



**Evaluación del efecto del suministro de diferentes dietas alimenticias sobre parámetros zootécnicos en gallinas ponedoras de huevo comercial mediante el suministro en el alimento concentrado para la obtención de huevos enriquecidos con ácidos grasos**

**Omega 3**

Coaboy Cevallos, Gretty Elizabeth

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo, Mgtr.

21 de agosto del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

**Certificación:**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Evaluación del efecto del suministro de diferentes dietas alimenticias sobre parámetros zootécnicos en gallinas ponedoras de huevo comercial mediante el suministro en el alimento concentrado para la obtención de huevos enriquecidos con ácidos grasos Omega 3**, fue realizado por la señora: **Coaboy Cevallos, Gretty Elizabeth**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 21 de agosto del 2023



MARIO LEONARDO  
ORTIZ MANZANO

**Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo, Mgtr.**

C. C. 0602065435

# Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos

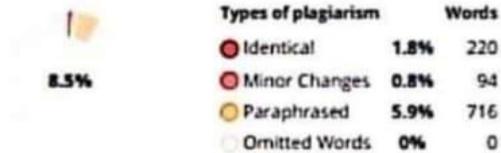


## OMEGA-3 Srta. Greta Coavoy.docx

### Scan details

Scan time: August 21th, 2023 at 22:48 UTC      Total Pages: 49      Total Words: 12097

### Plagiarism Detection



### AI Content Detection

N/A

Text coverage:  
 AI text  
 Human text

### Plagiarism Results: (37)

**Lsl2020** 1.4%

<https://www.slideshare.net/josegabrielrodriguez8/lsl2020>  
HomeExploreSubmit Search UploadLoginSignup Lsl2020 Report  
JOSEGABRIELRODRIGUEZ8Follow Oct. 19, 2021•0 likes•240 views Lsl2...

**T-IASA I-005503.pdf** 1.3%

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/21028/1/t-ia...>  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA CARRERA DE  
INGENIERÍA AGROPECUARIA TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA...

**Lb 2020** 1.2%

<https://www.slideshare.net/josegabrielrodriguez8/lb-2020>  
HomeExploreSubmit Search UploadLoginSignup Lb 2020 Report  
JOSEGABRIELRODRIGUEZ8Follow Oct. 19, 2021•0 likes•300 views Lb 2...



MARIO LEONARDO  
ORTIZ MANZANO

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo, Mgtr.

C. C. 0602065435



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura  
Carrera Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Yo, **Coaboy Cevallos, Gretty Elizabeth**, con cédula de ciudadanía No 1724069438, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Evaluación del efecto del suministro de diferentes dietas alimenticias sobre parámetros zootécnicos en gallinas ponedoras de huevo comercial mediante el suministro en el alimento concentrado para la obtención de huevos enriquecidos con ácidos grasos Omega 3**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 21 de agosto del 2023

**Coaboy Cevallos, Gretty Elizabeth**

C.C.: 1724069438



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera Agropecuaria**

**Autorización de Publicación:**

Yo, **Coaboy Cevallos, Gretty Elizabeth**, con cédula de ciudadanía No 1724069438 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Evaluación del efecto del suministro de diferentes dietas alimenticias sobre parámetros zootécnicos en gallinas ponedoras de huevo comercial mediante el suministro en el alimento concentrado para la obtención de huevos enriquecidos con ácidos grasos Omega 3** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 21 de agosto del 2023

**Coaboy Cevallos, Gretty Elizabeth**

C.C.: 1724069438

## **Dedicatoria**

A mi Señor y Redentor Jesucristo que, en su gracia y misericordia me ha permitido poder continuar y terminar mis estudios, guiándome en sabiduría por medio de su Santa Palabra, perdonando mis pecados y mi maldad, siendo mi luz y mi salvación en tiempos de aflicción.

A mi esposo Alejandro Espinoza, quien es mi cabeza, mi guía y mi apoyo, enseñándome a ser una mejor esposa y madre, y por darme fuerzas y ánimo en todo momento.

A mi hija Romina Espinoza, por ser el motor que fortalece mis días, por brindarme su alegría y amor cada momento y por enseñarme a continuar firme aun cuando el trabajo es agotador.

A mis padres René Coaboy y Gretty Cevallos, por su apoyo incondicional y su comprensión, porque a pesar de mi pecado me han perdonado y me han brindado a cada momento su ánimo y fuerzas.

A mis suegros Santiago Espinoza y Rosa Elena Olmedo, por toda su misericordia hacia mí y a mi hija, siendo su amor evidente cada día y también el apoyo que necesito a cada momento.

Al Ing. Mario Leonardo Ortiz, por guiarme e instruirme con cariño y paciencia para la elaboración de mi trabajo de Integración Curricular.

A mi amiga y compañera Diana Sarango, por el apoyo y trabajo en conjunto que hicimos al realizar este trabajo de investigación.

Y a mi familia, por todo el ánimo que siempre me brindaron.

Gretty Elizabeth Coaboy Cevallos

## **Agradecimientos**

A mi Señor y Redentor Jesucristo que, en su gracia y misericordia me ha otorgado nueva vida y salvación por su sangre y que ahora me ha permitido continuar y terminar mis estudios, guiándome en sabiduría por medio de su Santa palabra. A mi Dios Santo, Santo, Santo y Todopoderoso, sea siempre toda la Gloria y toda la Honra por todos los siglos, Amén.

### **Salmos 62:1-7**

#### **Dios, el único refugio.**

*En Dios solamente está acallada mi alma;*

*De él viene mi salvación.*

*Él solamente es mi roca y mi salvación;*

*Es mi refugio, no resbalaré mucho*

*¿Hasta cuándo maquinareis contra un hombre,*

*Tratando todos vosotros de aplastarle*

*Como pared desplomada y como cerca derribada?*

*Solamente consultan para arrojarle de su grandeza.*

*Aman la mentira;*

*Con su boca bendicen, pero maldicen en su corazón. Selah*

*Alma mía, en Dios solamente reposa,*

*Porque de él es mi esperanza.*

*Él solamente es mi roca y mi salvación.*

*Es mi refugio, no resbalaré.*

*En Dios está mi salvación y mi gloria;*

*En Dios está mi roca fuerte, y mi refugio.*

*Porque tú pagas a cada uno conforme a su obra.*

## Índice de Contenidos

Carátula .....	1
Certificación .....	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos .....	7
Índice de Contenidos .....	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	14
Resumen .....	16
Abstract.....	17
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>18</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
Antecedentes .....	18
Justificación.....	19
Objetivos .....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
Hipótesis .....	21
Hipótesis alternativa (H1).....	21
Hipótesis nula (H0) .....	21
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>22</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
La avicultura en el Ecuador .....	22

Descripción taxonómica .....	22
Gallina Lohmann Brown .....	23
Necesidades nutricionales.....	24
Energía .....	24
Proteína .....	25
Calcio.....	26
Fósforo .....	27
Vitaminas.....	27
Consumo de alimento.....	29
Conversión alimenticia .....	31
Ganancia de Peso.....	31
Porcentaje de Uniformidad .....	32
Mortalidad .....	33
Porcentaje de Producción.....	33
Fisiología Reproductiva .....	34
Ovario .....	34
Oviducto .....	34
Infundíbulo.....	35
Magno.....	35
Istmo.....	35
Útero.....	35
Vagina .....	35
Huevo enriquecido.....	36
Ácidos grasos.....	36
Materias primas con Omega 3.....	38
Semillas de Linaza.....	38

Semillas de Chía.....	39
Aceite de canola.....	41
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>42</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
Ubicación del lugar de investigación.....	42
Ubicación política.....	42
Ubicación Geográfica.....	42
Descripción agrometeorológica.....	43
Materiales.....	43
Materia prima.....	43
Materiales de Campo.....	43
Medición de variables .....	44
Métodos .....	44
Diseño experimental .....	44
Características de la unidad experimental.....	46
Selección de Gallinas .....	46
Implementación en campo .....	46
Formulación de dietas.....	47
Alimentación .....	49
Recolección de Datos.....	49
VARIABLES DE ESTUDIO.....	49
Peso .....	49
Ganancia de peso.....	49
Consumo de alimento .....	49
Porcentaje de uniformidad .....	50
Conversión alimenticia.....	50

Peso del Huevo.....	50
Porcentaje de producción .....	50
Mortalidad .....	51
Análisis de costos .....	51
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>52</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
Peso.....	52
Ganancia de peso .....	53
Consumo de alimento.....	55
Porcentaje de uniformidad.....	57
Conversión alimenticia .....	59
Porcentaje de producción .....	61
Peso del huevo.....	64
Mortalidad .....	67
Análisis de Costos.....	68
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	72
<b>Bibliografía .....</b>	<b>73</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Datos de producción de ponedoras Lohmann brown-classic. ....	23
<b>Tabla 2</b> Perfil ideal de aminoácidos para el período de postura de gallinas Lohmann brown-classic. ....	26
<b>Tabla 3</b> Aporte continuo de calcio fino y grueso para aves de postura Lohmann brown-classic .....	27
<b>Tabla 4</b> Requerimientos Nutricionales de Gallinas Ponedoras de huevos marrones (g/ave/día).....	28
<b>Tabla 5</b> Niveles recomendados para ponedoras Lohmann brown-classic para la fase 3 de producción.....	30
<b>Tabla 6</b> Porcentaje de producción semanal de Lohmann Brown en la tercera fase de producción.....	33
<b>Tabla 7</b> Caracterización del contenido de ácidos grasos de chía y linaza en comparación a algas marinas y al pez menhaden .....	40
<b>Tabla 8</b> Perfil de ácidos grasos del aceite de canola, aceite de chía y aceite de lino.....	41
<b>Tabla 9</b> Descripción ecológica del IASA .....	43
<b>Tabla 10</b> Esquema de implementación de tratamientos en el proyecto .....	45
<b>Tabla 11</b> Formulación de las dietas por tratamiento para gallinas ponedoras Lohmann Brown en tercera fase de producción.....	48
<b>Tabla 12</b> Promedios±desviación estándar del peso de las gallinas para cada tratamiento (dieta suministrada) durante las 6 semanas del experimento.....	52
<b>Tabla 13</b> Promedios±desviación estándar de la ganancia de peso (g/día) de las gallinas para cada tratamiento (dieta suministrada) durante las 6 semanas del experimento .....	53

<b>Tabla 14</b> <i>Promedios±desviación estándar del consumo de alimento (Kg/jaula/día) de las gallinas para cada tratamiento (dieta suministrada) durante las 6 semanas del experimento. ....</i>	55
<b>Tabla 15</b> <i>Promedios±desviación estándar del porcentaje de uniformidad en peso de las gallinas para cada dieta suministrada durante las 6 semanas del experimento.....</i>	57
<b>Tabla 16</b> <i>Promedios±desviación estándar de la conversión alimenticia de las gallinas para cada dieta suministrada durante las 6 semanas del experimento.....</i>	60
<b>Tabla 17</b> <i>Promedios±desviación estándar del porcentaje de producción de gallinas de la línea Lohmann Brown por cada dieta suministrada durante las 6 semanas de estudio. ....</i>	61
<b>Tabla 18</b> <i>Promedios±desviación estándar del peso de huevo producido por gallinas de la línea Lohmann Brown por cada dieta suministrada durante las 6 semanas de estudio. ....</i>	64
<b>Tabla 19</b> <i>Promedios ±desviación estándar del porcentaje de mortalidad en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown por cada dieta suministrada durante las 6 semanas de estudio.....</i>	67
<b>Tabla 20</b> <i>Análisis económico de los tratamientos evaluados al final del trabajo de investigación.....</i>	68

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Curva de peso durante el Desarrollo de ponedoras Lohmann brown-classic.....</i>	32
<b>Figura 2</b> <i>Fisiología Reproductiva de la gallina .....</i>	36
<b>Figura 3</b> <i>Ácidos grasos esenciales para el ser humano.....</i>	37
<b>Figura 4</b> <i>Planta de Lino .....</i>	39
<b>Figura 5</b> <i>Planta de Chía .....</i>	40
<b>Figura 6</b> <i>Ubicación geográfica IASA I, Hacienda “El Prado” .....</i>	42
<b>Figura 7</b> <i>Croquis experimental en campo del diseño experimental.....</i>	45
<b>Figura 8</b> <i>Trabajo de campo del proyecto .....</i>	46
<b>Figura 9</b> <i>Elaboración de los alimentos para cada tratamiento .....</i>	47
<b>Figura 10</b> <i>Toma y registro de datos.....</i>	51
<b>Figura 11</b> <i>Peso promedio de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas.....</i>	53
<b>Figura 12</b> <i>Ganancia de peso (g/día) de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas .....</i>	54
<b>Figura 13</b> <i>Consumo de alimento (Kg/día/jaula) de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas .....</i>	56
<b>Figura 14</b> <i>Porcentaje de uniformidad promedios en base al peso de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación .....</i>	58
<b>Figura 15</b> <i>Porcentaje de uniformidad de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación.....</i>	59
<b>Figura 16</b> <i>Conversión alimenticia de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las tres semanas de evaluación .....</i>	61

<b>Figura 17</b>	<i>Porcentaje promedio de producción de huevo en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación.....</i>	<i>62</i>
<b>Figura 18</b>	<i>Producción de huevo acumulado promedio en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación.....</i>	<i>64</i>
<b>Figura 19</b>	<i>Peso de huevo promedio de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación.....</i>	<i>65</i>
<b>Figura 20</b>	<i>Peso de huevo promedio semanal de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación .....</i>	<i>66</i>
<b>Figura 21</b>	<i>Porcentaje de mortalidad en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación.....</i>	<i>68</i>

## Resumen

Las gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown son aves de alta producción de huevo marrón, huevos que son de alto contenido nutricional. Los avicultores y zootecnistas han intentado darle un mejor aporte, buscando alternativas que ayuden a darle valor agregado, como el aumento de los ácidos grasos omega 3, por esta razón, este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del suministro de diferentes dietas alimenticias (T0: Dieta convencional, T1: Linaza al 5%, T2: chíá al 5% y T3: linaza 3% más aceite de canola al 2% de inclusión) sobre parámetros zootécnicos en gallinas ponedoras y realizar un análisis de costos del mejor tratamiento durante un período de 42 días. Se utilizaron 200 aves que fueron divididas de forma homogénea en cada tratamiento y confinadas en jaula suspendida, a las cuales se les proporcionó 120g/ave/día de alimento y agua ad libitum; se evaluó el peso (g), consumo de alimento (Kg), ganancia de peso (g), conversión alimenticia, porcentaje de uniformidad, producción de huevos y mortalidad. Se encontró diferencias significativas en las variables de peso de las aves ( $p=0,0002$ ), consumo de alimento ( $p=0,0239$ ) y %uniformidad ( $p=0,0001$ ), mientras que, para la ganancia de peso, conversión alimenticia, %producción, peso del huevo y mortalidad no se evidenciaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ). Además en el análisis económico se demostró que las tres dietas con inclusión de materias primas enriquecidas con omega 3, fueron pueden ser ejecutados debido a que su valor de costo/beneficio fue mayor a 1, aunque el T3 generó mayores ingresos que T0, T1 y T2.

