

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**



## **TESIS**

**RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE LA CODORNIZ EN LA ETAPA  
DE POSTURA ALIMENTADA CON DIFERENTES NIVELES DE  
CHIA (*Salvia hispanica L*)**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ZOOTENISTA**

**Presentado por el Bachiller:  
BALTAZAR UBALDO SANCHEZ TASILLA**

**ASESORES:  
Dr. José Antonio Mantilla Guerra  
Dr. Manuel Eber Paredes Arana**

**CAJAMARCA-PERU**

**2017**

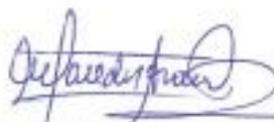
## CONSTANCIA ANTIPLAGIO

Manuel Eber Paredes Arana, docente asesor de la tesis **RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE LA CODORNIZ EN LA ETAPA DE POSTURA ALIMENTADA CON DIFERENTES NIVELES DE CHIA (*Salvia hispanica L*)** realizada por BALTAZAR UBALDO SÁNCHEZ TASILLA.

### **Hace constar que:**

Dicho documento académico, luego de su análisis mediante programa PLAGIARISMA, se encontró un contenido ÚNICO en su redacción de más del 75%, con similitudes en el texto de los capítulos: introducción, marco teórico, resultados y conclusiones inferiores a 25%

Cajamarca, 17 de octubre del 2023.



Dr. Manuel Eber Paredes Arana



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Parte de la Universidad Peruana  
Fundada por Ley 14813 del 11 de febrero de 1967

## FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



### ACTA QUE PRESENTA EL JURADO CALIFICADOR DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional de INGENIERO ZOOTECNISTA, se reunieron en el Auditorio de la FICP, siendo las 11 horas con 45 minutos del día 12 de enero del 2016, los siguientes Miembros del Jurado y el (los) Asesores.

- |  |            |
|--|------------|
| > Ph.D. Dr. Luis Asunción Vallejos Fernández | Presidente |
| > M.Cs. Ing. Eduardo Alberto Tapia Acosta    | Secretario |
| > Dr. Luis Humberto Aceijas Pajares          | Vocal      |

#### ASESOR:

- > Dr. Manuel Eber Paredes Arana
- > Dr. José Antonio Mantilla Guerra

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada:

Rendimiento Productivo de la Cebadilla en  
Tapas de Pastura Almacén por diferentes  
Niños de Chio (Cebada Hispanica)  
La misma que fue realizada por el (la) Bachiller Pattazan Waldo  
Sánchez Tasiña.

A continuación el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando al (los) Bachiller (es) a sustentar dicha tesis.

Concluida la exposición, los Miembros del Jurado formularon las preguntas pertinentes, luego el Presidente del Jurado invita a la participación del asesor y de los asistentes.

Después de las deliberaciones de estilo el Jurado anunció la aprobación  
por Unanimidad con la nota de Tru 13

Siendo las ..... horas con ..... minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto académico, indicando las correcciones y modificaciones para continuar con los trámites pertinentes.

Luis Vallejos F.  
Ph.D. Dr. Luis Asunción Vallejos Fernández  
Presidente

Eduardo Tapia Acosta  
M.Sc. Ing. Eduardo Alberto Tapia Acosta  
Secretario

Luis Humberto Aceijas Pajares  
Dr. Luis Humberto Aceijas Pajares  
Vocal

Manuel Eber Paredes Arana  
Dr. Manuel Eber Paredes Arana  
Asesor

José Antonio Mantilla Guerra  
Dr. José Antonio Mantilla Guerra  
Asesor

**RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE LA CODORNIZ EN LA  
ETAPA DE POSTURA ALIMENTADA CON DIFERENTES  
NIVELES DE CHIA (*Salvia hispanica L*)**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

Por ser mi guía en todo momento, por haber tomado mi mano en este camino llamado vida.

### **A mis padres.**

Quienes supieron enseñarme a seguir mis metas en la vida; y quienes desde el Cielo me acompañan día con día y hace que cada paso que doy, cada logro sea tan importante.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a todas aquellas personas que con sus conocimientos, trabajo, constancia, amor, cariño o simplemente con su presencia y una palabra de aliento me han proporcionado más apoyo del que posiblemente imaginan. Agradezco especialmente: A mis padres Rosa, Estanislao que en paz descansen que en vida se hubieran sentido orgulloso por mi logro, y hermanos ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron ellos los que me dieron ese cariño y fuerza necesaria para salir adelante, son los que han velado por mi salud y educación.

## ÍNDICE GENERAL

| <b>CAPÍTULOS</b>  | <b>PÁGINAS</b> |
|---|----------------|
| <b>AGRADECIMIENTOS .....</b>                                    | <b>V</b>       |
| <b>ÍNDICE GENERAL .....</b>                                     | <b>VI</b>      |
| <b>RESUMEN.....</b>   | <b>IX</b>      |
| <b>ABSTRACT.....</b>  | <b>X</b>       |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b>       |
| <b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>               | <b>3</b>       |
| <b>1.1. Objetivos de la investigación.....</b>                  | <b>3</b>       |
| <b>1.1.1. Objetivo General.....</b>                             | <b>3</b>       |
| <b>1.1.2. Objetivos Específicos. ....</b>                       | <b>3</b>       |
| <b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>                         | <b>4</b>       |
| <b>2.1. Antecedente de la investigación.....</b>                | <b>4</b>       |
| <b>2.2. Bases teóricas.....</b>                                 | <b>8</b>       |
| <b>2.2.1. Los lípidos de los alimentos.....</b>                 | <b>8</b>       |
| <b>2.2.2. Digestion, absorción y transporte de lípidos.....</b> | <b>10</b>      |
| <b>2.2.3. Metabolismo de los ácidos grasos.....</b>             | <b>12</b>      |
| <b>2.2.4. la chia como Fuente de omega 3.....</b>               | <b>14</b>      |
| <b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                  | <b>19</b>      |
| <b>3.1. Localización y duración del experimentos.....</b>       | <b>19</b>      |
| <b>3.2. Materiales experimentales .....</b>                     | <b>19</b>      |
| <b>3.2.1. Materiales de campo y escritorio.....</b>             | <b>19</b>      |
| <b>3.2.2. Material biológico.....</b>                           | <b>20</b>      |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3.3. Indicadores productivos evaluados.....</b>     | <b>22</b> |
| <b>3.3.1. Porcentaje de postura.....</b>               | <b>22</b> |
| <b>3.3.2. Consume de alimento .....</b>                | <b>22</b> |
| <b>3.3.3. Convección alimenticia.....</b>              | <b>23</b> |
| <b>3.3.4. Masa del huevo.....</b>                      | <b>23</b> |
| <b>3.3.5. Peso corporal .....</b>                      | <b>23</b> |
| <b>3.3.6. Mortalidad.....</b>                          | <b>23</b> |
| <b>3.3.7. Análisis económico .....</b>                 | <b>23</b> |
| <b>3.4. HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS A UTILIZAR .....</b> | <b>24</b> |
| <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>        | <b>25</b> |
| <b>4.1. Porcentaje de postura.....</b>                 | <b>25</b> |
| <b>4.2. Masa del huevo.....</b>                        | <b>27</b> |
| <b>4.3. Consumo de alimento.....</b>                   | <b>29</b> |
| <b>4.4. Conversión Alimenticia.....</b>                | <b>31</b> |
| <b>4.4. Peso corporal de las aves.....</b>             | <b>33</b> |
| <b>4.5. Mortalidad .....</b>                           | <b>34</b> |
| <b>4.6. Costos, utilidades y rentabilidad .....</b>    | <b>35</b> |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                               | <b>36</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                            | <b>37</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                               | <b>38</b> |
| <b>APÉNDICE.....</b>                                   | <b>41</b> |

**RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE LA CODORNIZ EN LA ETAPA DE POSTURA  
ALIMENTADA CON DIFERENTES NIVELES DE CHIA (*Salvia hispanica* L)**

Productive performance of laying quail fed with different levels of chia (*Salvia hispanica* L)

Baltazar Ubaldo Sánchez Tasilla<sup>1</sup>, José Antonio Mantilla Guerra<sup>1</sup>, Manuel Eber Paredes Arana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería de Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue, evaluar el rendimiento productivo de la codorniz en etapa de postura, alimentada con diferentes niveles de chíá (*Salvia hispánica L.*). Se alimentaron 240 codornices ponedoras durante 22 semanas para comparar una dieta control con dietas que contenían 5, 10 y 15 % de semilla de chíá (*Salvia hispánica L.*). Se encontró una tasa de puesta significativamente menor en las codornices alimentadas con dietas con 0, 5 y 10 % de chíá en comparación con la dieta con 15 %. El consumo y la mortalidad disminuyeron a medida que aumentó el porcentaje de chíá en la dieta. La conversión alimenticia fue significativamente mejor ( $P < 0.05$ ) para todas las dietas con chíá en comparación con la dieta control. La masa de huevos de las dietas de chíá con 5 y 15 % fue significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) que la de las dietas control y 10 %. La inclusión de semilla de chíá no afectó el peso corporal de las codornices ponedoras. En conclusión, la alimentación con semillas de chíá puede mejorar la tasa de puesta, la eficiencia y la salud de las codornices ponedoras.

**Palabras clave:** codorniz ponedora, chia, rendimiento productivo

## ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the productive performance of quail in the laying stage, fed with different levels of chia (*Salvia hispánica* L.). Two hundred forty laying quails, were fed for 22 weeks to compare a control diet to diets containing 5, 10, and 15% chia (*Salvia hispanica* L.) seed. Significantly less laying rate was found in the quails fed the diets with 0, 5, and 10% chia compared with the diet with 15%. Intake and mortality decreased as chia percentage increased. Feed-egg ratio was significantly better ( $P < 0.05$ ) for all chia diets compared with the control diet. Egg mass from the chia diets with 5 and 15% was significantly greater ( $P < 0.05$ ) than from the control and 10% diets. The inclusion of chia seed did not affect body weight of laying quails. As a conclusion, feeding with chia seed can improve the laying rate, efficiency and health of laying quails.

Keywords: laying quail, chia, productive performance

## INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos saludables es una preocupación cada vez más acentuada en la alimentación humana. Problemas cardiovasculares, principalmente se vienen incrementando como consecuencia de la ingesta de dietas desbalanceadas en su contenido lipídico (Carrillo et al., 2011); de allí la necesidad de producir alimentos para consumo humano tendientes a minimizar este tipo de enfermedades.

Entre las alternativas alimenticias en nutrición animal se tiene la inclusión de alimentos ricos en ácidos grasos poliinsaturados como omega 3, sobre todo en especies no rumiantes, quienes tienen la capacidad de incorporar al producto animal directamente el tipo de lípidos de la dieta; así las aves que consumen alimentos ricos en omega 3 producen carnes y huevos con mayor concentración de omega 3; así la modificación del perfil en ácidos grasos del alimento permite cambiar la composición en ácidos grasos de la yema del huevo, obteniéndose huevos enriquecidos en omega-3, gracias a la incorporación de aceite de pescado y otras fuentes marinas en la ración, lo que permite aumentar los niveles de ácidos grasos eicosapentaenoico y docosahexaenoico (Barroeta, 2008); sin embargo estas fuentes ricas en aceites con altos contenidos de ácidos grasos poliinsaturados transmiten también su sabor al producto (Castillo-Badillo et al., 2005).

Otra de las estrategias alimenticias para mejorar la composición de ácidos grasos poliinsaturados en carne y huevos es el uso de una gran variedad de aceites

de origen vegetal, con el riesgo de generar productos con sabores desagradables para el consumidor, debido a su fácil oxidación o enranciamiento. En este afán se vienen desarrollando trabajos para evaluar la inclusión de Chía (*Salvia hispánica* L) en alimentación animal, por ser una semilla rica en ácidos grasos poliinsaturados, en particular el omega 3, ácido alfa linolénico que contiene antioxidantes naturales que preservan su aceite de la oxidación por varios años inclusive, con propiedades antiinflamatorias de gran beneficio para la salud pública (Mesa-García et al., 2006).

El empleo de Chía como insumo en la elaboración de alimentos balanceados para aves incrementa el contenido de ácidos grasos poliinsaturados en los productos avícolas, como ya se indicó debido a que las aves pueden incorporar los lípidos dietéticos directamente en el huevo o en sus propias reservas grasas, sin embargo se cuenta con pocos trabajos de investigación, en los que se haya evaluado el uso de la semilla de chía en aves, habiéndose encontrado en gallinas ponedoras, que altos niveles de chía en la dieta disminuye el porcentaje de postura, aun cuando el peso del huevo es mayor. Se evaluó también la sustitución parcial del alimento comercial de postura por diferentes niveles de chía, lo cual trajo consigo resultados bastante diferentes, principalmente debido a que se evaluó dietas que nutricionalmente fueron distintas.

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se planteó el presente trabajo con el objetivo de incorporar la semilla de chía en diferentes niveles en la dieta de codorniz de postura, como un ingrediente más en dietas iso energéticas e iso proteicas; considerando el problema de investigación de la siguiente manera: **¿Cuál es el rendimiento productivo de la codorniz en etapa de postura alimentada con diferentes niveles de chia (*Salvia hispánica* L.)?** Para lo cual se planteó la hipótesis, que: *Los diferentes niveles de chía en la alimentación de la codorniz afectan el rendimiento productivo en etapa de postura.*

#### 1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

##### 1.1.1. Objetivo general.

Evaluar el rendimiento productivo de la codorniz en etapa de postura alimentada con diferentes niveles de chía (*Salvia hispánica* L.)

