seco de la harina (larva de *Tenebrio molitor*) en el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes y los perfiles sanguíneos en lechones destetados. Un total de 120 lechones destetados ( $28 \pm 3$  días y  $8,04 \pm 0,08$  kg de peso corporal) se asignaron a uno de los cinco tratamientos, según el sexo y el peso corporal, en 6 repeticiones con 4 cerdos por corral mediante un diseño de bloques completos al azar. El nivel de suplementación de gusano de la harina seco fue del 0 %, 1,5 %, 3,0 %, 4,5 % o 6,0 % en la dieta experimental como tratamiento. Se usaron programas de alimentación de dos fases. Durante la fase I, el aumento del nivel de gusano de la harina seco en la dieta mejoró linealmente el peso corporal ( $p < 0.01$ ), la ganancia diaria promedio (GMD) ( $p < 0.01$ ) y consumo de alimento promedio diario (ADFI) ( $p < 0.01$ ). Durante la fase II, la ADG también tendió a aumentar linealmente

cuando los cerdos recibieron un nivel más alto de gusano de la harina seco ( $p = 0,08$ ). Además, el aumento del nivel de gusano de la harina seco mejoró la ADG ( $p < 0,01$ ), ADFI ( $p < 0,05$ ) y aumento la relación ganancia/alimentación ( $p = 0,07$ ) durante todo el período experimental. A medida que aumentaba el nivel de gusanos secos, la retención de nitrógeno y la digestibilidad de la materia seca, así como la proteína cruda, aumentaban linealmente ( $p = 0,05$ ). En los resultados de los perfiles sanguíneos, se observó una disminución del nitrógeno ureico en sangre (lineal,  $p = 0,05$ ) y un aumento del factor de crecimiento similar a la insulina (lineal,  $p = 0,03$ ) a medida que aumentaba el gusano de la harina seco en la dieta durante la fase II. En consecuencia, la suplementación con gusano de la harina seco hasta un 6 % en la dieta de los cerdos destetados mejora el rendimiento del crecimiento y la digestibilidad de los nutrientes sin ningún efecto perjudicial sobre las respuestas inmunitarias (16).

Ait-Kaki *at.* en el 2021 exploró los efectos de las larvas del gusano amarillo de la harina (*Tenebrio molitor*) “TM” y la cúrcuma en el rendimiento de las gallinas ponedoras y la calidad física y nutricional de los huevos. Cien gallinas ponedoras se dividieron aleatoriamente en 4 grupos. El primer grupo (Control) recibió una dieta comercial estándar (SCD), mientras que los grupos de prueba (TM, TP y TM-TP) recibieron SCD con 5% de TM, 0,50% de cúrcuma, 5% de TM y 0,50% de cúrcuma, respectivamente. De acuerdo con los resultados, Control y TM redujeron significativamente el peso corporal de las gallinas al final del experimento. Sin embargo, la incorporación de cúrcuma y TM (TP y TM-TP) mantuvieron la estabilidad del peso corporal durante todo el período. No se

observó ningún efecto de la dieta sobre el consumo de alimento y la tasa de puesta de huevos. La dieta tuvo un efecto significativo en los parámetros físicos de los huevos (peso, frescura, grosor y fuerza de ruptura). La mezcla de TM y cúrcuma permitió huevos con buenos parámetros físicos. Para la calidad nutricional de los huevos, todos los grupos tenían el mismo contenido de ALA y DHA. Sin embargo, los huevos del grupo que recibió una mezcla de TM y cúrcuma tuvieron el contenido de colesterol más bajo. Por lo tanto, la MT y la cúrcuma podrían reducir la dependencia de la importación de soja al mejorar la calidad de los huevos. (19)

Shadi Sedgh *at.* en el 2021 estudió el rendimiento del crecimiento y características morfométricas intestinales de pollos de engorde alimentados con inclusión dietética de gusano amarillo de la harina (*Tenebrio Molitor*) Se evaluaron pollos bajo la influencia de la adición de diferentes niveles de harina de larvas de *Tenebrio molitor* (harina TM) a sus dietas. 180 pollos de engorde de un día de edad se dividieron en 3 tratamientos y 5 repeticiones (12 pollos/corral). Las dietas experimentales incluyeron una dieta de control y tratamientos que contenían 2.5 y 5% de harina de TM, que se alimentaron a las aves en etapa de iniciación (0-10 días) y de crecimiento, todas las aves fueron alimentadas con una dieta de finalización regular. Los resultados mostraron que la dieta que contenían harina de TM no tuvo un efecto notable sobre la tasa de mortalidad y el consumo de alimento (IF) de los pollos de engorde ( $P > 0,05$ ). la adición de harina de TM al 2,5% a la dieta de los pollos de engorde aumentó la ganancia de peso corporal (BWG) que el grupo de control ( $P \leq 0,05$ ). En general, se puede concluir que la

harina de TM podría mejorar el rendimiento del crecimiento en el período inicial y no tuvo efectos negativos sobre el rendimiento y la morfología intestinal de los pollos de engorde en todos los períodos del experimento. (20)

Ramos D. en el 2021 realizó un estudio con el objetivo de evaluar la composición nutricional de la harina de larva de *Tenebrio molitor*, y ser utilizada como una fuente de proteína no convencional para la preparación de dietas balanceadas para animales de producción. La larva adulta fue utilizada para la elaboración de harina. Según resultados, se encontró que por cada 100 g de muestra de harina se obtuvieron 12.93 % de humedad, 43.88 % de proteína cruda, 0.40 % de ceniza, 7.03 % de NIFEX, 3.73 % de fibra cruda, 33.1% de extracto etéreo y 502 Kcal de energía. (21)

## **2.2. BASES TEORICAS O CIENTIFICAS:**

### **2.2.1. Generalidades del *Tenebrio Molitor*:**

Los gusanos *Tenebrio molitor* L. (*Coleoptera: Tenebrionidae*), son las larvas marrones parecidas a gusanos de los escarabajos oscuros y se pueden encontrar en casi todas partes del planeta y prefieren lugares cálidos, oscuros y húmedos como debajo de las hojas en descomposición (22)

#### **2.2.1.1. Clasificación taxonómica:**

**Clase:** Insecto

**Orden:** Coleóptero

**Familia:** Tenebrionidae

**Género:** Tenebrio

**Especie:** Molitor

#### **2.2.1.2. Características morfológicas:**

Es un coleóptero compacto con bordes paralelos de color castaño oscuro. El cuerpo de un adulto llega a medir aproximadamente 18.0 mm de largo por 4.0 mm de ancho. (23)

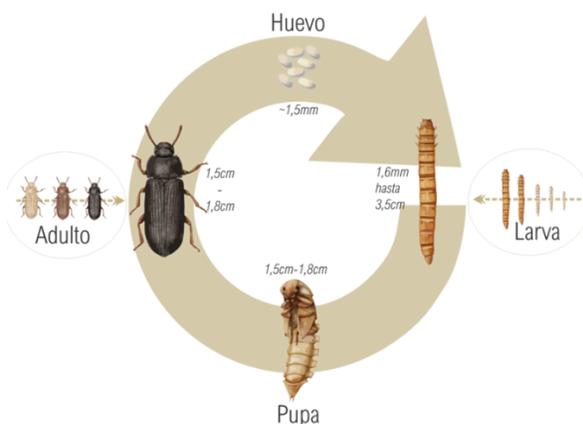
#### **2.2.1.3. Ciclo de vida:**

La duración del ciclo de vida oscila entre 280 y 600 días. Las hembras pueden dejar entre 250 y 1000 huevos ovalados blancos con forma de riñón aislados o en racimo en los alimentos. Estos huevos se incuban durante 10 a 12 días a una temperatura ideal de 18 a 20 grados Celsius. Después de este tiempo, surgen larvas blancas quienes a medida que crecen adquieren un color amarillento. En su estado de desarrollo, miden de 2,5 a 3,75 cm de largo. En el transcurso de esta etapa pasan por diferentes estadios, los cuales pueden durar entre 3 a 4 meses; e incluso pueden llegar a durar 18 meses dependiendo de las condiciones en que son criados.

En estadio maduro la larva se torna de un color amarillo y marrón claro, llegando a medir y pesar aproximadamente 20 mm y 160 mg respectivamente; sin embargo, los productores comerciales de larvas adicionan una hormona en la alimentación para evitar la muda y el paso a la adultes, como consecuencia tenemos larvas gigantes con 2 cm de longitud y de 300 mg de peso.

La fase de pupa tiene una duración de 7 a 9 días a 25°C, en condiciones de temperaturas más bajas llegan hasta 20 días; al llegar al estadio final; la adultes se convierten en escarabajo llegando a vivir hasta 3 meses. (23)

Ilustración 1: ciclo de vida del *Tenebrio Molitor*



Fuente: EcoProten

#### 2.2.1.4. Hábitos alimenticios:

Los insectos usan mucha menos agua y dependen menos del suelo, por lo tanto, menos gases de efecto invernadero y contaminación. Pueden alimentarse de desechos orgánicos (alimentos y desechos humanos, compost) y transformar todo esto en proteínas de alta calidad que podrían usarse para la alimentación animal. (19)

#### 2.2.1.5. Reproducción

Esta larva se reproduce fácilmente en diversos desechos orgánicos como frutas, verduras, cereales y paja. (7) Existe producción industrial como fuente de proteína alimenticia para mascotas, animales de zoológico y peces. (24)

#### **2.2.1.6. Uso de la harina de larvas de *Tenebrio Molitor*:**

Además de ser una fuente de proteínas, las harinas de insectos pueden afectar el sistema inmunológico o la calidad del huevo (7)

El contenido de ácidos grasos en la harina de insectos podría servir como sustrato para la modulación de los ácidos grasos del huevo, influyendo en el contenido de MUFA y PUFA en la yema de huevo (7). Esto puede estar relacionado con la presencia del contenido de ácido linoleico numéricamente más alto en la harina de insectos que afecta positivamente la concentración en la yema de huevo (22).

#### **2.2.1.7. Crianza del *Tenebrio Molitor***

Los terrarios pueden estar elaborados de plástico o PVC, se debe colocar una tapa con orificios para una correcta circulación de aire, con el fin de evitar la formación de hongos; adicional a ello es recomendable colocar una malla fina o tapa para limitar el ingreso a depredadores. El terrario se debe almacenar en lugares oscuros, ya que son seres nocturnos.

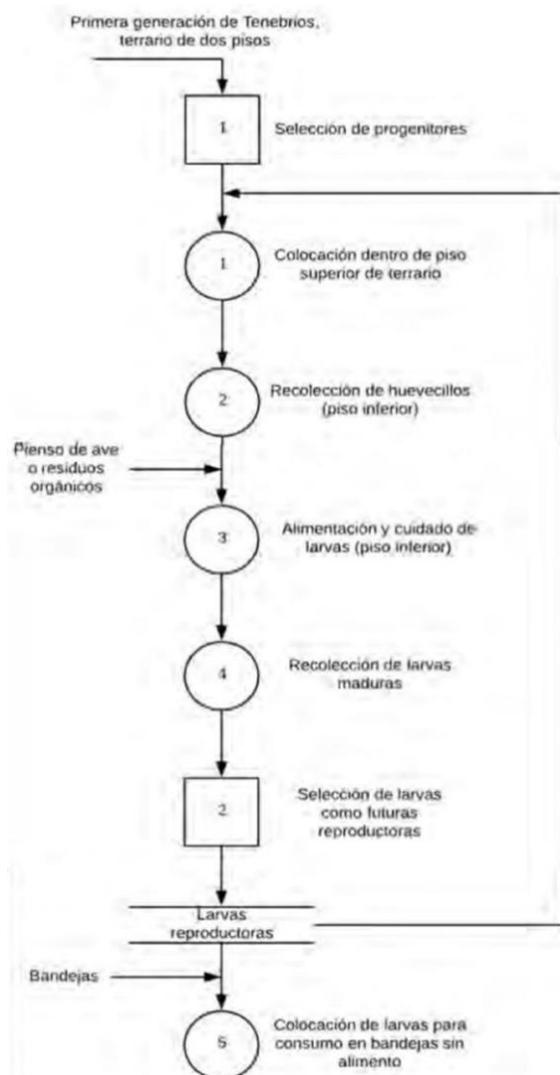
Los terrarios deben ser de dos niveles, en la parte superior colocar a los escarabajos adultos; al tener una malla en la base los huevecillos caerán al primer nivel; donde, eclosionarán y crecerán hasta la etapa de cosecha. se debe colocar pienso en cada nivel (salvado de trigo, alimento de pollo, avena, residuos orgánicos). posterior al depósito de huevos en el primer nivel, se traslada el nivel superior a otro contenedor sin huevecillos; cada que los adultos mueren se procede

a cambiarlos por larvas maduras para que estas continúen depositando huevecillos y así completar el ciclo. (25)

Ilustración 2 terrario de dos pisos



Fuente: Mech Ninji (youtube)

Ilustración 3: Diagrama de proceso para crianza de *Tenebrio Molitor*

Fuente : DOP para el proceso de crianza de *Tenebrio Molitor*

#### 2.2.1.7.1. Elección de padres:

Estos podemos obtenerlos de dos formas; por medio de la compra en tiendas de mascotas o la recolección de ejemplares en su habitat natural, debido a que se pueden utilizar como reproductores de manera directa. (25)

#### 2.2.1.7.2. Colecta de huevecillos

Las hembra llegan a tener de una a tres puestas a lo largo de su vida; depositan un promedio de 50 a 150 huevos por puesta. por cada puesta. Se debe cambiar el segundo nivel del terrario con las larvas adultas para pasarlo a uno nuevo y obtener más huevecillos. (25)

#### **2.2.1.7.3. Manejo del primer nivel:**

Los huevos eclosionan dentro de los 7 a 10 días posteriores a su puesta; posterior al nacimiento se alimentarán de pienso elaborado con cereales y pollo; al final de la etapa de maduración se puede suministrar alimento húmedo, por ejemplo: la zanahoria, esta contiene 89% de agua y se debe adicionar una semana antes de la cosecha. Las larvas son sensibles a la temperatura y humedad, por lo tanto, la temperatura debe oscilar entre 25 y 32 °C y la húmedas entre 40 y 80%; esto favorece la fertilidad y actividad de los reproductores.

Se requiere realizar una limpieza por semana, a fin de reducir la contaminación. (25)

#### **2.2.1.7.4. Colecta de larvas maduras:**

Al llegar al estadio maduro se colectan las larvas más grandes y las de tercera generación.