**Palabras clave:** GALLINAS PONEDORAS, MATERIAS PRIMAS, OMEGA 3, PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS

## Abstract

Laying hens of the Lohmann Brown line are birds with high brown egg production, eggs that have high nutritional content. Poultry farmers and zootechnicians have tried to give it a better contribution, looking for alternatives that help give added value, such as increasing omega 3 fatty acids, for this reason, this study aimed to evaluate the effect of supplying different food diets (T0: Conventional diet, T1: 5% flaxseed, T2: 5% chia and T3: 3% flaxseed plus 2% canola oil inclusion) on zootechnical parameters in laying hens and perform a cost analysis of the best treatment during a period of 42 days. 200 birds were used, which were divided homogeneously in each treatment and confined in a suspended cage, to which 120g/bird/day of food and water were provided ad libitum; Weight (g), feed consumption (kg), weight gain (g), feed conversion, percentage of uniformity, egg production and mortality were evaluated. Significant differences were found in the variables of bird weight ( $p=0.0002$ ), feed consumption ( $p=0.0239$ ) and %uniformity ( $p=0.0001$ ), while, for weight gain, feed conversion, % production, egg weight and mortality, no significant differences were evident ( $p>0.05$ ). Furthermore, the economic analysis showed that the three diets that included raw materials enriched with omega 3 could be executed because their cost/benefit value was greater than 1, although T3 generated greater income than T0, T1 and T2.

**Keywords:** LAYING HENS, RAW MATERIALS, OMEGA 3, ZOOTECHNICAL PARAMETERS

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

Con el análisis de fósiles se ha visto que, el origen y domesticación de la gallina surgió hace ya unos 10 mil años en Asia; a causa de las migraciones humanas y el comercio a través de la historia ha generado que hubiera una amplia distribución de esta ave a nivel mundial, aunque diferentes estudios genéticos han propuesto que el proceso de domesticación fue dado por lo menos en tres regiones del sur y sur oeste de China (Alcalde, 2007).

Durante el siglo XVI en Europa, la alimentación era muy diversa y estaba remarcado en función del grupo social es por ello que, el consumo de huevo de gallina era exclusivo para la nobleza, debido a que este producto tenía alto costo, siendo considerado como un manjar que el pueblo consumía ocasionalmente. Por el contrario, en la casa del marqués de Villamanrique, tenían el privilegio de servirse dos huevos en cada comida (Vicens, 2018).

En América, comenzó el manejo de gallinas a partir de la venida de los españoles al continente, aunque la crianza de perros y guajolotes ya era conocida en las civilizaciones mesoamericanas, por lo que rápidamente lograron criar y producir esta ave, fueron adoptando conocimientos de técnicas europeas combinando así las técnicas prehispánicas y españolas de crianza (Camacho-Escobar *et al.*, 2011).

Con el tiempo, la industria agrícola llega al Ecuador, desde 1957 con la primera planta de incubación que producía huevos y pollitas; en la actualidad esta industria ha tenido gran auge debido al crecimiento poblacional, siendo un complejo proceso agroindustrial que incluye desde mejoramiento genético, elaboración de alimentos balanceados, crianza de pollos de engorde, gallinas de postura y producción de huevos que llegan a satisfacer la demanda nutricional de la población ecuatoriana (Castro, 2021).

El contenido nutricional que el huevo posee es de gran aporte para la alimentación humana, a pesar de esto los consumidores buscan alimentos de calidad, siendo motivados sobre la influencia de mantener una buena salud, por lo que el color de la yema, su cáscara, la densidad de albumen, peso, cantidad de bacterias y las condiciones de producción son componentes de evaluación relevantes para la aceptabilidad de huevo en el mercado (Castro, 2021).

### **Justificación**

La evolución genética de las gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown ha generado cambios significativos con el propósito de mejorar la producción de huevo, lo que a su vez hace que sus necesidades nutricionales sean más exigentes y así explotar su potencial genético al máximo (Torres, 2021), mejorando la calidad y cantidad de huevo y a su vez reduciendo el consumo de alimento, con altas tasas de conversión alimenticia y con baja mortalidad, con el objetivo de reducir los costos de producción que la industria avícola presenta (Roque, 2022).

La producción se mantiene hasta las 85 semanas de edad con un alimento adecuado, aunque con dietas de alto contenido nutricional que cubra de forma óptima los requerimientos del ave se logra extender este período hasta las 100 semanas de edad (Castro, 2021), y conforme a la edad del ave, su producción, tamaño y peso del huevo se incrementan, lo que las vuelve más sensibles y exigentes en su nutrición; la formulación de alimentos balanceados con materias primas de alta calidad logra que este incremento sea evidente sin afectar el manejo y sanidad de las aves debido a que se genera un gran esfuerzo fisiológico al aportar 7 g de lípidos, 7,7g de proteína, también 2 g de calcio y 40 g de agua por unidad casi a diario (De Cristofaro, 2017).

En el Ecuador con el pasar de los años se ha ido incrementando la producción de huevos siendo así que para el año 2019 muestra un incremento de consumo del 99% en relación al año 2014 (Castro, 2021), mostrándose un incremento en el consumo de huevo por

parte del consumidor, alrededor de 226 huevos anuales, valor superior a años pasados (Mena, 2018).

La obtención de materias primas y alimentos balanceados corresponde a un 70% de los costos de producción de huevos (Velásquez, 1999). El país se produce maíz, una de las materias primas más importantes para la dieta de aves, con un elevado valor nutricional, aportando con un cierto porcentaje de energía, proteína y grasa que el ave necesita para su mantenimiento y producción adecuada, a pesar de ello es necesario la implementación de otras materias primas que aporten nutrientes extras, ya que la composición de nutrientes en el huevo está determinada en gran manera por la dieta consumida por el ave (Camacho-Escobar *et al.*, 2011).

Con el objetivo de aportar mayor contenido nutricional al huevo, los avicultores y zootecnistas han considerado la idea de darle valor agregado a este producto, por lo que se plantea el enriquecimiento de la dieta de las aves de postura con la adición de materias primas que aporten más nutrientes como minerales, vitaminas y ácidos grasos omega 3 y así garantizar el aporte de estos nutrientes para la nutrición humana (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2019).

Las semillas de linaza (*Linum usitatissimum*) y chía (*Salvia hispanica*) son las principales materias primas con aporte altos contenidos de ácidos grasos poliinsaturados, destacando la presencia de los más esenciales como el ácido linoleico y linolénico, siendo precursor de DHA y EPA, atribuyendo beneficios a las aves y a la salud humana (Jiménez *et al.*, 2013a).

El aceite de canola proveniente de las semillas de colza (*Brassica napus*) es otro de los productos que aportan altas cantidades de ácidos grasos de beneficio nutricional, como son el ácido linoleico y linolénico, aunque dependiendo del método de extracción del aceite puede contener el ácido palmítico, ácido esteárico y ácido erúrico en diferentes proporciones (Pantoja y Maldonado, 2012).

El objetivo de la investigación es aportar con la formulación de nuevas propuestas de dietas con Linaza, chía y aceite de canola que aportan cantidades de omega 3 a las gallinas ponedoras ayudando a mejorar sus procesos fisiológicos y optimizando la producción de huevo sin causar daños hepáticos y sanitarios; desarrollando la producción de huevos enriquecidos que aporten nutrientes adecuados para mejorar la salud humana y prevenir enfermedades cardiacas en el Ecuador.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto del suministro de diferentes dietas alimenticias sobre parámetros zootécnicos en gallinas ponedoras de huevo comercial mediante el suministro en el alimento concentrado para la obtención de huevos enriquecidos con ácidos grasos Omega 3.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto del uso de diferentes dietas sobre parámetros productivos en gallinas productoras de huevo comercial
- Valorar económicamente el mejor tratamiento.

## **Hipótesis**

**Hipótesis alternativa (H1):** La adición de diferentes dietas alimenticias tienen efecto sobre los parámetros zootécnicos (consumo de alimento, peso, ganancia de peso, conversión alimenticia, porcentaje de uniformidad, producción de huevos y mortalidad) en gallinas productoras de huevo comercial.

**Hipótesis nula (H0):** La adición de diferentes dietas alimenticias no tienen efecto sobre los parámetros zootécnicos (consumo de alimento, peso, ganancia de peso, conversión alimenticia, porcentaje de uniformidad, producción de huevos y mortalidad) en gallinas productoras de huevo comercial.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### **La avicultura en el Ecuador**

La avicultura el país tiene gran importancia socioeconómica, el valor bruto de esta industria de 2000 millones de dólares representando el 2% del PIB nacional generando 220 mil trabajos directos y miles indirectos en el año 2022 (Espín, 2022).

La Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (Conave) realizó un análisis estadístico, determinando que existieron 14,43 millones de ponedoras a nivel nacional y una producción de 3 904 millones de huevos y un consumo per cápita de 226 huevos/persona en el año 2019 (Cruz *et al.*, 2020); lo que en el 2022 se percibió un aumento en la producción de carne de pollo, que estuvo en el orden de las 529 mil toneladas y en gallinas de postura con aproximadamente 14,5 millones de aves con una producción de 3 650 millones de huevos al año, enmarcando un gran crecimiento en comparación a otros países latinoamericanos ya que el consumo de pollo está en los 30kg/persona y 227 huevos/persona por año (Espín, 2022).

#### **Descripción taxonómica**

Herrera (2018) menciona que la gallina doméstica (*gallus domesticus*) pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

Filo:	Chordata
Clase:	Aves
Orden:	Galliformes
Familia:	Phasianidae
Género:	<i>Gallus</i>
Especie:	<i>G. gallus</i>
Nombre común:	Gallina doméstica

## Gallina Lohmann Brown

Las gallinas de la raza híbrida Lohmann Brown son las principales en la producción de huevos marrones de alta calidad, debido a que tienen altos porcentajes de postura y con huevos de gran peso y tamaño, su comportamiento es dócil, lo que permite que su manejo sea sencillo (Lohmann Brown, 2019).

Esta raza híbrida es resultado de la cruce de una hembra Leghorn blanca y un macho Warren rojo hace muchos años mediante presiones selectivas, convirtiéndose en una de las 7 mejores razas más utilizadas (Roque, 2022).

Esta línea genética tiene la capacidad de adaptarse a climas extremos, logran superar con éxito problemas sanitarios y además tienen alto rendimiento productivo comenzando a las 19 semanas de edad y termina a la semana 80 (Herrera, 2018). Las variables productivas para esta ave se describen en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Datos de producción de ponedoras Lohmann brown-classic*

	<b>Cumple el 50% producción 140-145 días</b>	
	Pico de Producción	94-95%
	<b>Por gallina confinada</b>	
	En 72 semanas de edad	320
	En 80 semanas de edad	360
	En 95 semanas de edad	430
	<b>Masa de Huevo</b>	
<b>Producción de huevos</b>	En 72 semanas de edad	20,44 kg
	En 80 semanas de edad	23,23 kg
	En 95 semanas de edad	28,02 kg
	<b>Peso promedio del Huevo</b>	
	En 72 semanas de edad	63,9 g
	En 80 semanas de edad	64,4 g
	En 95 semanas de edad	65,2 g

*Nota.* Recuperado la guía de manejo en sistemas de jaula de Lohmann brown-classic: (Lohmann Breeders, 2021)

## **Necesidades nutricionales**

Para que los mejores resultados en esta línea genética se vean evidentes en su potencial genético, es obligatorio el uso de alimento con una buena estructura y un apropiado valor nutritivo, la dieta debe adaptarse en todo momento a mantener su potencial productivo óptimo en todo momento debido a que las ponedoras tienen un acelerado metabolismo para transformar el alimento que consumen en huevos, por lo tanto, su demanda nutricional es elevada y en su pico de producción tendrán una transformación aproximada de un tercio del pienso administrado (Lohmann Breeders, 2021).

Castro (2021) menciona que los nutrientes que determinaran una buena producción y mejor calidad de huevo son la energía, proteína bruta (aminoácidos), calcio, fósforo y vitaminas, que se detallan en la tabla 4.

Los cambios que se realicen en la dieta deberían ser en relación a la demanda básica de nutrientes para la producción de masa del huevo que produce el lote, es decir; en tanto que la masa del huevo no disminuye no se deberá reducir ninguno de los nutrientes básicos y así evitar deficiencias que podrían perjudicar al lote (Lohmann Breeders, 2021).

## **Energía**

Uno de los nutrientes más importantes en la dieta para las aves de postura, lo que para la fase 1 la dieta debe tener 11,2 MJ (2,675 kcal) a 11.6 MJ (2,770 kcal) de energía metabolizable (Balseca, 2012) y para las fases 2 y 3 se encuentra en 11,4 MJ correspondiente a 2,725 kcal satisfaciendo de ese modo los requerimientos a una temperatura de 20°C y buena condición de emplume (Lohmann Breeders, 2021)

Rostagno *et al*, (2017) menciona que para calcular la energía metabolizable (EM) en la dieta para aves ponedoras de huevos blancos y marrones se expresa de la siguiente manera:

$$EM_{(kcal/ave/día)} = 113 P^{0,75} + 6,68 G + 2,4 \text{ Huevo}$$

Donde:

**P** = Peso corporal (Kg)

**G** = Ganancia de peso (g/ave/día)

**Huevo** = Masa de huevo (huevo/ave/día) = %postura /100 x peso huevo

Y la corrección por temperatura se expresa:

$$\text{Corrección por temperatura} = 2,6 P^{0,75} (TN - T)$$

Donde:

**T** = Temperatura media (°C)

**TN** = Temperatura termoneutral (°C) = 20 °C

Mediante la administración de las grasas en la dieta es la forma más frecuente de suministrar energía al ave, además esta materia prima ayuda a que se mejore la palatabilidad y se reduzca la polvosidad en el alimento (Balseca, 2012).

### **Proteína**

Dentro del 80-85% de las proteínas y aminoácidos son metabolizados directamente por el ave, por lo que una deficiencia de este nutriente en la dieta genera cambios drásticos en la producción de huevos (Balseca, 2012)

Son importantes debido a que son necesarias para la formación de tejidos y también tiene efecto sobre el peso y tamaño del huevo, es por ello que; actualmente en la formulación de dietas, se considera que los requerimientos de proteína bruta en gallinas cuando se encuentran en la tercera fase de postura deben estar alrededor de un 17% en el alimento (Castro, 2021).

Las necesidades de aminoácidos se podrían conseguir con el aumento de la proteína alimenticia en la ración, pero esto implicaría altos costos y menos eficiente visto desde el punto de vista nutricional por lo que se debe usar el mínimo de proteína y balancear los aminoácidos de acuerdo al concepto de proteína ideal (Scott, 1965), descrito en la tabla 3.