##### 1.1.2. Objetivos específicos.

- Determinar los indicadores de postura, peso de huevo y eficiencia alimenticia de manera comparada y generados en codornices a partir de tres niveles de chía en el alimento balanceado.
- Determinar las variaciones en el peso corporal que puede ocasionar la inclusión de chía en la dieta de la codorniz.
- Evaluar la relación costo/beneficio que se obtiene por la inclusión de chía en la dieta de la codorniz.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Atakisi et al. (2009), evaluaron una fuente rica en ácidos grasos omega-3, y su efecto sobre el colesterol en yema de huevo y plasma de la codorniz japónica. Además se determinaron otros parámetros bioquímicos seleccionados y pesos de yema y codorniz. Trabajaron con dos grupos de codornices, el grupo control y el grupo tratado con ácidos grasos omega-3 a las que se les administró cápsulas de aceite de pescado oralmente cada dos días por 3 semanas. Se encontró que el peso del huevo no se vio afectado, siendo igual en los grupos control y experimental, el nivel de colesterol en la yema era significativamente menor en el grupo tratado con omega-3 comparado con el control. Los niveles de colesterol plasmático fueron más bajos; Los niveles plasmáticos de calcio fueron similares en el grupo tratado con ácidos grasos omega-3 que el control. Por otro lado, el fósforo plasmático y los niveles de glucosa en el grupo de ácidos grasos omega-3 fueron significativamente más bajos a la tercera semana que al comienzo del experimento. En conclusión, se encontró que el ácido graso omega-3 suplementado oralmente redujo los niveles de colesterol en yema de huevo y plasma en codornices.

Elizalde (2007), en la provincia de Pichincha, Ecuador, a 2331 msnm, evaluó el efecto de la chía en la dieta de codornices sobre la concentración de omega 3 del huevo, colesterol y parámetros productivos. Evaluaron el suministro de la chía en

cuatro tratamientos: con 0%, 5%, 10% y 15% de chía en la dieta; durante ocho semanas, luego de lo cual hicieron el análisis correspondiente, no encontrando diferencias estadísticas en los niveles de colesterol en los huevos producidos por tratamiento ni tampoco en los indicadores de porcentaje de postura y conversión alimenticia. Si se encontró diferencias estadísticas en la concentración de omega 3 a favor del tratamiento con 15% de chía en la dieta respecto del testigo, siendo mayor en siete veces; el tratamiento con 10% de chía mostró seis veces más omega 3 que el testigo y los huevos provenientes del tratamiento con 5% tuvieron 2 veces más omega3 que el testigo. El consumo de alimento diario en los cuatro tratamientos en la octava semana fue de 29 g por ave, el porcentaje de postura obtenido fue de 87%, con una conversión alimenticia de 3.2.

Salazar *et al.* (2009) evaluaron el comportamiento productivo y la composición de lípidos de la yema del huevo y de tejidos corporales en aves alimentadas con dietas conteniendo harina integral de Chía (*Salvia hispanica* L; HICH). Llevaron a cabo dos experimentos. El primero con 36 gallinas Babcock de postura con tres tratamientos: 0 (testigo); 7,5 y 15% de HICH en el alimento durante 16 semanas. En el segundo experimento trabajaron pollos Cobb con 0; 5 y 10% de HICH durante 6 semanas. A los datos de productividad de las aves, así como de la composición lipídica de la yema y de los tejidos corporales, se les aplicó un análisis de varianza para un diseño totalmente al azar.

Las gallinas con HICH tuvieron menor porcentaje de postura ( $p < 0,05$ ) en comparación con el grupo testigo, sin embargo, tuvieron mayor peso del huevo ( $p < 0,01$ ).

Se encontró mayor contenido de ácido linolénico en la yema de los tratamientos que incluyeron HlCh en la dieta, así como una reducción en el contenido de ácido palmítico ( $p < 0,05$ ). En el segundo experimento, el crecimiento de las aves no fue afectado por los tratamientos y la composición lipídica de los tejidos corporales de los pollos siguió la misma tendencia que la observada con la yema de huevo. Los investigadores concluyeron que se puede modificar la composición en ácidos grasos de los productos avícolas mediante el aporte de ácidos grasos insaturados provenientes de la HlCh.

Ayerza y Coates (2000) manifiestan que la adición de chía a las dietas de gallinas ponedoras es una alternativa para aumentar la concentración de omega-3 en yemas de huevo. Aunque este y otros experimentos indican que la capacidad de las aves para incorporar diferentes ácidos grasos es genéticamente dependiente, así se sugiere que la composición de la grasa en la dieta afecta su absorción y utilización y que puede haber efectos sinérgicos entre diferentes ácidos grasos en los tejidos adiposos. Este sinergismo podría ser otra razón para las diferencias en Omega-3 y la incorporación de ácidos grasos saturados encontrados entre las gallinas alimentadas con chía y las reportadas para las gallinas alimentadas con otras fuentes de omega-3.

Lo que sí muestran los resultados de este estudio es que la semilla de chía podría ser una alternativa a la linaza y de las fuentes marinas para producir huevos más aceptables para el público consciente de la salud. Podría también ayudar a revertir la disminución del consumo per cápita de huevos que ha tenido lugar en los últimos años.

Zavaleta (2011) evaluó el efecto de un complejo enzimático adicionado a la dieta de codornices de postura, sobre los indicadores de producción, para lo cual utilizó 150 codornices de 112 días de edad y 10 semanas de postura, distribuidas en dos baterías con cinco niveles de jaulas, albergando cada una a 15 codornices. El trabajo se realizó en las instalaciones avícolas de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se utilizó una fórmula alimenticia de postura conteniendo 20.18% de proteína, 2816 Kcal/kg de energía metabolizable, 3.36% de calcio y 0.52% de fósforo disponible. La diferencia entre ambas dietas radicó en que, una de ellas contenía zinc bacitracina al 0.04% y la otra dieta con 0.02% de zinc bacitracina y 0.02% de complejo enzimático. Se encontró un consumo de alimento por ave por día entre 25.7 g a la semana 11 de postura y 32.2 g en la semana 23. Se alcanzó porcentajes de postura a las 23 semanas entre 80.3 y 89%, observándose diferencias estadísticas a favor del tratamiento que contenía complejo enzimático + zinc bacitracina, se obtuvo pesos medios de huevo durante el experimento de 12.2 g, la conversión alimenticia en promedio durante la etapa experimental fue de 2.9.

Avelino (2011) trabajó dos lotes de codornices de 21 semanas de postura, 150 codornices criadas en Cajamarca desde el primer día de nacidas y 450 codornices traídas a Cajamarca a los 30 días de edad. Utilizó una dieta que contenía 20.18% de proteína, 2816 Kcal/kg de energía metabolizable, 3.36% de calcio y 0.52% de fósforo disponible. Así mismo la dieta contenía 0.4% de zinc bacitracina. La misma dieta consumió ambos grupos de codornices. El consumo de alimento medio por ave por día durante todo el experimento fue 25.54 y 25.9 g. El porcentaje de postura a las 21 semanas de postura fue entre 89.65 y 91.03%, y a las 38

semanas, entre 81.39 y 78.74%. El peso medio del huevo durante el experimento fue entre 11.9 y 12 g. La conversión alimenticia promedio durante toda la fase experimental fue de 2.39 y 2.48 en ambos lotes. También se reporta porcentajes de huevos rotos y cáscara débil a las 38 semanas de postura de 1.96 y 2.09%. Se concluye que no hubo diferencias en los índices productivos de codornices criadas en Cajamarca desde el día 1 y el día 30 de edad.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Los lípidos de los alimentos**

Dentro de los lípidos de los alimentos se tienen los *triacilglicéridos* (triglicéridos), también se puede encontrar cantidades menores de otros *lípidos complejos* (glicerofosfolípidos o fosfolípidos y los esfingolípidos) y *esteroles* (colesterol en los tejidos animales y los fitosteroles:  $\beta$ -sitosterol, el campesterol y el estigmasterol, en los vegetales). Las grasas son el vehículo de una gran variedad de *componentes no glicéridos* que están presentes en pequeñas concentraciones, y de gran importancia en la salud, por tener actividad vitamínicas y antioxidantes. Dentro de estos compuestos se encuentran *tocóferoles* (vitamina E), *retinol* (vitamina A), *vitamina D*, y *carotenoides* junto con otras moléculas como los *compuestos fenólicos*, escualeno, *ubiquinonas*, y *alcoholes derivados del metilesterol* y del *triterpeno* (Mesa-García et al., 2006).

Los ácidos grasos son parte de los triglicéridos, de los lípidos complejos y pueden esterificar al colesterol. Están formados por una cadena lineal hidrocarbonada, que puede estar saturada o tener una o más insaturaciones,

normalmente en posición *cis*. Existen dos tipos de ácidos grasos, los *saturados* (AGS) y los *insaturados* (AGI); los AGS son estructuras lineales de átomos de carbono unidos por enlaces simples y se encuentran en los mamíferos y en algunos aceites como el de coco y palma. Por otro lado, los AGI contienen dobles enlaces, pudiendo ser *monoinsaturados* (AGMI), como el ácido oleico (*cis* 18:1 n-9) presente en casi todas las grasas animales y en algunos aceites vegetales, especialmente en el aceite de oliva, donde puede alcanzar hasta un 80%. Por otro lado, los *ácidos grasos poliinsaturados* (AGPI) se clasifican en función de la posición del último doble enlace respecto al metilo terminal de la molécula; existiendo dos familias: los AGPI n-6 y los n-3. La mayoría de los ácidos grasos pueden ser sintetizados por los mamíferos a partir de los hidratos de carbono de la dieta, pero hay dos de ellos: el ácido linoleico (LA, 18:2 n-6) y el ácido  $\alpha$ -linolénico (LNA, 18:3 n-3) que no pueden ser sintetizados de forma endógena y son necesarios como precursores de los AGPI de cadena larga y para el correcto funcionamiento del organismo (Spector, 1999).

Estos ácidos grasos se denominan ácidos grasos esenciales (AGE) por qué deben ser incluidos en el alimento a ingerir. Los AGPI n-6 derivan del LA, que se encuentran en los vegetales y aceites de semillas como el maíz, girasol y soja. Es precursor del ácido araquidónico (AA) sintetizado en los mamíferos, y por lo tanto, presente en los alimentos de origen animal. Los AGPI de la serie n-3 derivan del LNA, presente en plantas de hoja verde oscuro y en los aceites de semillas de lino, colza, chía, sacha inchi y en la soja, peces, animales que viven en el fondo del mar, algas y el plancton marino; aportan mayor flexibilidad a las membranas celulares,

permitiendo el movimiento de proteínas en su superficie y dentro de la bicapa lipídica (Hentry *et al.*, 1990; Hoffman *et al.*, 1993).

### **2.2.2. Digestión, absorción y transporte de lípidos**

Los triglicéridos (TG) se deben hidrolizar para dar ácidos grasos y monoglicéridos antes de ser absorbidos por los enterocitos de la pared intestinal. Los ácidos grasos con longitudes de cadena inferiores a 14 átomos de carbono entran directamente en el sistema portal y son transportados hacia el hígado, mientras que los de 14 o más átomos de carbono se vuelven a esterificar dentro del enterocito y entran en circulación a través de la ruta linfática en forma de quilomicrones. Las vitaminas liposolubles (vitaminas A, D, E y K) y el colesterol son liberados directamente en el hígado como una parte de los restos quilomicronicos (Kowdley, 1998).

La grasa en duodeno y en presencia de bilis es hidrolizada por acción de la lipasa y colipasa pancreática en ácidos grasos libres y monoglicéridos; la bilis, ácidos grasos libres y monoglicéridos forman una micela mixta que se desplaza hacia el borde de las vellosidades intestinales, en donde es degradada. Todo es absorbido en la mucosa, excepto la bilis que permanece en el lumen intestinal o recirculada al hígado. La mayoría de TG son absorbidos antes de que la ingesta alcance la parte media del yeyuno. Dentro de la mucosa los ácidos grasos y los monoglicéridos son resintetizados en TG, combinados con colesterol y fosfolípidos, encapsulados en una delgada capa de proteínas y secretados al conducto central

de las vellosidades, como quilomicrones o lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) que drenan en los vasos linfáticos y entran en la circulación general de la sangre.

La hidrólisis y resíntesis de los TG durante los procesos de digestión y absorción, producen moléculas de TG parecidas en la linfa; así el 78% del glicerol proviene de la dieta y el restante 22% se sintetiza *de novo*. El 88% de los ácidos grasos que se encontraban en los carbonos 1 y 3 del TG y el 75% en la posición 2, estaban en la misma posición en la grasa del alimento; esto debido a traslocaciones. Los ácidos grasos con cadenas de longitud inferiores a 12 átomos de carbono no aparecen en la linfa porque son absorbidos directamente a la circulación porto-hepática. Fosfolípidos y colesterol son secretados en la bilis. La lecitina es hidrolizada en su posición 2 por la fosfolipasa pancreática, produciendo 1-lisolecitina y un ácido graso libre, que forman parte de las micelas, se absorben junto con ellas y en el enterocito son resintetizadas en fosfolípidos para formar los quilomicrones o VLDL; el exceso es incorporado a TG. Los ésteres de colesterol son hidrolizados por una estearasa pancreática; el colesterol disuelve en el núcleo lipídico de la micela y junto con ella es absorbido. Aparece en la linfa como parte de los quilomicrones o VLDL (Maynard et al., 1981).