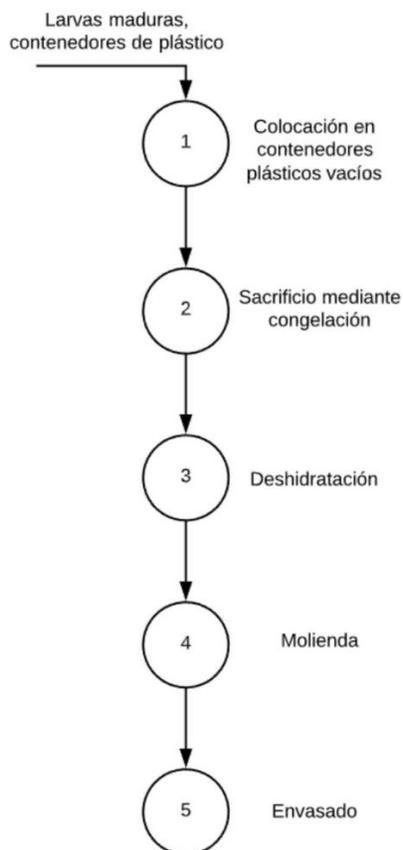
Las larvas viven de 45 a 60 días antes de pasar pupa, por lo que se deben recolectar antes de llegar al final del periodo.

las podemos utilizar como insumo de materia prima de harina o enteros, en forma de alimento; también, como nuevos progenitores. (25)

### 2.2.1.8. Pasos para la obtención de la Harina de *Tenebrio Molitor*

Dentro del consumo humano las harina de larvas se puede usar como aditivo para panes, batidos, jugos, alimento para aves o peces (25)

Ilustración 4:DOP para el proceso de elaboración de harina de *Tenebrio Molitor*



#### 2.2.1.8.1. Colecta de larvas maduras:

Deben de ser colocadas en contenedores de plástico por el lapso de 24 horas sin alimentación; de esta manera terminarán de digerir los alimentos consumidos anteriormente. Posterior a ello deben de ser colocados en un colador manual y lavados en agua con cloro para lograr la remoción de alimentos y excremento;

para finalizar deben de ser colocados en bandejas metálicas con papel absorbentes.

(25)

#### **2.2.1.8.2. Sacrificio por congelación:**

Este tipo de sacrificio es aceptado por la comunidad científica-industrial, por este método las larvas son depositadas en congeladores de  $-14^{\circ}\text{C}$ , donde pasan por un proceso de adormecimiento por 24 horas, al culminar este periodo se colocan en bandejas en las maquinas deshidratadoras. (25)

#### **2.2.1.8.3. Deshidratación:**

La deshidratación ayuda a reducir el contenido de agua, formación de hongos y eliminan los microbios que llegasen a contener en las larvas. Se colocan en hornos deshidratadores de cinta por 6 horas a temperaturas de  $150^{\circ}\text{C}$ . (25)

#### **2.2.1.8.4. Molienda para la molienda:**

Para este procedimiento se colocan a las larvas en molinos industriales por un lapso de 30 minutos, posterior a ello son tamizados para retirar los granos de mayor tamaño; finalmente obtendremos un polvo fino. (25)

### **2.2.2. Gallinas de postura Dekalb Brown:**

La línea de las gallinas Dekalb Brown poseen características similares a las Dekalb White, lo único que las difiere de las blancas es el color del plumaje. (26)

Es una buena ponedora, produce huevos de color marrón oscuro con una cáscara muy resistente y gran cantidad de huevos de mesa de tamaño medio de

alta calidad; así mismo, brinda beneficios predecibles y demostrables a los productores de huevos; ofrece una versatilidad demostrada en sus resultados con un alto pico de producción y una excelente persistencia de puesta. (27)

Ilustración 5: Gallina Dekalb Brown



Fuente: Universidad Católica de Santa María

#### **2.2.2.1. Características morfológicas:**

Poseen un hueso ligero y un cuerpo de tamaño mediano; presenta una pequeña cabeza, tiene una gran cresta en forma de hoja que cae hacia un lado. Peineta y pendientes de color rojo intenso. Tanto la cara como los lóbulos tienen un tono rosado. La pluma bien desarrollada cubre el largo cuello. Los ojos tienen un tono de rojo anaranjado. El pico es de color amarillo y corto. El cuerpo está casi en posición vertical. La postura es recta. La cola es estrecha, pero tiene un buen desarrollo.

Las alas son largas y pegadas al cuerpo. La quilla se encuentra ligeramente elevada. El vientre posee un desarrollo óptimo. Presentan piernas alargadas con poca masa muscular. Los metatarsos son largos y de color amarillo, poseen cuatro dedos en total. El pie también tiene un tono amarillo.

El peso de los pollos oscila entre 1,5 a 1,7 kg de peso vivo, los gallos no superan los 2 kg de peso vivo. (26)

#### **2.2.2.2. Características productivas:**

A partir de los 4 meses inician su proceso de puesta; a los 10 meses se cae el pico. En el lapso de un año llegan a depositar hasta 350 piezas con un peso de 71gr por huevo de coloración marrón. (26)

#### **2.2.3. Aparato digestivo de la gallina:**

El aparato digestivo forma una barrera para la prevención de infecciones, además es el encargado de la transformación eficiente del alimento en huevos y está a cargo del correcto funcionamiento del sistema inmune. (28)

##### **2.2.3.1. Pico:**

El pico es la principal estructura prensil y reemplaza a la boca en los mamíferos. En aves jóvenes, sus bordes deben converger y su color es amarillo oscuro. Con la edad, el tiempo de postura y algunas enfermedades, esta pigmentación se pierde. (28)

##### **2.2.3.2. Esófago:**

El esófago se encuentra al lado inferior del cuello, sobre la tráquea, hacia la derecha; debido a su amplitud y dilatación sirve para el paso de los alimentos de gran tamaño sin masticar. (28)

#### **2.2.3.3. Bucho:**

En el bucho el alimento tiene una duración de dos horas, con un pH 5; sus principales funciones son las de almacenamiento, humectación, maceración del alimento para remojo y regulación de la repleción gástrica. Adicionalmente ayuda a reblandecer e inhibir el alimento junto a la saliva y secreción esofágica a raíz de la secreción de moco. (28)

#### **2.2.3.4. Proventrículo:**

Contiene glándulas que producen mucus para proteger la mucosa y ácido clorhídrico (HCl) y pepsina (enzima proteolítica) para digerir los alimentos. El bucho, una estructura accesoria del esófago, sirve para almacenar alimentos temporalmente en el sistema digestivo de las aves. Esto permite que el ave coma rápidamente sin exponerse a depredadores, y el bucho no tiene glándulas digestivas. (28)

#### **2.2.3.5. Molleja:**

El epitelio de la molleja en estas aves está muy queratinizado y puede contener arenilla, la cual los animales ingieren para ayudar el efecto de "mortero"; tiene una reacción ácida porque tiene un pH de 4.06. Su función es la digestión mecánica

del alimento a través de contracciones musculares. Aquí se lleva a cabo la digestión mecánica y el transporte de los alimentos hacia el intestino.

El estómago se contrae rítmicamente de 1 a 4 veces por minuto, su función es comprimir, triturar, moler y pulverizar los alimentos. (28)

#### **2.2.3.6. Intestino delgado:**

Representa la porción más larga del tracto gastrointestinal, tiene tres porciones: duodeno, yeyuno e íleon; se encarga de la digestión final y absorber los nutrientes. (28)

##### **2.2.3.6.1. Duodeno:**

Se localiza caudal al ventrículo, tiene forma de “U” por lo que presenta una sola asa con un porción proximal descendente y otra distal ascendente; entre estas porciones se localiza el páncreas. (28)

##### **2.2.3.6.2. Yeyuno e íleon:**

El yeyuno se compone de varias asas intestinales, siendo la porción más larga del intestino delgado. El yeyuno y el íleon se encuentran separados por el divertículo de Meckel; a partir de este el íleon traza su trayecto hasta la unión íleo-cólica. (28)

#### **2.2.3.7. Intestino grueso:**

##### **2.2.3.7.1. Ciego:**

Las gallinas poseen dos ciegos con extremidades ciegas; tienen su origen en la unión del intestino delgado y recto, extendiéndose oralmente al hígado. (28)

#### **2.2.3.7.2. Colon:**

El colon se encarga de absorber el agua y las proteínas de los alimentos. (28)

#### **2.2.3.7.3. Cloaca:**

Es un órgano digestivo y reproductivo, por lo que las aves eliminan la orina y las heces juntas. De lado izquierdo se puede apreciar parte del aparato digestivo y del derecho, el reproductivo. (28)

### **2.2.4. Aparato reproductor de las gallinas de postura:**

#### **2.2.4.1. Ovario:**

En el ovario se desarrollan hasta 1500 folículos, cada uno de los cuales contiene un óvulo con yema. Solo alrededor de 320 de estos folículos se desarrollan gradualmente cada día hasta que alcanzan un diámetro de aproximadamente 40 milímetros y luego son expulsados al infundíbulo, que es la primera parte del oviducto.

Una gallina adulta tiene un aspecto de racimo y tiene folículos de diferentes tamaños. El óvulo emerge a través de una hendidura longitudinal llamada estigma cuando el saco folicular que lo cubre se fisura para caer en el infundíbulo.

El aumento de la hormona luteinizante (LH) secretada por la hipófisis anterior en respuesta al aumento de la progesterona sintetizada en el ovario provoca la

ovulación. 4 horas antes de la ovulación, la LH alcanza su punto máximo. En un lapso de 22 a 24 horas se forma el huevo, pasando a través de diversas estructuras del aparato reproductor femenino. (28)

#### **2.2.4.2. Oviducto:**

Es un tubo de color rosa pálido, comprende la región del ovario hasta la cloaca, se divide en 4 partes:

##### **2.2.4.2.1. Infundíbulo:**

Es la responsable de captar la yema del huevo e inicia la secreción de una porción de albumen. En caso de reproductoras, se produce el almacenamiento de espermatozoides y fertilización. Por medio de contracciones la yema avanza hacia el magnum. (28)

##### **2.2.4.2.2. Magnum:**

El magnum contiene glándulas secretoras; al contacto con la yema libera en sus gránulos ovoalbúmina, lisozima, ovo transferrina y ovo mucoide, estos formar el 80% del albumen. (28)

##### **2.2.4.2.3. Istmo:**

En el istmo se inicia la secreción de las membranas testáceas e inicia la base la cascara; la cual está constituida por núcleos de calcita. (28)

#### **2.2.4.3. Útero:**

Dentro el útero se produce la formación de la cascara. por 18 a 22 hrs aproximadamente, absorbe 15g de agua e intercambia varios electrolitos con el líquido de la glandula; se recubre de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , proteína, pigmento y cutícula, constituida por lisozima. Finalmente, el huevo se expulsa gracias a la musculatura lisa que rodea a la mucosa. (28)

#### **2.2.4.4. Vagina:**

La pared de la vagina tiene repliegues longitudinales, aquí se produce la rotación de huevo, el cual, se venía desarrollando con el polo agudo, posterior a la rotación sale por el polo romo. (28)

#### **2.2.5. Generalidades del huevo:**

El huevo es rico en grasa, posee gran cantidad de proteína, calcio, hierro, vitaminas A y D, tiamina y riboflavina. Así mismo, tienen una desventaja muy grande y es el alto contenido de colesterol, el cual encontramos en la yema; esto equivale al 5% de los lípidos, dando así un promedio de 210 a 240 mg por cada huevo.

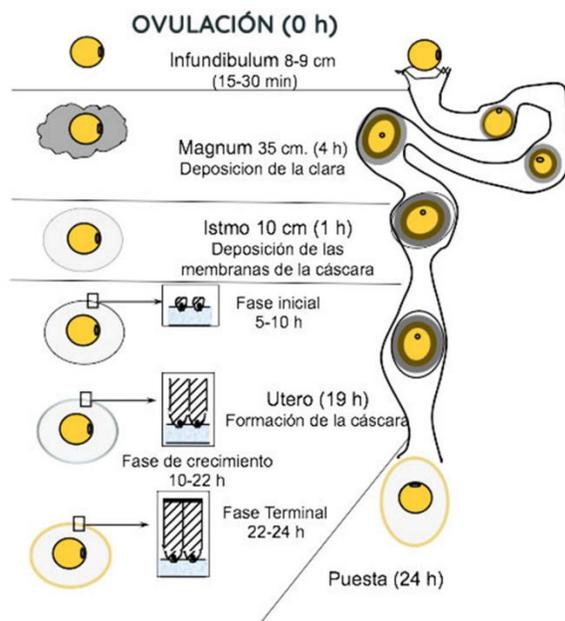
La ingesta de huevo o albumen de huevos crudos de forma periódica tiene a producir una malabsorción de Biotina. (27)

#### **2.2.5.1. Formación del huevo:**

Se forma a partir de un óvulo (yema); se recubre de material nutritivo y de protección (clara y cáscara) antes de la puesta. La ovulación de la gallina sucede

cada 26 horas aproximadamente, produciendo un huevo al día a partir de las 18 semanas. (28)

Ilustración 6: Esquema de formación del huevo.



Fuente: marcade 2010

## 2.3. MARCO CONCEPTUAL (DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES)

### 2.3.1. PREPARACION DE LA HARINA (METODO):

Los gusanos se cultivan sobre el sustrato de salvado de trigo dentro de 100 cajas de plástico de  $40 \times 27 \times 11$  cm, mediante la reproducción de escarabajos adultos. Se utilizan frutas como zanahorias y papas para suministrar agua a los gusanos de la harina. Una vez que las larvas alcanzan su tamaño máximo, se separan del estiércol mediante tamizado. Después de 48 horas, los gusanos de la

harina se colocan en el congelador para matarlos y luego se colocan en un horno a 60 ° C durante 20 horas para que se secan (20).

### 2.3.2. COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA DE *TENEBRIO*

#### *MOLITOR:*

**TABLA 1**  
Composición nutricional de harina de *tenebrio molitor*

| COMPOSICIÓN        | (G/KG) |
|--------------------|--------|
| Materia seca       | 970.2  |
| proteína cruda     | 538.1  |
| Extracto etéreo    | 280.3  |
| Ceniza             | 69.9   |
| Fibra cruda        | 75.3   |
| Quitina            | 56     |
| Calcio             | 35     |
| Fosforo            | 68     |
| AMINOACIDOS        |        |
| Metionina          | 0.667  |
| Cisteína           | 0.434  |
| Metionina+cisteina | 1.101  |
| Lisina             | 2.748  |
| Arginina           | 2.591  |
| Treonina           | 1.899  |
| Leucina            | 3.931  |
| Isoleucina         | 2.796  |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Valina          | 2.977 |
| Histidina       | 1.452 |
| Fenilalanina    | 1.748 |
| Glicina         | 2.524 |
| Serina          | 2.164 |
| Prolina         | 3.23  |
| Alanina         | 3.239 |
| Ácido aspártico | 3.97  |
| Ácido glutámico | 0.931 |

**NOTA:** fuente sedgh – Goova et al. (2021)

### III HIPOTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. HIPOTESIS GENERAL:

- La inclusión de harina de tenebrio (*Tenebrio Molitor*) en la dieta de gallinas de postura generará un impacto positivo.
- La inclusión de harina de tenebrio (*Tenebrio Molitor*) en la dieta de gallinas de postura generará un impacto negativo.

#### 3.2. HIPOTESIS ESPECIFICA:

- La inclusión de harina de tenebrio (*Tenebrio Molitor*) en la dieta mejora la calidad de huevo de gallinas de postura comercial
- La inclusión de harina de larvas de tenebrio (*Tenebrio molitor*) en la dieta de gallinas de postura es una alternativa viable como fuente de proteína no convencional que mejora la calidad de huevo sin afectar el comportamiento productivo

#### 3.3. VARIABLES (DEFINICION CONCEPTUAL Y OPERACIONALIZACION)

##### 3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

Harina de larvas de tenebrio (*Tenebrio Molitor*)

##### 3.3.2. VARIABLES DEPENDIENTES:

###### a) Calidad de huevo

- Test de Unidad Haugh

Se determinará de acuerdo con la metodología de Eisen *et al.*

(29), utilizando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{HU} = 100 \log (\mathbf{H} - 1.7\mathbf{W}^{0.37} + 7.57)$$

Dónde:

**HU**: Unidad Haugh

**H** : altura del albumen en mm

**W** : peso del huevo en gramos

**7.57** : factor de corrección para la altura de albumen

**1.7** : factor de corrección para el peso del huevo

Procedimiento: El huevo primero es pesado, luego quebrado en una superficie plana y con el uso de un micrómetro se determina la altura del albumen de la parte más gruesa (clara) que rodea la yema (1 cm). Las unidades Haugh se determinan por una relación logarítmica entre el peso del huevo y la altura del albumen. Esta evaluación mide la calidad del albumen o clara de huevo.