La metionina corresponde el primer aminoácido limitante, luego la lisina y la treonina que contribuyen considerablemente a los parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas ponedoras (Rivera y Fuentes, 2022).

## Tabla 2

*Perfil ideal de aminoácidos para el período de postura de gallinas Lohmann brown-classic*

Aminoácido	Postura
Lisina	100
Metionina	50
Met + Cis	90
Treonina	70
Triptófano	22
Isoleucina	80
Valina	88
Arginina	104

*Nota.* Recuperado la guía de manejo en sistemas de jaula de Lohmann brown-classic:(Lohmann Breeders, 2021)

## Calcio

Es uno de los suplementos más importantes porque es indispensable para la formación de la cáscara, que requiere de entre 24 a 27 horas de asimilación y dentro de este tiempo poder formar la cáscara que tarda entre 20 a 22 horas dependiendo de su estado fisiológico, por ende su coeficiente de digestibilidad podría ser mayor al 70% mientras la gallina se encuentre en producción constante de huevos y cuando no, este coeficiente puede reducirse alrededor del 30-35% (Balseca, 2012).

La inclusión de calcio en la dieta es importante, alrededor del 2,5%- 3,0% en etapas de prepostura beneficia a una mejor deposición de este elemento a nivel medular de modo que reduce la descalcificación de huesos en las etapas posteriores de producción (Mateo *et al.*, 2006). Este suplemento puede ser suministrado conforme a las necesidades del ave y el tiempo de absorción a nivel de buche por lo que se debe hacer un aporte conforme al tamaño de partícula y a la fase de producción detallado en la tabla 3, esta tabla muestra el porcentaje

de inclusión de calcio fino y grueso en la dieta de gallinas ponedoras conforme a la fase de producción en la que se encuentra (Lohmann Breeders, 2021).

### Tabla 3

*Aporte continuo de calcio fino y grueso para aves de postura Lohmann brown-classic*

<b>Alimento</b>	<b>Calcio fino 0-0,5 mm</b>	<b>Calcio grueso 1,5-3,5 mm</b>
Primera fase	30%	70%
Segunda fase	25%	75%
Tercera fase	15%	85%

*Nota.* Recuperado la guía de manejo en sistemas de jaula de Lohmann brown-classic: (Lohmann Breeders, 2021)

### Fósforo

Este nutriente está estrechamente relacionado con el metabolismo del calcio en la formación de cáscara, una falta de este elemento genera problemas en la solidez del esqueleto o también llamado el síndrome de fatiga de jaula produciendo bajadas en la producción y mayor mortalidad en el lote (Balseca, 2012). La calidad de huevo se ve afectada por falta de fósforo causando malas formaciones en el cascaron como quemaduras o porosidad lo que genera cambios en la uniformidad del color de la cáscara (Castro, 2021).

### Vitaminas

Las vitaminas son importantes y necesarias para las aves debido a que son coadyuvantes en sus procesos fisiológicos, por lo que un importante aporte de vitaminas ayudará a la absorción de nutrientes. En gallinas ponedoras la vitamina D aunque animales emplumados su absorción es deficiente en contacto con el sol, por lo que debe ser incluido en la dieta, en especial la vitamina D3 necesaria para la absorción de calcio durante la formación de la cáscara (Castro, 2021).

**Tabla 4***Requerimientos Nutricionales de Gallinas Ponedoras de huevos marrones (g/ave/día)*

Nutriente	Ponedoras de Huevos Marrones					
Proteína bruta	17,0					
Calcio	4,20					
Fósforo Disponible	0,300					
Fósforo Digestible	0,270					
Potasio	0,590					
Sodio	0,230					
Cloro	0,210					
Ácido Linoleico	1,210					
Peso Corporal, kg.	1,600		1,800		1,900	
Ganancia, g/día	2,0		1,0		0,0	
Masa de Huevo, g/día	57,0		52,0		48,0	
<b>Aminoácido</b>	<b>Dig.</b>	<b>Total</b>	<b>Dig.</b>	<b>Total</b>	<b>Dig.</b>	<b>Total</b>
Lisina	0,846	0,951	0,774	0,870	0,708	0,796
Metionina	0,423	0,466	0,387	0,426	0,354	0,390
Metionina + Cistina	0,770	0,856	0,704	0,783	0,644	0,716
Treonina	0,643	0,751	0,588	0,687	0,538	0,629
Triptófano	0,195	0,219	0,178	0,200	0,163	0,183
Arginina	0,846	0,913	0,774	0,835	0,708	0,764
Glicina + Serina	0,651	0,761	0,569	0,696	0,545	0,637
Valina	0,804	0,903	0,735	0,826	0,673	0,756
Isoleucina	0,643	0,723	0,588	0,661	0,538	0,605
Leucina	1,032	1,132	0,944	1,035	0,864	0,947
Histidina	0,245	0,266	0,224	0,244	0,205	0,223
Fenilalanina	0,550	0,599	0,503	0,544	0,460	0,501
Fenilalanina + Tirosina	0,998	1,093	0,913	1,000	0,835	0,915

*Nota.* La tabla muestra los requerimientos nutricionales de las gallinas ponedoras de huevo marrón. Recuperado de las Tablas Brasileñas para aves y cerdos: (Rostagno *et al.*, 2017)

## **Consumo de alimento**

El consumo del alimento en gran medida está relacionado por el apetito del animal y este, está controlado por mecanismos fisiológicos que llevan a iniciar y finalizar el consumo en un momento dado; esta actividad es controlado por el hipotálamo conforme a la necesidades nutricionales y fisiológicas que necesite (Quishpe, 2006). En condiciones adecuadas se espera que las gallinas de la línea Lohmann Brown tengan un consumo de 110-120g de alimento al día detallados en la tabla 5, Lohmann Breeders (2021) menciona en su guía de manejo que este consumo puede ser afectado por:

- Peso corporal
- Índice de puesta
- Temperatura de alojamiento
- Condición de plumaje
- Textura de alimento
- Nivel de energía
- Desbalances
- Estructura del alimento

En las aves, el consumo también está determinado por la forma del alimento, las gallinas poseen mecanos receptores que reconocen por medios visuales el alimento, es decir, que éstas se acostumbran a la forma particular de presentación del alimento (Quishpe, 2006).

En condiciones ambientales, las bajas temperaturas van a determinar un mayor consumo de alimento para compensar las pérdidas energéticas de igual modo en por el manejo, que por condiciones deficientes las aves demandan mayores nutrientes porque incrementan sus requerimientos de mantenimiento energético (Lohmann Breeders, 2021).

El peso del huevo se incrementará al estimular el consumo de alimento o por el contrario al reducir su consumo, si se busca tener un mayor peso corporal por ende habrá un

aumento en el peso del huevo a lo largo período de producción (Lohmann Breeders, 2021), pero este peso disminuye significativamente por estrés calórico que sufren las aves, ya que las condiciones climáticas influyen y regulan los procesos metabólicos, presentando reducción del consumo en 1,5% (1-1,5 gramos/día) por cada grado de temperatura entre los 10°C y 35°C (Mateo *et al.*, 2006).

**Tabla 5**

*Niveles recomendados para ponedoras Lohmann brown-classic para la fase 3 de producción*

Nutriente	Requerimientos g/ave/día	Consumo diario de alimento				
		105 g	110 g	115 g	120 g	
Proteína	%	17,00	16,20	15,50	14,80	14,90
Calcio	%	4,5	4,29	4,09	3,91	3,75
Fósforo	%	0,55	0,52	0,50	0,47	0,46
Fósforo disp.	%	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32
Sodio	%	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15
Cloro	%	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15
Lisina	%	0,91	0,86	0,82	0,79	0,76
Lisina dig.	%	0,77	0,73	0,70	0,67	0,64
Metionina	%	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38
Metionina dig.	%	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32
Met/Cistina	%	0,82	0,78	0,74	0,71	0,68
M/C dig.	%	0,69	0,66	0,63	0,60	0,58
Arginina	%	0,94	0,90	0,86	0,82	0,78
Arginina dig.	%	0,80	0,76	0,73	0,70	0,67
Valina	%	0,79	0,76	0,72	0,69	0,66
Valina dig.	%	0,67	0,64	0,61	0,59	0,56
Triptófano	%	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17
Treonina	%	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
Treonina dig.	%	0,54	0,51	0,49	0,47	0,45
Isoleucina	%	0,73	0,69	0,66	0,63	0,60
Isoleucina dig.	%	0,62	0,59	0,56	0,54	0,51
Ácido linoleico	%	1,30	1,24	1,18	1,13	1,08

*Nota.* La tabla muestra los gramos de cada nutriente por cada kg de alimento para diferentes consumos diarios. Recuperado del manual en manejo en sistemas de jaulas de Lohmann brown-classic: (Lohmann Breeders, 2021)

## **Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia es una medida de evaluación de productividad en gallinas de postura, ésta es la relación entre el alimento que el animal consume con los kg de huevos que ésta produce, si este parámetro es bajo se entiende que la eficiencia de la gallina es mejor en convertir el alimento en huevos; este parámetro tiene gran importancia económica para el productor, debido a que la elaboración de alimentos y la obtención de materias primas, conlleva a altos costos de producción (Juárez-Caratachea *et al.*, 2010).

La línea Lohmann brown-classic, registra una conversión alimenticia de 2,0-2,2 kg/kg de huevo, consumiendo de 2 a 2,2 kg de alimento, para poder producir un kg de huevo (Lohmann Breeders, 2021).

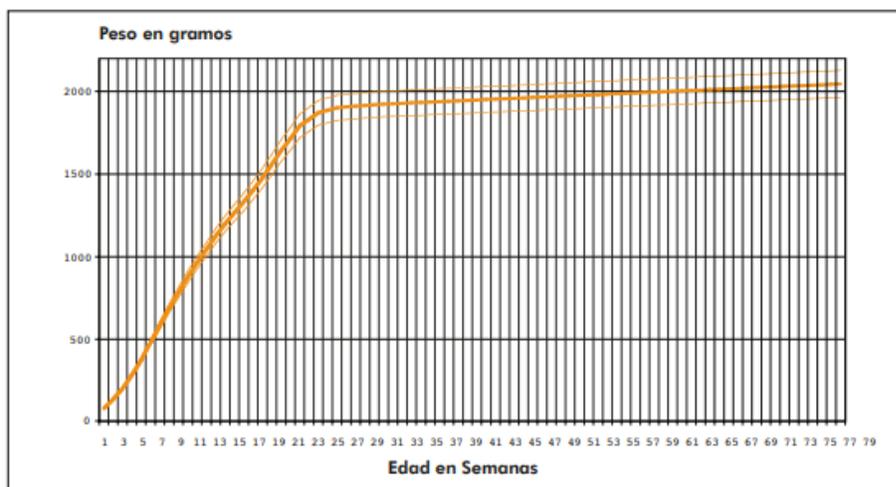
## **Ganancia de Peso**

Si bien es cierto que la ganancia de peso está determinada por el consumo adecuado del alimento, este parámetro puede decaer por condiciones deplorables, alta concentración de amoníaco, humedad, temperatura, y luminosidad, aunque también puede deberse a desordenes causados por enfermedades respiratorias, reduciendo el apetito y la producción de huevos de calidad (Sánchez *et al.*, 2003).

La ganancia de peso en gallinas ponedoras es un factor secundario, pero es un indicador de cómo las aves pueden soportar un ritmo adecuado o intenso de postura, y a la vez ganar peso (Acosta *et al.*, 2009). En la figura 1 se presenta la línea de ganancia de peso en aves de postura, con un peso de 1,42 kg al inicio de la postura (17 semanas), y al final de la producción debe encontrarse en los 2,06 kg (Lohmann Breeders, 2021).

## Figura 1

*Curva de peso durante el Desarrollo de ponedoras Lohmann brown-classic*



*Nota.* Recuperado la guía de manejo en sistemas de jaula de Lohmann brown-classic: (Lohmann Breeders, 2021).

## Porcentaje de Uniformidad

La uniformidad en peso de las gallinas de postura es un parámetro sumamente importante, así como el de poder alcanzar el peso corporal promedio en la semana; este porcentaje se denomina óptimo cuando se encuentra en el orden del 85% (Sosa, 2023), esta variable ayuda a que se pueda conocer el coeficiente de variación del peso corporal, siendo un 70% la uniformidad promedio y un 60% la mala uniformidad en el lote (Itza-Ortiz, 2020).

Existen dos formas de calcular la uniformidad en el lote de estudio: la primera de forma exacta, mediante el cálculo del coeficiente de variación; mientras menor sea el valor de este coeficiente, indica mayor uniformidad, y la segunda se estima de forma empírica, al sacar el  $\pm 10\%$  del peso promedio, y ver qué porcentaje de aves se encuentra en este rango de pesos (Itza-Ortiz, 2020).

## Mortalidad

La mortalidad en las aves es un parámetro de suma importancia, ya que tiene impacto sobre la producción causando bajas económicas. Los factores que pueden incrementar la mortalidad en el lote pueden ser por causas infecciosas que son las más frecuentes debido a la morbilidad que pueden tener las enfermedades dentro del galpón; aunque también se describen otros factores por causas no infecciosas y son determinados mayormente por el manejo del avicultor (Mateo *et al.*, 2006).

Para evitar la mortalidad, se debe realizar un control diario del estado de salud de las aves, temperatura ambiental dentro del galpón, ventilación, iluminación, consumo de agua y alimento; esto ayudará a que exista una mayor viabilidad en el lote, que para la línea Lohmann brown en condiciones adecuadas no debe ser menor al 93 y 95% al final de la producción (Lohmann Breeders, 2021).

## Porcentaje de Producción

El porcentaje de producción es un parámetro que indica la proporción de gallinas que se encuentran en producción, éste permitirá comparar la realidad de producción con el objetivo, tener conocimiento del número de aves que se encuentran en producción y también aquellas que se encuentran fuera de postura (Itza-Ortiz, 2020). Las Gallinas Lohmann Brown tienen gran capacidad de adaptación y alta capacidad productiva en todas sus fases de producción (Lijeron, 2015).

### Tabla 6

*Porcentaje de producción semanal de Lohmann Brown en la tercera fase de producción*

<b>Semana</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>
%Postura	70,9	70,1	69,2	68,3	67,4	66,5	65,6	64,7	63,8	62,9	62,0	61,1

*Nota.* Adaptado de producción semana de la línea Lohmann Brown. Recuperado de (Lijeron, 2015).

## **Fisiología Reproductiva**

Es importante considerar que, para la producción de huevos las gallinas deben cumplir su madurez sexual, que se encuentra entre las 15 a 20 semanas de edad o cuando han alcanzado el 10% de postura (Rafart *et al.*, 2006), este es un proceso de alta complejidad que está estrechamente relacionado con la fisiología reproductiva de la gallina que consta de ovulación, ovoposición e incubación, y su aparato reproductor tiene 2 partes muy bien diferenciadas que son: ovario y oviducto, como se muestran en la figura 2 (Martín, 2019).