### **2.2.3. Metabolismo de ácidos grasos**

Los ácidos grasos, también pueden ser formados en el citoplasma de las células a partir de acetil-CoA, gracias a la acetil-CoA carboxilasa, que es limitante y

está regulada por diferentes metabolitos y hormonas. Esta enzima transforma el acetil-CoA en malonil-CoA, sustrato del ácido graso sintasa. Este complejo multienzimático detiene su actividad cuando forma ácido palmítico, que se integra en diversas rutas metabólicas de elongación y desaturación según los requerimientos del organismo. A partir del palmítico y esteárico (18:0), y mediante la  $\Delta^9$ -desaturasa, se obtienen los AGMI más abundantes del organismo, el ácido palmitoleico (16:1 n-7) y el oleico. Las células del organismo animal no poseen actividad  $\Delta^{12}$ - ni  $\Delta^{15}$ -desaturasa, por lo que no pueden introducir dobles enlaces en los carbonos 12 ni 15, siendo éste el motivo por el que no se sintetiza LA ni LNA, que son sintetizados por las plantas. Los ácidos grasos esenciales LA y LNA, así como el palmitoleico y el oleico, son los precursores de las grasas más insaturadas, principalmente AA y DHA, fundamentales para una gran variedad de funciones fisiológicas. Estos ácidos grasos se forman a nivel de retículo endoplasmático, y tan sólo en órganos o tejidos especializados principalmente en hígado, aunque también pueden ser formados en el intestino, cerebro y en la retina. Por otro lado, las dos familias de AGPI no son interconvertibles entre sí, y además compiten por las mismas enzimas a distintos niveles de la síntesis microsomal. La formación de AGPI de cadena larga, consta de reacciones de elongación y desaturación alternativas, catalizadas por el enzima ácido graso elongasa y las  $\Delta^6$  y  $\Delta^5$ -desaturasas; Las acil-CoA desaturasas presentan una especificidad de sustrato relativamente pobre que es mayor para los sustratos más insaturados. El mecanismo final por el que se llega a la síntesis de DHA aún no está del todo claro, aunque todo apunta a que la síntesis tiene lugar mediante elongación y  $\Delta^6$ -desaturación, seguidas por una retroconversión a través de una  $\beta$ -oxidación peroxisomal. En condiciones

fisiológicas el contenido de AA y DHA en los tejidos se mantiene mediante una regulación *feedback* de la ruta biosintética. La actividad ácido graso desaturasa y la síntesis de AGPI de cadena larga están bajo el control de la grasa de la dieta y otros factores endógenos, tales como la insulina, la hormona del crecimiento, estímulos inflamatorios y proliferadores peroxisómicos (Mesa-García et al., 2006).

La proporción de LNA/LA y el contenido de AGPI de cadena larga de la dieta son factores importantes que limitan la síntesis endógena de AGPI (Emken et al., 1999). El LA es el ácido graso más abundante en la dieta, lo que hace que los derivados de la serie n-6 estén en una concentración relativamente mayor que los n-3 en la mayoría de los tejidos corporales. Sólo en casos de deficiencia grave de ácidos grasos esenciales se forman AGPI a partir del oleico, y por tanto la acumulación de su derivado poliinsaturado de cadena larga: eicosatrienoico (20:3 n-9) se considera un índice de deficiencia de ácidos grasos y de malnutrición (Smit et al., 2004).

Los ácidos grasos que no se utilizan para sintetizar eicosanoides ni se incorporan a los tejidos se utilizan para producir energía a través de la  $\beta$ -oxidación que tiene lugar en las mitocondrias de todas las células, excepto en las del cerebro y riñón. El primer paso de la  $\beta$ -oxidación se lleva a cabo mediante distintas deshidrogenasas específicas que van generando sucesivas moléculas de acetil-CoA que entran en el ciclo de los ácidos tricarbónicos o en otras rutas metabólicas para producir Acetato y ATP (Ren y Schulz, 2003).

La velocidad de oxidación de los ácidos grasos depende del grado de insaturación y de la longitud de la cadena. A la mitocondria se transfiere un ácido graso acortado para completar su oxidación hasta acetato. Los ácidos grasos de más de 24 carbonos son oxidados preferentemente en los peroxisomas hasta que la longitud de la cadena se reduce a 22 carbonos y la oxidación puede continuar en la mitocondria. Los peroxisomas son organelos celulares de tipo membranoso con funciones catabólicas y anabólicas relacionadas con el metabolismo de los lípidos. Al contrario de lo que ocurre en la  $\beta$ -oxidación mitocondrial, en los peroxisomas la  $\beta$ -oxidación no requiere carnitina para la salida de los acil-CoA, y además, la hidratación y deshidrogenación, correspondientes al segundo y tercer paso de la oxidación mitocondrial, se realiza mediante una única enzima bifuncional. Este tipo de oxidación puede inducirse con alimentos de alto contenido en grasas, así como con una gran variedad de xenobióticos. Por otro lado, la oxidación de los ácidos grasos *trans* es menos efectiva que la de sus isómeros *cis*; a diferencia de lo que ocurre en el caso del oleico, la oxidación del ácido elaídico provoca la acumulación de su derivado 5 *trans*-C14:1-CoA en las mitocondrias (Mesa-García et al., 2006).

#### **2.2.4. La chía como fuente de omega 3**

La Chía (*Salvia hispánica* L.) es una planta anual, originaria de áreas montañosas de México que hace ya 3500 años a.C. era conocida como un importante alimento medicinal. En la época precolombina era para los mayas uno de los cuatro cultivos básicos destinados a su alimentación, junto al maíz, el poroto y el amaranto. Con el paso del tiempo su uso cayó en el olvido y fue a finales del

siglo pasado que el interés por la chía resurgió, ya que se la puede considerar una buena fuente de fibra dietaria, proteína y antioxidantes. En el año 1991 se reconocieron sus propiedades y fue reactivado su cultivo gracias a un programa de desarrollo e investigación de la Universidad de Arizona, promoviendo la recuperación de este cultivo subtropical en EEUU, México y Argentina (Coates y Ayerza, 1998).

Las cantidades necesarias de ácidos grasos Omega-3 en humanos van a depender del ciclo de vida de cada persona y de su estado fisiológico o patológico que pueden llevar a un aumento en las necesidades de ácidos grasos. Se estima en promedio que es necesaria una ingesta del 1 % de la energía total de ácidos grasos Omega-3 y un 4% de la energía total para los Omega-6. El problema radica en que el contenido de ácidos grasos Omega-3 en nuestra alimentación es muy bajo, por lo que el consumo diario no alcanza a superar el 0,5 % de la energía total. De todas las fuentes de ácido grasos Omega-3, sólo el lino (*Linum usitatissimum* L.) y la chía tienen su origen en cultivos agrícolas. Ambas son especies vegetales con la mayor concentración de ácido graso a-linolénico conocida hasta la fecha. Estas semillas, fuentes de Omega-3, a menudo se utilizan molidas como ingrediente alimenticio, o en forma natural como suplemento dietético. Las otras dos fuentes disponibles son de origen marino: las algas y el aceite de pescado (Bushway *et al.*, 1981).

Al comparar la composición del aceite de las diferentes fuentes, se puede ver que las terrestres tienen un contenido mucho mayor de Omega-3 que las de origen

marino, así la chía contiene 63.8% de los ácidos grasos totales de su aceite, la semilla de lino o linaza 57.5% y el aceite de pescado 29.8%; lo cual representa una ventaja muy importante sobre las fuentes de algas y pescado, debido a que contienen una cantidad de ácidos grasos saturados (mirístico, palmítico y esteárico) significativamente inferior. Otra consideración importante acerca de los aceites de pescado es que contienen colesterol puesto que son productos animales, mientras que la chía y el lino no lo contienen porque son especies del reino vegetal (Oomah y Kenaschuk, 1995).

Si bien la moderna investigación de la chía se basa en su gran aporte de ácidos grasos esenciales, estos pequeños aquenios, llamados comúnmente “semillas”, deben ser considerados como excelentes integradores alimentarios, dada su riqueza en componentes nutricionales. Las semillas de chía representan la fuente vegetal con más alta concentración de Omega 3. Poseen un 33 % de aceite, del cual el ácido linolénico representa el 62 % y el linoleico el 20 %. La chía es el cultivo con mayor porcentaje de AGE al tener el 82 % de sus lípidos con dicha característica. Las semillas de chía contienen una muy buena cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante (principalmente flavonoides), eliminando la necesidad de utilizar antioxidantes artificiales como las vitaminas. Se ha demostrado que las vitaminas antioxidantes anulan los efectos protectores de las drogas cardiovasculares. El problema de ingerir insuficientes antioxidantes desaparece con una mayor cantidad de alfa-linolénico de origen vegetal, lo que genera otra ventaja sobre los ácidos grasos omega-3 provenientes de productos de origen marino. Los antioxidantes, además de resultar un saludable aporte dietario y

terapéutico, sirven a la buena conservación del aceite. Los antioxidantes protegen de tumores, afecciones cardiovasculares, inflamaciones, virus y radicales libres. Más allá de su excelente perfil lipídico, la chía tiene buena dosis de proteína (23 %), aminoácidos esenciales, entre ellos la lisina, limitante en los cereales. En materia de vitaminas, es una buena fuente del grupo B. Pero es en materia de minerales que la chía vuelve a destacarse, posee 714 mg de Ca en la semilla entera y 1180 mg en las semillas parcialmente desgrasadas (harina); para dar una idea, la leche tiene apenas 125 mg, o sea entre 6 y 10 veces menos. Además, posee gran riqueza en hierro (16,4 mg), magnesio (390 mg), potasio (700 mg) y fósforo (1.057 mg). La chía también contiene buenos valores de zinc y manganeso, siendo muy pobre en sodio. Otra virtud de la chía es su buena cantidad (27 %) y calidad de fibra, sobre todo en forma de fibra soluble (mucílagos). Este tipo de fibra retarda el índice de glucosa en sangre y reduce la absorción de colesterol (Weber et al., 1991).

La chía puede utilizarse a través del aceite de sus semillas, cultivadas en forma orgánica, prensadas en frío y sin proceso de refinado. Dado su alto contenido de Omega-3, bastaría con ingerir apenas unos gramos de aceite (una cucharadita) en crudo, a fin de cubrir las necesidades diarias de ácido linolénico. Dada la baja proporción de Omega-6 en su composición, la mezcla con aceite de girasol permite obtener un equilibrado suplemento de AGE, con la relación ideal entre los omegas 6 y 3 de 4 a 1. Son aceites para consumir en frío y sin proceso alguno de cocción, a fin de preservar sus delicados principios nutricionales (Brenna, 2002).

El aceite obtenido de la semilla de chía no tiene ni produce olor a pescado por lo que el consumo de los productos obtenidos o realizados con la semilla de chía no necesitan un empaque y condiciones de almacenamiento especiales para prevenir incluso, los menores cambios ocasionados por el medio ambiente haciendo que los antioxidantes naturales sustituyan el uso de estabilizadores artificiales; haciendo de éste, un cultivo sustentable y ecológico y convirtiendo a la semilla o cualquiera de sus derivados en materia prima ideal para enriquecer una gran diversidad de productos, gracias a su composición química y su valor nutricional, confiriéndole un gran potencial para usarla dentro de los mercados alimenticios. El consumo directo de las semillas de chía es una buena forma de beneficiarse con su aporte de Omega-3, incluso tras ser prensada para generar aceite y su empleo en forma de harina, técnicamente llamada semilla parcialmente desgrasada. La riqueza nutricional de la chía, la convierte en ingrediente ideal para adicionar a productos de panificación y a un sinnúmero de preparaciones culinarias y bebidas. Se la utiliza como ingrediente para hacer pan, barras energéticas, suplementos dietéticos, en dietas de aves para producción de huevos y carne y en dietas de vacas lecheras, entre otros (Ting *et al*, 1991).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de animales menores de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en el campus universitario.

|                       |   |              |
|-----------------------|---|--------------|
| Altitud               | : | 2750 m.s.n.m |
| Precipitación Fluvial | : | 750 mm/año   |
| Humedad relativa      | : | 75%          |
| Temperatura máxima    | : | 22°C         |
| Temperatura mínima    | : | 3°C          |

\*FUENTE SENAMHI- Cajamarca 2014

La etapa experimental tuvo una duración de 22 semanas, abarcando la etapa inicial de postura y etapa de máxima producción.

#### **3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.**

##### **3.2.1. Materiales de campo y escritorio.**

###### **a) Equipos y herramientas**

- Termómetros
- Comederos
- Bebederos

- Equipo de sanidad
- Mochila de fumigación
- Lanzallamas
- Balanzas
- Desinfectantes
- Palanas y Rastrillos
- Baldes
- Escobas y Mantas.

**b) Equipos y materiales de escritorio**

- Computadora
- Calculadora
- cuaderno de campo
- lapiceros
- papel bond
- tinta para impresora

**3.2.2. Material Biológico**

**a) De los Animales.**

Se trabajó con 240 codornices hembras, de 60 días de edad, provenientes de la ciudad de Lima y adaptadas a las condiciones de Cajamarca a partir de los 30 días de edad.