- Peso relativo de yema (g/100 g de huevo):

Cada huevo codificado será quebrado para verter su contenido en una superficie de vidrio plano y luego separar la yema y clara para su pesado en g/yema de huevo.

- Peso relativo de clara (g/100 g de huevo):

Cada huevo codificado será quebrado para verter su contenido en una superficie de vidrio plano y luego separar la yema y clara para su pesado en g/clara de huevo.

- Índice de yema:

Es un cálculo que se obtiene de la relación entre la altura de la yema / diámetro de la yema

- Pigmentación de la yema de huevo:

Se utilizará el abanico colorimétrico de color de yema (DSM) que presenta una escala de color de 0 a 16

- Resistencia a rotura de cascara (Kgf)
- Grosor de cascara (mm)
- Peso relativo de cáscara de huevo (g/100 g de huevo)

**b) Comportamiento productivo:**

- Consumo de alimento:

El consumo de alimento será medido como la diferencia de la cantidad de alimento ofrecido menos el alimento residual y se calculará en gramos de alimento consumido por gallina/día.

- Conversión alimenticia:

Es la relación entre el consumo de alimento (g) y la masa de huevo producido, se da en g/día.

- Eficiencia energética:

Es la relación entre el consumo de energía metabolizable (Mcal) y la masa de huevo producida, se da en Mcal/Kg.

- Producción de huevos:

Es el cálculo del número de huevos producido por la cantidad de gallinas de una repetición por día, se da en porcentaje

- Peso de huevo:

Los huevos serán pesados individualmente con una balanza de precisión y las unidades de medida serán en gramos por huevo

- Masa de huevo:

Es el cálculo del peso de huevo por el porcentaje de producción entre 100. Se da en g/día.

### 3.3.3. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES:

**Tabla 2**

Operacionalización de las variables

| OBJETIVO                                                                                                                                                                                                               | VARIABLE                  | OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES |                     |                        |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Rr                                  | INSTRUMENTO         | ESCALA                 | FUENTE   |
| Determinar el efecto de la inclusión de harina de larvas de tenebrio ( <i>Tenebrio Molitor</i> ) en la dieta sobre la calidad de huevo de gallinas de postura.                                                         | Calidad de huevo          | Unidad Haugh                        | Analizador DET 6500 | alto/bajo              | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Yema                                | Balanza             | Porcentaje (%)         | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Albumen                             | Balanza             | Porcentaje (%)         | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Índice de Yema                      | Analizador DET 6500 | Relación               | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Color yema                          | Analizador DET 6500 | Score: 1-16 puntos     | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Cascara                             | Analizador DET 6501 | Resistencia: Kgf       | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Grosor de cascara                   | Micrómetro digital  | mm                     | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Peso de cascara                     | Balanza             | (%)                    | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Consumo alimento                    | Balanza             | g/gallina/día          | Alimento |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Conversión                          | Calculadora         | Kg alimento/Kg masa    | Gallina  |
| Determinar el efecto de la inclusión de harina de larvas de tenebrio ( <i>Tenebrio molitor</i> ) en la dieta sobre el consumo, conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento de huevo de gallinas de postura. | Comportamiento productivo | Eficiencia                          | Calculadora         | Kcal consumida/Kg masa | Gallina  |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Producción                          | Calculadora         | Porcentaje (%)         | Gallina  |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Peso de huevo                       | Balanza             | g/huevo                | Huevo    |
|                                                                                                                                                                                                                        |                           | Masa de huevo                       | Balanza             | g/gallina/día          | Huevo    |

## **IV METODOLOGIA**

### **4.1. METODO DE INVESTIGACION**

Dentro del método general se usó el método científico, consiste en un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimientos en las ciencias “para ser llamado científico, un método de investigación debe basarse en la formulación del problema y la respuesta mediante hipótesis que luego serán contrastadas”. (30)

### **4.2. TIPO DE INVESTIGACION**

Investigación aplicada, indaga el conocimiento por medio de los hallazgos tecnológicos de la investigación básica hacia los problemas que se encuentran en la sociedad o en la producción; ocupándose del enlace de la teoría con el producto. (31)

### **4.3. NIVEL DE INVESTIGACION**

Investigación explicativa, es causal debido a que se plantean hipótesis explicativas las que en relación con las variables plantean propuestas de explicación al problema causal las que posteriormente serán contrastadas. En dicho estudio se conocerán porque un hecho o fenómeno de real tiene características, cualidades, propiedades, etc., porque la variable en estudio es como es. (31)

### **4.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

Diseño experimental; él investigador manipula una variable experimental no comprobada, en condiciones controladas. Con el objeto de describir el modo y la causa que produce o puede producir un fenómeno. Buscando predecir el futuro,

elaborando pronósticos que, al ser confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones que incrementan los conocimientos pedagógicos y el mejoran la acción educativa. (32)

#### **4.5. POBLACION Y MUESTRA**

##### **4.5.1. POBLACION**

Se entiende como “el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica en común” (33)

La población en la que se realizó la investigación es finita; se utilizaron 64 gallinas de postura comercial de la línea genética DEKALB Brown.

##### **4.5.2. MUESTRA**

El tipo de muestreo es probabilístico sistemático se basa en seleccionar una muestra tomando cada k-ésima unidad de la población, ya que las unidades de muestreo están numeradas o arregladas. La letra k representa la razón de muestreo; es decir, la razón del tamaño de la población correspondiente al tamaño de la muestra. (34)

De acuerdo con los cálculos, se requiere 32 gallinas por grupo y 64 gallinas de postura comercial de la línea genética DEKALB Brown en total. Cada tratamiento tendrá 8 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales (4 gallinas por unidad experimental)

El cálculo de la muestra se realizó utilizando la fórmula de comparación de medias para contraste de hipótesis reportada por gallego (35)

Dónde:

$Z_{\alpha}$  = valor de Z correspondiente al riesgo  $\alpha$  fijado = 0.05 (1.645);

$Z_{\beta}$  = valor de Z correspondiente al riesgo  $\beta$  fijado = 0.20 (0.842);

$\sigma$  = desviación estándar (\*) =  $\pm 1.5$  (peso de huevo)

(\*) = El valor referencial de desviación estándar del peso de huevo se obtuvo de un estudio piloto previo en el galpón experimental (2022).

$d$  = valor mínimo de la diferencia en el peso de huevo que se desea detectar en los huevos de gallinas = 2 g

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 10 sujetos en el primer grupo y 10 en el segundo para detectar una diferencia igual o superior a 2 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 1.5. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%

Se triplicará a 32 gallinas por grupo. Considerando 2 grupos del estudio y 8 repeticiones por cada uno, se tienen 16 unidades experimentales en total, y 4 gallinas por unidad, lo que corresponde a 64 gallinas de postura en total.

|                  |               |               |               |               |               |               |               |               |             |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Tratamiento<br>1 | 4<br>gallinas | Total<br>32 |
| Testigo          | 4<br>gallinas | Total<br>32 |

#### 4.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Se utilizaron gallinas de postura comercial de la línea DEKALB Brown de 75 semanas de edad, que fueron criadas bajo el sistema de jaulas tipo batería. Se establecieron dos grupos de estudio. Un grupo (T-1) corresponde al grupo testigo que recibió una dieta convencional sin inclusión de harina de *Tenebrio Molitor* y el segundo grupo (T-2) que recibió una dieta con la inclusión de 1% de harina de *Tenebrio Molitor*. Estas aves experimentales fueron distribuidas siguiendo el protocolo de un Diseño Completamente al Azar (DCA). Cada uno de los tratamientos tuvo 8 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales (4 gallinas por unidad experimental). El estudio comprendió 8 semanas y la alimentación fue *ad-libitum*. Las variables dependientes evaluadas fueron las características de calidad de huevo.

-Test de unidad Haugh, Se determinó de acuerdo con la metodología de Eisen *et al.*

(1962)\* utilizando la siguiente fórmula:

$$UH = 100 \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.57)$$

Dónde:

UH : Unidad Haugh

H : altura del albumen en mm

W : peso del huevo en gramos

7.57 : factor de corrección para la altura de albumen

1.7 : factor de corrección para el peso del huevo

Para la medición se utilizó el equipo analizador de huevo: Digital Egg Tester (DET 6500-NABEL-JAPON)

\*Eisen, E.J., Bohren, B.B. y McKean, H.E. Poultry Science. 1962; 41: 1461 – 1468.

- Peso relativo de yema: Es un cálculo de la relación del peso de yema (g) por cada 100 g de peso de huevo
- Peso relativo de clara: Es un cálculo de la relación del peso de clara (g) por cada 100 g de peso de huevo
- Índice de yema: Es un cálculo de la relación: altura de yema/diámetro de yema
- Pigmentación de la yema de huevo: Se utilizó el abanico colorimétrico de color de yema (DSM) que presenta una escala de color de 0 a 16
- Resistencia a rotura de cascara (Kgf): Se determinó en base a la fuerza en Kg que se aplica al huevo hasta su rotura y se describe como los KgF de fuerza para romper la cáscara de huevo. Para la medición se utilizó el equipo analizador de huevo: Digital Egg Tester (DET 6500-NABEL-JAPON)
- Grosor de cascara (mm): Se mide el grosor de cuatro trozos de cáscara, uno por cada uno de los dos extremos (extremo ancho y estrecho) y dos

del cuerpo de los huevos, se determinó con el equipo portátil micrómetro digital (MITUTOYO 547-360, Kawasaki, Japan)

- Peso relativo de cáscara de huevo: Es un cálculo de la relación del peso de cáscara (g) por cada 100 g de huevo
- Comportamiento Productivo: Son los indicadores de producción
- Consumo De Alimento: Se determinó en base del alimento ofrecido menos el residuo diario
- Conversión Alimenticia: Se calculo en base a la relación entre el consumo de alimento (g)/masa de huevo (g)
- Eficiencia Energética: Se calculo en base al consumo de energía metabolizable por Kg de masa de huevo producido
- Producción E Huevos: Se determino en base al número de huevos colocados diariamente por las gallinas de cada unidad experimental
- Peso De Huevo: Es el peso de cada huevo en gramos producido diariamente
- Masa De Huevo: Se calculó en base a la formula:  $\text{peso de huevo} * \text{producción de huevos} / 100$

Los datos de las variables productivas fueron recolectados diariamente y los datos de calidad de huevos fueron semanales. Los datos de las variables cuantitativas evaluadas fueron analizados como un diseño completamente aleatorizado. Se utilizó la prueba de T-Student independiente. Las variables no paramétricas fueron analizadas con la prueba de Mann-Whitney Wilcoxon para muestras independientes. Se realizó un ANOVA unidireccional (one-way)

utilizando el procedimiento GLM del software SAS. Además, se realizaron análisis de supuestos estadísticos, como la homocedasticidad y la normalidad, así como análisis de comparaciones múltiples utilizando la prueba de Tukey. A través de este estudio se espera demostrar que la inclusión de harina de larvas de tenebrio (*Tenebrio molitor*) es una alternativa como fuente de proteína en la dieta de gallinas de postura que mejorará la calidad de huevo sin afectar negativamente el comportamiento productivo de las gallinas de postura.

#### a) Alimentación y formulación de las dietas

En la tabla 3 se presentan las dos dietas balanceadas de acuerdo con cada tratamiento. Las especificaciones de los nutrientes están de acuerdo con las recomendaciones de la línea genética de gallinas de postura DEKALB Brown.

**Tabla 3:**  
Formulación de dietas

| INGREDIENTES                  | T-1     | T-2    |
|-------------------------------|---------|--------|
| MAIZ                          | 55.4839 | 53.718 |
| TORTA DE SOYA, 46.50          | 23.7043 | 23.324 |
| CARBONATO DE CALCIO GRUESO    | 6.5     | 6.5    |
| SOYA INTEGRAL, 37.3           | 5       | 5      |
| ACEITE DE SOYA                | 2.2253  | 2.9737 |
| CARBONATO DE CALCIO FINO      | 2.8877  | 2.8803 |
| HARINA DE PLATANO             | 0       | 2      |
| MONTAFOS (P monodicalcico) 21 | 1.5328  | 1.5443 |

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| SAL COMUN                      | 0.3121 | 0.2878 |
| BICARBONATO DE SODIO           | 0.2    | 0.2    |
| DL METIONINA                   | 0.1917 | 0.197  |
| PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA      | 0.12   | 0.12   |
| CLORURO DE COLINA 60%          | 0.1021 | 0.1047 |
| SECUESTRANTE MICOTOXINAS       | 0.1    | 0.1    |
| ZINC BACITRACIN                | 0.05   | 0.05   |
| HARINA de <i>tenebrio</i>      | 0.00   | 1.00   |
| TOTAL (100%)                   | 100    | 100    |
| <b>COMPOSICION NUTRICIONAL</b> |        |        |
| ENERGÍA METABOLIZABLE          |        |        |
| (KCAL/KG)                      | 2772   | 2772   |
| PROTEÍNA CRUDA (%)             | 17.6   | 17.6   |
| LISINA DIG (%)                 | 0.84   | 0.84   |
| METIONINA DIG (%)              | 0.44   | 0.44   |
| MET + CIST DIG (%)             | 0.7    | 0.7    |
| TREONINA DIG (%)               | 0.61   | 0.61   |
| CALCIO (%)                     | 3.9    | 3.9    |
| FOSFORO DISPONIBLE (%)         | 0.4    | 0.4    |

Para la elaboración de las fórmulas de las dietas alimenticias se utilizó el software de la formulación animal LP máxima rentabilidad (36).

La alimentación fue *ad libitum*

#### **b) Programa sanitario y de manejo**

Todas las aves en prueba recibieron un programa sanitario, alimentación, manejo y condiciones ambientales similares, siguiendo los protocolos que normalmente se emplean bajo las condiciones de granja

**c) Procedimientos a seguir para aprobar la hipótesis**

- a. Se establecen 2 grupos de estudio:

**T-1:** Dieta testigo convencional sin inclusión de harina de larva de *Tenebrio molitor*

**T-2:** Dieta con inclusión de harina de larva de *Tenebrio molitor*

- b. Se establece la hipótesis estadística (bilateral):

$H_0: \mu_A - \mu_B = 0$ ,  $H_1: \mu_A - \mu_B \neq 0$ ; o:

$H_0 = T_1 = T_2$ ; las diferencias entre los dos tratamientos no son significativas

$H_1 = T_1 \neq T_2$ ; existe diferencia significativa entre los dos tratamientos

- c. Se fijó un nivel de significancia de la prueba:

$\alpha = 0.05$

La significación estadística y las tendencias se consideraron en  $P \leq 0.05$  y  $0.05 < P \leq 0.10$ , respectivamente.

- d. Se selecciono el estadístico de prueba:

Prueba de "T"

e. Formular regla de decisión estadística:

Si  $p < 0.05$  ..... Se rechaza  $H_0$

Si  $p \geq 0.05$  ..... No se rechaza  $H_0$

f. Cálculos estadísticos:

Recolección de datos para los análisis estadísticos:

normalidad, homogeneidad de varianza, ANVA, Tukey, etc.

g. Decisión estadística:

Se rechaza o no se rechaza la  $H_0$

h. Conclusión:

Según decisión estadística.