Al nacimiento, la pollita presenta el ovario izquierdo pequeño, pero ya presenta folículos que van desarrollándose lentamente; este desarrollo se acelera a las 3 semanas previas al inicio de la postura del primer huevo, debido a que sufre un crecimiento a nivel morfológico y funcional (Martín, 2019).

### **Ovario**

Se caracteriza por tener forma de racimo, ya que presenta alrededor de 4000 óvulos microscópicos, de los cuales pocos se desarrollan (Martín, 2019). Del alimento ingerido el ave toma los nutrientes suficientes para poder producir la yema y poder libelarla cuando tenga el tamaño adecuado; cuando se libera se rompe el folículo por el estigma que es una línea libre de vasos sanguíneos y cae al infundíbulo (Montoya, 2021).

### **Oviducto**

El oviducto es un órgano de estructura tubular que comprende desde el ovario y desemboca en la cloaca, éste está sujeto por los ligamentos dorsal y ventral (Martín, 2019). En la gallina el oviducto izquierdo es completamente funcional, mientras que el derecho se encuentra atrofiado, también tiene diferentes partes que cumplen funciones en cada etapa de la formación del huevo.

Montoya (2021) menciona que las partes del oviducto son: el infundíbulo, magno, istmo, útero y vagina (figura 2).

## **Infundíbulo**

Es la entrada del oviducto que tiene forma de embudo invertido, con pliegues finos (Martín, 2019), éste recibe el óvulo maduro (yema) tras la ovulación; en esta sección se da la fertilización en un período de 15 minutos y luego se moverá hacia el mágnium (Montoya, 2021).

## **Magno**

Su estructura interna tiene forma de espiral siendo el segmento de mayor longitud, está formada por células y glándulas que irán formando el albumen (Montoya, 2021) en un período de 3 horas y media (Martín, 2019).

## **Istmo**

Es el segmento de menor diámetro, con pliegues menos diferenciados; en esta sección se empezará a formar la capa proteica que conformarán las dos membranas testáceas (Martín, 2019) fuertemente adheridas, con excepción en la parte que será la cámara de aire de huevo (Montoya, 2021).

## **Útero**

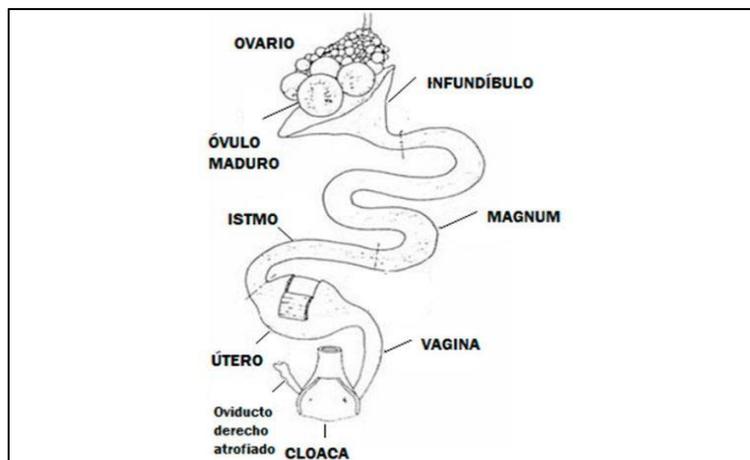
El útero es de gran diámetro y su estructura muscular es espesa, presenta pliegues con glándulas que irán agregando el calcio para la formación de la cáscara en un período de 20 horas (Martín, 2019); aquí existen altas concentraciones de carbonato de calcio y cristales de calcina que se van expandiendo por la membrana exterior muy firme y sólida, y también se formará la cutícula, barrera que va a proteger al huevo (Montoya, 2021).

## **Vagina**

Es el segmento de forma sigmoidea, que va desde el útero hasta la cloaca y no presenta glándulas en su pared interna; su función está enfocada en realizar movimientos de expulsión de huevo (Montoya, 2021).

## Figura 2

### *Fisiología Reproductiva de la gallina*



*Nota.* Recuperado de la revista de información veterinaria, medicina y zootecnia: (Martín, 2019)

### **Huevo enriquecido**

El huevo es uno de los principales alimentos a ser mejorado y su composición nutricional puede variar debido a diferentes factores como: la alimentación, genética y edad de las gallinas, que con aporte de materias primas cambien a nivel nutricional las dietas y puedan generar cambios como lípidos, vitaminas liposolubles y ciertos minerales, permitiendo la producción de huevos enriquecidos con componentes que son de interés nutricional para el consumidor (Cardaci, 2018).

Estas modificaciones que cambian el valor nutritivo de este producto, actualmente se han enfocado en la inclusión de ácidos grasos Omega-3 (n-3) y Omega-6 (n-6) no saturados, denominados ácidos grasos polinsaturados (PUFAs), la mayoría provenientes de plantas y pescados grasos (Cardaci, 2018).

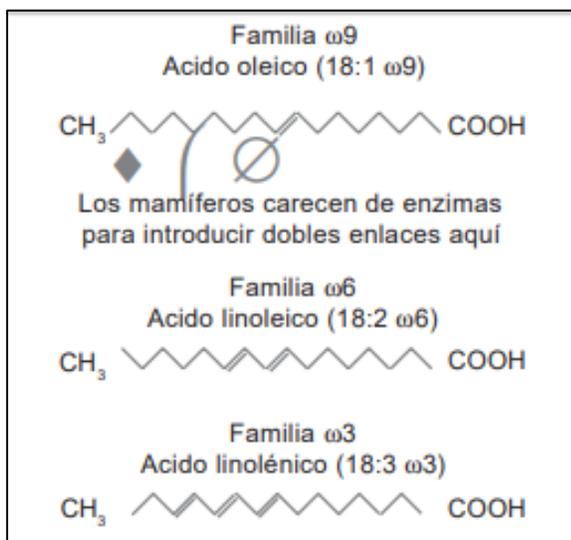
### **Ácidos grasos**

Su importancia en el consumo humano está radicada en que los mamíferos no poseen enzimas que inserten dobles enlaces en los átomos de carbono de cadena mayor a 9 (figura 3), en especial de moléculas con terminaciones de metilo (Ronayne, 2000). Los ácidos grasos

omega-3 (alfa linolénico), omega-6 (linoleico) y omega-9 (oleico), son lípidos conocidos como grasas buenas, esenciales para el consumo humano, ya que ofrecen grandes beneficios para el mantenimiento de la salud, sobre todo en la prevención y control de enfermedades (Pozo y Durán, 2014) tales como: diabetes mellitus y obesidad. Su presencia ayuda a disminuir la resistencia a la insulina y a la esteatosis hepática, y pueden actuar como agentes citotóxicos para ciertas células tumorales (Rodríguez-Cruz *et al.*, 2005).

### Figura 3

*Ácidos grasos esenciales para el ser humano*



Nota. Recuperado de:(Ronayne, 2000)

Del peso total del huevo, 4 gramos corresponden a ácidos grasos, de los cuales el 65% de esos son insaturados y 35% saturados, éstos aportan cantidades de ácido linoleico y menos cantidad en DHA (Ácido Docosahexaenoico) (Benavides, 2018). Los porcentajes de ácidos grasos insaturados se pueden incrementar con el suministro de nuevas materias primas que presenten altos contenidos de ácidos grasos omega 3 en su composición (Jiménez *et al.*, 2013b).

### **Materias primas con Omega 3**

La implementación de semillas que tengan aceites con altos contenidos de ácido linolénico o aceites de las oleaginosas, esenciales para el aporte de ácidos grasos omega-3 en la dieta de gallinas ponedoras (Jiménez *et al.*, 2013b). Las materias primas que mayormente se encuentran en estudio para el aporte de omega-3 para enriquecer huevos son: las semillas de linaza (*Linum usitatissimum*), semillas de chía (*Salvia hispanica*) y aceite de canola (*Brassica napus* L.).

#### **Semillas de Linaza**

Las semillas de linaza son provenientes de la planta de lino (*Linum usitatissimum*) originaria de Europa, sus flores pueden ser de tonos blancos o azules, sus tallos son generalmente ramificados y crecen hasta una altura de 60 centímetros, su semilla es de forma ovalada y aplanada, que puede pasar de ser de color marrón oscuro a color amarillo claro (Pozo y Durán, 2015). Estas semillas son utilizadas para el consumo humano y para alimento de animales, con el propósito de obtener productos de origen animal con mejores características (Meza, 2018).

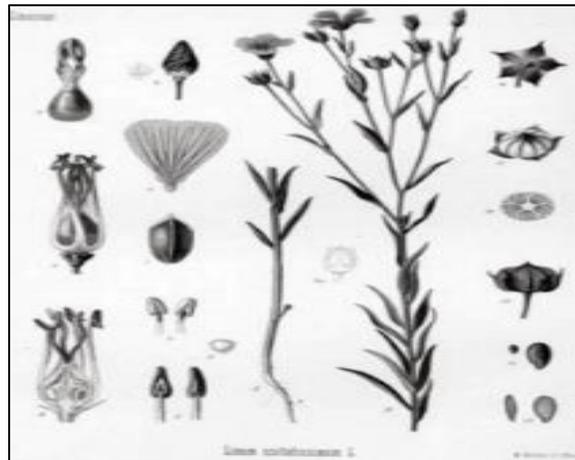
Esta semilla es reconocida por el contenido de componentes con los que se destaca una elevada cantidad de ácidos grasos linoleico en 12,7%-22,4%, ácido oleico 20,1%-27,7% y alfa-linolénico 53,3% hasta 85%, lo que ha motivado la industria a utilizar esta semilla como ingrediente en diferentes productos (Pozo y Durán, 2015).

Su contenido de fibra y aminoácidos esenciales para la ingesta de los animales, Meza (2018), menciona que realizaron un estudio implementando semillas de linaza como un suplemento en la dieta en aves de postura en 5% y 10% de inclusión, obteniendo cambios significativos en el cambio de los niveles de concentración de ácidos grasos mono y poliinsaturados a diferencia de una alimentación tradicional; otro estudio con la implementación de porcentajes mayores (10%, 15% y 20%) en la dieta demostró que, los cambios en el perfil

lipídico son diferentes, pero al ser una inclusión mayor estos presentan sabores fuertes, lo que puede generar indecisión al momento de elegir el producto.

#### **Figura 4**

##### *Planta de Lino*



*Nota.* La imagen muestra la morfología de la planta de lino (*Linum usitatissimum*). Recuperado de: (Pozo y Durán, 2015)

#### **Semillas de Chía**

La chía (*Salvia hispanica*) es una planta herbácea anual ramificada, su tallo de característica leñosa, con tonalidades verde o morado, de origen mexicano; sus semillas pueden ser de color grisáceo o marrón. Estudios han registrado que esta semilla ha sido utilizada desde hace mucho por civilizaciones mesoamericanas, por su importancia a nivel medicinal, cultural, culinario y hasta religioso que fue olvidada con la colonización española (López, 2017).

Actualmente, esta semilla es valorada por su alto contenido nutricional, en especial por la presencia de ácidos grasos poliinsaturados, en particular con el ácido linolénico omega 3 (Salazar-Vega *et al.*, 2009), ya que es un ácido graso esencial para el organismo del ser humano, lo que aumentó sus expectativas como cultivo haciendo que fuese cultivada a nivel mundial (López, 2017).

## Figura 5

### Planta de Chía



Nota. A) Características de tallos, hojas, B) semillas de Chía (*Salvia hispanica*). Recuperado de (López, 2017)

Su contenido en ácidos grasos omega 3 son semejantes al contenido de linaza como cultivos agrícolas, aunque en algas marinas y peces se encuentre en mayor concentración (López, 2017).

### Tabla 7

Caracterización del contenido de ácidos grasos de chía y linaza en comparación a algas marinas y al pez menhaden

Aceite	Ácido graso (% del total de ácidos grasos)						
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3
Menhaden	8,0	15,2	10,5	7,8	14,5	2,1	1,5
Algas	4,2	14,5	27,6	0,8	5,4	2,3	1,7
Chía	-	6,9	-	2,8	6,6	19,0	63,8
Linaza	-	5,5	-	1,4	19,5	15,0	57,5

Nota. En la tabla se presenta el porcentaje del total de ácidos grasos presentes: (14:0) ácido mirístico, (16:0) ácido palmítico, (16:1) ácido palmitoleico, (18:0) ácido esteárico, (18:1) oleico, (18:2) ácido linoleico, (18:3) ácido linolénico en las semillas de chía y linaza: Recuperado de (López, 2017)

## Aceite de canola

El aceite de canola en su estado más puro contiene glucosinatos y ácido erúcico que, puede llegar a ser tóxico si se da el consumo en altas dosis en los seres vivos (Muirragui, 2013), por lo que el término “canola” se establece para una variedad híbrida de semilla de colza que fue desarrollada por fitomejoramiento de la colza (Giacopini, 2012), la cual contiene niveles bajos. En Chile lograron bajar la concentración de estos componentes del 54% al 3% (Muirragui, 2013); es la tercera materia prima con alto contenido de ácidos grasos omega-3 con 10%, después de la chía con 60% y linaza con 53% como aceites (Schneider, 2015).

Esta materia prima se ha implementado en la dieta para alterar la relación de grasas saturadas e insaturadas en el huevo. Estudios han determinado que en gallinas de 24 semanas de edad, con la administración de este aceite en 3% y 5% en la dieta, se registró un aumento del porcentaje total de ácidos grasos omega 3 en un 4,72 y 6,8% respectivamente en comparación de la dieta control que tenía un 1,43%, concluyendo que una inclusión de 5% en dietas basadas en maíz y soya dan el aporte necesario para incrementar el contenido de ácidos omega 3 en la yema, dando beneficios a la salud humana (Caballero, 2009).