## **b) Del manejo.**

- Una semana antes de la llegada de las codornices se procedió a la preparación del galpón con una limpieza y desinfección general, utilizando: Proadine.
- Tres días antes de la recepción se realizó una segunda desinfección con galpón cerrado utilizando también Proadine en solución en agua.
- Asimismo, se procedió a desinfectar las jaulas con solución desinfectante.
- Se instaló el timer para el control de las horas de luz, considerando 04 horas de luz artificial, desde las 18 a 22 horas.
- Se recibió las codornices, verificando su buen estado de salud, se realizó el pesado inicial, y luego se los distribuyó en sus respectivas jaulas a razón de 15 aves por jaulas, en donde el ave encontró los comederos con el alimento de crecimiento y bebederos con agua más antiestresantes.

Se realizó los controles semanales de consumo, peso de los huevos, porcentajes de postura y variaciones en el peso corporal de la codorniz.

## **c) De la alimentación.**

- El suministro de alimento y agua se realizó dos veces diarias a la 7.00 a.m. y a las 5.00 p.m.
- El alimento se preparó según fórmulas alimenticias, siendo 04 el número de dietas, con 0%, 5%, 10% y 15% de chíá.

- Las fórmulas alimenticias utilizadas en el experimento se indican en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Fórmulas alimenticias del experimento, en %**

| INSUMOS                                | Con 0%     | Con 5%     | Con 10%    | Con 15%    |
|--|------------|------------|------------|------------|
|  | De chíá    | De chíá    | De chíá    | De chíá    |
| MAIZ AMARILLO                          | 49         | 46.47      | 43.5       | 40.5       |
| SOYA INTEGRAL                          | 25         | 22         | 20         | 18         |
| TORTA DE SOYA                          | 14         | 14.5       | 14.5       | 14.6       |
| <b>CHIA</b>                            | <b>0</b>   | <b>5</b>   | <b>10</b>  | <b>15</b>  |
| CARBONATO DE CALCIO                    | 9.6        | 9.6        | 9.55       | 9.45       |
| FOSFATO MONODICALCICO                  | 1.7        | 1.7        | 1.7        | 1.7        |
| SAL COMUN                              | 0.4        | 0.4        | 0.4        | 0.4        |
| DL METIONINA                           | 0.15       | 0.18       | 0.2        | 0.15       |
| PREMEZCLA VITAMINAS Y MIN.             | 0.1        | 0.1        | 0.1        | 0.1        |
| ZINC BACITRACINA                       | 0.05       | 0.05       | 0.05       | 0.05       |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |
| <b>Contenido nutricional calculado</b> |            |            |            |            |
| Materia seca, %                        | 90.20      | 90.26      | 90.3       | 90.35      |
| Proteína cruda, %                      | 20.13      | 20.01      | 20         | 20.03      |
| Fibra cruda, %                         | 3.48       | 4.54       | 5.62       | 6.7        |
| Energía metabolizable, kcal/kg         | 2870       | 2876       | 2889       | 2900       |
| Lisina, %                              | 1.15       | 1.1        | 1.06       | 1.01       |
| Metionina, %                           | 0.47       | 0.49       | 0.49       | 0.47       |
| Triptófano, %                          | 0.27       | 0.26       | 0.25       | 0.24       |
| Calcio, %                              | 4          | 4.06       | 4.09       | 4.1        |
| P disponible, %                        | 0.47       | 0.48       | 0.48       | 0.49       |
| Costo por kg, S/.                      | 1.63       | 1.94       | 2.27       | 2.44       |

### 3.3. INDICADORES PRODUCTIVOS EVALUADOS:

**3.3.1. Porcentaje de postura.** Diariamente se registró la producción de huevos por jaula, según formato de registro de producción (Apéndice). Semanalmente de acuerdo al número de huevos obtenidos por las codornices de cada jaula y de acuerdo al número de aves vivas se obtuvo el porcentaje de postura promedio por semana.

**3.3.2. Consumo de alimento.** Se midió diariamente el suministro de alimento por cada jaula, siendo el consumo igual a la cantidad suministrada

menos el residuo de alimento luego de 24 horas. La cantidad de alimento consumido por las aves en cada jaula, fue dividido entre el número de aves para obtener el dato de consumo de alimento ave por día y luego consumo por ave semanal.

**3.3.3. Conversión alimenticia.** Fue evaluada mediante la relación: Consumo de alimento/ masa de huevo obtenido

**3.3.4. Masa de huevo.** Dos veces por semana se pesó los huevos producidos en todas las jaulas. Se obtuvo el peso promedio por huevo por cada jaula o repetición y se multiplicó por el porcentaje de postura, siendo este dato la masa de huevo producido.

**3.3.5. Peso corporal.** El pesaje de los animales se realizó cada 30 días, a las 7 de la mañana, para determinar la evolución del peso corporal según tratamientos. Se tomaron al azar de cada jaula dos codornices, las cuales fueron pesadas individualmente, luego de lo cual se obtuvo el peso promedio por ave, siendo este dato el que correspondió a una repetición por tratamiento. Así se procedió en las cuatro jaulas por cada tratamiento.

**3.3.6. Mortalidad.** Se registró el número de aves muertas por cada tratamiento.

**3.3.7. Análisis económico.** En base a los ingresos por ventas de cada tratamiento, y los costos se determinaron la utilidad de cada tratamiento. Se determinó los costos de alimentación, costos de producción estimada y la rentabilidad.

### **3.4. HERRAMIENTAS ESTADISTICAS A UTILIZAR**

Para el análisis de los indicadores productivos se utilizó el diseño completamente aleatorio (DCA). Se tuvo cuatro tratamientos, cada tratamiento con 4 repeticiones

(1 jaula representa una repetición) y cada repetición de 15 codornices, según siguiente croquis experimental.

**Croquis experimental:**

| REPETICION<br>(jaula) | Tratamiento 0<br>0% CHIA | Tratamiento 1<br>5% CHIA | Tratamiento 2<br>10% CHIA | Tratamiento 3<br>15% CHIA |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1                     | 15 codornices            | 15 codornices            | 15 codornices             | 15 codornices             |
| 2                     | 15 codornices            | 15 codornices            | 15 codornices             | 15 codornices             |
| 3                     | 15 codornices            | 15 codornices            | 15 codornices             | 15 codornices             |
| 4                     | 15 codornices            | 15 codornices            | 15 codornices             | 15 codornices             |

Las pruebas estadísticas se hicieron a partir de las siguientes hipótesis estadísticas

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_a$  = Al menos una media sea diferente

Donde:

$\mu_1$  = media de cada uno de los indicadores productivos del tratamiento 0

$\mu_2$  = media de cada uno de los indicadores productivos del tratamiento 1

$\mu_3$  = media de cada uno de los indicadores productivos del tratamiento 2

$\mu_4$  = media de cada uno de los indicadores productivos del tratamiento 3

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. PORCENTAJE DE POSTURA

En el cuadro 2 y gráfico 1 se indica el porcentaje de postura de las codornices evaluadas según dieta alimenticia.

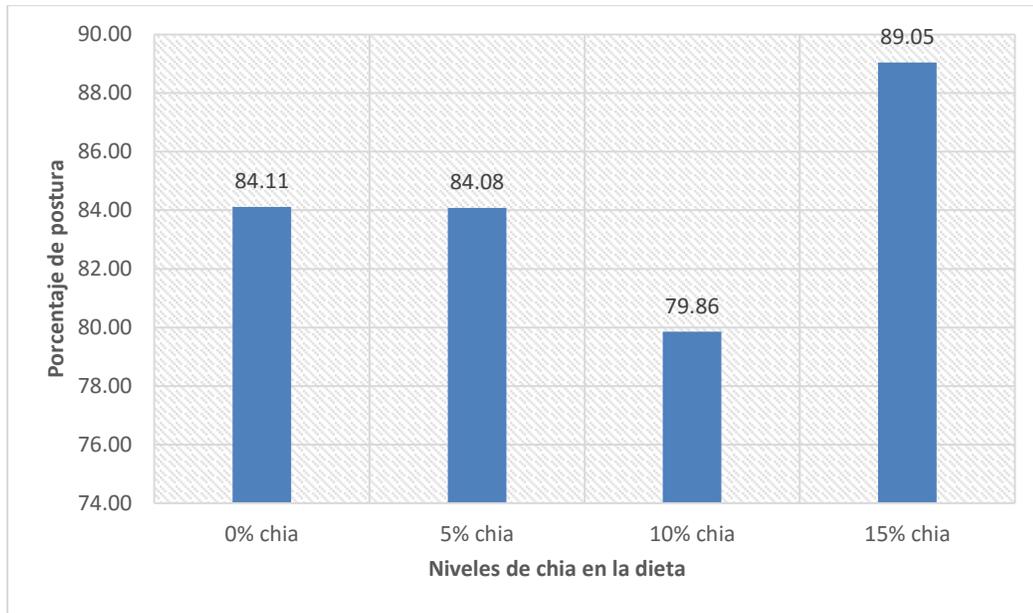
**Cuadro 2. Porcentaje de postura de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y según semana de producción.**

| SEMANA | 0%     | 5%      | 10%    | 15%    |
|--------|--------|---------|--------|--------|
| 1      | 79,76  | 74,05   | 75,24  | 85,95  |
| 2      | 82,45  | 81,25   | 83,65  | 89,18  |
| 3      | 87,38  | 87,38   | 83,74  | 90,29  |
| 4      | 89,36a | 85,4a   | 57,77b | 92,96a |
| 5      | 88,38  | 86,14   | 86,52  | 92,72  |
| 6      | 84,74  | 82,02   | 75,1   | 89,6   |
| 7      | 86,62  | 88,75   | 87,25  | 93,32  |
| 8      | 88,4   | 79,08   | 90,5   | 93,94  |
| 9      | 87,27  | 85,58   | 76,66  | 92,15  |
| 10     | 96,05  | 93,11   | 89,8   | 95,36  |
| 11     | 95,7   | 92,11   | 87,24  | 97,37  |
| 12     | 95,97  | 94,21   | 86,99  | 96,84  |
| 13     | 91,67  | 94,47   | 90,56  | 96,58  |
| 14     | 88,44  | 92,11   | 90,05  | 95,26  |
| 15     | 91,13  | 96,32   | 89,54  | 78,16  |
| 16     | 80,91  | 96,58   | 72,19  | 92,11  |
| 17     | 75,32  | 90,79   | 83,67  | 94,21  |
| 18     | 80,71b | 73,68bc | 72,92c | 98,14a |
| 19     | 84,24  | 82,11   | 89,32  | 95,48  |
| 20     | 88,59  | 90,05   | 84,64  | 98,4   |
| 21     | 95,11  | 94,89   | 96,09  | 98,14  |
| 22     | 96,39  | 93,82   | 87,24  | 91,76  |

0%, 5%, 10%, 15%: Diferentes tratamientos según niveles de chí en la dieta

<sup>abc</sup> Dentro de una misma fila, medias con distinta letra son diferentes estadísticamente.

**Gráfico 1. Porcentaje de postura promedio de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y durante todo el experimento**



Durante las 22 semanas de evaluación no se observaron diferencias estadísticas ( $p \geq 0.05$ ) en el porcentaje de postura, excepto en las semanas 4 y 18; estos resultados coinciden con los encontrados por Elizalde (2007), quien evaluó los mismos niveles de inclusión de chía en la dieta, no logrando incrementar la postura de la codorniz, lo que sí logró fue mejorar los niveles de omega-3 en la yema de huevo. Salazar *et al.* (2009) tampoco lograron incrementar el porcentaje de postura en gallinas alimentadas con harina integral de Chía (*Salvia hispanica* L; HICH) en niveles de 0 (testigo); 7,5 y 15% durante 16 semanas e inclusive con chía tuvieron menor porcentaje de postura en comparación con el grupo testigo

En nuestro trabajo se observó que con un nivel de inclusión de chía de 15% en el alimento de la codorniz se logró mayor postura en la semana 4 y 18, así como en el promedio del porcentaje de postura de todo el experimento (gráfico 1), lo que podría

atribuirse de alguna manera a que la adición de chía a las dietas en diferentes niveles hace variar la composición de la grasa en la dieta lo que afecta su absorción y utilización provocando efectos sinérgicos entre diferentes ácidos grasos, y a su vez diferencias en Omega-3 y niveles de postura (Ayerza y Coates, 2000) entre las codornices alimentadas con chía y las codornices alimentadas sin chía.

#### 4.2. MASA DEL HUEVO

En el cuadro 3 y gráfico 2 se indica la masa de huevo de las codornices evaluadas según dieta alimenticia.