## 4.7. TECNICA DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

### 4.7.1. TIPO DE DISEÑO

El tipo de diseño completamente al azar (DCA) se basa en la asignación aleatoria a las unidades experimentales; debió a que no se tienen en cuenta otros factores de interés ni se ponen restricciones. La aplicación del diseño completamente al azar es en el estudio de tratamientos. Para la aplicación de un DCA se requiere el cumplimiento de la normalidad, independencia y homocedasticidad. (37)

**a) Observación:** Desde el inicio del experimento todas las unidades experimentales estuvieron bajo observación para verificar que se cumpla con el plan establecido.

- b) Registros:** se registraron todos los datos que corresponde a las variables dependientes en estudio sobre calidad de huevo e indicadores de respuesta productiva de las gallinas de postura.
- c) Hojas de cálculo de Excel:** Se utilizó las hojas de cálculo de Excel para efectos de estimar y calcular los indicadores de los datos primarios como por ejemplo consumo de alimento semanal y diario, índice de conversión alimenticia, eficiencia energética y los indicadores de calidad de huevo.
- d) Análisis estadístico:** Los datos de las variables cuantitativas a evaluar fueron analizados como un diseño completamente al azar. Se utilizó la prueba de T-Student independiente. Las variables no paramétricas fueron analizadas con la prueba de Mann-Whitney Wilcoxon para muestras independientes. Se realizó un ANOVA unidireccional (one-way) utilizando el procedimiento GLM del software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2022, v. 9.4). (38)

Cada réplica se consideró como una unidad experimental para todos los análisis. Los análisis de supuestos estadísticos, como la homocedasticidad y la normalidad (valores numéricos de la variable dependiente siguen una distribución o curva normal) y los valores atípicos se verificarán antes del análisis utilizando la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Levene de los procedimientos UNIVARIATE y GLM de SAS, respectivamente (21).

Se utilizó el procedimiento LSMEANS para calcular las medias del tratamiento y se utilizó la opción PDIFF de SAS para separar las medias si la diferencia es significativa. (21)

Se realizaron análisis de comparaciones múltiples utilizando la prueba de Tukey para evaluar la diferencia entre los grupos cuando se encuentre diferencias estadísticas significativas. (21)

Los datos obtenidos de algunas variables cuyos valores estén dados en porcentaje serán transformados a valores ArcoSeno para su análisis de varianza y determinar su significancia estadística, mientras que los promedios de esta variable serán presentados en el cuadro de resultados con los datos originales. (21)

**e) Modelo matemático:**

Se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \phi_{ij}$$

$$i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

$\mu$  = media general

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\phi_{ij}$  = error experimental en la unidad j del tratamiento i

## V RESULTADOS

### 5.1. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre la unidad Haugh de huevo de gallinas de postura:

En la tabla 4 y figura 1 se presentan los resultados de la unidad Haugh (UH) del huevo. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta afectó significativamente la unidad Haugh ( $P < 0.05$ ), siendo más alta en las gallinas que la consumieron.

**Tabla 4**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la unidad Haugh (UH) del huevo

| DIETA                   | UH               | P valor |
|-------------------------|------------------|---------|
| Testigo                 | 88.83 $\pm$ 1.74 |         |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 91.58 $\pm$ 1.78 | 0.0261* |

NOTA: \*=diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

| Procedimiento NPAR1WAY                                                                             |   |                      |                       |                         |                  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|--|--|
| Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para variable UH<br>Clasificado por variable TRATAMIENTO |   |                      |                       |                         |                  |  |  |
| TRATAMIENTO                                                                                        | N | Suma de puntuaciones | Esperado debajo de H0 | Desv. est. debajo de H0 | Puntuación media |  |  |
| TESTIGO                                                                                            | 8 | 44.0                 | 68.0                  | 9.521905                | 5.50             |  |  |
| Tenebrio                                                                                           | 8 | 92.0                 | 68.0                  | 9.521905                | 11.50            |  |  |

| Test de dos muestras de Wilcoxon |         |        |         |                |         |         |                |
|----------------------------------|---------|--------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| Statistic (S)                    | Z       | Pr < Z | Pr >  Z | Aproximación t |         | Exacto  |                |
|                                  |         |        |         | Pr < Z         | Pr >  Z | Pr <= S | Pr >=  S-media |
| 44.0000                          | -2.4680 | 0.0068 | 0.0136  | 0.0131         | 0.0261  | 0.0052  | 0.0104         |

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

**Figura 1** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la unidad Haugh (UH) del huevo.

## 5.2. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre el peso relativo de yema de huevo gallinas de postura

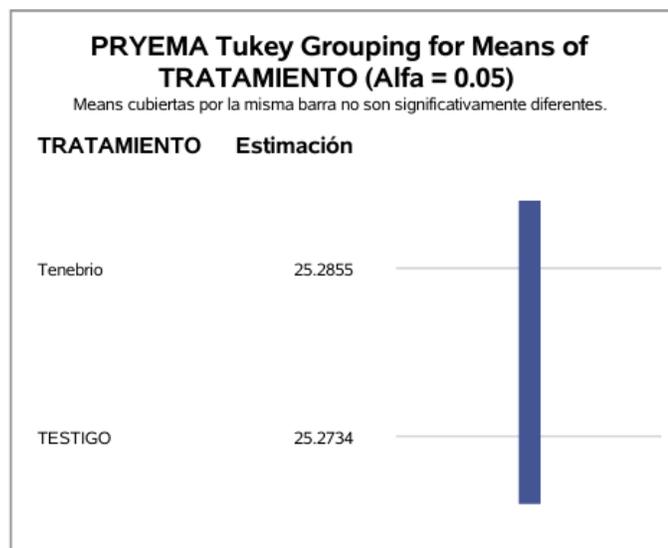
En la tabla 5 y figura 2 se presentan los resultados del peso relativo de yema (PR YEMA) de huevo. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente el peso relativo de yema de huevo ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 5**

Efecto de la harina de *Tenebrio Molitor* sobre el peso relativo de yema (PR YEMA) de huevo.

| DIETA                   | PR YEMA          | P valor               |
|-------------------------|------------------|-----------------------|
| Testigo                 | 25.27 $\pm$ 2.70 | 0.99211 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 25.28 $\pm$ 2.00 |                       |

NOTA: <sup>NS</sup> = diferencia estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ )



**Figura 2** Efecto de la harina de *Tenebrio Molitor* sobre el peso relativo de yema de huevo

### 5.3. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio Molitor* en la dieta sobre el peso relativo de clara de huevo gallinas de postura

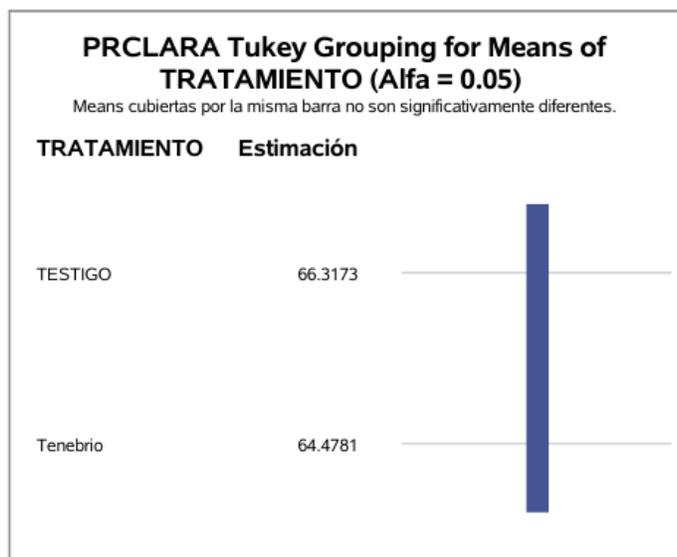
En la tabla 6 y figura 3 se presentan los resultados del peso relativo de clara (PR CLARA) de huevo. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente el peso relativo de clara de huevo ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 6**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el peso relativo de clara (PR CLARA) de huevo

| DIETA                   | PR CLARA         | P valor              |
|-------------------------|------------------|----------------------|
| Testigo                 | 66.31 $\pm$ 3.90 | 0.2693 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 64.47 $\pm$ 2.28 |                      |

**Nota:** <sup>NS</sup> = diferencia estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ )



**Figura 3** Efecto de la harina de *Tenebrio Molitor* sobre el peso relativo de clara de huevo

#### 5.4. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre el índice de yema (IY) de huevo gallinas de postura

En la tabla 7 y figura 4 se presentan los resultados del índice de yema (IY) de huevo. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente el índice de yema de huevo ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 7**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el índice de yema (IY) de huevo

| DIETA                   | IY           | P valor              |
|-------------------------|--------------|----------------------|
| Testigo                 | 0.388 ±0.009 | 0.2265 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 0.395 ±0.005 |                      |

NOTA: <sup>NS</sup> = diferencia estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ )

#### Procedimiento NPAR1WAY

| Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para variable IY<br>Clasificado por variable TRATAMIENTO |   |                      |                       |                         |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|
| TRATAMIENTO                                                                                        | N | Suma de puntuaciones | Esperado debajo de H0 | Desv. est. debajo de H0 | Puntuación media |
| TESTIGO                                                                                            | 8 | 55.50                | 68.0                  | 9.514901                | 6.93750          |
| Tenebrio                                                                                           | 8 | 80.50                | 68.0                  | 9.514901                | 10.06250         |
| Se utilizaron puntuaciones media para valores repetidos.                                           |   |                      |                       |                         |                  |

| Test de dos muestras de Wilcoxon                |         |        |         |                |         |         |                |
|-------------------------------------------------|---------|--------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| Statistic (S)                                   | Z       | Pr < Z | Pr >  Z | Aproximación t |         | Exacto  |                |
|                                                 |         |        |         | Pr < Z         | Pr >  Z | Pr <= S | Pr >=  S-media |
| 55.5000                                         | -1.2612 | 0.1036 | 0.2072  | 0.1133         | 0.2265  | 0.1023  | 0.2045         |
| Z incluye una corrección de continuidad de 0.5. |         |        |         |                |         |         |                |

**Figura 4** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el índice de yema de huevo.

### 5.5. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre el color de yema (CY) de huevo gallinas de postura

En la tabla 8 y figura 5 se presentan los resultados del color de yema (CY) de huevo. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente el color de yema de huevo ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 8**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el color de yema (CY) de huevo

| DIETA                   | IY               | P valor              |
|-------------------------|------------------|----------------------|
| Testigo                 | 13.01 $\pm$ 0.41 | 0.0684 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 13.43 $\pm$ 0.17 |                      |

NOTA: <sup>NS</sup> = diferencia estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ )

#### Procedimineto NPAR1WAY

| Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para variable COLORYEMA<br>Clasificado por variable TRATAMIENTO |   |                      |                       |                         |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|
| TRATAMIENTO                                                                                               | N | Suma de puntuaciones | Esperado debajo de H0 | Desv. est. debajo de H0 | Puntuación media |
| TESTIGO                                                                                                   | 8 | 49.0                 | 68.0                  | 9.423375                | 6.1250           |
| Tenebrio                                                                                                  | 8 | 87.0                 | 68.0                  | 9.423375                | 10.8750          |
| Se utilizaron puntuaciones media para valores repetidos.                                                  |   |                      |                       |                         |                  |

| Test de dos muestras de Wilcoxon                |         |        |         |                |         |         |                |
|-------------------------------------------------|---------|--------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| Statistic (S)                                   | Z       | Pr < Z | Pr >  Z | Aproximación t |         | Exacto  |                |
|                                                 |         |        |         | Pr < Z         | Pr >  Z | Pr <= S | Pr >=  S-media |
| 49.0000                                         | -1.9632 | 0.0248 | 0.0496  | 0.0342         | 0.0684  | 0.0228  | 0.0455         |
| Z incluye una corrección de continuidad de 0.5. |         |        |         |                |         |         |                |

**Figura 5** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el color de yema de huevo

## 5.6. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre la resistencia a la rotura de cáscara (RRC) de huevo gallinas de postura

En la tabla 9 y figura 6 se presentan los resultados de la resistencia a la rotura de cáscara (RRC) de huevo. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta afectó significativamente la resistencia a la rotura de cáscara ( $P < 0.05$ ), fue más alta cuando las gallinas consumieron harina de *Tenebrio molitor*.

**Tabla 9**

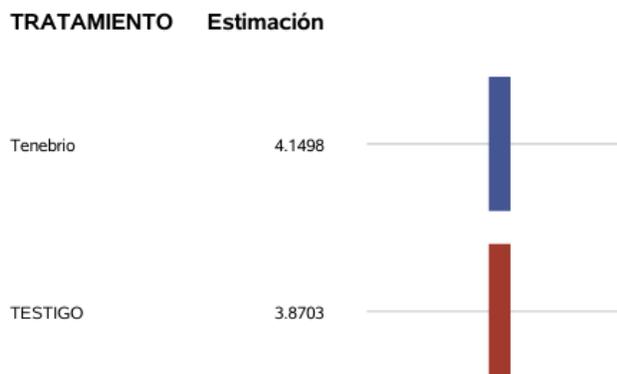
Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la resistencia a la rotura de cáscara (RRC) de huevo

| DIETA                   | RRC                     | P valor |
|-------------------------|-------------------------|---------|
| <i>Testigo</i>          | 3.87 <sup>b</sup> ±0.15 |         |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 4.14 <sup>a</sup> ±0.25 | 0.0183* |

NOTA: \* = diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ )

### RESISTENCIA CASCARA Tukey Grouping for Means of TRATAMIENTO (Alfa = 0.05)

Means cubiertas por la misma barra no son significativamente diferentes.



**Figura 6** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la resistencia a la rotura de cáscara de huevo

### 5.7. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre el grosor de cáscara (GC) de huevo gallinas de postura

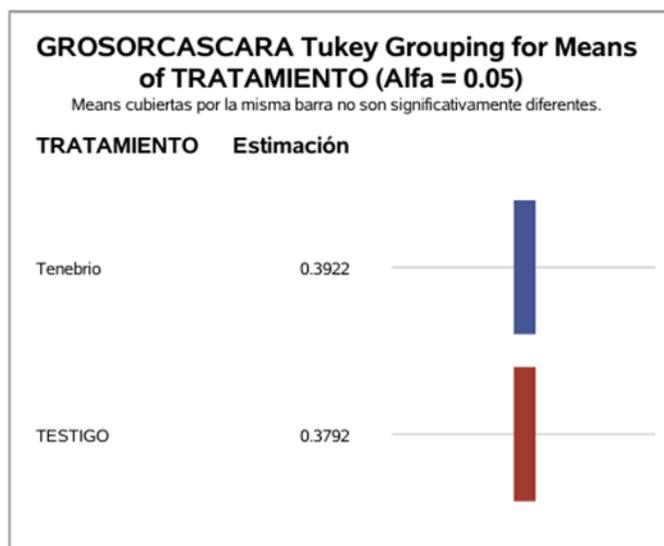
En la tabla 10 y figura 7 se presentan los resultados del grosor de cáscara (GC) de huevo. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta afectó significativamente el grosor de cáscara ( $P < 0.05$ ), fue mayor cuando las gallinas consumieron la harina de *Tenebrio molitor*.