### Tabla 8

*Perfil de ácidos grasos del aceite de canola, aceite de chía y aceite de lino*

<b>Perfil de ácidos grasos</b>	<b>Palmítico 16:0</b>	<b>Estearico 18:0</b>	<b>Oleico 18:1</b>	<b>Linoleico 18:2</b>	<b>Linolénico 18:3</b>
Lino	6,0	4,5	19	16	54
Chía	6,6	3,0	5,3	19,7	64
Canola	5,0	2,2	57	20,5	9,0

*Nota.* Aporte de ácidos grasos de diferentes aceites que se suministran en dietas para aves de postura. Recuperado de: (Schneider, 2015)

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Ubicación del lugar de investigación

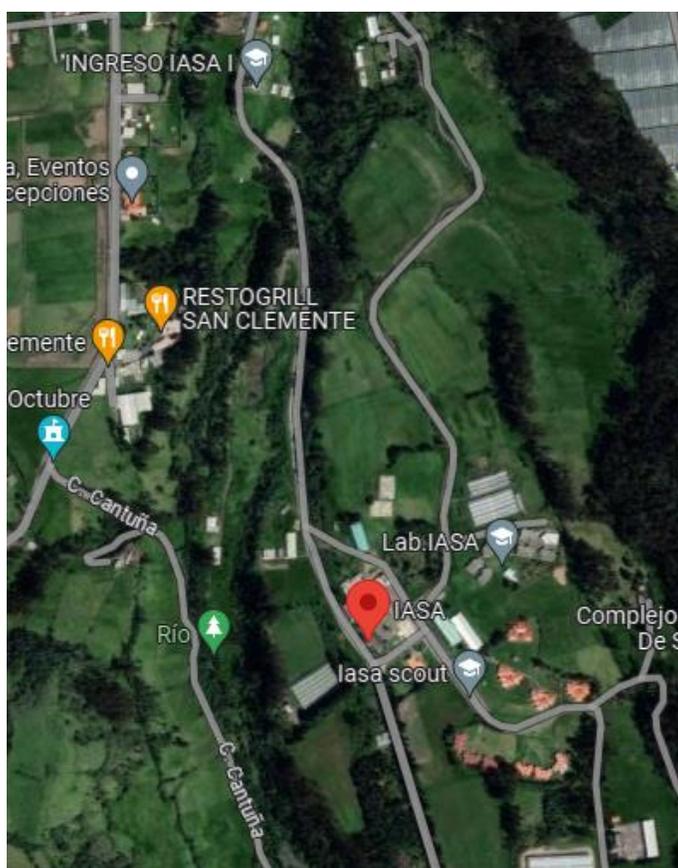
#### Ubicación política

La presente investigación se realizó en el Taller de Avicultura y Planta de Alimentos Concentrados de la Carrera Agropecuaria IASA I, ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia San Fernando.

#### Ubicación Geográfica

La Carrera Agropecuaria se encuentra ubicada a una longitud de  $78^{\circ}24'44''$  E y latitud de  $0^{\circ}23'20''$  S, a una altura de 2748 m.s.n.m.

**Figura 6** Ubicación geográfica IASA I, Hacienda “El Prado”



Nota. Tomado de (Google Maps, 2023)

## Descripción agrometeorológica

La Carrera Agropecuaria presenta un promedio de precipitación mensual de 120 mm y su temperatura media anual está en los 16°C, presentando una humedad relativa del 65% y con 12 horas de luminosidad (Arce-C, 2009).

### Tabla 9

#### *Descripción ecológica del IASA*

Piso Altitudinal	Montano Bajo
Región Latitudinal	Templada
Zona de Vida	Bosque Húmedo
Provincia de Humedad	Húmeda
Clasificación bioclimática	Húmedo Templado
Formación vegetacional	Bosque húmedo templado
Piso zoogeográfico	Templado-Alto andino

*Nota.* En la tabla se muestra las características agroecológicas y geográficas del IASA I. Recuperado de: (Arce-C, 2009).

## Materiales

### Materia prima

- 200 gallinas Lohmann Brown en tercera fase de producción.
- Alimento concentrado.
- Semillas de linaza molida.
- Semillas de chía.
- Aceite de canola comercial.

### Materiales de Campo

- Galpón Experimental.
- Sistema de jaulas en pisos suspendidos.
- Sistema de comederos.
- Sistema de ventilación.
- Tablas de madera.

- Rejillas de metal.
- Alambre grueso y delgado.
- Rotulador.
- Etiquetas.
- Bote de ración de comida.
- Registro.
- Libreta de campo.

### **Medición de variables**

- Balanza.
- Cámara fotográfica.
- Computadora portátil.
- Equipo Edd Tester 6000.

### **Métodos**

#### **Diseño experimental**

En el presente proyecto de investigación se aplicó un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento, bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro de determinación.

$\mu$  = Media poblacional.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento (% Inclusión de Linaza, Chía y Aceite de canola).

$e_{ij}$  = Efecto de error experimental.

Con los siguientes tratamientos:

- T0: Testigo: Dieta convencional sin aporte adicional.
- T1: Dieta convencional + Linaza (5% inclusión).
- T2: Dieta convencional + Chía (5% inclusión).
- T3: Dieta convencional + Aceite de Canola (2% inclusión) + Linaza (3% inclusión).

**Tabla 10**

*Esquema de implementación de tratamientos en el proyecto*

Tratamiento	Número de Repeticiones (Jaulas)	Materia prima	Inclusión	Número de aves por tratamiento
T0	10	-	0 %	50
T1	10	Linaza	5 %	50
T2	10	Chía	5 %	50
T3	10	Linaza + Aceite de Canola	3 % + 2 %	50
Total				200

*Nota. Autoría propia*

**Figura 7**

*Croquis experimental en campo del diseño experimental*

T1 R6	T0 R2	T1 R2	T0 R1	T2 R9	T3 R3	T1 R4	T1 R10	T2 R3	T0 R9	T1 R3	T3 R2	T2 R6	T3 R6
T1 R1	T2 R2	T3 R10	T0 R8	T1 R8	T0 R6	T3 R7	T2 R1	T0 R7	T3 R9	T0 R5	T1 R7	T3 R8	
T2 R5	T0 R10	T3 R1	T3 R4	T0 R4	T2 R7	T2 R10	T1 R9	T1 R5	T2 R8	T3 R5	T0 R3	T2 R4	

Jaulas

*Nota. Autoría propia*

Para la validación de los datos se evaluó la normalidad y homocedasticidad por medio del cumplimiento de los supuestos de ANOVA, y se realizó un análisis de varianza para los tratamientos y la prueba de comparación de Tukey con un nivel de confiabilidad del 95%.

## Características de la unidad experimental

Cada unidad experimental consta de un total de 5 gallinas alojadas en un sistema de jaulas de piso suspendido de tipo piramidal, las dimensiones de cada jaula son 40 cm de alto y 50 cm de ancho.

## Selección de Gallinas

Se utilizaron 200 gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown-classic en tercera fase de producción, con pesos entre 1700 a 2500 g, que se encuentren en condiciones sanas, logrando tener individuos similares en todos los tratamientos.

## Implementación en campo

Bajo un sistema de manejo en jaulas con capacidad de 5 gallinas, teniendo un total de 40 jaulas con bebederos individuales, se realizó la separación de cada uno de los comederos con la implementación de tablas que fueron fijadas con alambre, y además se colocaron rejillas metálicas sobre las tablas, con el propósito de evitar que las aves coman del alimento de la jaula vecina.

## Figura 8

*Trabajo de campo del proyecto*



*Nota.* A) Separación de comederos, B) Rotulación de tratamientos, C) Jaulas de capacidad de 5 aves.

## Formulación de dietas

A partir de la dieta establecida como alimento para gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown-classic, tomando en cuenta los requerimientos nutricionales para la tercera fase de producción, se realizó la actualización de la matriz nutricional de las materias primas utilizadas en el alimento, además se adicionó en la matriz los nutrientes aportados de omega 3 de la linaza, chía y aceite de canola para la elaboración de las dietas de cada tratamiento. Este proceso de elaboración de dietas se realizó en el Software Nutrion 11 programa especial para la nutrición animal.

Teniendo las dietas elaboradas que se detallan en la tabla 12, en la planta de balanceados se realizó la molienda del maíz y linaza, además de ello semanalmente se hizo la mezcla de todas las materias primas para un saco de 42 kg para cada tratamiento, lo cual llevaba pesar exactamente cada una de las materias primas que requiere la dieta.

### Figura 9

*Elaboración de los alimentos para cada tratamiento*



Nota. A) Molienda de Linaza, B) Pesaje de materias primas, C) Adición de materias primas, D) Adición y mezcla de aceite de canola

**Tabla 11**

*Formulación de las dietas por tratamiento para gallinas ponedoras Lohmann Brown en tercera fase de producción*

Materia prima Ingrediente	Unidad	Dietas			
		T0	T1	T2	T3
Energía Metabolizable	Mc/Kg	2880,000	2280,000	2850,000	2880,000
Maíz, Grano 7,86%	Kg	537,000	515,573	535,780	505,058
Soya 46%	Kg	195,000	200,223	195,466	200,420
Carbonato de calcio	Kg	103,000	102,114	102,376	103,216
Salvado de trigo	Kg	90,000	40,045	95,085	120,252
Atrapante de toxinas Arcilla	Kg	30,000	54,461	2,000	7,716
Aceite de Soya	Kg	23,000	20,022	20,000	-
Osmeq 140	Kg	4,824	3,749	4,396	3,648
Metionina 99%	Kg	3,900	3,204	3,877	2,806
Lisina HCL	Kg	3,200	0,701	2,043	0,200
Treonina	Kg	2,033	0,344	1,214	0,018
Vitamina de Postura aves	Kg	2,000	2,002	2,000	2,004
Antimicótico	Kg	2,000	2,002	2,000	2,004
Valina	Kg	1,320	-	1,303	-
Sal	Kg	1,100	2,002	1,431	2,004
Fosfato 21/17	Kg	1,000	3,003	-	-
Triptófano	Kg	0,533	-	0,529	0,046
Enzima Carbohidrasa 0,1Kg	Kg	0,300	0,300	0,300	0,301
Optiphos Fitasa 10.000 a 50G/Tn	Kg	0,200	0,200	0,200	0,200
Linaza	Kg	-	50,056	-	30,063
Chía	Kg	-	-	30,000	-
Aceite de canola	Kg	-	-	-	20,042
Total	Kg	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Precio/Tonelada	\$	550,10	597,24	609,72	542,06

*Nota. Autoría propia*

## **Alimentación**

Consistió en el suministro del alimento diario de 120 g/ave/día correspondiente al consumo diario que requiere el ave para su mantenimiento y producción en su fase 3 (Herrera, 2017) con un total de 600 g/jaula/día para cada repetición en los tratamientos asignados, la dotación de agua ad libitum durante 42 días.

## **Recolección de Datos**

La recolección de datos se hizo a partir de los 7 días de haber comenzado a proporcionar la dieta, la recolección de datos se realizó mediante registro diario por 6 semanas.

## **Variables de estudio**

Conforme el cumplimiento de los objetivos de proyecto se midió las variables productivas siendo determinadas de la siguiente manera:

### **Peso**

Se registró el peso de las gallinas al inicio de la investigación (con una balanza electrónica), y se realizó esta actividad cada 8 días (una vez por semana) hasta obtener el peso final después del último día de inclusión de las dietas.

### **Ganancia de peso**

Para determinar la ganancia de peso se analizaron los registros de toma de peso semanal y se realizó un análisis de este parámetro que se determinó conforme la ecuación planteada por Herrera (2017), donde establece que:

$$\text{Ganancia de peso diario} = \frac{\text{Peso promedio final} - \text{peso promedio inicial}}{\# \text{ días}}$$

### **Consumo de alimento**

Para la determinación del consumo de alimento se tomó el peso del sobrante de los alimentos después de las 24 horas de haber suministrado el alimento, para esta actividad se utilizó la balanza electrónica y se llenó el registro. Este parámetro fue determinado conforme la ecuación expresada por Itza-Ortiz (2020) donde establece que:

$$\text{Consumo de alimento} = 0,600 \text{ Kg. día}^{-1} - \text{alimento no consumido}$$

### **Porcentaje de uniformidad**

Para el análisis de este parámetro se tomaron los datos del peso promedio semanal y se analizó el porcentaje de aves que se encontraban dentro del rango del peso promedio del total de aves por cada tratamiento como lo establece Miranda (2015) donde menciona:

$$\% \text{Uniformidad} = \frac{\# \text{aves dentro del rango} \pm 10\% \text{ del peso promedio}}{\text{Total de aves muestreadas}} \times 100$$

### **Conversión alimenticia**

Según la evaluación del consumo de alimento diario y la toma del peso del huevo producido, evaluando la cantidad de alimento que se necesita para producir un kilogramo de huevo, este parámetro fue evaluado conforme la ecuación de Itza-Ortiz (2020), donde:

$$\text{Conversión alimenticia (Kg/Kg)} = \frac{\text{Total de alimento ofrecido (Kg)}}{\text{Total de Kg de huevo al día}}$$

### **Peso del Huevo**

El peso del huevo fue tomado con ayuda del equipo Det Tester 6000 a partir de los 21 días de evaluación, tiempo en el cual se genera un cambio en el perfil de ácidos en la yema. Se tomó el peso de 2 huevos de cada repetición, un total de 20 huevos por tratamiento. Este parámetro se determinó conforme la ecuación determinada por Itza-Ortiz (2020), donde:

$$\text{Peso de huevo (g)} = \frac{\text{Total de kg recolectados} \times 1000}{\text{Total de huevos pesados}}$$

### **Porcentaje de producción**

Para determinar el porcentaje de producción se registró diariamente la cantidad de huevos producidos diariamente en cada unidad experimental y se determinó mediante la ecuación establecida por Herrera (2017) que:

$$\% \text{Producción} = \frac{\text{Total de huevos producidos (Jaula)}}{\# \text{aves en la jaula}} \times 100$$

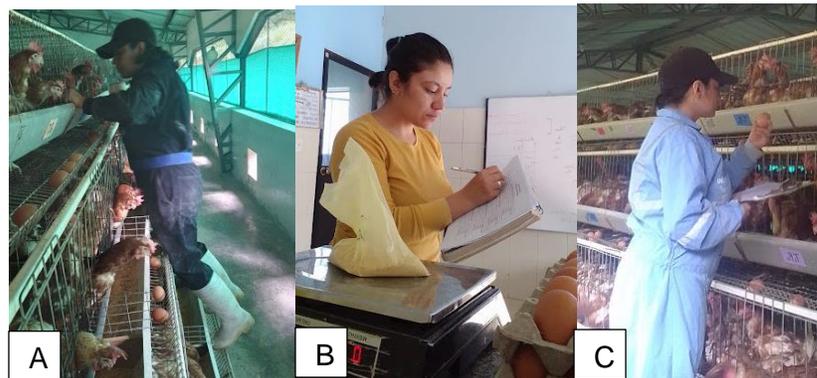
## Mortalidad

Se registró la mortalidad semanal durante todo el proceso de investigación, Se calculó mediante la fórmula indicada por Mena (2018) donde:

$$\%Mortalidad\ semanal = \frac{Aves\ muertas\ (n)}{Aves\ vivas\ de\ la\ semana\ anterior} \times 100$$

## Figura 10

*Toma y registro de datos*



*Nota.* A) Recolección de alimento, B) Pesaje y registro de alimento no consumido, C) Registro de producción de huevos

## Análisis de costos

Se realizó el análisis de costos en relación a cada tratamiento, con la obtención de un análisis de costos fijos y costos variables mediante el registro del presupuesto de las dietas analizadas con cada materia prima, con esta información se realizó mediante el indicador de beneficio/costo, tomando en cuenta los ingresos y egresos totales en función a la venta del producto final. La ecuación que se tomó en cuenta para realizar este análisis fue tomado de Pereda (2022), donde establece que:

$$\frac{Beneficio}{Costo} = \frac{VAN}{VAC}$$

Donde:

*VAN* = Valor actual de los ingresos netos

*VAC* = Valor actual de los costos totales.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Peso

Se encontraron los promedios de 2014,53 g, 2028,73 g, 2053,84 g y 2050,45 g para los tratamientos T0, T1, T2, T3 respectivamente. El peso de las gallinas de postura mostró diferencias significativas para los tratamientos aplicados ( $F=15,10$ ,  $p=0,0002$ ).