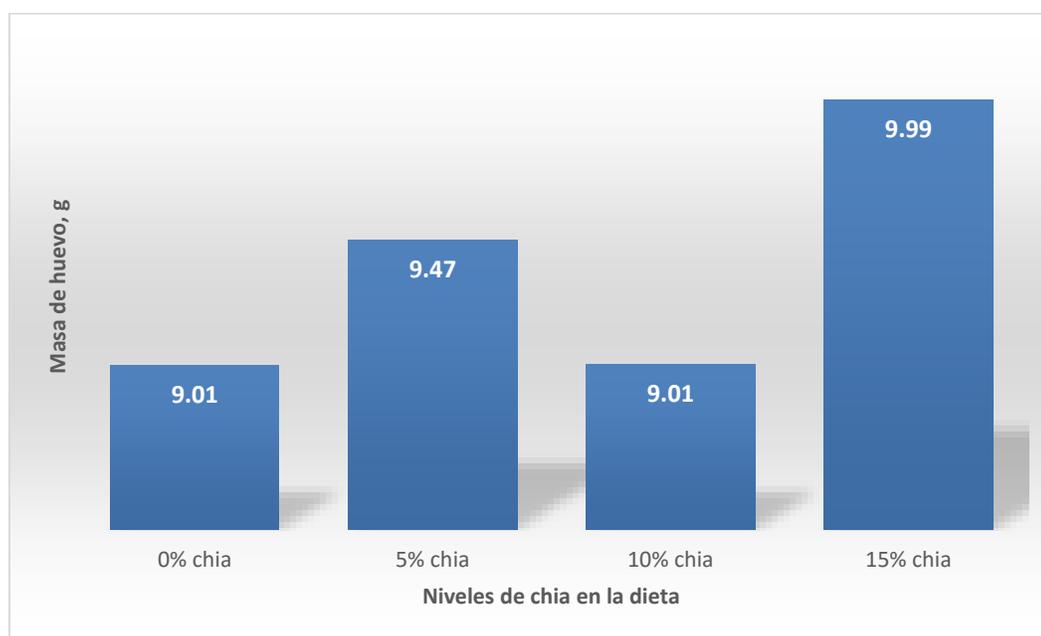
**Cuadro 3. Masa de huevo de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y según semana de producción.**

| SEMANA | 0%     | 5%     | 10%    | 15%     |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1      | 8.31   | 8.46   | 7.12   | 8.68    |
| 2      | 8.59   | 9.29   | 7.91   | 9.01    |
| 3      | 9.82ab | 11.48a | 9.28b  | 10.17ab |
| 4      | 10.53  | 10.07  | 10.74  | 10.54   |
| 5      | 10.25  | 10.38  | 9.87   | 10.55   |
| 6      | 9.72   | 10.18  | 9.01   | 10.19   |
| 7      | 9.75   | 10.35  | 9.12   | 10.41   |
| 8      | 10.94  | 8.93   | 9.38   | 11.47   |
| 9      | 6.89c  | 5.47c  | 10.59b | 12.20a  |
| 10     | 11.02  | 10.99  | 11.04  | 9.85    |
| 11     | 10.90  | 11.28  | 10.17  | 10.92   |
| 12     | 10.81a | 11.23a | 9.43b  | 10.65a  |
| 13     | 10.75  | 10.69  | 10.38  | 11.28   |
| 14     | 9.88   | 11.25  | 10.34  | 10.99   |
| 15     | 9.86b  | 11.81a | 10.27b | 9.16bc  |
| 16     | 9.51   | 10.62  | 7.67   | 10.01   |
| 17     | 6.85c  | 10.90a | 8.98b  | 10.98a  |
| 18     | 8.55b  | 7.68bc | 7.83bc | 11.11a  |
| 19     | 7.73   | 8.11   | 9.19   | 9.12    |
| 20     | 7.43bc | 7.63b  | 7.82b  | 10.62a  |
| 21     | 9.52bc | 10.58b | 10.62b | 11.32a  |
| 22     | 9.54   | 10.36  | 10.37  | 10.34   |

0%, 5%, 10%, 15%: Diferentes tratamientos según niveles de chía en la dieta  
<sup>abc</sup> Dentro de una misma fila, medias con distinta letra son diferentes estadísticamente

Durante las 22 semanas de evaluación se observaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) en la masa de huevo a favor de las codornices que consumieron chíá durante ocho semanas: 3°, 9°, 12°, 15°, 17°, 18°, 20° y 21°; en el promedio de todo el experimento se determinó mayor masa de huevo en las codornices con 15%, 5%, 10% y 0%, en ese orden descendente tal como se aprecia en el gráfico 2.

**Gráfico 2. Masa de huevo promedio de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y durante todo el experimento**



Los resultados del presente estudio en cuanto a masa de huevo coinciden con los encontrados por Salazar *et al.* (2009) quienes encontraron mayor peso del huevo producidos por codornices alimentadas con dietas conteniendo chíá. Sin embargo, otros investigadores como Atakisi *et al.* (2009) no lograron obtener mejor masa de huevo cuando suplementaron a las codornices con omega-3 durante tres semanas consecutivas

### 4.3. CONSUMO DE ALIMENTO

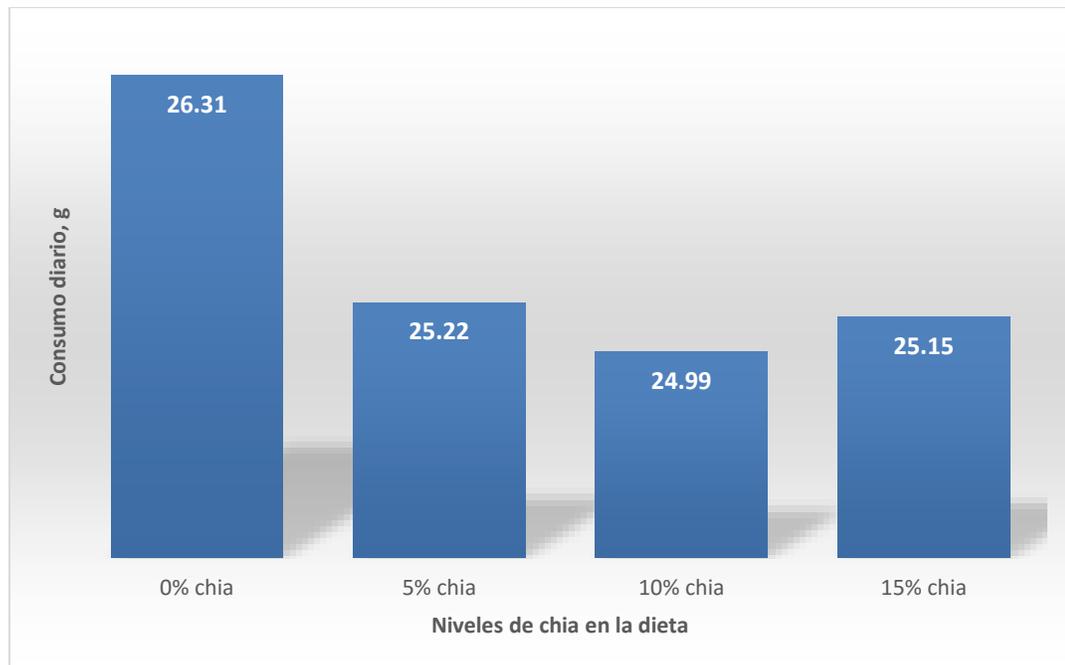
En el cuadro 4 y el gráfico 3 se indica el consumo de alimento de las codornices evaluadas según dieta alimenticia.

**Cuadro 4. Consumo de alimento de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y según semana de producción.**

| <b>SEMANA</b> | <b>0%</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> | <b>15%</b> |
|---------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1             | 26.19     | 26.19     | 26.19      | 26.19      |
| 2             | 28.57     | 27.62     | 27.38      | 27.62      |
| 3             | 30.95     | 27.14     | 27.14      | 27.14      |
| 4             | 30.95     | 27.14     | 27.14      | 27.14      |
| 5             | 31.90     | 26.67     | 27.14      | 27.14      |
| 6             | 31.90     | 27.14     | 27.14      | 27.62      |
| 7             | 30.24     | 29.40     | 27.74      | 28.57      |
| 8             | 29.29     | 27.26     | 28.57      | 27.98      |
| 9             | 27.62     | 26.43     | 26.19      | 26.19      |
| 10            | 23.81     | 24.17     | 23.33      | 23.93      |
| 11            | 24.76     | 25.48     | 24.52      | 25.12      |
| 12            | 25.24     | 24.05     | 24.17      | 24.29      |
| 13            | 26.67     | 26.55     | 24.52      | 24.76      |
| 14            | 25.71     | 25.24     | 24.52      | 25.12      |
| 15            | 26.19     | 26.67     | 26.90      | 27.02      |
| 16            | 26.31     | 26.19     | 26.19      | 26.19      |
| 17            | 27.14     | 26.31     | 26.07      | 26.19      |
| 18            | 25.24     | 25.71     | 24.76      | 25.24      |
| 19            | 25.48     | 25.48     | 25.71      | 25.71      |
| 20            | 26.67     | 25.71     | 25.71      | 25.71      |
| 21            | 28.10     | 28.57     | 28.57      | 28.57      |
| 22            | 24,48     | 24.95     | 24.95      | 24.95      |

**0%, 5%, 10%, 15%: Diferentes tratamientos según niveles de chía en la dieta**  
**<sup>abc</sup> Dentro de una misma fila, medias con distinta letra son diferentes estadísticamente**

**Gráfico 3. Consumo de alimento promedio de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y durante todo el experimento**



No se encontraron consumos diferentes ( $p \geq 0.05$ ) durante ninguna semana experimental; sin embargo en los promedios de todo el experimento (gráfico 3) se observan mayores consumos de las aves que no consumieron chía en su dieta, estas diferencias muy ligeras puede deberse al contenido lipídico de las dietas con chía respecto de las dietas control por cuanto la chía es un alimento con altos niveles de grasas, ácidos grasos y Omega-3 (Oomah y Kenaschuk, 1995).

#### 4.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el cuadro 5 y gráfico 4 se indica la conversión alimenticia de alimento de las codornices evaluadas según dieta alimenticia.

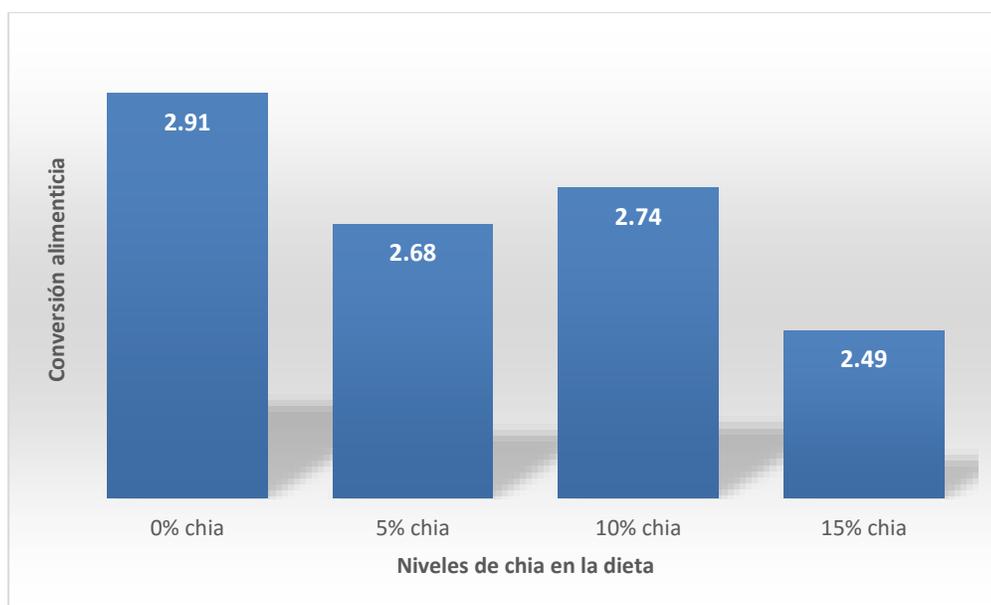
**Cuadro 5. Conversión alimenticia de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y según semana de producción.**

| SEMANA | 0%   | 5%   | 10%  | 15%  |
|--------|------|------|------|------|
| 1      | 3.16 | 3.15 | 3.71 | 3.05 |
| 2      | 3.35 | 2.99 | 3.35 | 3.08 |
| 3      | 3.17 | 2.38 | 2.95 | 2.68 |
| 4      | 2.94 | 2.70 | 2.59 | 2.58 |
| 5      | 3.12 | 2.58 | 2.76 | 2.57 |
| 6      | 3.28 | 2.67 | 3.05 | 2.67 |
| 7      | 3.10 | 2.95 | 3.06 | 2.75 |
| 8      | 2.68 | 3.43 | 3.05 | 2.45 |
| 9      | 4.04 | 5.04 | 2.48 | 2.15 |
| 10     | 2.16 | 2.20 | 2.13 | 2.43 |
| 11     | 2.27 | 2.28 | 2.44 | 2.30 |
| 12     | 2.34 | 2.16 | 2.59 | 2.28 |
| 13     | 2.49 | 2.49 | 2.38 | 2.20 |
| 14     | 2.62 | 2.26 | 2.39 | 2.29 |
| 15     | 2.69 | 2.26 | 2.63 | 3.02 |
| 16     | 2.77 | 2.47 | 3.92 | 2.66 |
| 17     | 4.94 | 2.43 | 2.96 | 2.41 |
| 18     | 3.12 | 3.40 | 3.21 | 2.27 |
| 19     | 3.39 | 3.21 | 2.81 | 2.83 |
| 20     | 3.73 | 3.41 | 3.45 | 3.60 |
| 21     | 2.96 | 2.71 | 2.69 | 2.52 |
| 22     | 2.57 | 2.43 | 2.41 | 2.42 |

**0%, 5%, 10%, 15%: Diferentes tratamientos según niveles de chía en la dieta**

**<sup>abc</sup> Dentro de una misma fila, medias con distinta letra son diferentes estadísticamente**

**Gráfico 4. Conversión alimenticia promedio de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y durante todo el experimento**



Las conversiones alimenticias encontradas en el presente experimento no muestran diferencia estadísticas ( $p > 0.05$ ) en ninguna semana evaluada, sin embargo en los promedios de todo el experimento se observa la tendencia a una mejor conversión alimenticia cuando las codornices se alimentaron con una dieta conteniendo chía e inclusive mucha mejor la conversión alimenticia con un mayor nivel de chía; esto posiblemente debido a que los ácidos grasos polinsaturados (AGPI) de la serie n-3 derivan del ácido linolénico presente en la chía, propiciando mayor flexibilidad a las membranas celulares, permitiendo el movimiento de proteínas en su superficie y dentro de la bicapa lipídica (Hentry *et al.*, 1990; Hoffman *et al.*, 1993) lo que podría producir mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes.