**Tabla 10**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el grosor de cáscara (GC) de huevo

| DIETA                   | GC                        | P valor |
|-------------------------|---------------------------|---------|
| Testigo                 | 0.379 <sup>b</sup> ±0.007 |         |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 0.392 <sup>a</sup> ±0.006 | 0.0020* |

NOTA: \* = diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ )



**Figura 7** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la resistencia el grosor de cáscara de huevo

### 5.8. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre el peso relativo de cáscara (PRC) de huevo gallinas de postura

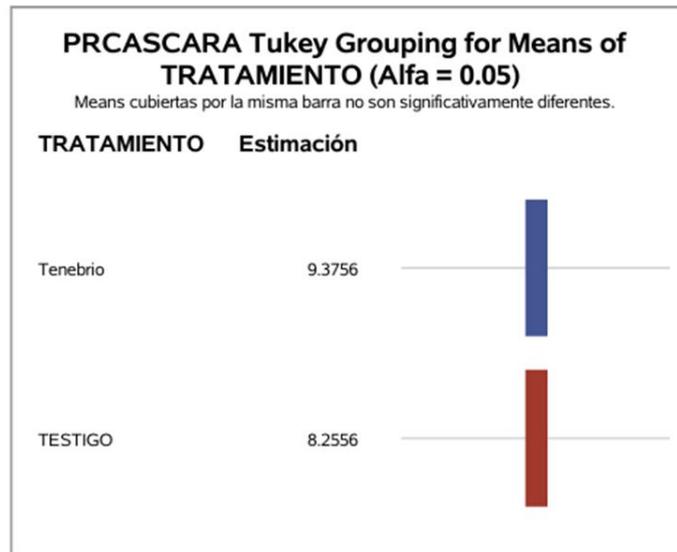
En la tabla 11 y figura 8 se presentan los resultados del peso relativo de cáscara (PRC) de huevo. -El PRC fue mayor cuando las gallinas consumieron la dieta con inclusión de harina de *Tenebrio molitor*.

**Tabla 11**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el peso relativo de cáscara (PRC) de huevo

| DIETA                   | PRC                     | P valor |
|-------------------------|-------------------------|---------|
| Testigo                 | 8.25 <sup>b</sup> ±1.15 |         |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 9.37 <sup>a</sup> ±0.84 | 0.0020* |

NOTA: \* = diferencia estadísticamente significativa (P<0.05)



**Figura 8** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el peso relativo de cáscara de huevo

### 5.9. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre el consumo de alimento (CA) de gallinas de postura

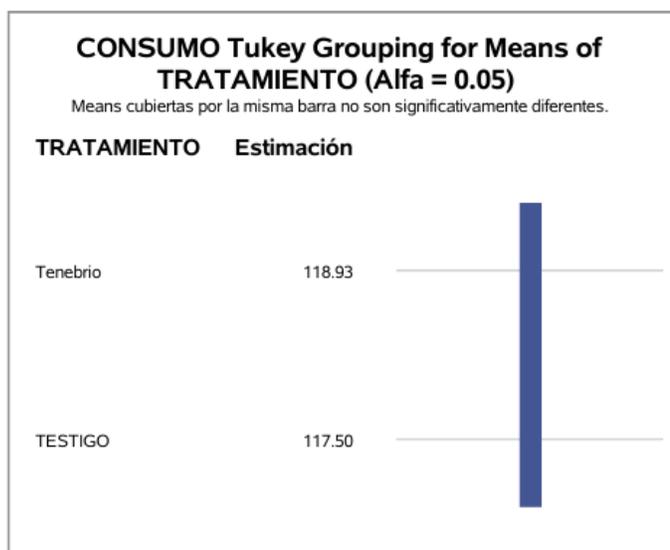
En la tabla 12 y figura 9 se presentan los resultados del consumo de alimento de gallinas de postura. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente el consumo de alimento ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 12**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el consumo de alimento (CA) de gallinas de postura

| DIETA                   | CA                | P valor              |
|-------------------------|-------------------|----------------------|
| Testigo                 | 117.50 $\pm$ 7.72 | 0.6636 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 118.92 $\pm$ 4.79 |                      |

NOTA: <sup>NS</sup>= diferencia estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ )



**Figura 9** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el consumo de alimento de gallinas de postura

### 5.10. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre el índice de conversión alimenticia (ICA) de gallinas de postura

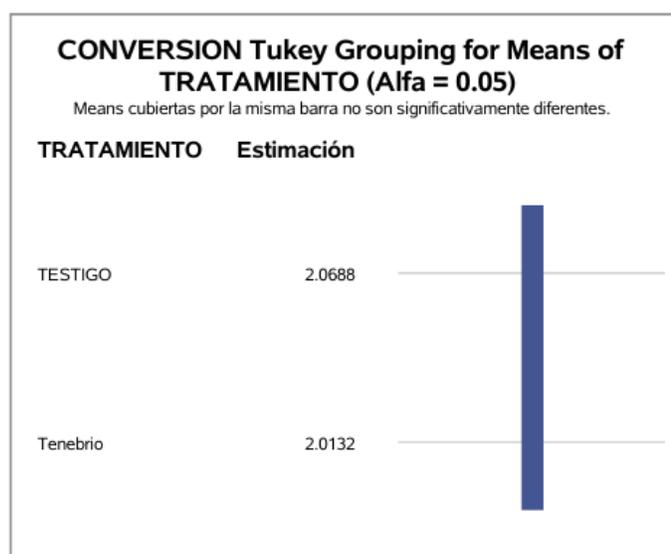
En la tabla 13 y figura 10 se presentan los resultados del índice de conversión alimenticia de gallinas de postura. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente el índice de conversión alimenticia ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 13**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el índice de conversión alimenticia (ICA) de gallinas de postura

| DIETA                   | ICA        | P valor              |
|-------------------------|------------|----------------------|
| Testigo                 | 2.06 ±0.18 | 0.5012 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 2.01 ±0.12 |                      |

NOTA: <sup>NS</sup>= diferencia estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ )



**Figura 10** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el índice de conversión alimenticia de gallinas de postura

### 5.11. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre la eficiencia energética bruta (EEB) de gallinas de postura

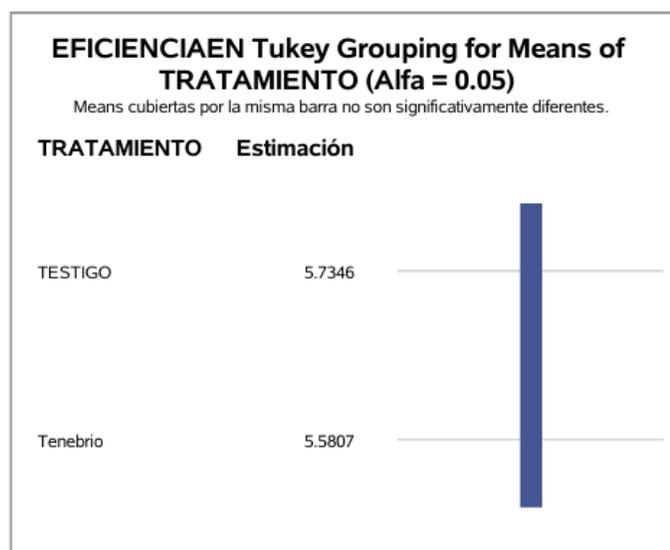
En la tabla 14 y figura 11 se presentan los resultados de la eficiencia energética bruta de gallinas de postura. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente la eficiencia energética bruta ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 14**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la eficiencia energética bruta (EEB) de gallinas de postura

| DIETA                   | EEB        | P valor              |
|-------------------------|------------|----------------------|
| Testigo                 | 5.73 ±0.51 | 0.5012 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 5.58 ±0.35 |                      |

NOTA: <sup>NS</sup>= diferencia estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ )



**Figura 11** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la eficiencia energética bruta de gallinas de postura

### 5.12. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre la producción de huevos (PROH) de gallinas de postura

En la tabla 15 y figura 12 se presentan los resultados de la producción de huevos de gallinas de postura. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente la producción de huevos ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 15**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la producción de huevos (PROH) de gallinas de postura

| DIETA                   | PROH             | P valor              |
|-------------------------|------------------|----------------------|
| Testigo                 | 86.84 $\pm$ 6.26 | 0.2868 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 90.96 $\pm$ 5.10 |                      |

NOTA: <sup>NS</sup>= diferencia estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ )

#### Procedimiento NPAR1WAY

| Puntuaciones de Wilcoxon (Sumas de rango) para variable PRODUCCIONH<br>Clasificado por variable TRATAMIENTO |   |                      |                       |                         |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|
| TRATAMIENTO                                                                                                 | N | Suma de puntuaciones | Esperado debajo de H0 | Desv. est. debajo de H0 | Puntuación media |
| TESTIGO                                                                                                     | 8 | 57.0                 | 68.0                  | 9.507891                | 7.1250           |
| Tenebrio                                                                                                    | 8 | 79.0                 | 68.0                  | 9.507891                | 9.8750           |

Se utilizaron puntuaciones media para valores repetidos.

| Test de dos muestras de Wilcoxon |         |        |         |                |         |         |                |
|----------------------------------|---------|--------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| Statistic (S)                    | Z       | Pr < Z | Pr >  Z | Aproximación t |         | Exacto  |                |
|                                  |         |        |         | Pr < Z         | Pr >  Z | Pr <= S | Pr >=  S-media |
| 57.0000                          | -1.1043 | 0.1347 | 0.2694  | 0.1434         | 0.2868  | 0.1333  | 0.2667         |

Z incluye una corrección de continuidad de 0.5.

**Figura 12** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la producción de huevos de gallinas de postura

### 5.13. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre el peso de huevo (PH) de gallinas de postura

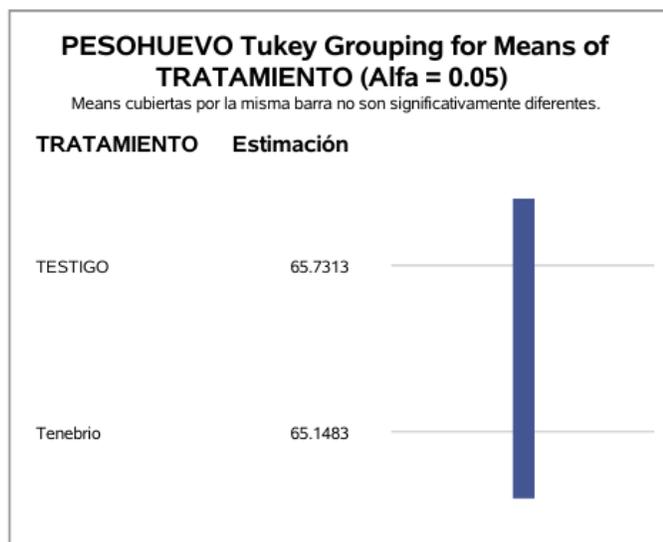
En la tabla 16 y figura 13 se presentan los resultados del peso de huevo de gallinas de postura. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente el peso de huevo ( $P>0.05$ ).

**Tabla 16**

Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el peso de huevo (PH) de gallinas de postura

| DIETA                   | PH          | P valor              |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| Testigo                 | 65.73 ±3.18 | 0.6912 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 65.14 ±2.52 |                      |

NOTA: <sup>NS</sup>= diferencia estadísticamente no significativa ( $P>0.05$ )



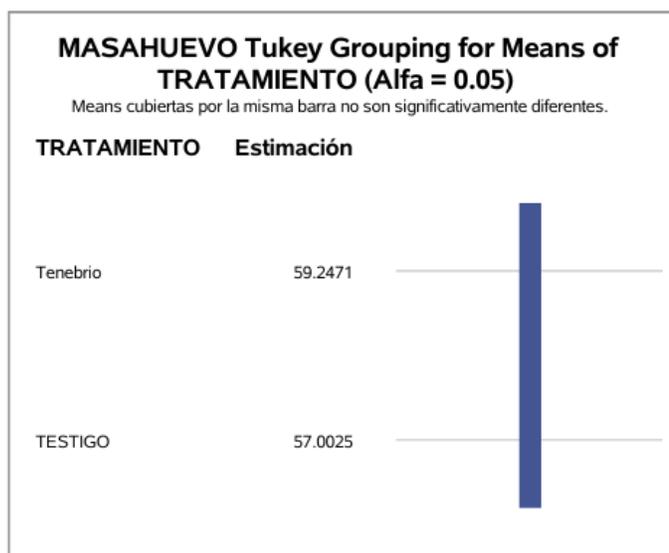
**Figura 13** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre el peso de huevo de gallinas de postura

### 5.14. Evaluación del efecto de la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta sobre la masa de huevo (MH) de gallinas de postura

En la tabla 17 y figura 14 se presentan los resultados de la masa de huevo de gallinas de postura. La inclusión de harina de *Tenebrio molitor* en la dieta no afectó significativamente la masa de huevo ( $P>0.05$ ).

**Tabla 17**Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la masa de huevo (MH) de gallinas de postura

| DIETA                   | MH          | P valor              |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| Testigo                 | 57.00 ±3.80 | 0.2531 <sup>NS</sup> |
| <i>Tenebrio molitor</i> | 59.24 ±3.72 |                      |

NOTA: <sup>NS</sup>= diferencia estadísticamente no significativa (P>0.05)**Figura 14** Efecto de la harina de *Tenebrio molitor* sobre la masa de huevo de gallinas de postura

## ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo con las condiciones del estudio, los resultados indican que la utilización de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la alimentación de gallinas ponedoras no afectan negativamente las características del rendimiento productivo y tampoco las características de la calidad del huevo; lo que significa que este ingrediente es una alternativa de uso en las dietas de postura como fuente de proteína animal. En nuestro caso se utilizó 1% de harina de larvas de *Tenebrio Molitor* en la dieta.

La mayoría de las publicaciones sobre la inclusión de productos de insectos para pollos de engorde se han realizado utilizando harina de insectos para reemplazar la harina de soya. Los niveles de inclusión o sustitución de harina de *Tenebrio* normalmente oscilaron entre el 5 y el 15%. Sin embargo, esto puede no ser rentable para la producción comercial de pollos de engorde y, por esta razón, se puede destacar la evaluación de la menor inclusión de productos de insectos (39).

La harina de larvas de *T. molitor* es un ingrediente alimentario no convencional y apropiado para gallinas ponedoras, y puede desempeñar un papel en la mejora de los resultados socioeconómicos y ambientales, en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. (40)

Por otro lado; se encontraron mejoras significativas en la calidad de huevo en las características de unidad Haugh, resistencia a rotura de cáscara, grosor de cáscara y peso relativo de cáscara.

Estas mejoras encontradas se pueden explicar por diversos factores; la calidad interna (unidad Haugh) que mide la relación entre la altura de albumen y peso de huevo, es un indicador de frescura del huevo. Si bien es un resultado multifactorial, pero principalmente estaría relacionado con la mejora de la salud intestinal e incluso con una mejor actividad fisiológica del hígado, que es el órgano principal en la síntesis de los principales sustratos que sirven para la formación del albumen. Hay estudios donde se reportan que los componentes bioactivos de la harina de larvas pueden contribuir a la mejora de la salud intestinal, lo que favorecería una mejor digestibilidad de los nutrientes. Un estudio de Addeo NF. (41), donde evaluaron 1.4, 2.8 y 5.6% de harina de larvas en la dieta de codornices ponedoras, encontraron que no afectó negativamente el desempeño productivo de las aves, pero mejoró la morfometría intestinal, aumentó las células AB+ en el tracto del intestino delgado y la producción de butirato en los ciegos, sugiriendo un efecto positivo sobre el tracto intestinal. Con la dieta con 1.4% maximiza ( $P < 0.05$ ) el % de ácido butírico ( $P < 0,05$ ) y el de isobutirato y ácidos valéricos aumenta ( $P < 0,01$ ) de desde 1.4 a 5.6 %, consecuentemente, el uso de harina de larvas de *Tenebrio* al 1.4% en dietas para codornices ponedoras puede considerarse como una forma de mejorar la salud intestinal de las aves.