#### Tabla 12

*Promedios ± desviación estándar del peso de las gallinas para cada tratamiento (dieta suministrada) durante las 6 semanas del experimento*

Dieta	Código	Peso (g)	D.E.	
Testigo-Convencional	T0	2014,53	9,85	B
Linaza 5%	T1	2028,73	15,54	B
Chía 5%	T2	2053,84	15,11	A
Linaza 3% - Canola 2%	T3	2050,45	16,37	A

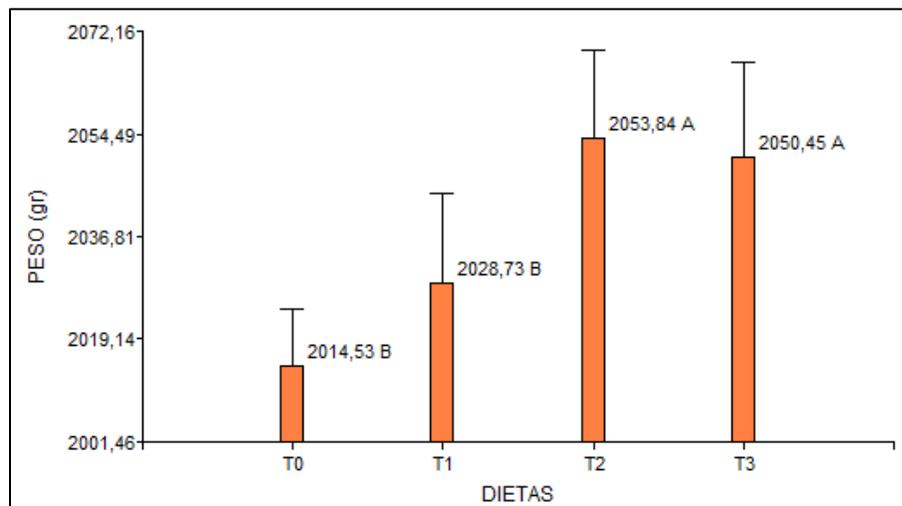
*Nota.* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Tukey ( $p>0,05$ )

Las aves que consumieron la dieta con inclusión de chíá al 5% presentaron mayor peso en relación a las aves que consumieron la dieta testigo y la dieta con inclusión de linaza al 5% (Tabla 12). Lohmann Breeders (2021) menciona que el peso corporal de las gallinas al final de la producción debe estar en el orden de los 2060g; y el peso promedio de los tratamientos analizados son inferiores en un 45,47g, 31,27g, 6,16g y 9,55g respectivamente.

En la figura 11 se puede observar un mayor peso en las gallinas que consumieron la dieta con chíá al 5% inclusión en un 39,31g en comparación a la dieta convencional para la tercera fase de producción, Salazar-Vega *et al.*, (2009) mencionan que una inclusión mayor en el orden del 7,5% y 15% de inclusión en harina de chíá provocaron disminución en el peso de las gallinas al final del experimento, Tello y Guerrero (2007) menciona que en un estudio de inclusión del 20% de esta semilla provocó el mismo efecto reduciendo el peso un 6,2%.

## Figura 11

Peso promedio de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas



Nota. Autoría propia

## Ganancia de peso

Se encontró que la ganancia de peso promedio fue de 0,23 g/día y 1,37 g/día para los tratamientos T0 y T2 respectivamente y se encontró pérdidas de peso promedio de 0,07g/día y 0,64 g/día para los tratamientos T1 y T3 del estudio. La ganancia de peso en las gallinas Lohmann Brown no mostraron diferencias significativas para las 4 dietas suministradas ( $F=0,33$ ;  $p=0,8033$ ).

## Tabla 13

Promedios  $\pm$  desviación estándar de la ganancia de peso (g/día) de las gallinas para cada tratamiento (dieta suministrada) durante las 6 semanas del experimento

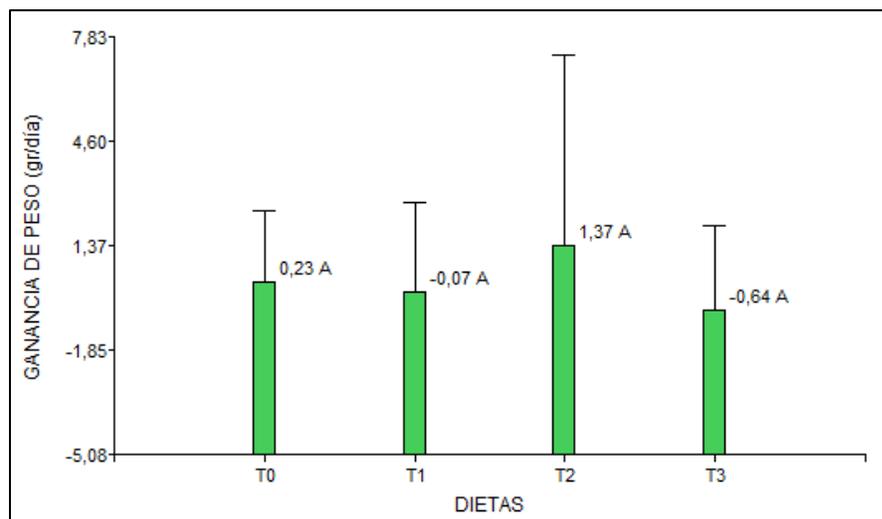
Dieta	Código	Ganancia de peso (g/día)	D.E.
Testigo-Convencional	T0	0,23	2,24
Linaza 5%	T1	-0,07	2,78
Chía 5%	T2	1,37	5,87
Linaza 3% - Canola 2%	T3	-0,64	2,64

Nota. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Tukey ( $p>0,05$ )

Aunque no se hayan presentado diferencias estadísticas significativas, es válido destacar que las gallinas que consumieron el alimento con inclusión de chíá al 5% tuvieron una mayor ganancia de peso diario con un 1,14 g/día mayor a la dieta convencional (Tabla 13), resultados similares presenta Da Silva (2022) donde menciona que no encontró diferencias significativas en la ganancia de peso vivo en los animales que consumieron dietas con chíá en su inclusión del 5% y 10% aunque su consumo haya sido mayor.

### Figura 12

*Ganancia de peso (g/día) de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas*



Nota. Autoría propia

Se pudo evidenciar que en los tratamientos T1 con inclusión de Linaza al 5% y el tratamiento T3 con inclusión de Linaza 3% y aceite de Canola 2% se generó pérdida de peso promedio en las gallinas que consumieron estas dietas, resultados similares mencionan Tello y Guerrero (2007) en un estudio donde las gallinas fueron alimentadas con semillas de linaza al 10% y aceite de linaza 4% donde tendieron a presentar pérdidas de peso en el orden del 3% al 5% durante el ensayo, por el contrario, Meza (2018) evalúa esta variable con tres dietas de inclusión de semillas de linaza al 4% y 8% donde no reportó diferencias significativas para esta

variable, pero tampoco registra que haya pérdidas de peso en las aves evaluadas pero menciona que un mayor incremento en los niveles de inclusión de esta semilla no determinará que existan mayores ganancias de peso que aquellas dietas que tengan menor inclusión durante el ciclo productivo de las gallinas.

### Consumo de alimento

Se encontró que para los tratamientos evaluados se registraron consumos de alimento promedio de 0,55 kg/día, 0,55 kg/día, 0,54 kg/día y 0,57 kg/día para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente. El consumo de alimento de las gallinas ponedoras mostró diferencias significativas para las dietas suministradas durante las seis semanas del experimento ( $H=9,29$ ;  $P=0,0239$ ).

#### Tabla 14

*Promedios ± desviación estándar del consumo de alimento (Kg/jaula/día) de las gallinas para cada tratamiento (dieta suministrada) durante las 6 semanas del experimento*

<b>Dieta</b>	<b>Código</b>	<b>Consumo de alimento (Kg/jaula/día) *</b>	<b>D.E.</b>	
Testigo-Convencional	T0	0,55	0,01	B
Linaza 5%	T1	0,55	0,01	B
Chía 5%	T2	0,54	0,02	B
Linaza 3% - Canola 2%	T3	0,57	0,01	A

*Nota.* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

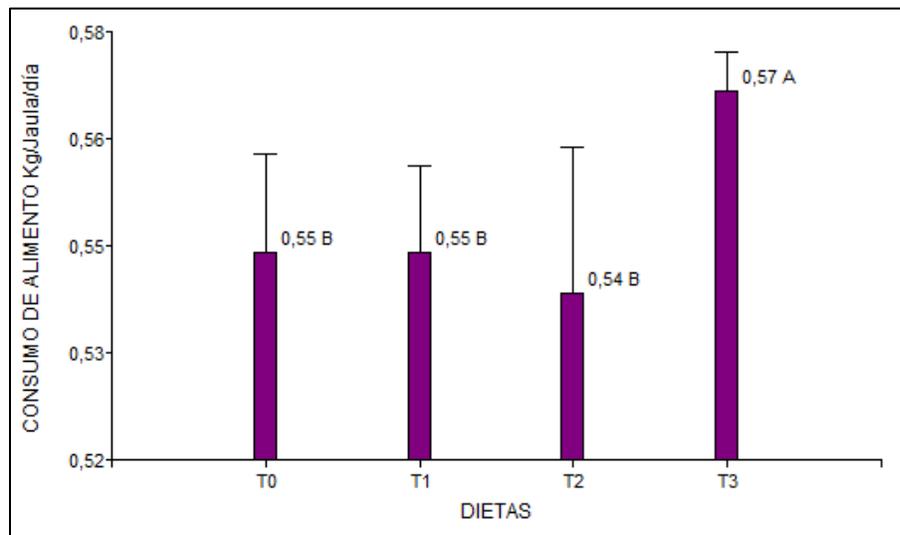
\* Análisis no paramétrico de Kruskal Wallis

El alimento con inclusión de linaza al 3% y aceite de canola al 2% tuvo un mayor consumo de alimento por parte de las aves en relación a los otros alimentos suministrados en las seis semanas de estudio (Tabla 14). Lohmann Breeders (2021) menciona que el consumo de alimento esperado para la segunda y tercera fase de producción se encuentra de 110 a 120 g/día/ave con el consumo esperado de 600 g/día/jaula, los promedios de consumo de los tratamientos analizados son inferiores al consumo óptimo a razón de 50 g, 50 g, 60 g y 30 g respectivamente a los tratamientos de estudio.

Aunque los datos recolectados se apegan al consumo estándar para ponedoras que se encuentra en el rango de 114 g diarios por ave, y por jaula un consumo de 570 g al día para la primera fase de producción siendo los datos siendo la dieta de inclusión de Linaza 3% y aceite de canola al 2% de inclusión las que acertadamente de entra en este valor estándar (Saquina, 2014).

### Figura 13

*Consumo de alimento (Kg/día/jaula) de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas*



Nota. Autoría propia

En la figura 13 se puede evidenciar que en base al análisis de comparación de medias el T3, dieta con inclusión de Linaza 3% y Canola 2% tuvo un mayor consumo de alimento superando con 20 g a los tratamientos T0 testigo dieta convencional y T1 de inclusión de linaza al 5% y supera con 30g al tratamiento T2 dieta con inclusión de chía al 5%, a pesar de que las gallinas se encuentran en su tercera fase de producción el consumo de alimento está dentro de los parámetros adecuados de consumo, Meza (2018) presenta un análisis en el que evalúa diferentes porcentajes de inclusión de linaza en el alimento donde no registra diferencias significativas al consumo de alimento en comparación de la dieta sin inclusión, lo que puede

indicar que el aceite de canola puede aportar al sabor y olor del alimento lo que favorece la palatabilidad de esta dieta y por lo tanto su consumo resulta mayor en este estudio, como mencionan Torres y Jeffrey (2021) que la adición de aceites o grasas en la dieta favorece su palatabilidad ya que lubrica el paso del alimento por el esófago y permite la mejor absorción de vitaminas liposolubles.

### Porcentaje de uniformidad

Se encontró promedios de uniformidad de 78,33%, 70,67%, 69,00% y 77,33% para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente. El porcentaje de uniformidad en pesos de las gallinas de la línea Lohmann Brown presentó diferencias significativas para las diferentes dietas suministradas durante el período de 6 semanas ( $F=14,49$ ;  $p=0,0001$ ).

**Tabla 15**

*Promedios ± desviación estándar del porcentaje de uniformidad en peso de las gallinas para cada dieta suministrada durante las 6 semanas del experimento*

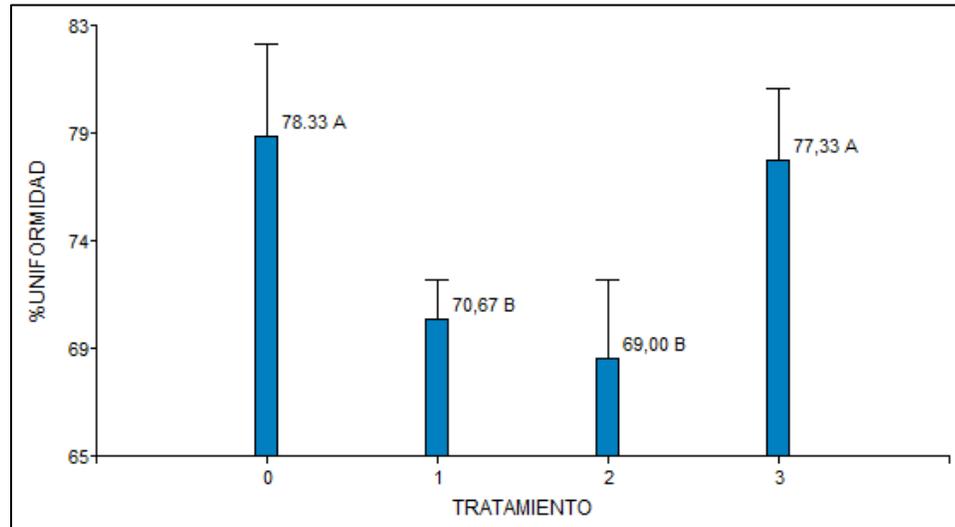
Dieta	Código	Porcentaje de uniformidad	D.E.	
Testigo-Convencional	T0	78,33	4,15	A
Linaza 5%	T1	70,67	1,67	B
Chía 5%	T2	69,00	3,63	B
Linaza 3% - Canola 2%	T3	77,33	1,67	A

*Nota.* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes. Tukey ( $p>0,05$ )

En las estadísticas de los tratamientos con dietas de inclusión de linaza al 5% (T1) y chía al 5% (T2), no presentaron porcentajes de uniformidad similar al tratamiento testigo, ya que este tratamiento de dieta convencional supera a los antes mencionados en un 7,56% y 9,33% respectivamente, pero no se mostraron diferencias en comparación con la dieta de inclusión de Linaza al 3% y aceite de canola al 2% (T3) (tabla 15); en general los porcentajes de uniformidad se encontraron entre el 70% y 80%, porcentajes que, Itza-Ortiz (2020) establece que éstos son equivalentes a una uniformidad promedio y un porcentaje uniforme en el peso de las aves evaluadas (figura 14).