Los resultados de conversión alimenticia de nuestro estudio, sobre todo los que provienen de las aves alimentadas con chía son mejores a los reportados por

Avelino (2011) y Zavaleta (2011), quienes alimentaron codornices con dietas tradicionales sin la adición de alguna fuente especial de omega-3. En las dietas experimentales del presente estudio, en cuanto al perfil de ácidos grasos el ácido linoleico es el ácido graso más abundante en la dieta testigo (sin chía), continuándole las dietas que contienen chía en menores niveles, lo que hace que los derivados de la serie n-6 estén en una concentración relativamente mayor que los n-3 en la mayoría de los tejidos corporales. Sólo en casos de deficiencia grave de ácidos grasos esenciales se forman AGPI a partir del oleico, y por tanto la acumulación de su derivado poliinsaturado de cadena larga: eicosatrienoico (20:3 n-9) se considera un índice de deficiencia de ácidos grasos y de malnutrición (Smit et al., 2004), lo que habría podido general las diferencias en el indicador de eficiencia como lo es la conversión alimenticia.

#### 4.5. PESO CORPORAL DE LAS AVES

En el cuadro 6 se indica el peso corporal de las codornices evaluadas según dieta alimenticia, controlados cada treinta días de producción. No se observaron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos en ningún mes evaluado.

**Cuadro 6. Peso corporal de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y según mes de producción.**

| MES | 0%  | 5%  | 10% | 15% |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0   | 132 | 133 | 134 | 132 |
| 1   | 155 | 157 | 159 | 161 |
| 2   | 167 | 168 | 172 | 171 |
| 3   | 175 | 178 | 179 | 185 |
| 4   | 182 | 185 | 187 | 192 |
| 5   | 193 | 195 | 196 | 199 |

0%, 5%, 10%, 15%: Diferentes tratamientos según niveles de chía en la dieta  
<sup>abc</sup> Dentro de una misma fila, medias con distinta letra son diferentes estadísticamente

#### 4.6. MORTALIDAD

En el cuadro 7 se indica la mortalidad de las codornices evaluadas según dieta alimenticia y según semana.

**Cuadro 5. Número de codornices muertas y porcentaje de mortalidad producidas en el experimento según dieta alimenticia y según semana de producción.**

| SEMANA                            | 0%          | 5%          | 10%         | 15%         |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1                                 |             |             |             |             |
| 2                                 | 1           |             |             |             |
| 3                                 |             |             |             |             |
| 4                                 |             | 1           |             |             |
| 5                                 | 1           |             |             |             |
| 6                                 |             |             |             | 1           |
| 7                                 |             |             |             |             |
| 8                                 |             |             |             |             |
| 9                                 |             |             | 1           |             |
| 10                                |             |             |             |             |
| 11                                |             |             |             |             |
| 12                                |             | 1           |             |             |
| 13                                |             |             |             |             |
| 14                                |             |             |             | 1           |
| 15                                |             |             |             |             |
| 16                                | 1           |             | 1           |             |
| 17                                |             |             |             |             |
| 18                                |             |             |             |             |
| 19                                |             | 1           |             |             |
| 20                                | 1           |             |             |             |
| 21                                |             |             |             |             |
| 22                                |             |             |             |             |
| <b>Total aves muertas</b>         | <b>4</b>    | <b>3</b>    | <b>2</b>    | <b>2</b>    |
| <b>N° de aves vivas al inicio</b> | <b>60</b>   | <b>60</b>   | <b>60</b>   | <b>60</b>   |
| <b>% de mortalidad</b>            | <b>6.66</b> | <b>5.00</b> | <b>5.00</b> | <b>3.33</b> |

Se obtuvo menor mortalidad de las codornices en los tratamientos que incluyó semilla de chía en el alimento, lo que podría atribuirse estos resultados de alguna manera a los componentes de la semilla de chía, que le confieren propiedades con

potente actividad antioxidante y mayor cantidad de ácido alfa-linolénico, los que evitan en el organismo animal tumoraciones, afecciones cardiovasculares, inflamaciones y radicales libres (Weber et al., 1991).

#### 4.7. COSTOS, UTILIDAD Y RENTABILIDAD

En el cuadro 7 se indican los costos de alimentación, ingreso por venta de huevo, utilidad y rentabilidad parcial de la producción de huevos de codornices utilizando diferentes niveles de chía en la dieta.

**Cuadro 7. Costos de alimentación, ingreso por venta de huevo, utilidad y rentabilidad parcial de la producción de huevos de codornices, según diferentes niveles de chía en la dieta.**

| ITEMS                            | 0% chía      | 5% chía      | 10% chía     | 15% chía     |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Consumo de alimento/ave/día, g   | 26.31        | 25.22        | 24.99        | 25.15        |
| Costo por kg, S/.                | 1.63         | 1.94         | 2.27         | 2.44         |
| Costo de alimento/ave/día, S/.   | 0.043        | 0.049        | 0.057        | 0.061        |
| N° huevos por ave/día            | 0.841        | 0.841        | 0.799        | 0.891        |
| Precio huevo, S/.                | 0.100        | 0.100        | 0.100        | 0.100        |
| Ingreso venta huevo ave/día, S/. | 0.084        | 0.084        | 0.080        | 0.089        |
| Utilidad parcial, S/.            | 0.041        | 0.035        | 0.023        | 0.028        |
| Rentabilidad parcial, %          | <b>49.00</b> | <b>41.80</b> | <b>28.98</b> | <b>31.08</b> |

## CONCLUSIONES

- Los indicadores de postura, peso de huevo y eficiencia alimenticia se vieron influenciados positivamente por la inclusión de chía en la dieta de codornices en etapa de postura, siendo el mejor tratamiento el nivel de inclusión de 15% de chía.
- No hubo variaciones significativas en el peso corporal de la codorniz en postura por efecto de la inclusión de chía en la dieta de la codorniz.
- El costo de alimentación se incrementa a medida que los niveles de chía en la dieta son mayores, lo que repercute desfavorablemente en la rentabilidad parcial de la producción de huevos de codornices alimentadas con chía.

## RECOMENDACIONES

1. Determinar el contenido lipídico y perfil de ácidos grasos de la yema de huevo de codorniz obtenido a partir de una alimentación con diferentes niveles de semilla de chía.
2. Valorar el precio del huevo producido de acuerdo a su contenido de omega 3, lo cual podría generar una rentabilidad diferente en la producción de huevos de codorniz.

## BIBLIOGRAFÍA

Atakisi E, Atakisi O, Yaman H, Arslan I, 2009. Omega-3 fatty acid application reduces yolk and plasma cholesterol levels in Japanese quails. *Food and Chemical Toxicology* 47: 2590–2593.

Avelino, E. 2011. Evaluación del comportamiento productivo post pico de postura de dos lotes de codornices criadas a partir de 1 y 30 días de edad en el valle de Cajamarca. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Cajamarca. 76pp.

Ayerza R, Coates, C. 2000. Dietary Levels of Chia: Influence on Yolk Cholesterol, Lipid Content and Fatty Acid Composition for Two Strains of Hens. *Poultry Science* 79:724–739

Barroeta, AC. 2008. El huevo y sus componentes como alimento funcional Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona. 11 pp.

Brenna, JT. 2002. Efficiency of conversion of  $\alpha$ -linolenic acid to long chain  $\omega$ -3 fatty acids in man. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 5:127-132.

Bushway, AA, Belya PR, Bushway RJ. 1981. Chia seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein. *Journal of Food Science* 46:1349-1356.

Carrillo FL, Dalmau SJ, Román Martínez AJR, Solá AR, Pérez JF. 2011. Grasas de la dieta y salud cardiovascular. *R. Aten. Primaria*. 2011; 43(3):157.e1-157.e16.

Castillo-Badillo C, Vázquez-Valladolid, JL, González-Alcorta M, Morales-Barrera E, Castillo-Domínguez RM, Carrillo-Domínguez S. 2005. El aceite de atún como fuente de ácidos grasos  $\omega$ -3 en el huevo de gallina. *R. Grasas y Aceites*; Vol. 56. Fasc. 2, 153-159

Coates W, Ayerza R. 1998. Commercial production of Chia in Northwestern Argentina. *Journal of American Chemists Society* 75(10):1417-1420.

Elizalde, M. 2007. Incidencia del ingrediente alimenticio chíá en los niveles de colesterol y ácidos grasos esenciales omega 3 en huevos de codorniz. Tesis Ingeniero Agropecuario. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Emken EA, Adolf RO, Duval SM, Nelson GJ. 1999. Effect of dietary docosahexaenoic acid on desaturation and uptake *in vivo* of isotope-labeled oleic, linoleic, and linolenic acids by male subjects. *J. Lipids*; 34:785-791.

Hentry, HS, Mittleman M, McCrohan PR. 1990. Introducción de la Chíá y la goma de tragacanto en los Estados Unidos. pp. 252-256 in: J. Janick y J. E. Simon (eds.), *Avances en Cosechas Nuevas*. Prensa de la Madera, Portland, Ohio.

Hoffman DR, Birch EE, Birch DG, Uauy RD. 1993. Effects of supplementation with omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on retinal and development in premature infants. *Am. Journal Clin. Nutr.* 57(5):807S-812S.

Kowdley KV. 1998. Lipids and lipid-activated vitamins in chronic cholestatic diseases. *J. Clin Liver Dis*; 2:373-389.

Mesa-García MD, Aguilera-García CM, Gil-Hernández A. 2006. Importancia de los lípidos en el tratamiento nutricional de las patologías de base inflamatoria. *R. Nutr. Hosp.* vol.21, supl.2.

Oomah, BD, Kenaschuk, EO. 1995. Cultivars and agronomic aspects. Pp. 43-45 in *Flaxseed in Human Nutrition*, edited by S. C. Cunnane and L.U. Thompson. American Oil Chemists' Society Press, Champaign, USA.

Maynard LA, Loosli JK, Hintz HF, Warner RG. 1981. Nutrición Animal, Séptima edición Editorial Mc Graw - Hill, México.640 pp

Ren Y, Schulz H. 2003. Metabolic Functions of the Two Pathways of Oleate  $\beta$ -Oxidation Double Bond Metabolism During the  $\beta$ - Oxidation of Oleic Acid in Rat Heart Mitochondria. *J Biol Chem*; 278:111–111.

Salazar, M., Rosado, J., Chel, L., Betancur, D. y A. Castellanos. 2009. Composición en ácido graso alfa linolénica en huevo y carne de aves empleando chía en el alimento. *Rev. Interciencia*, mar. 2009, vol 34 N°3.

Smit EN, Muskiet FA, Boersma ER. 2004. The possible role of essential fatty acids in the pathophysiology of malnutrition: a review. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*; 71:241-250.

Spector AA. 1999. Essentiality of fatty acids. *J. Lipids*; 34:1-3.

Ting IP, Brown JH, Naqvi HH, Estilai A, Kummamoto J, Matsumura M. 1990. Pages 197- 202 in: H.H. Naqvi, A. Estilai, and I.P. Ting, eds. *New Industrial Crops and Products*. The University of Arizona and The Association for the Advancement of Industrial Crops.

Weber CW, Gentry HS, Kohlhepp EA, McCrohan PR. 1991. The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. *Ecology of Food and Nutrition* 26:119-125.

Zavaleta, E. 2011. Evaluación de un complejo enzimático comercial en codornices en etapa de postura. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Cajamarca. 62pp.