Nuestros resultados también señalan que el color de yema en los huevos provenientes de ponedoras que consumieron la dieta con harina de larvas de *Tenebrio* logró una tendencia estadística para el color de yema, que pudo ser como consecuencia de una mejor absorción de carotenoides a nivel intestinal y una mayor deposición a nivel de la yema.

*Tenebrio molitor L* es considerado uno de los ingredientes alternativos del pienso porque es rico en nutrientes, como las proteínas, vitaminas, minerales (calcio), energía y grasas; también contiene  $33.64 \pm 0.22\%$  de omega-3, por lo que se espera que los huevos producidos contengan omega-3 (42). Este equipo de investigadores encontró que el *Tenebrio* podría reemplazar la harina de soya hasta en un 5% en la alimentación de gallinas ponedoras y tuvo una influencia significativa sobre el peso de huevo y mejorar el contenido de omega-3 en el huevo.

La utilización de harina de larvas de *Tenebrio* no solamente ha sido beneficioso en gallinas ponedoras y codornices, sino también en pollos de engorde. Biasato (2) evaluaron los efectos de incluir 0, 5, 10 y 15% de harina como fuente alternativa de proteína en la dieta de pollos de engorde (Ross 708). Independientemente del nivel de inclusión, no hubo cambios en los parámetros bioquímicos, hematológicos y séricos de las aves, lo que confirma la seguridad de la dieta de los animales, concluyendo que al aumentar los niveles de inclusión de harina de *Tenebrio* en la dieta de los pollos de engorde puede mejorar el aumento de peso y el consumo de alimento, pero tuvo un efecto negativo en la conversión alimenticia. Ellos sugieren que niveles de inclusión inferiores al 5% serían más adecuados.

Según Vasilopoulos (43) señalan que varios estudios han demostrado el importante potencial de las larvas de *Tenebrio* para reemplazar parcialmente las fuentes de proteínas actuales en los alimentos para animales. Su alto valor nutricional, especialmente para los animales monogástricos, y la baja presión sobre el medio ambiente para su cría han despertado el interés de la industria avícola en

encontrar niveles óptimos de inclusión en las dietas animales. La inclusión de larvas enteras de *Tenebrio* en las dietas estándar para aves de corral podría implementarse aún más para aliviar las deficiencias de costos en las harinas a base de insectos a escala industrial, donde las harinas de insectos todavía son demasiado caras para ser utilizadas en protocolos de producción avícola a gran escala.

En la actualidad, la industria avícola está trabajando en la línea de mejoras continuas en la productividad, dentro del cual hace evaluaciones sobre ingredientes alternativos que asegure una buena calidad sin efectos adversos en el desempeño productivo de las ponedoras como en este caso, pero adicionalmente también la producción debe ser sostenible y cuyo proceso de producción vaya de la mano con la conservación del medio ambiente. En este contexto la evaluación de la harina de larvas de *Tenebrio* permite producir información de su utilidad en la industria de producción de huevos ya que en el proceso de obtención de estas larvas (crianza) permite transformar residuos o desperdicios orgánicos que generalmente contaminaban el ambiente, en producto altamente nutricional como fuente de proteínas y otros nutrientes, por lo que esta harina de larvas se convierte en una alternativa viable como consecuencia de la bioeconomía circular, lo que se podría decir, una producción de huevos con menor impacto en la generación de gases de efecto invernadero con efectos muy favorables en la sostenibilidad ambiental.

La producción avícola comercial exige grandes cantidades de ingredientes; sin embargo, el enfoque práctico y económico de sustituir la harina de soya por harina de insectos sigue siendo un desafío. Por esta razón, recientemente se han abordado

los beneficios de las bajas inclusiones de productos de insectos. Por lo que se necesitan más datos para comprender mejor si las fuentes de harina o aceite de insectos pueden tener un impacto beneficioso en la salud intestinal, el sistema inmunológico y las funciones antimicrobianas de los pollos de engorde. Teniendo en cuenta estas premisas, también es importante evaluar los efectos de los productos de insectos sobre el estado de salud de los pollos de engorde criados en condiciones de desafío entérico, algo que aún no se ha publicado en la literatura. (39)

En el caso de la mejora en la calidad de cascara (mayor resistencia a rotura, mayor grosor y peso relativo de cáscara), estas tres características están muy relacionadas, ya que una cascara con mayor peso relativo de cascara es generalmente más gruesa y sería más resistente a efectos de la fuerza de rotura. Se debe tener en cuenta que las gallinas tuvieron una mayor edad (>70 semanas) y se conoce que conforme avanza la edad se reduce la capacidad para asimilar ciertos micronutrientes y aminoácidos, siendo la harina de larvas una fuente de aminoácidos de alta disponibilidad podría haber contribuido con una mayor disponibilidad de estos nutrientes y otros de importancia, ya que la cascara de huevo, si bien está compuesta principalmente de carbonato de calcio, sin embargo hay otros componentes que componen la matriz orgánica y que le da estabilidad y elasticidad a la cascara de huevo. Especulamos que este aporte podría haber ocurrido.

Finalmente, si bien el nivel que se utilizó en el presente estudio fue bajo (1%) se podría evaluar dosis mayores, dependiendo de la disponibilidad del producto.

Muchos estudios han evaluado bajo otras condiciones y considerando otras variables de estudio y con otros niveles de uso con resultados diferentes. (44)informan que hay investigaciones limitadas sobre el uso de la harina de gusano en la dieta de las gallinas ponedoras y sus efectos sobre el peso relativo de los órganos, la microbiota del ciego, la morfología del íleon y la viscosidad de la digesta. Todos estos parámetros pueden afectar el rendimiento de los animales, es decir, la puesta y la calidad de los huevos. La harina de gusanos es un alimento relativamente nuevo, en el que es necesario excluir posibles efectos nocivos. Los productos de insectos tienen un contenido de nutrientes beneficioso, pero existen problemas de estabilidad, vida útil, almacenamiento y contaminación que, en el caso de propiedades negativas, podrían afectar la morfología del tracto digestivo, causar daño hepático y, como resultado, afectar los parámetros de rendimiento animal. En este sentido, si bien es una fuente muy interesante para la alimentación animal, se debe asegurar su calidad y establecer niveles óptimos de uso.

Un estudio de Stantnik (44) evaluaron las mezclas de alimentos en términos de estabilidad microbiológica, contenido de hongos y micotoxinas y se monitorearon parámetros seleccionados de la morfología y fisiología intestinal de las gallinas. Las mezclas de piensos con proporciones de productos de insectos eran microbianamente estables incluso después de cuatro meses. Según los resultados de este estudio, el uso del dos al cinco por ciento de la harina de gusano en la dieta de las gallinas puede utilizarse como un alimento proteico sostenible y seguro.

## CONCLUSIONES

- Se evaluaron los principales indicadores de calidad de huevo fueron afectados significativamente ( $P < 0.05$ ) por la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta, siendo la unidad Haugh, resistencia a la rotura de cáscara, grosor de cáscara y peso relativo de cáscara muy superiores en los huevos provenientes de las gallinas de postura que consumieron la dieta con harina de larvas de *Tenebrio molitor*
- Se determinó que, la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* no afectó negativamente el peso relativo de yema, peso relativo de clara e índice de yema, lo que fueron similares estadísticamente ( $P > 0.05$ ) en los dos tratamientos.
- Se determinó que el color de yema no fue afectado significativamente ( $P > 0.05$ ) sin embargo, se encontró una tendencia estadística ( $P = 0.0684$ ) a favor de la dieta con inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor*
- Se determinó que la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* no afectó negativamente los indicadores productivos. Las características del comportamiento productivo fueron similares estadísticamente ( $P > 0.05$ ) en los dos tratamientos.

## RECOMENDACIONES

- Continuar con esta línea de investigación de utilizar ingredientes alimenticios no convencionales en la alimentación de gallinas de postura.
- Evaluar la harina de larvas de *Tenebrio molitor* en niveles mayores en las dietas de gallinas de postura en otras líneas genéticas y diferentes edades de producción.
- Realizar una evaluación a nivel comercial con mayor cantidad de gallinas de postura para validar los resultados del presente estudio.
- En futuras investigaciones de la harina de larvas de *Tenebrio molitor* en la dieta de gallinas de postura considerar otras características relacionadas con la salud intestinal como por ejemplo balance de microbiota, altura y densidad de la villa intestinal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Zuidhof MJ, Molnar CL, Morley FM, Wray TL, Robinson FE, Khan BA, et al. Nutritive value of house fly (*Musca domestica*) larvae as a feed supplement for turkey poults. ScienceDirect. 2003 Febrero.
2. Biasato I, Gasco L, De Marco M, Renna M, Rotolo L, Dabbou S, et al. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) inclusion in diets for male broiler chickens: effects on growth performance, gut morphology, and histological findings. Poultry Science. 2018 febrero 1; 97: p. 540-548.
3. Sánchez-Muros MJ, Barroso FG, Manzano-Agugliaro F. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. Journal of Cleaner Production. 2014 Febrero 15; 65: p. 16-27.
4. Van Huis A, Oonincx DGAB. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. Agronomy for Sustainable Development. 2017 octubre; 37.
5. Laudadio , Tufarelli. Effect of treated field pea (*Pisum sativum* L. cv Spirale) as substitute for soybean extracted meal in a wheat middlings-based diet on egg production and quality

- of early laying brown hens. *Archiv fur Geflugelkunde*. 2012 enero; 76(1): p. 1-5.
6. Qaisrani SN, Antoine Moquet PC, Van Krimpen MM, Kwakkel R, Verstegen MW, Hendriks WH. Protein source and dietary structure influence growth performance, gut morphology, and hindgut fermentation characteristics in broilers. *Poultry Science*. 2014 octubre; 93(12).
  7. Ko HS, Choi YH, Khun S, Cho ES, Kim YY, Pi JS, et al. Laying performance, egg quality, haematological traits, and faecal noxious gas emission of laying hens fed with *Tenebrio molitor* meal. *European Poultry Science (EPS)*. 2020; 84: p. ISSN 1612-9199.
  8. FONAGRO. Información meteorológica diaria de la estación. Chincha. [Online].; 2019.
  9. Zheng L, Li , Yu. Double the biodiesel yield: Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production. *Renewable Energy*. 2012 mayo; 41: p. 75-79.
  10. Li S, Ji H, Zhang B, Tian , Zhou , Yu. Influence of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae oil on growth

performance, body composition, tissue fatty acid composition and lipid deposition in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture*. 2016 December 1; 465: p. 43-52.

1            Patterson PH, Acar , Ferguson , Trimble , Sciubba , Koutsos.  
1.            The impact of dietary Black Soldier Fly larvae oil and meal on  
              laying hen performance and egg quality. *Poultry Science*. 2021  
              agosto; 100(8).

1            Kierończyk , Rawski , Józefiak , Mazurkiewicz ,  
2.            Świątkiewicz , Siwek , et al. Effects of replacing soybean oil  
              with selected insect fats on broilers. *Animal Feed Science and  
              Technology*. 2018 JUNIO; 240: p. 170-183.

1            Bovera , Loponte , Marono , Piccolo , Parisi , Iaconisi , et al.  
3.            Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler  
              diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and  
              carcass and meat traits. *Journal of Animal Science*. 2016  
              febrero; 94(Issue 2): p. 639-647.

1            Nieto J, Plaza J, Abecia JA, Revilla , Palacios C.  
4.            Performance of Slow-Growing Chickens Fed with *Tenebrio  
              molitor* Larval Meal as a Full Replacement for Soybean Meal.  
              *Vet Sci*. 2022 Mar 12; 9(3).

- 1                    Van Huis. Potential of Insects as Food and Feed in Assuring  
5.                    Food Security. Annual Review of Entomology. 2012  
                          septiembre; 58(1).
- 1                    Jin XH, Heo PS, Hong JS, Kim NJ, Kim YY.  
6.                    Supplementation of Dried Mealworm (*Tenebrio molitor* larva)  
                          on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Blood  
                          Profiles in Weaning Pigs. Asian-Australas J Anim Sci. 2016  
                          julio; 29(7): p. 979-986.
- 1                    Khajarern JM, Khajarern , Moon TH, Lee JH. Effects of  
7.                    Dietary Supplementation of Fermented Chitin-chitosan  
                          (FERMKIT) on Toxicity of Mycotoxin in Ducks. Asian-  
                          Australasian Journal of Animal Sciences. 2003 enero; 16(5): p.  
                          706-713.
- 1                    Ait-Kaki A, Hornick JL, El Otmani , Chebli Y, Moula.  
8.                    Effect of Dried Mealworms (*Tenebrio molitor*), Larvae and  
                          Olive Leaves (*Olea europaea* L.) on Growth Performance,  
                          Carcass Yield and Some Blood Parameters of Japanese Quail  
                          (*Coturnix coturnix japonica*). Animals. 2021; 11(6): p. 1631.
- 1                    Ait-Kaki A, Chebli , El Otmani , Moula N. Effects of yellow  
9.                    mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and turmeric powder  
                          (curcuma) on laying hens performance, physical and nutritional

- eggs quality. Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture. 2022 mayo; 47(2): p. 87-96.
- 2  
0. Sedgh-Gooya S, Torki M, Darbemamieh M, Khamisabadi H, Abdolmohamadi A. Growth Performance and Intestinal Morphometric Features of Broiler Chickens Fed on Dietary Inclusion of Yellow Mealworm (*Tenebrio Molitor*), Larvae Powder. 2021 noviembre; 1.
- 2  
1. Ramos Lazo DI. Producción y valoración nutricional de harina de larva de *Tenebrio molitor* como fuente proteica no tradicional para su uso en la alimentación animal. Universidad Católica de Santa María. 2021 febrero.
- 2  
2. Coorey , Novinda A, Williams H, Jayasena V. Omega-3 fatty acid profile of eggs from laying hens fed diets supplemented with chia, fish oil, and flaxseed. J Food Sci. 2015 ENERO; 80(1): p. 180-7.
- 2  
3. Medrano Vega. Larvas de gusano de harina (*Tenebrio molitor*) como alternativa proteica en la alimentación animal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2019.
- 2  
4. Li L, Zhao , Liu. Feasibility of feeding yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.) in bioregenerative life support systems as

a source of animal protein for humans. Acta Astronautica. 2013 noviembre; 92(1): p. 103-109.

2                   Quintero Garibay M. Propuesta de distribución de planta  
5.                   para la fabricación de barras proteicas en base a harina de larva  
de Tenebrio Molitor. Pontificia Universidad Catolica del Perú.  
2020 Junio.

2                   Gardenlux-decorexpro.com. Gardenlux-decorexpro.com.  
6.                   [Online]. [cited 2024. Available from: [https://gardenlux-  
es.decorexpro.com/hozyajstvo/ptitsevodstvo/kury-dekalb.html](https://gardenlux-es.decorexpro.com/hozyajstvo/ptitsevodstvo/kury-dekalb.html).

2                   DEKALBS. DEKABS. [Online]. [cited 2024. Available  
7.                   from: [https://www.dekalb-poultry.com/es/products-es/dekalb-  
brown-es/](https://www.dekalb-poultry.com/es/products-es/dekalb-brown-es/).

2                   Garcia Osorio C. Parametro productivos y reproductivos en  
8.                   gallinas de postura Lohman Brown, alimentadas con tres  
alimentos comerciales, temascaltepec, Mexico. universidad  
autonoma del estado de Mexico. 2021 diciembre.