## Figura 14

Porcentaje de uniformidad promedios en base al peso de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación



Nota. Autoría propia

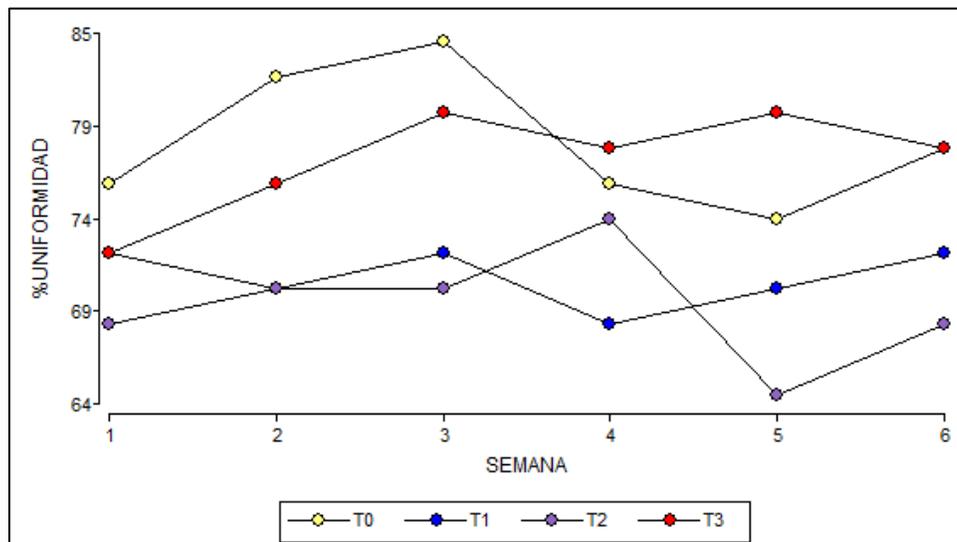
Los porcentajes de uniformidad que presentaron en los tratamientos de estudio con las dietas suministradas fueron fluctuando a medida que pasaban las semanas de evaluación, habiendo incrementos y disminuciones en este parámetro que en general estos cambiaron de entre el 64% y 84% durante las seis semanas, mostrando fluctuaciones del 74%-84% en T0, del 68%-72% en T1, del 64%-74% en T2 y del 72%-80% en T3, resultados similares mostraron Bracamonte y Jhianca (2020) en evaluación de pollitas de postura en etapa de levante en gallinas de la línea H&N donde mostraron fluctuaciones de entre el 66,5% al 90% de uniformidad, teniendo un mayor porcentaje en la primera semana 90%, reduciéndose hasta llegar al 66,5% en la sexta semana y volviendo a incrementarse en un 80% en la onceava semana de estudio.

Moscoso (2015) menciona que estos cambios en la uniformidad pueden deberse principalmente por factores climáticos debido a que a altas temperaturas causa que ciertas aves reduzcan el consumo de alimento y por lo tanto la ganancia de peso diaria disminuye

provocando un alto coeficiente de variación en el peso de las gallinas, además cualquier restricción en la disponibilidad de agua causará el mismo efecto, por el contrario con un buen manejo de estos factores además de un buen cálculo semanal de la ración y oportunas clasificaciones de peso aumentaran estos porcentajes (Miranda, 2015).

**Figura 15**

*Porcentaje de uniformidad de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación*



Nota. Autoría propia

### Conversión alimenticia

Se encontraron medias de conversión de 1,78 para los tratamientos T0 y T1 y de 1,76 para los tratamientos T2 y T3 respectivamente. La conversión alimenticia no mostró diferencias significativas para las diferentes dietas suministradas a las gallinas ( $F=0,10$ ;  $p=0,9553$ ).

**Tabla 16**

*Promedios ± desviación estándar de la conversión alimenticia de las gallinas para cada dieta suministrada durante las 6 semanas del experimento*

<b>Dieta</b>	<b>Código</b>	<b>Conversión alimenticia</b>	<b>D.E.</b>	
Testigo-Convencional	T0	1,78	0,06	A
Linaza 5%	T1	1.78	0,08	A
Chía 5%	T2	1,76	0,05	A
Linaza 3% - Canola 2%	T3	1,76	0,03	A

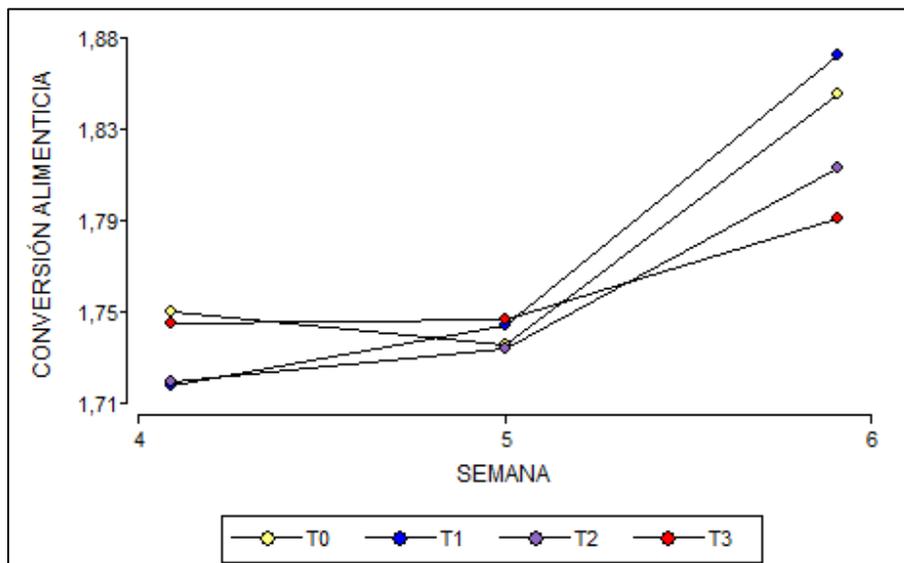
*Nota.* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes. Tukey ( $p > 0,05$ )

No se mostró diferencias estadísticas significativas para los tratamientos evaluados (Tabla 16). Lohmann Breeders (2021) establece que la conversión alimenticia para esta línea genética se encuentra entre los 2,00 a 2,2 kg/kg de masa de huevo siendo un valor superior a los encontrados en este estudio; no obstante, Meza (2018) encontró valores de conversión menores reportando que numéricamente la dieta con inclusión al 4% de linaza tuvo 1,53 frente a los demás y de los resultados encontrados por Antruejo (2010) donde igualmente encontró diferencias significativas, donde la dieta con inclusión de linaza presenta una menor conversión alimenticia con 1,47 en relación a las dietas con inclusión de chía y colza con 1,66 y 1,60 respectivamente.

A la cuarta semana de evaluación se evidenció una menor conversión en las aves que consumieron la dieta de linaza al 5% de inclusión y la dieta de chía al 5% con un valor 1,71 es y a la quinta semana el tratamiento de chía tuvo una conversión de 1,73 (Figura 16); Tello y Guerrero (2007) demostraron diferencias significativas en la conversión alimenticia demostrando que la dieta de linaza con inclusión de 10% mostró que tuvo mayor eficiencia al convertir el alimento suministrado en huevos aunque estadísticamente fue similar al tratamiento sin inclusión aunque a la sexta semana si indica que hubieron diferencias en los tratamientos.

**Figura 16**

*Conversión alimenticia de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las tres semanas de evaluación*



Nota. Autoría propia

### Porcentaje de producción

Para el porcentaje de producción se encontró que para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 estos son 77,21%, 79,28%, 74,00% y 70,79% respectivamente. El porcentaje de producción de huevos en gallinas Lohmann Brown no mostró diferencias significativas para las diferentes dietas suministradas ( $F=1,70$ ;  $p=0,1985$ ).

**Tabla 17**

*Promedios  $\pm$  desviación estándar del porcentaje de producción de gallinas de la línea Lohmann Brown por cada dieta suministrada durante las 6 semanas de estudio*

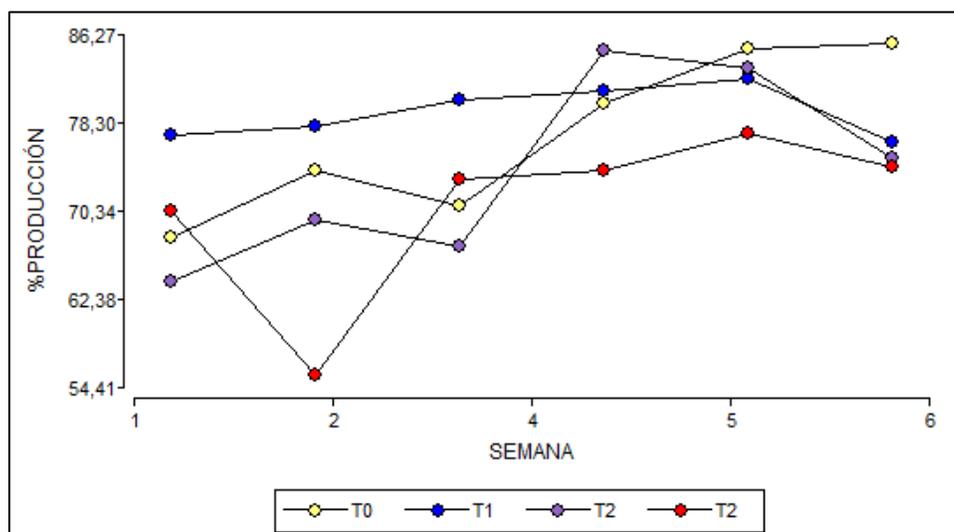
Dieta	Código	Producción de huevo	D.E.
Testigo-Convencional	T0	77,21	7,38 A
Linaza 5%	T1	79,28	2,35 A
Chía 5%	T2	74,00	8,62 A
Linaza 3% - Canola 2%	T3	70,79	7,81 A

Nota. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes. Tukey ( $p>0,05$ )

A pesar de no presentar diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de producción para los tratamientos evaluados, se pudo evidenciar diferencias numéricas, siendo el tratamiento de inclusión de linaza al 5% (T1) el que mayor porcentaje tuvo durante las seis semanas de evaluación, superando a los tratamientos T0, T2 y T3 en un 2,07%, 5,28% y 8,49% respectivamente (Tabla 17). Meza (2018) realizó un estudio similar con inclusión de linaza en la dieta. donde encontró que las aves que consumían 4% y 8% de inclusión de esta semilla, presentaron un aumento en la producción, reconociendo así que este rango de valores de inclusión presentará efectos directos en este parámetro productivo; Saquinga (2014) también demostró que la inclusión de linaza al 5% tuvo un 89,50% de producción de huevo en la primera fase de producción, obteniendo valores superiores a los reportados en este estudio, sin embargo, no fue significativo con respecto al tratamiento control (sin inclusión de semillas de linaza), habiendo una diferencia numérica de 1,41%, lo que en este estudio presentó una diferencia de 2,07% en relación al tratamiento testigo (dieta convencional).

**Figura 17**

*Porcentaje promedio de producción de huevo en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación*



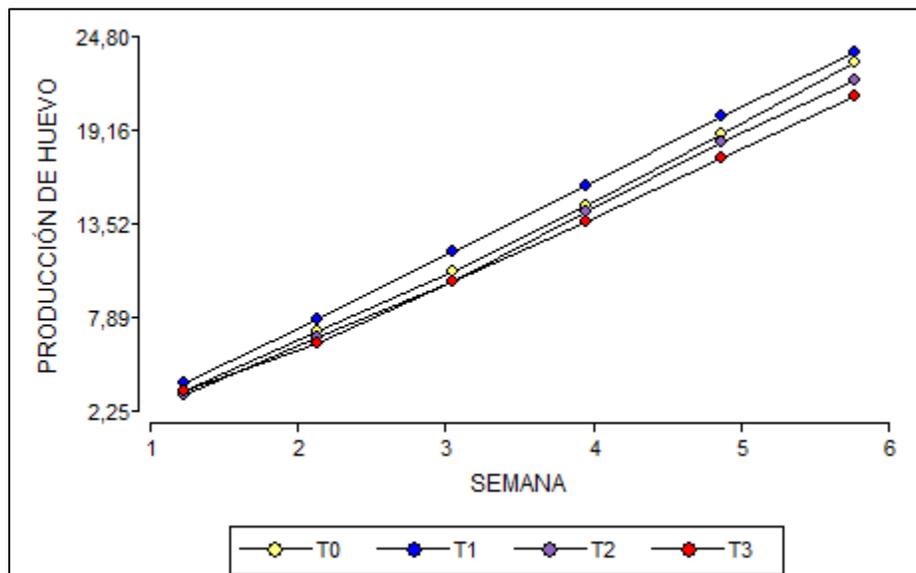
Nota. Autoría propia

El porcentaje de producción semanal de huevo fue distinto cada semana, siendo la dieta de linaza al 5% aquella que tuvo un mayor porcentaje de producción durante las tres primeras semanas de evaluación, con un 80,4% en ese tiempo, aunque a la cuarta semana el tratamiento con chía al 5% de inclusión lo superó, obteniendo un 84,8%. Estos dos tratamientos disminuyeron su porcentaje a la quinta y sexta semana en relación al tratamiento con dieta convencional (Figura17). Tello y Guerrero (2007) presentaron resultados similares donde la dieta de linaza con inclusión del 15% tuvo mayores porcentajes de producción a la tercera semana, aunque estos autores tuvieron alto porcentaje de producción del tratamiento sin inclusión de linaza lo que en este estudio fue en un 10,40% menor de igual modo lo presentaron Betancourt y Díaz (2009) que tuvieron mayores porcentajes de producción de huevo en los grupos de 0% y 15% de inclusión de linaza con un 95,2 y 93,3% respectivamente en relación a los otros con inclusión de 10% y 20% con una producción de 85,7% y teniendo el mismo resultado a la sexta semana y de igual modo en la producción acumulada de huevo a final del trabajo experimental, no obstante, Jaramillo (2018) presenta en su estudio que el tratamiento con inclusión de linaza en harina al 10% de inclusión fueron los más bajos durante toda la base de experimentación.

La producción promedio de huevo por semana fue creciente conforme pasaron las semanas, siendo las aves que consumieron la dieta de linaza al 5% de inclusión quienes numéricamente presentaron una mayor producción todas las semanas de evaluación y al final un promedio total de 23,8 huevos, seguido por la dieta de control que presentó un total de 23,2 huevos al final del estudio y las dietas de chía al 5% de inclusión y la dieta combinada de linaza al 3% más aceite de canola al 2% de inclusión, presentando un promedio de 22,2 y 21,2 huevos respectivamente (Figura 18). Meza (2014) presentó resultados similares teniendo los tratamientos con inclusión de linaza de 4% con 1022 y 8% con 1044 huevos a la semana 34 de postura, mostrando diferencias significativas frente al tratamiento control.