## APENDICES

### APENDICE 1. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 1

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 79.05 | 76.19 | 79.05 | 98.10 |
| 2          | 87.62 | 80.00 | 73.33 | 78.10 |
| 3          | 77.14 | 59.05 | 83.81 | 76.19 |
| 4          | 75.24 | 80.95 | 64.76 | 91.43 |

### APENDICE 2. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 1

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 349.38  | 116.46 | 1.49 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 938.10  | 78.17  |      |       |       |
| Total       | 15 | 1287.47 |        |      |       |       |

CV, % = 11.23

### APENDICE 3. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 2

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 72.12 | 82.69 | 88.46 | 94.23 |
| 2          | 90.38 | 83.65 | 83.65 | 85.58 |
| 3          | 87.50 | 72.12 | 88.46 | 81.73 |
| 4          | 79.81 | 86.54 | 74.04 | 95.19 |

### APENDICE 4. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 2

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 147.47 | 49.16 | 1.00 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 590.33 | 49.19 |      |       |       |
| Total       | 15 | 737.80 |       |      |       |       |

CV, % = 8.34

### APENDICE 5. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 3

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 75.73 | 75.73 | 82.52 | 92.23 |
| 2          | 92.23 | 92.23 | 87.38 | 82.52 |
| 3          | 92.23 | 92.23 | 93.20 | 94.17 |
| 4          | 89.32 | 89.32 | 71.84 | 92.23 |

### APENDICE 6. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 3

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 86.42  | 28.81 | 0.49 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 702.00 | 58.50 |      |       |       |
| Total       | 15 | 788.42 |       |      |       |       |

CV, % = 8.77

### APENDICE 7. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 4

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 88.12 | 81.19 | 45.63 | 95.15 |
| 2          | 87.13 | 82.18 | 67.96 | 84.47 |
| 3          | 92.08 | 85.15 | 64.08 | 96.12 |
| 4          | 90.10 | 93.07 | 53.40 | 96.12 |

### APENDICE 8. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 4

| FV          | GL | SC      | CM      | Fc      | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|---------|---------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 3085.80 | 1028.60 | 24.28** | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 508.43  | 42.37   |         |       |       |
| Total       | 15 | 3594.22 |         |         |       |       |

CV, % = 8.00

### APENDICE 9. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 5

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 84.85 | 81.19 | 79.41 | 94.17 |
| 2          | 86.87 | 87.13 | 81.37 | 90.29 |
| 3          | 85.86 | 83.17 | 93.14 | 92.23 |
| 4          | 95.96 | 93.07 | 92.16 | 94.17 |

### APENDICE 10. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 5

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 109.17 | 36.39 | 1.35 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 323.86 | 26.99 |      |       |       |
| Total       | 15 | 433.03 |       |      |       |       |

CV, % = 5.87

### APENDICE 11. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 6

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 84.85 | 82.00 | 87.25 | 90.29 |
| 2          | 89.90 | 89.00 | 95.10 | 82.52 |
| 3          | 84.85 | 84.00 | 88.24 | 96.12 |
| 4          | 85.86 | 94.00 | 74.51 | 96.12 |

### APENDICE 12. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 6

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 66.71  | 22.24 | 0.59 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 449.59 | 37.47 |      |       |       |
| Total       | 15 | 516.30 |       |      |       |       |

CV, % = 6.97

### APENDICE 13. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 7

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 86.87 | 77.00 | 78.43 | 96.04 |
| 2          | 87.88 | 96.00 | 96.08 | 87.13 |
| 3          | 88.89 | 87.00 | 87.25 | 94.06 |
| 4          | 82.83 | 95.00 | 87.25 | 96.04 |

### APENDICE 14. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 7

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 109.70 | 36.57 | 0.95 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 463.30 | 38.61 |      |       |       |
| Total       | 15 | 573.00 |       |      |       |       |

CV, % = 6.98

### APENDICE 15. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 8

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 82.47 | 39.80 | 90.00 | 96.97 |
| 2          | 86.60 | 88.78 | 96.00 | 84.85 |
| 3          | 88.66 | 92.86 | 89.00 | 96.97 |
| 4          | 95.88 | 94.90 | 87.00 | 96.97 |

### APENDICE 16. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 8

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 484.90  | 161.63 | 0.83 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 2326.78 | 193.90 |      |       |       |
| Total       | 15 | 2811.67 |        |      |       |       |

CV, % = 15.83

### APENDICE 17. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 9

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 76.29 | 57.14 | 90.00 | 96.97 |
| 2          | 89.69 | 91.84 | 97.00 | 87.88 |
| 3          | 91.75 | 93.88 | 90.00 | 97.98 |
| 4          | 97.94 | 95.92 | 85.00 | 96.97 |

### APENDICE 18. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 9

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 215.41  | 71.80  | 0.61 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 1410.24 | 117.52 |      |       |       |
| Total       | 15 | 1625.66 |        |      |       |       |

CV, % = 12.08

### APENDICE 19. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 10

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 97.89 | 84.69 | 94.90 | 95.88 |
| 2          | 93.68 | 95.92 | 97.96 | 91.75 |
| 3          | 98.95 | 95.92 | 87.76 | 96.91 |
| 4          | 93.68 | 95.92 | 78.57 | 96.91 |

### APENDICE 20. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 10

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 95.29  | 31.76 | 1.06 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 358.38 | 29.86 |      |       |       |
| Total       | 15 | 453.67 |       |      |       |       |

CV, % = 5.84

### APENDICE 21. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 11

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 96.77 | 76.84 | 92.86 | 97.89 |
| 2          | 94.62 | 98.95 | 98.98 | 94.74 |
| 3          | 97.85 | 93.68 | 79.59 | 97.89 |
| 4          | 93.55 | 98.95 | 77.55 | 98.95 |

### APENDICE 22. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 11

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 240.98 | 80.33 | 1.43 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 672.36 | 56.03 |      |       |       |
| Total       | 15 | 913.34 |       |      |       |       |

CV, % = 8.04

### APENDICE 23. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 12

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 97.85 | 82.11 | 91.84 | 98.95 |
| 2          | 97.85 | 97.89 | 96.94 | 91.58 |
| 3          | 95.70 | 98.95 | 82.65 | 98.95 |
| 4          | 92.47 | 97.89 | 76.53 | 97.89 |

### APENDICE 24. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 12

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 240.59 | 80.20 | 1.91 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 503.84 | 41.99 |      |       |       |
| Total       | 15 | 744.43 |       |      |       |       |

CV, % = 6.93

**APENDICE 25. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 13**

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 88.17 | 85.26 | 95.92 | 96.84 |
| 2          | 84.95 | 98.95 | 98.98 | 91.58 |
| 3          | 98.92 | 94.74 | 88.78 | 98.95 |
| 4          | 94.62 | 98.95 | 78.57 | 98.95 |

**APENDICE 26. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 13**

| FV           | GL        | SC            | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|--------------|-----------|---------------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento  | 3         | 89.18         | 29.73 | 0.68 | 3.49  | 5.95  |
| Error        | 12        | 526.53        | 43.88 |      |       |       |
| <b>Total</b> | <b>15</b> | <b>615.71</b> |       |      |       |       |

|                     |
|---------------------|
| <b>CV, % = 7.10</b> |
|---------------------|

**APENDICE 27. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 14**

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 78.49 | 84.21 | 94.90 | 97.89 |
| 2          | 87.10 | 98.95 | 98.98 | 88.42 |
| 3          | 91.40 | 86.32 | 87.76 | 97.89 |
| 4          | 96.77 | 98.95 | 78.57 | 96.84 |

**APENDICE 28. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 14**

| FV           | GL        | SC            | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|--------------|-----------|---------------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento  | 3         | 103.92        | 34.64 | 0.62 | 3.49  | 5.95  |
| Error        | 12        | 671.82        | 55.98 |      |       |       |
| <b>Total</b> | <b>15</b> | <b>775.74</b> |       |      |       |       |

|                     |
|---------------------|
| <b>CV, % = 8.18</b> |
|---------------------|

### APENDICE 29. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 15

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 74.19 | 90.53 | 90.82 | 82.11 |
| 2          | 93.55 | 97.89 | 97.96 | 84.21 |
| 3          | 97.85 | 97.89 | 85.71 | 86.32 |
| 4          | 98.92 | 98.95 | 83.67 | 60.00 |

### APENDICE 30. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 15

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 702.86  | 234.29 | 2.77 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 1014.07 | 84.51  |      |       |       |
| Total       | 15 | 1716.93 |        |      |       |       |

CV, % = 10.35

### APENDICE 31. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 16

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 75.27 | 91.58 | 80.61 | 97.89 |
| 2          | 82.80 | 97.89 | 90.82 | 95.79 |
| 3          | 84.95 | 97.89 | 35.71 | 98.95 |
| 4          | 80.65 | 98.95 | 81.63 | 75.79 |

### APENDICE 32. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 16

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 1457.79 | 485.93 | 2.55 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 2283.44 | 190.29 |      |       |       |
| Total       | 15 | 3741.22 |        |      |       |       |

CV, % = 16.14

### APENDICE 33. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 17

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 77.42 | 93.68 | 90.82 | 98.95 |
| 2          | 66.88 | 80.00 | 97.96 | 80.00 |
| 3          | 91.40 | 93.68 | 76.53 | 98.95 |
| 4          | 65.59 | 95.79 | 69.39 | 98.95 |

### APENDICE 34. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 17

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 839.12  | 279.71 | 2.46 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 1366.41 | 113.87 |      |       |       |
| Total       | 15 | 2205.54 |        |      |       |       |

CV, % = 12.41

### APENDICE 35. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 18

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 54.35 | 60.00 | 59.38 | 97.87 |
| 2          | 98.91 | 74.74 | 73.96 | 97.87 |
| 3          | 75.00 | 78.95 | 78.13 | 97.87 |
| 4          | 94.57 | 81.05 | 80.21 | 98.94 |

### APENDICE 36. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 18

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc    | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|-------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 1648.58 | 549.53 | 3.69* | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 1786.85 | 148.90 |       |       |       |
| Total       | 15 | 3435.44 |        |       |       |       |

CV, % = 15.00

### APENDICE 37. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 19

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 70.65 | 78.95 | 86.46 | 98.94 |
| 2          | 97.83 | 88.42 | 98.96 | 95.74 |
| 3          | 69.57 | 94.74 | 89.58 | 98.94 |
| 4          | 98.91 | 66.32 | 82.29 | 88.30 |

### APENDICE 38. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 19

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 425.56  | 141.85 | 1.15 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 1484.68 | 123.72 |      |       |       |
| Total       | 15 | 1910.25 |        |      |       |       |

CV, % = 12.67

### APENDICE 39. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 20

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 61.96 | 75.27 | 88.54 | 97.87 |
| 2          | 98.91 | 96.77 | 96.88 | 98.94 |
| 3          | 95.65 | 97.85 | 75.00 | 98.94 |
| 4          | 97.83 | 90.32 | 78.13 | 97.87 |

### APENDICE 40. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 20

| FV          | GL | SC      | CM     | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|---------|--------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 402.82  | 134.27 | 1.02 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 1577.12 | 131.43 |      |       |       |
| Total       | 15 | 1979.93 |        |      |       |       |

CV, % = 12.68

#### APENDICE 41. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 21

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 86.96 | 84.95 | 94.79 | 98.94 |
| 2          | 98.91 | 98.92 | 96.88 | 96.81 |
| 3          | 96.74 | 97.85 | 96.88 | 98.94 |
| 4          | 97.83 | 97.85 | 95.83 | 97.87 |

#### APENDICE 42. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 21

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 26.35  | 8.78  | 0.46 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 229.74 | 19.15 |      |       |       |
| Total       | 15 | 256.10 |       |      |       |       |

CV, % = 4.56

#### APENDICE 43. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 22

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 95.56 | 79.57 | 83.33 | 89.36 |
| 2          | 96.67 | 98.92 | 94.79 | 94.68 |
| 3          | 97.78 | 97.85 | 88.54 | 87.23 |
| 4          | 95.56 | 98.92 | 82.29 | 95.74 |

#### APENDICE 44. ANAVA PORCENTAJE DE POSTURA SEMANA 22

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 179.70 | 59.90 | 1.70 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 423.93 | 35.33 |      |       |       |
| Total       | 15 | 603.63 |       |      |       |       |

CV, % = 6.44

### APENDICE 45. MASA DE HUEVO SEMANA 1

| Repetición | 0%   | 5%   | 10%  | 15%  |
|------------|------|------|------|------|
| 1          | 8.24 | 8.71 | 7.48 | 9.91 |
| 2          | 9.13 | 9.15 | 6.94 | 7.89 |
| 3          | 8.04 | 6.75 | 7.93 | 7.70 |
| 4          | 7.84 | 9.25 | 6.13 | 9.23 |

### APENDICE 46. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 1

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 5.91  | 1.97 | 2.30 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 10.27 | 0.86 |      |       |       |
| Total       | 15 | 16.18 |      |      |       |       |

CV, % = 11.36

### APENDICE 47. MASA DE HUEVO SEMANA 2

| Repetición | 0%   | 5%   | 10%  | 15%  |
|------------|------|------|------|------|
| 1          | 7.51 | 9.45 | 8.37 | 9.52 |
| 2          | 9.42 | 9.56 | 7.91 | 8.64 |
| 3          | 9.12 | 8.24 | 8.37 | 8.25 |
| 4          | 8.32 | 9.89 | 7.00 | 9.61 |

### APENDICE 48. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 2

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 4.29  | 1.43 | 2.72 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 6.32  | 0.53 |      |       |       |
| Total       | 15 | 10.62 |      |      |       |       |

CV, % = 8.34

### APENDICE 49. MASA DE HUEVO SEMANA 3

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 8.51  | 9.95  | 9.15  | 10.39 |
| 2          | 10.37 | 12.12 | 9.68  | 9.30  |
| 3          | 10.37 | 12.12 | 10.33 | 10.61 |
| 4          | 10.04 | 11.73 | 7.96  | 10.39 |

### APENDICE 50. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 3

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc    | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|-------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 10.49 | 3.50 | 4.35* | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 9.65  | 0.80 |       |       |       |
| Total       | 15 | 20.14 |      |       |       |       |

CV, % = 8.80

### APENDICE 51. MASA DE HUEVO SEMANA 4

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 10.38 | 9.57  | 8.49  | 10.79 |
| 2          | 10.27 | 9.69  | 12.64 | 9.58  |
| 3          | 10.85 | 10.04 | 11.92 | 10.90 |
| 4          | 10.62 | 10.97 | 9.93  | 10.90 |

### APENDICE 52. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 4

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 0.97  | 0.32 | 0.29 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 13.38 | 1.11 |      |       |       |
| Total       | 15 | 14.35 |      |      |       |       |