2                   Eisen EJ, Bohren BB, McKean HE. The Haugh Unit as a  
9.                   Measure of Egg Albumen Quality. Poultry Science. 1962  
septiembre 1; 41(5): p. 1461-1468.

- 3                    Sánchez , Reyes. Metodología y diseños en la investigación  
0. científica. 2002.
- 3                    Lozada J. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad  
1. intelectual e industria. CienciAmérica: Revista de divulgación  
científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica. 2014;  
3(1): p. 47-50.
- 3                    Stracuzzi Palella S. Metodología de la investigación  
2. cuantitativa. 3rd ed. Venezuela: FEDUPEL; 2010.
- 3                    Hernandez Sampieri R, Fernandez-Collado C, Baptista Lucio  
3. P. Metodología de la investigación: Mc. Graw Hill; 2014.
- 3                    Porras Velázquez. CENTROGEO. [Online].; 2017.  
4. Available from:  
[https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/  
163](https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/163).
- 3                    Gallego CF. Cálculo del tamaño de la muestra. Cálculo del  
5. tamaño de la muestra. 2004; 5(18): p. 5-13.
- 3                    Guevara. Use of Nonlinear Programming to Optimize  
6. Performance Response to Energy Density in Broiler Feed  
Formulation. Poultry Science. 2004 MARZO; 83(2): p. 147-51.

- 3 Leon Salazar M. Manual de aplicación de los diseños. 2002  
7. Noviembre.
- 3 Salvador T.. Curso de Bioestadística. Facultad de Medicina  
8. Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional “San Luis  
Gonzaga. 2021.
- 3 Dalmoro YK, Franceschi CH, Stefanello C. A Systematic  
9. Review and Metanalysis on the Use of *Hermetia illucens* and  
*Tenebrio molitor* in Diets for Poultry. *Veterinary Sciences*.  
2023; 10(12): p. 702.
- 4 Sedgh-Gooya , Torki , Darbemamieh M, Khamisabadi ,  
0. Abdolmohamadi. RESEARCH ARTICLE Previous Next  
Contents Vol 61(13). *Animal Production Science*. 2021 Marzo;  
61(13): p. 1365-1372.
- 4 Addeo NF, Randazzo , Olivotto , Messina , Tulli , Vozzo , et  
1. al. Low inclusion levels of *Tenebrio molitor* larvae meal in  
laying Japanese quail (*Coturnix japonica*, Gould, 1837) diet  
improve the intestinal morphometry, enzymatic activity and  
caecal short chain fatty acids profile. *Research in Veterinary  
Science*. 2022 Diciembre; 149: p. 51-59.

- 4 Rahmawati , Fuah AM, Arifin HS, Syukur M, Salundik.  
2. Influence of *Tenebrio molitor* L. Supplementation on Egg  
Quality and Omega-3 Content. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*.  
2022; 27(1).
- 4 Vasilopoulos , Giannenas , Savvidou S, Bonos , Rumbos CI,  
3. Papadopoulos , et al. Growth performance, welfare traits and  
meat characteristics of broilers fed diets partly replaced with  
whole *Tenebrio molitor* larvae. *Animal Nutrition*. 2023 junio;  
13: p. 90-100.
- 4 Stastnik O, Novotny J, Roztocilova A, Kouril P, Kumbar V,  
4. Cernik J, et al. Safety of Mealworm Meal in Layer Diets and  
their Influence on Gut Morphology. *Animals*. 2021; 11(5): p.  
1439.
- 4 Makkar HPS, Tran , Heuzé , Ankers. State-of-the-art on use  
5. of insects as animal feed. *Animal Feed Science and  
Technology*. 2014 noviembre; 197: p. 1-33.
- 4 STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, INSTITUTE. User's  
6. Guide: Statistics. SAS Institute Inc. 2022; 9(4).

- 4 Carrasco Diaz S. Metodologia de la investigacion cientifica.  
7. primera edición ed. Paredes Galván AJ, editor. Lima: San  
Marcos; 2005.
- 4 Gómez. Huevos: Generalidades. Universidad de Antioquia. .  
8.

## **ANEXOS**

### 5.15. ANEXO 1: Matriz de consistencia

|            | PROBLEMA                                                                                                                                                             | OBJETIVOS                                                                                                                                                                    | HIPÓTESIS                                                                                                                                                                                                                                             |               | VARIABLES                                                                | DISEÑO METEOLÓGICO                                                                                                                             | POBLACIÓN Y MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GENERAL    | ¿Cuál será el efecto que producirá la inclusión de harina de Tenebrio ( <i>Tenebrio molitor</i> ) en la dieta de gallinas de postura?                                | Evaluar el efecto de la inclusión de harina de tenebrio ( <i>tenebrio molitor</i> ) en la dieta de gallinas de postura sobre la calidad de huevo y comportamiento productivo | La inclusión de harina de tenebrio ( <i>Tenebrio Molitor</i> ) en la dieta de gallinas de postura generará un impacto positivo.                                                                                                                       | INDEPENDIENTE | Harina de larvas de tenebrio ( <i>Tenebrio molitor</i> )                 | NIVEL DE INVESTIGACIÓN:<br>Investigación aplicada                                                                                              | Se utilizarán 64 gallinas de postura comercial de la línea genética DEKALB Brown. El cálculo de la muestra se realizó utilizando la fórmula de comparación de medias para contraste de hipótesis; por lo tanto, se requerirán 32 gallinas por grupo de la línea DEKALB Brown. Cada tratamiento tendrá 8 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales (4 gallinas por unidad experimental). |
|            |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                              | La inclusión de harina de tenebrio ( <i>Tenebrio Molitor</i> ) en la dieta de gallinas de postura generará un impacto negativo.                                                                                                                       |               |                                                                          |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ESPECIFICO | ¿En qué medida afectará la calidad del huevo en gallinas de postura a partir de la inclusión de harina de lavas de Tenebrio ( <i>Tenebrio Molitor</i> )?             | Determinar el efecto de la inclusión de harina de larvas de tenebrio ( <i>Tenebrio molitor</i> ) en la dieta sobre la calidad de huevo de gallinas de postura.               | La inclusión de harina de tenebrio ( <i>Tenebrio Molitor</i> ) en la dieta mejora la calidad de huevo de gallinas de postura comercial                                                                                                                | DEPENDIENTE   | Características de calidad de huevo                                      | TIPO DE INVESTIGACIÓN:<br>Investigación experimental                                                                                           | Se utilizarán 64 gallinas de postura comercial de la línea genética DEKALB Brown. El cálculo de la muestra se realizó utilizando la fórmula de comparación de medias para contraste de hipótesis; por lo tanto, se requerirán 32 gallinas por grupo de la línea DEKALB Brown. Cada tratamiento tendrá 8 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales (4 gallinas por unidad experimental). |
|            | ¿Cómo influye la inclusión de harina de larvas de Tenebrio ( <i>Tenebrio Molitor</i> ) en la dieta diaria sobre el comportamiento productivo de gallinas de postura? | Determinar el efecto de la inclusión de harina de larvas de tenebrio ( <i>Tenebrio molitor</i> ) en la dieta sobre la calidad de huevo de gallinas de postura.               | La inclusión de harina de larvas de tenebrio ( <i>Tenebrio molitor</i> ) en la dieta de gallinas de postura es una alternativa viable como fuente de proteína no convencional que mejora la calidad de huevo sin afectar el comportamiento productivo |               | Características del comportamiento productivo de las gallinas de postura | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:<br>Las gallinas experimentales serán distribuidas siguiendo el protocolo de un Diseño Completamente al Azar (DCA). |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## 5.16. ANEXO 2: Matriz de operacionalización de las variables

| VARIABLE                  |                                                          | DEFINICION CONCEPTUAL                                                            | DIMENSIONES                                                                     | INDICADORES                              | ESCALA       |
|---------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------|
| INDEPENDIENTE             | Harina de larvas de tenebrio ( <i>Tenebrio molitor</i> ) | Fuente de proteína elaborada a base de larvas de <i>Tenebrio Molitor</i>         | Administración de harina a la dieta                                             | Porcentaje                               | intervalo    |
|                           | DEPENDIENTE                                              | Calidad de huevo                                                                 | Es un factor fundamental en la aceptación o el rechazo por parte del consumidor | Características fisicoquímicas del huevo | Unidad haugh |
| Yema                      |                                                          |                                                                                  |                                                                                 |                                          | Razón        |
| Albumen                   |                                                          |                                                                                  |                                                                                 |                                          | Razón        |
| Indice de yema            |                                                          |                                                                                  |                                                                                 |                                          | Razón        |
| Color de yema             |                                                          |                                                                                  |                                                                                 |                                          | Intervalo    |
| Cascara                   |                                                          |                                                                                  |                                                                                 |                                          | Ordinal      |
| Cascara                   |                                                          |                                                                                  |                                                                                 |                                          | Razón        |
| Comportamiento productivo |                                                          | Asimilación del alimento introducido a la dieta y la eficiencia en la producción | Productividad                                                                   | Consumo de alimento                      | Intervalo    |
|                           |                                                          |                                                                                  |                                                                                 | Conversión                               | Intervalo    |
|                           |                                                          |                                                                                  |                                                                                 | Eficiencia                               | Intervalo    |
|                           | Producción                                               |                                                                                  |                                                                                 | Intervalo                                |              |
|                           | Peso de huevo                                            |                                                                                  |                                                                                 | Razón                                    |              |
|                           |                                                          |                                                                                  | Masa de huevo                                                                   | Razón                                    |              |

## 5.17. ANEXO 3: Matriz de operacionalización del instrumento

| VARIABLE                  | DIMENSIONES                    | INDICADORES         | ITEMS                                                                                                    | ESCALA VALORATIVA   | INSTRUMENTOS        |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Calidad de huevo          | Características fisicoquímicas | Unidad haugh        | Efectos de la harina de tenebrio ( <i>tenebrio molitor</i> ) en la calidad de huevo                      | Alto/bajo           | -                   |
|                           |                                | Yema                |                                                                                                          | Porcentaje          | Analizador DET 6500 |
|                           |                                | Albumen             |                                                                                                          | Porcentaje          | Analizador DET 6500 |
|                           |                                | Índice de yema      |                                                                                                          | Relación            | Analizador DET 6500 |
|                           |                                | Color de yema       |                                                                                                          | Score: 1-16 puntos  | Analizador DET 6500 |
|                           |                                | Cascara             |                                                                                                          | Resistencia: kgf    | Analizador DET 6501 |
|                           |                                | Cascara             |                                                                                                          | Mm                  | Micrómetro digital  |
|                           |                                | Cascara             |                                                                                                          | Porcentaje          | Balanza             |
| Comportamiento productivo | productividad                  | Consumo de alimento | Efecto de la inclusión de harina de tenebrio ( <i>Tenebrio molitor</i> ) en el comportamiento productivo | Consumo de alimento | Balanza             |
|                           |                                | Conversión          |                                                                                                          | Conversión          | Calculadora         |
|                           |                                | Eficiencia          |                                                                                                          | Eficiencia          | Calculadora         |
|                           |                                | Producción          |                                                                                                          | Producción          | Calculadora         |
|                           |                                | Peso de huevo       |                                                                                                          | Peso de huevo       | Balanza             |
|                           |                                | Masa de huevo       |                                                                                                          | Masa de huevo       | balanza             |

**10.4 ANEXO 5: Consentimiento/asentimiento informado****COMPROMISO DE AUTORÍA**

En la fecha, yo Meybel Kristina Mendoza Yantas, identificado con DNI N° 70885332 Domiciliado en Jr. Ayacucho #448 - Junín, estudiante de Medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad Peruana Los Andes, me COMPROMETO a asumir las consecuencias administrativas y/o penales que hubiera lugar sí en la elaboración de mi investigación titulada **“EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE LARVAS DE TENEBRIO MOLITOR EN LA DIETA DE GALLINAS DE POSTURA – CHINCHA 2023”** se haya considerado datos falsos, falsificación, plagio, auto plagio, etc. y declaro bajo juramento que el trabajo de investigación es de mi autoría y los datos presentados son reales y he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

Huancayo, 11 de julio 2023



---

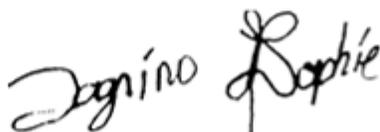
MENDOZA YANTAS, Meybel Kristina

DNI N° 70885332

**COMPROMISO DE AUTORÍA**

En la fecha, yo Yazmin Sofia Arlette Dagnino Castro , identificado con DNI N°76873668, Domiciliado en Conjunto Residencial San Felipe Edificio las Begonias Departamento 101, estudiante de Medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad Peruana Los Andes, me COMPROMETO a asumir las consecuencias administrativas y/o penales que hubiera lugar sí en la elaboración de mi investigación titulada **"EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE LARVAS DE *TENEBRIO MOLITOR* EN LA DIETA DE GALLINAS DE POSTURA – CHINCHA 2023"** se haya considerado datos falsos, falsificación, plagio, auto plagio, etc. y declaro bajo juramento que el trabajo de investigación es de mi autoría y los datos presentados son reales y he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

Huancayo, 11 de julio 2023



---

DAGNINO CASTRO, Yazmin Sofia Arlete

DNI N° 76873668

### DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, MENDOZA YANTAS, Meybel Kristina. Identificada con DNI N°70885332, egresada de la escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, vengo implementando el proyecto de tesis titulado **"EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE LARVAS DE *TENEBRIO MOLITOR* EN LA DIETA DE GALLINAS DE POSTURA – CHINCHA 2023"**, en ese contexto declaro bajo juramento que los datos que se generen como producto de la investigación, así como la identidad de los participantes serán preservados y serán usados únicamente con fines de investigación basado en los artículos 6 y 7 del reglamento del comité de ética de Investigación y en los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes, salvo con autorización expresa y documentada de alguno de ellos.

Huancayo, 11 de julio 2023.



MENDOZA YANTAS, Meybel Kristina

Responsable de investigación.

**5.18. ANEXO 5: Carta de aceptación**

Chincha; 28 de agosto del 2023

DAGNINO CASTRO, Yazmin Sofia Arlette  
MENDOZA YANTAS, Meybel Kristina

Por medio de la presente, la Granja avícola REC SAC de propiedad de Rodo Olmos , nos permitimos notificar la **ACEPTACIÓN** del proyecto de tesis **"EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE LARVAS DE *Tenebrio molitor* EN LA DIETA DE GALLINAS DE POSTURA – CHINCHA 2023"** a llevarse a cabo por DAGNINO CASTRO, Yazmin Sofia Arlette y MENDOZA YANTAS, Meybel Kristina.

Esperamos que la culminación de este proyecto de tesis se lleve a cabo bajo las condiciones y características estipuladas.

Saludos cordiales,

  
GRANJA AVICOLA REC S.A.C.  
Rodo Olmos Jiménez  
GERENTE GENERAL

Rodo Olmos  
Propietario  
Granja avícola REC SAC Rodo Olmos

## 5.19. ANEXO 6: Datos

### 5.19.1. Peso relativo clara

Tabla 18: Conjunto de datos de PR de clara

| Obs | TRATAMIENTO | PRCLARA |
|-----|-------------|---------|
| 1   | TESTIGO     | 72.0463 |
| 2   | TESTIGO     | 65.9750 |
| 3   | TESTIGO     | 63.3150 |
| 4   | TESTIGO     | 64.2850 |
| 5   | TESTIGO     | 69.4663 |
| 6   | TESTIGO     | 70.6388 |
| 7   | TESTIGO     | 63.2800 |
| 8   | TESTIGO     | 61.5325 |
| 9   | Tenebrio    | 63.2588 |
| 10  | Tenebrio    | 62.1300 |
| 11  | Tenebrio    | 64.0450 |
| 12  | Tenebrio    | 64.9250 |
| 13  | Tenebrio    | 66.8388 |
| 14  | Tenebrio    | 61.3513 |
| 15  | Tenebrio    | 68.1088 |
| 16  | Tenebrio    | 65.1675 |

### 5.19.2. Color de yema

Tabla 19: Conjunto de Color yema

| Obs | TRATAMIENTO | COLORYEMA |
|-----|-------------|-----------|
| 1   | TESTIGO     | 12.750    |
| 2   | TESTIGO     | 12.625    |
| 3   | TESTIGO     | 13.000    |
| 4   | TESTIGO     | 12.750    |
| 5   | TESTIGO     | 13.750    |
| 6   | TESTIGO     | 13.125    |
| 7   | TESTIGO     | 12.625    |
| 8   | TESTIGO     | 13.500    |
| 9   | Tenebrio    | 13.375    |
| 10  | Tenebrio    | 13.625    |
| 11  | Tenebrio    | 13.625    |
| 12  | Tenebrio    | 13.500    |
| 13  | Tenebrio    | 13.500    |
| 14  | Tenebrio    | 13.500    |
| 15  | Tenebrio    | 13.125    |
| 16  | Tenebrio    | 13.250    |

### 5.19.3. Consumo

**Tabla 20:** Conjunto de datos de Consumo

| Obs | TRATAMIENTO | CONSUMO |
|-----|-------------|---------|
| 1   | TESTIGO     | 106.429 |
| 2   | TESTIGO     | 124.524 |
| 3   | TESTIGO     | 113.929 |
| 4   | TESTIGO     | 107.679 |
| 5   | TESTIGO     | 124.762 |
| 6   | TESTIGO     | 117.500 |
| 7   | TESTIGO     | 118.571 |
| 8   | TESTIGO     | 126.607 |
| 9   | Tenebrio    | 113.929 |
| 10  | Tenebrio    | 115.893 |
| 11  | Tenebrio    | 117.679 |
| 12  | Tenebrio    | 126.429 |
| 13  | Tenebrio    | 123.214 |
| 14  | Tenebrio    | 112.679 |
| 15  | Tenebrio    | 122.321 |
| 16  | Tenebrio    | 119.286 |

#### 5.19.4. Conversión

**Tabla 21:** Conjunto de datos de Conversión

| Obs | TRATAMIENTO | CONVERSION |
|-----|-------------|------------|
| 1   | TESTIGO     | 1.87790    |
| 2   | TESTIGO     | 2.00629    |
| 3   | TESTIGO     | 2.27402    |
| 4   | TESTIGO     | 1.86194    |
| 5   | TESTIGO     | 2.29583    |
| 6   | TESTIGO     | 1.97792    |
| 7   | TESTIGO     | 1.96473    |
| 8   | TESTIGO     | 2.29157    |
| 9   | Tenebrio    | 1.75884    |
| 10  | Tenebrio    | 2.09608    |
| 11  | Tenebrio    | 1.97048    |
| 12  | Tenebrio    | 2.12689    |
| 13  | Tenebrio    | 2.09608    |
| 14  | Tenebrio    | 2.12441    |
| 15  | Tenebrio    | 2.02429    |
| 16  | Tenebrio    | 1.90787    |

4

#### 5.19.5. Eficacia energética

**Tabla 22:** Conjunto de datos de Eficacia Energética

| Obs | TRATAMIENTO | EFICIENCIAEN |
|-----|-------------|--------------|
| 1   | TESTIGO     | 5.20554      |
| 2   | TESTIGO     | 5.56144      |
| 3   | TESTIGO     | 6.30359      |
| 4   | TESTIGO     | 5.16129      |
| 5   | TESTIGO     | 6.36404      |
| 6   | TESTIGO     | 5.48281      |
| 7   | TESTIGO     | 5.44624      |
| 8   | TESTIGO     | 6.35222      |
| 9   | Tenebrio    | 4.87549      |
| 10  | Tenebrio    | 5.81034      |
| 11  | Tenebrio    | 5.46216      |
| 12  | Tenebrio    | 5.89575      |
| 13  | Tenebrio    | 5.81282      |
| 14  | Tenebrio    | 5.88886      |
| 15  | Tenebrio    | 5.61134      |
| 16  | Tenebrio    | 5.28863      |

### 5.19.6. Grosor de cascara

**Tabla 23:** Conjunto de datos de Grosor de cascara

| Obs | TRATAMIENTO | GROSORCASCARA |
|-----|-------------|---------------|
| 1   | TESTIGO     | 0.37500       |
| 2   | TESTIGO     | 0.38125       |
| 3   | TESTIGO     | 0.38375       |
| 4   | TESTIGO     | 0.37125       |
| 5   | TESTIGO     | 0.37750       |
| 6   | TESTIGO     | 0.37000       |
| 7   | TESTIGO     | 0.38250       |
| 8   | TESTIGO     | 0.39250       |
| 9   | Tenebrio    | 0.39375       |
| 10  | Tenebrio    | 0.38250       |
| 11  | Tenebrio    | 0.40125       |
| 12  | Tenebrio    | 0.39250       |
| 13  | Tenebrio    | 0.39125       |
| 14  | Tenebrio    | 0.40000       |
| 15  | Tenebrio    | 0.38875       |
| 16  | Tenebrio    | 0.38750       |

### 5.19.7. Índice de yema

**Tabla 24:** Conjunto de datos de Índice de Yema (IY)

| Obs | TRATAMIENTO | IY      |
|-----|-------------|---------|
| 1   | TESTIGO     | 0.38113 |
| 2   | TESTIGO     | 0.38725 |
| 3   | TESTIGO     | 0.39625 |
| 4   | TESTIGO     | 0.39738 |
| 5   | TESTIGO     | 0.38525 |
| 6   | TESTIGO     | 0.39838 |
| 7   | TESTIGO     | 0.37200 |
| 8   | TESTIGO     | 0.39063 |
| 9   | Tenebrio    | 0.39513 |
| 10  | Tenebrio    | 0.38950 |
| 11  | Tenebrio    | 0.40588 |
| 12  | Tenebrio    | 0.39300 |
| 13  | Tenebrio    | 0.40300 |
| 14  | Tenebrio    | 0.39613 |
| 15  | Tenebrio    | 0.39363 |
| 16  | Tenebrio    | 0.39063 |

### 5.19.8. Masa de huevo

**Tabla 25:** Conjunto de datos de Masa de huevo

| Obs | TRATAMIENTO | MASAHUEVO |
|-----|-------------|-----------|
| 1   | TESTIGO     | 56.6743   |
| 2   | TESTIGO     | 62.0667   |
| 3   | TESTIGO     | 50.1000   |
| 4   | TESTIGO     | 57.8314   |
| 5   | TESTIGO     | 54.3429   |
| 6   | TESTIGO     | 59.4057   |
| 7   | TESTIGO     | 60.3499   |
| 8   | TESTIGO     | 55.2492   |
| 9   | Tenebrio    | 64.7750   |
| 10  | Tenebrio    | 55.2902   |
| 11  | Tenebrio    | 59.7209   |
| 12  | Tenebrio    | 59.4429   |
| 13  | Tenebrio    | 58.7581   |
| 14  | Tenebrio    | 53.0400   |
| 15  | Tenebrio    | 60.4268   |
| 16  | Tenebrio    | 62.5228   |

### 5.19.9. Peso de huevo

**Tabla 26:** Conjunto de datos de Peso de huevo

| Obs | TRATAMIENTO | PESOHUEVO |
|-----|-------------|-----------|
| 1   | TESTIGO     | 68.4000   |
| 2   | TESTIGO     | 68.6000   |
| 3   | TESTIGO     | 66.8000   |
| 4   | TESTIGO     | 69.2000   |
| 5   | TESTIGO     | 63.4000   |
| 6   | TESTIGO     | 64.9750   |
| 7   | TESTIGO     | 64.7000   |
| 8   | TESTIGO     | 59.7750   |
| 9   | Tenebrio    | 64.7750   |
| 10  | Tenebrio    | 61.9250   |
| 11  | Tenebrio    | 67.9750   |
| 12  | Tenebrio    | 69.3500   |
| 13  | Tenebrio    | 64.2667   |
| 14  | Tenebrio    | 62.4000   |
| 15  | Tenebrio    | 65.0750   |
| 16  | Tenebrio    | 65.4200   |

**5.19.10.      Peso relativo de cascara****Tabla 27:** Conjunto de datos de Peso relativo de Cascara

| Obs | TRATAMIENTO | PRCASCARA |
|-----|-------------|-----------|
| 1   | TESTIGO     | 8.3339    |
| 2   | TESTIGO     | 8.3098    |
| 3   | TESTIGO     | 7.6190    |
| 4   | TESTIGO     | 6.3998    |
| 5   | TESTIGO     | 8.7525    |
| 6   | TESTIGO     | 7.4476    |
| 7   | TESTIGO     | 8.8536    |
| 8   | TESTIGO     | 10.3286   |
| 9   | Tenebrio    | 9.6156    |
| 10  | Tenebrio    | 8.2791    |
| 11  | Tenebrio    | 10.0575   |
| 12  | Tenebrio    | 10.2869   |
| 13  | Tenebrio    | 9.0940    |
| 14  | Tenebrio    | 10.3138   |
| 15  | Tenebrio    | 9.2059    |
| 16  | Tenebrio    | 8.1518    |

**5.19.11.      Peso relativo de yema**

**Tabla 28:** Conjunto de datos de Peso relativo de Yema (PR YEMA)

| Obs | TRATAMIENTO | PRYEMA  |
|-----|-------------|---------|
| 1   | TESTIGO     | 21.9550 |
| 2   | TESTIGO     | 25.2813 |
| 3   | TESTIGO     | 27.6088 |
| 4   | TESTIGO     | 27.6775 |
| 5   | TESTIGO     | 22.8150 |
| 6   | TESTIGO     | 21.8113 |
| 7   | TESTIGO     | 26.8313 |
| 8   | TESTIGO     | 28.2075 |
| 9   | Tenebrio    | 25.3625 |
| 10  | Tenebrio    | 28.2400 |
| 11  | Tenebrio    | 25.3500 |
| 12  | Tenebrio    | 23.7463 |
| 13  | Tenebrio    | 23.0588 |
| 14  | Tenebrio    | 27.5650 |
| 15  | Tenebrio    | 22.8175 |
| 16  | Tenebrio    | 26.1438 |

### 5.19.12. Producción de huevo

**Tabla 29:** Conjunto de datos de Producción de huevo

| Obs | TRATAMIENTO | PRODUCCIONH |
|-----|-------------|-------------|
| 1   | TESTIGO     | 82.857      |
| 2   | TESTIGO     | 90.476      |
| 3   | TESTIGO     | 75.000      |
| 4   | TESTIGO     | 83.571      |
| 5   | TESTIGO     | 85.714      |
| 6   | TESTIGO     | 91.429      |
| 7   | TESTIGO     | 93.277      |
| 8   | TESTIGO     | 92.429      |
| 9   | Tenebrio    | 100.000     |
| 10  | Tenebrio    | 89.286      |
| 11  | Tenebrio    | 87.857      |
| 12  | Tenebrio    | 85.714      |
| 13  | Tenebrio    | 91.429      |
| 14  | Tenebrio    | 85.000      |
| 15  | Tenebrio    | 92.857      |
| 16  | Tenebrio    | 95.571      |

### 5.19.13. Resistencia de rotura de cascara

**Tabla 30:** Conjunto de datos de Rotura de cascara

| Obs | TRATAMIENTO | RESISTENCIACASCARA |
|-----|-------------|--------------------|
| 1   | TESTIGO     | 3.78625            |
| 2   | TESTIGO     | 3.68750            |
| 3   | TESTIGO     | 3.90000            |
| 4   | TESTIGO     | 3.81000            |
| 5   | TESTIGO     | 3.98625            |
| 6   | TESTIGO     | 3.70625            |
| 7   | TESTIGO     | 4.13125            |
| 8   | TESTIGO     | 3.95500            |
| 9   | Tenebrio    | 4.03500            |
| 10  | Tenebrio    | 3.88125            |
| 11  | Tenebrio    | 4.48625            |
| 12  | Tenebrio    | 4.53500            |
| 13  | Tenebrio    | 4.24625            |
| 14  | Tenebrio    | 4.07875            |
| 15  | Tenebrio    | 4.08125            |
| 16  | Tenebrio    | 3.85500            |

**5.20. ANEXO 7:** Evidencias fotográficas.**Ilustración 7:** Larvas de tenebrio (*Tenebrio molitor*). después de ser horneadas.



**Ilustración 8:** Harina de larvas de tenebrio (*Tenebrio molitor*).



**Ilustración 9:** Galpón de aves de la granja avícola REC SAC "Rodo Olmos"



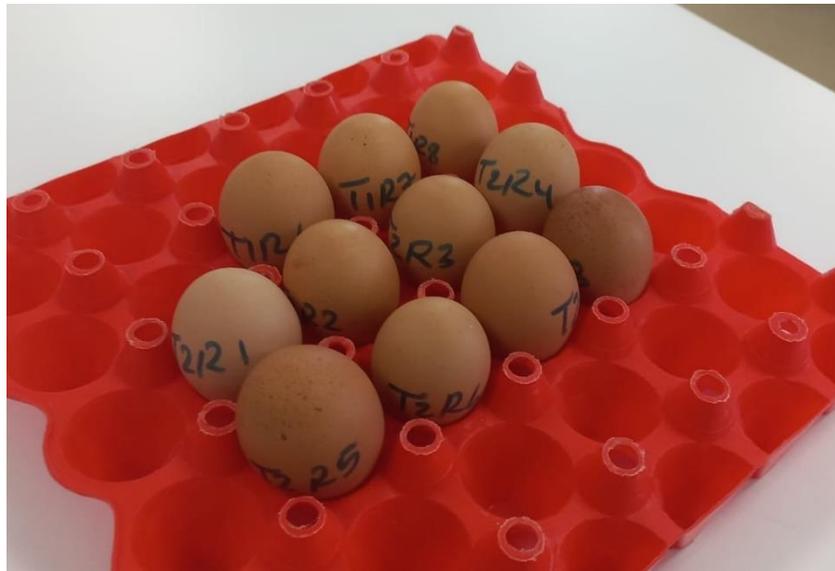
**Ilustración 10:** Gallinas de postura de la línea DEKALB Brown, con 75 semanas de edad, criadas bajo el sistema de jaulas tipo batería.



**Ilustración 11:** Obtención de huevos



**Ilustración 12:** Rotulación de huevos por grupo



**Ilustración 13:** Huevos rotulados por grupo.



**Ilustración 14:** Análisis del huevo, (peso, resistencia de la cascara, unidad Haugh, altura de yema, altura de albumen, índice de yema, diámetro de yema y color de yema)



**Ilustración 15:** Reposo de cascara por veinticuatro horas.



**Ilustración 16:** Extracción de la parte roma superior, la punta y la línea ecuatorial de la cascara para la evaluación del grosor de la cascara con el micrómetro.



**Ilustración 17:** Evaluación del grosor de la cascara con el micrómetro.



**Ilustración 18:** Registro de los datos obtenidos.