CV, % = 10.08

### APENDICE 53. MASA DE HUEVO SEMANA 5

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 9.84  | 9.78  | 9.06  | 10.72 |
| 2          | 10.08 | 10.50 | 9.28  | 10.27 |
| 3          | 9.96  | 10.02 | 10.63 | 10.49 |
| 4          | 11.13 | 11.21 | 10.51 | 10.72 |

### APENDICE 54. ANAVA DE MASA DE HUEVO SEMANA 5

| FV          | GL | SC   | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 1.00 | 0.33 | 0.91 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 4.37 | 0.36 |      |       |       |
| Total       | 15 | 5.37 |      |      |       |       |

CV, % = 5.88

### APENDICE 55. MASA DE HUEVO SEMANA 6

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%  | 15%   |
|------------|-------|-------|------|-------|
| 1          | 9.55  | 9.57  | 9.12 | 10.08 |
| 2          | 10.12 | 10.38 | 9.94 | 9.21  |
| 3          | 9.55  | 9.80  | 9.22 | 10.73 |
| 4          | 9.67  | 10.97 | 7.79 | 10.73 |

### APENDICE 56. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 6

| FV          | GL | SC   | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 3.65 | 1.22 | 2.72 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 5.36 | 0.45 |      |       |       |
| Total       | 15 | 9.02 |      |      |       |       |

CV, % = 6.84

### APENDICE 57. MASA DE HUEVO SEMANA 7

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 9.78  | 8.98  | 8.20  | 10.72 |
| 2          | 9.89  | 11.20 | 10.04 | 9.72  |
| 3          | 10.01 | 10.15 | 9.12  | 10.50 |
| 4          | 9.32  | 11.08 | 9.12  | 10.72 |

### APENDICE 58. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 7

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 4.43  | 1.48 | 3.05 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 5.80  | 0.48 |      |       |       |
| Total       | 15 | 10.23 |      |      |       |       |

CV, % = 7.02

### APENDICE 59. MASA DE HUEVO SEMANA 8

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%  | 15%   |
|------------|-------|-------|------|-------|
| 1          | 10.21 | 4.49  | 9.33 | 11.84 |
| 2          | 10.72 | 10.02 | 9.95 | 10.36 |
| 3          | 10.98 | 10.49 | 9.22 | 11.84 |
| 4          | 11.87 | 10.72 | 9.02 | 11.84 |

### APENDICE 60. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 8

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 17.86 | 5.95 | 2.38 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 30.06 | 2.50 |      |       |       |
| Total       | 15 | 47.91 |      |      |       |       |

CV, % = 15.55

### APENDICE 61. MASA DE HUEVO SEMANA 9

| Repetición | 0%   | 5%   | 10%   | 15%   |
|------------|------|------|-------|-------|
| 1          | 5.91 | 3.69 | 10.53 | 12.46 |
| 2          | 6.95 | 5.93 | 11.35 | 11.29 |
| 3          | 7.11 | 6.06 | 10.53 | 12.59 |
| 4          | 7.59 | 6.19 | 9.95  | 12.46 |

### APENDICE 62. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 9

| FV          | GL | SC     | CM    | Fc      | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|--------|-------|---------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 118.10 | 39.37 | 60.07** | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 7.86   | 0.66  |         |       |       |
| Total       | 15 | 125.97 |       |         |       |       |

CV, % = 9.21

### APENDICE 63. MASA DE HUEVO SEMANA 10

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 11.23 | 10.00 | 11.67 | 9.91  |
| 2          | 10.75 | 11.32 | 12.05 | 9.48  |
| 3          | 11.35 | 11.32 | 10.79 | 10.01 |
| 4          | 10.75 | 11.32 | 9.66  | 10.01 |

### APENDICE 64. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 10

| FV          | GL | SC   | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 4.07 | 1.36 | 3.14 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 5.18 | 0.43 |      |       |       |
| Total       | 15 | 9.25 |      |      |       |       |

CV, % = 6.13

### APENDICE 65. MASA DE HUEVO SEMANA 11

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 11.02 | 9.41  | 10.82 | 10.98 |
| 2          | 10.78 | 12.12 | 11.54 | 10.62 |
| 3          | 11.14 | 11.48 | 9.28  | 10.98 |
| 4          | 10.65 | 12.12 | 9.04  | 11.10 |

### APENDICE 66. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 11

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 2.62  | 0.87 | 1.09 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 9.58  | 0.80 |      |       |       |
| Total       | 15 | 12.20 |      |      |       |       |

CV, % = 8.26

### APENDICE 67. MASA DE HUEVO SEMANA 12

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 11.02 | 9.79  | 9.95  | 10.88 |
| 2          | 11.02 | 11.67 | 10.51 | 10.07 |
| 3          | 10.78 | 11.80 | 8.96  | 10.88 |
| 4          | 10.41 | 11.67 | 8.30  | 10.77 |

### APENDICE 68. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 12

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc    | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|-------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 7.20  | 2.40 | 4.47* | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 6.44  | 0.54 |       |       |       |
| Total       | 15 | 13.63 |      |       |       |       |

CV, % = 6.95

### APENDICE 69. MASA DE HUEVO SEMANA 13

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 10.34 | 9.65  | 11.00 | 11.31 |
| 2          | 9.96  | 11.20 | 11.35 | 10.69 |
| 3          | 11.60 | 10.72 | 10.18 | 11.55 |
| 4          | 11.10 | 11.20 | 9.01  | 11.55 |

### APENDICE 70. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 13

| FV          | GL | SC   | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 1.65 | 0.55 | 0.95 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 6.97 | 0.58 |      |       |       |
| Total       | 15 | 8.62 |      |      |       |       |

CV, % = 7.07

### APENDICE 71. MASA DE HUEVO SEMANA 14

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 8.77  | 10.29 | 10.90 | 11.29 |
| 2          | 9.73  | 12.09 | 11.36 | 10.20 |
| 3          | 10.21 | 10.55 | 10.07 | 11.29 |
| 4          | 10.81 | 12.09 | 9.02  | 11.17 |

### APENDICE 72. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 14

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 4.68  | 1.56 | 2.06 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 9.07  | 0.76 |      |       |       |
| Total       | 15 | 13.75 |      |      |       |       |

CV, % = 8.19

### APENDICE 73. MASA DE HUEVO SEMANA 15

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 8.03  | 11.10 | 10.41 | 9.63  |
| 2          | 10.12 | 12.00 | 11.23 | 9.87  |
| 3          | 10.59 | 12.00 | 9.83  | 10.12 |
| 4          | 10.71 | 12.13 | 9.59  | 7.04  |

### APENDICE 74. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 15

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc    | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|-------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 15.03 | 5.01 | 4.58* | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 13.12 | 1.09 |       |       |       |
| Total       | 15 | 28.15 |      |       |       |       |

CV, % = 10.17

### APENDICE 75. MASA DE HUEVO SEMANA 16

| Repetición | 0%    | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 8.84  | 10.07 | 8.56  | 10.64 |
| 2          | 9.73  | 10.76 | 9.65  | 10.41 |
| 3          | 9.98  | 10.76 | 3.79  | 10.75 |
| 4          | 9.48  | 10.88 | 8.67  | 8.24  |
| TOTAL      | 38.03 | 42.47 | 30.68 | 40.04 |

### APENDICE 76. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 16

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 19.39 | 6.46 | 2.97 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 26.12 | 2.18 |      |       |       |
| Total       | 15 | 45.51 |      |      |       |       |

CV, % = 15.61

### APENDICE 77. MASA DE HUEVO SEMANA 17

| Repetición | 0%   | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|------|-------|-------|-------|
| 1          | 8.12 | 11.25 | 9.75  | 11.53 |
| 2          | 2.82 | 9.60  | 10.52 | 9.32  |
| 3          | 9.58 | 11.25 | 8.22  | 11.53 |
| 4          | 6.88 | 11.50 | 7.45  | 11.53 |

### APENDICE 78. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 17

| FV          | GL | SC    | CM    | Fc    | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 45.70 | 15.23 | 4.92* | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 37.14 | 3.09  |       |       |       |
| Total       | 15 | 82.83 |       |       |       |       |

CV, % = 18.66

### APENDICE 79. MASA DE HUEVO SEMANA 18

| Repetición | 0%    | 5%   | 10%  | 15%   |
|------------|-------|------|------|-------|
| 1          | 5.76  | 6.25 | 6.38 | 11.08 |
| 2          | 10.48 | 7.79 | 7.94 | 11.08 |
| 3          | 7.94  | 8.22 | 8.39 | 11.08 |
| 4          | 10.02 | 8.44 | 8.61 | 11.20 |

### APENDICE 80. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 18

| FV          | GL | SC    | CM    | Fc     | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|-------|--------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 30.48 | 10.16 | 6.09** | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 20.03 | 1.67  |        |       |       |
| Total       | 15 | 50.51 |       |        |       |       |

CV, % = 14.70

### APENDICE 81. MASA DE HUEVO SEMANA 19

| Repetición | 0%   | 5%   | 10%   | 15%  |
|------------|------|------|-------|------|
| 1          | 6.49 | 7.79 | 8.89  | 9.45 |
| 2          | 8.98 | 8.73 | 10.18 | 9.14 |
| 3          | 6.39 | 9.35 | 9.21  | 9.45 |
| 4          | 9.08 | 6.55 | 8.46  | 8.43 |

### APENDICE 82. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 19

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 6.35  | 2.12 | 1.88 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 13.49 | 1.12 |      |       |       |
| Total       | 15 | 19.85 |      |      |       |       |

CV, % = 12.42

### APENDICE 83. MASA DE HUEVO SEMANA 20

| Repetición | 0%   | 5%   | 10%  | 15%   |
|------------|------|------|------|-------|
| 1          | 5.20 | 6.38 | 8.18 | 10.56 |
| 2          | 8.30 | 8.20 | 8.95 | 10.68 |
| 3          | 8.02 | 8.29 | 6.93 | 10.68 |
| 4          | 8.20 | 7.65 | 7.22 | 10.56 |

### APENDICE 84. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 20

| FV          | GL | SC    | CM   | Fc     | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|-------|------|--------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 27.18 | 9.06 | 9.38** | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 11.60 | 0.97 |        |       |       |
| Total       | 15 | 38.78 |      |        |       |       |

CV, % = 11.74

### APENDICE 85. MASA DE HUEVO SEMANA 21

| Repetición | 0%   | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|------|-------|-------|-------|
| 1          | 8.71 | 9.47  | 10.48 | 11.41 |
| 2          | 9.90 | 11.03 | 10.71 | 11.17 |
| 3          | 9.68 | 10.91 | 10.71 | 11.41 |
| 4          | 9.79 | 10.91 | 10.60 | 11.29 |

### APENDICE 86. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 21

| FV          | GL | SC   | CM   | Fc      | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|------|------|---------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 6.61 | 2.20 | 10.02** | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 2.64 | 0.22 |         |       |       |
| Total       | 15 | 9.25 |      |         |       |       |

CV, % = 4.46

### APENDICE 87. MASA DE HUEVO SEMANA 22

| Repetición | 0%   | 5%    | 10%   | 15%   |
|------------|------|-------|-------|-------|
| 1          | 9.46 | 8.79  | 9.90  | 10.07 |
| 2          | 9.57 | 10.93 | 11.26 | 10.67 |
| 3          | 9.68 | 10.81 | 10.52 | 9.83  |
| 4          | 9.46 | 10.93 | 9.78  | 10.79 |

### APENDICE 88. ANAVA MASA DE HUEVO SEMANA 22

| FV          | GL | SC   | CM   | Fc   | F0.05 | F0.01 |
|-------------|----|------|------|------|-------|-------|
| Tratamiento | 3  | 1.98 | 0.66 | 1.47 | 3.49  | 5.95  |
| Error       | 12 | 5.38 | 0.45 |      |       |       |
| Total       | 15 | 7.36 |      |      |       |       |

CV, % = 6.59

**APENDICE 89. REGISTRO DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS SEGÚN  
TRATAMIENTOS**

| <b>TRATAMIENTO 0% CHIA</b>  |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
|-----------------------------|-----------------------------|--|--|--|--|--|-----------------------------|----------------------|--|
| <b>Fecha</b>                | <b>N° de huevos diarios</b> |  |  |  |  |  | <b>Total, huevos semana</b> | <b>N° aves vivas</b> |  |
|                             |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 1                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 2                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 3                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 4                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| <b>TRATAMIENTO 5% CHÍA</b>  |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| <b>Fecha</b>                | <b>N° de huevos diarios</b> |  |  |  |  |  | <b>Total, huevos semana</b> | <b>N° aves vivas</b> |  |
|                             |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 1                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 2                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 3                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 4                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| <b>TRATAMIENTO 10% CHÍA</b> |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| <b>Fecha</b>                | <b>N° de huevos diarios</b> |  |  |  |  |  | <b>Total, huevos semana</b> | <b>N° aves vivas</b> |  |
|                             |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 1                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 2                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 3                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 4                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| <b>TRATAMIENTO 15% CHÍA</b> |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| <b>Fecha</b>                | <b>N° de huevos diarios</b> |  |  |  |  |  | <b>Total, huevos semana</b> | <b>N° aves vivas</b> |  |
|                             |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 1                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 2                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 3                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |
| JAULA 4                     |                             |  |  |  |  |  |                             |                      |  |