**Figura 18**

*Producción de huevo acumulado promedio en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación*



Nota. Autoría propia

### **Peso del huevo**

Se encontraron medias de 67,55g, 67,68g, 68,40g y 68,15g para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente en las seis semanas de estudio. El peso del huevo no mostró diferencias significativas para las diferentes dietas evaluadas durante las semanas de evaluación ( $F=0,10$ ;  $p=0,9589$ ).

**Tabla 18**

*Promedios  $\pm$  desviación estándar del peso de huevo producido por gallinas de la línea Lohmann Brown por cada dieta suministrada durante las 6 semanas de estudio*

<b>Dieta</b>	<b>Código</b>	<b>Peso del huevo</b>	<b>D.E.</b>	
Testigo-Convencional	T0	67,55	2,33	A
Linaza 5%	T1	67,68	3,00	A
Chía 5%	T2	68,40	2,01	A
Linaza 3% - Canola 2%	T3	68,15	1,05	A

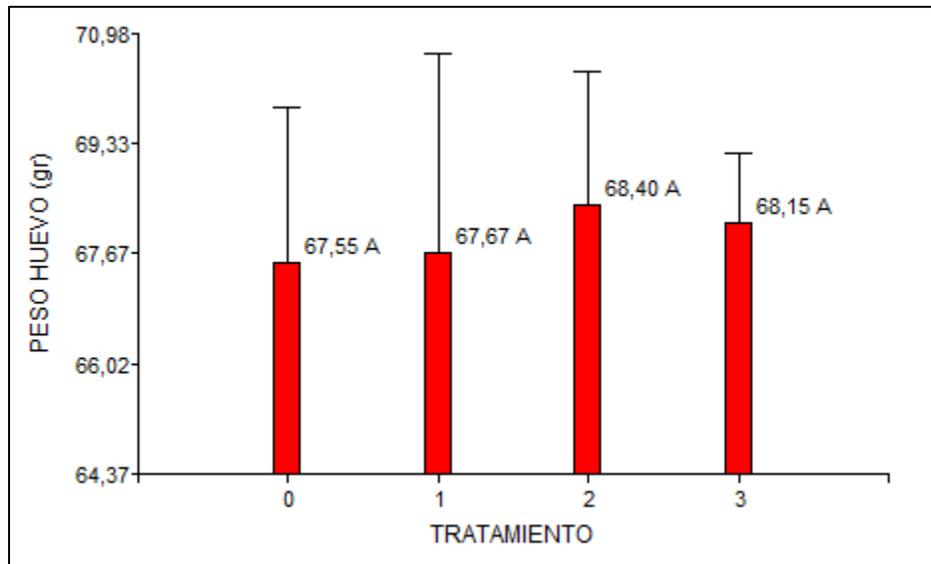
Nota. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Tukey ( $p>0,05$ )

No se mostraron diferencias estadísticas significativas para los diferentes tratamientos evaluados, aunque existen diferencias matemáticas, siendo el tratamiento T2 los que presentan un mayor gramaje con un 0,85 g, 0,72 g y 0,25 g mayor en relación a los tratamientos T0, T1 y T3 (Tabla 18). Antruejo (2010) evidenció en su estudio resultados similares donde las aves que consumieron semillas de chía tuvieron huevos numéricamente mayores a los huevos producidos por las aves que consumieron dietas con semilla de linaza y a su vez estos tratamientos, aunque a diferencia de este estudio (Figura 19) estos resultados no mostraron deferencias significativas frente al tratamiento control, pero numéricamente el control supera a los tratamientos de linaza y chía teniendo una media de peso mayor, también Meza (2018) no encontró diferencias significativas en el peso de los huevos de las aves que consumieron la dieta de linaza al 8% con respecto a la dieta sin inclusión, aunque la diferencia numérica sea de 1,22 g respectivamente en gallinas de la línea Babcock Brown.

**Figura 19**

*Peso de huevo promedio de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación*

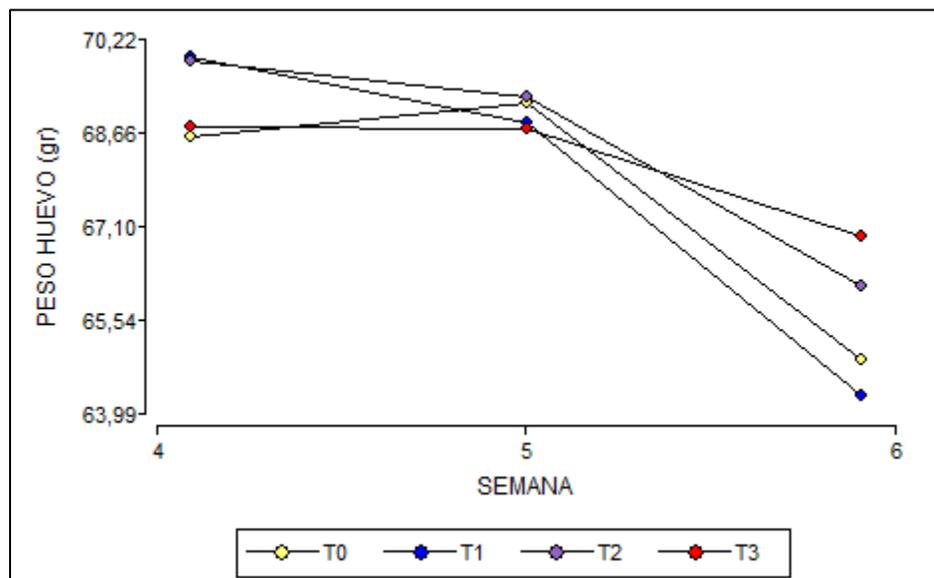


Nota. Autoría propia

Los resultados similares en los diferentes estudios muestran que las diferentes inclusiones de materia prima enriquecida de Omega 3 no van a causar efectos significativos en el peso del huevo, pero Tello y Guerrero (2007) mencionan que en estos si existirán mayores porcentajes de ácidos grasos omega 3 en las yemas de huevo de gallinas que hayan consumido dietas enriquecidas, además Salazar-Vega *et al*, (2009) encontraron que un 15% de inclusión de harina de chíá en la dieta efectivamente permite el enriquecimiento de la yema de huevo y Meza (2018) menciona que también se genera un cambio en el contenido de ácidos grasos omega 3, 6 y 9 en los huevos de gallinas alimentadas con dieta enriquecida con linaza molida y Betancourt y Díaz (2009) demostraron que entre mayor sea este porcentaje de inclusión mayor será el contenido de ácidos grasos insaturados en relación a la dieta convencional.

**Figura 20**

*Peso de huevo promedio semanal de gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación*



Nota. Autoría propia

## Mortalidad

Los porcentajes de mortalidad fueron bajos presentando medias de 0,33% en los tratamientos T0 y T2 y de 0% en los tratamientos T1 y T3 respectivamente. El porcentaje de mortalidad no mostró diferencias significativas para las diferentes dietas suministradas ( $H=0,48$ ;  $p=0,5538$ ).

### Tabla 19

*Promedios  $\pm$  desviación estándar del porcentaje de mortalidad en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown por cada dieta suministrada durante las 6 semanas de estudio*

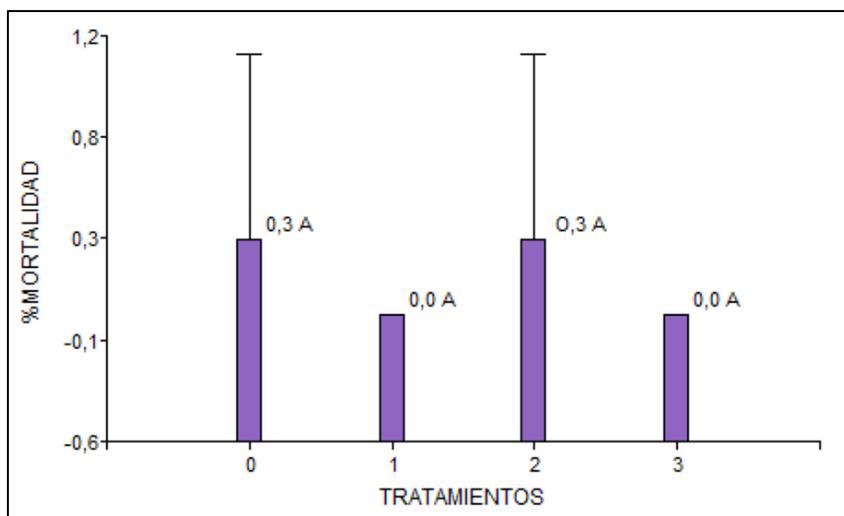
Dieta	Código	Porcentaje de Mortalidad *	D.E.
Testigo-Convencional	T0	0,33	0,82 A
Linaza 5%	T1	0,00	0,00 A
Chía 5%	T2	0,33	0,82 A
Linaza 3% - Canola 2%	T3	0,00	0,00 A

*Nota.* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes. Tukey ( $p>0,05$ ).

\* Análisis no paramétrico de Kruskal Wallis.

El porcentaje de mortalidad no presentó estadística similar, como se muestra en la tabla 19, pero se mostraron diferencias en relación al tiempo, debido a que en el tratamiento con inclusión de dieta convencional se presentó la muerte a la primera semana de evaluación mientras que en el tratamiento de chía con inclusión del 5% no fue hasta la tercera semana, luego se mantuvo constante hasta el final de la evaluación en los cuatro tratamientos de estudio (Figura 21).

**Figura 21** Porcentaje de mortalidad en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown para las diferentes dietas suministradas en las seis semanas de evaluación



Nota. Autoría propia

### Análisis de Costos

Se establecieron los costos de dietas por tonelada para cada una de las dietas teniendo costos de \$550,10, \$597,24, \$609,72 y \$542,06 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente, este costo incluye el costo de cada materia prima utilizada para su elaboración (Tabla 12). Se tomó en cuenta el precio de la cubeta de huevo por 30 unidades que es ofertado por pronaca, su línea de comercialización de huevos Indaves vende la cubeta de huevo enriquecido con omega 3 en un valor de \$6,93 (Pronaca, 2022).

**Tabla 20**

*Análisis económico de los tratamientos evaluados al final del trabajo de investigación*

Parámetros	Testigo	Linaza 5% inclusión	Chía 5% inclusión	Linaza 3% + Canola 2% inclusión
	T0	T1	T2	T3
Número de Aves	50	50	50	50
Producción de huevos	4352	4235	4232	4234

Nota. Autoría propia

**Tabla 20**

Análisis económico de los tratamientos evaluados al final del trabajo de investigación

<b>Parámetros</b>	<b>Testigo T0</b>	<b>Linaza 5% inclusión T1</b>	<b>Chía 5% inclusión T2</b>	<b>Linaza 3% + Canola 2% inclusión T3</b>
<b>Egresos</b>				
Costo del alimento	138,62	150,50	153,65	136,60
Galponero	600,00	600,00	600,00	600,00
<b>Suma</b>	<b>738,62</b>	<b>750,50</b>	<b>753,65</b>	<b>736,60</b>
<b>Ingresos</b>				
Precio cubeta	3,60	6,93	6,93	6,93
Venta de cubetas	522,24	978,29	977,59	978,05
Gallinaza	80,00	80	80	80
<b>Suma</b>	<b>602,24</b>	<b>1058,29</b>	<b>1057,59</b>	<b>1058,05</b>
<b>Beneficio/Costo</b>	<b>0,82</b>	<b>1,41</b>	<b>1,40</b>	<b>1,44</b>

*Nota.* Autoría propia

Cada uno de los tratamientos analizados posee diferente comportamiento en relación al beneficio que el proyecto económico puede tener, en los tratamientos se observó que presentaron un costo/beneficio de 0,82 para T1, 1,41 para T2, 1,40 para T3 y 1,44 para T4 (Tabla 20).

Reyes (2010) menciona que, si el análisis de beneficio/costo es mayor a 1 el proyecto económico es ejecutable, debido a que los ingresos obtenidos son mayores a los gastos generados, lo que en este caso se presentó con las dietas de los tratamientos T1, T2 y T3, indicando que por cada dólar invertido se obtendrán \$1,41; \$1,40 y \$1,44 dólares teniendo un mayor ingreso el tratamiento T3 con inclusión de linaza 3% y aceite de canola 2%; por el contrario, si este valor es menor a 1, implica que el proyecto económico no es ejecutable debido a que los egresos son mayores a los ingresos obtenidos, siendo así que el tratamiento T0 obtuvo un valor menor por lo tanto no se genera ganancia ya que por cada dólar invertido hay una devolución de \$0,85 y si este valor es igual a 1 el proyecto económico se considera indiferente ya que los ingresos obtenidos son iguales a los egresos.

Tello y Guerrero (2007) presenta valores similares en relación a las dietas con inclusión de linaza ya que estos presentan un valor agregado que justifica el valor del precio por huevo producido en relación a la dieta sin inclusión de materias primas enriquecidas de acuerdo con Meza (2018) que establece que la inclusión de semillas enriquecidas en la dieta dará como resultado la obtención de huevos que tengan características superiores en relación a los huevos obtenidos bajo una alimentación con dieta tradicional.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Con el suministro de las diferentes materias primas en el alimento concentrado se evidenció diferencias significativas en la variable de peso de las gallinas, siendo el alimento con chíá al 5% de inclusión (T2) la que generó mayor peso, con un promedio de  $2053,82 \pm 15,11$  g, en relación a las otras dietas T0 con  $2014,53 \pm 9,85$  g, T1 con  $2028,73 \pm 15,5$  g y T3 con  $2050,45 \pm 16,3$  g, aunque la ganancia diaria de peso en cada tratamiento no fue diferente.
- El alimento con adición de linaza al 3% más aceite de canola 2% tuvo un mayor consumo diario con un promedio de  $0,57 \pm 0,01$  Kg/jaula/día (114 g/ave/día) encontrándose dentro del parámetro óptimo de consumo, lo que indica que el aceite de canola aporta mayor palatabilidad en este alimento.
- El porcentaje de uniformidad en peso de las gallinas se mantuvo dentro de los porcentajes promedio establecido en producciones avícolas, siendo la dieta convencional aquella que presentó un mayor porcentaje ( $78,33 \pm 4,15$  %) aunque similar a la dieta de linaza 3% con aceite de canola 2% ( $77,33 \pm 1,67$  %) en relación a las otras dietas que tuvieron menores porcentajes.
- En cuanto a la variables productivas no se presentaron diferencias estadísticas en la conversión alimenticia, no obstante matemáticamente se obtuvo que la dieta de linaza 3% con aceite de canola 2% presentó un valor de  $1,76 \pm 0,03$  de conversión y su promedio de producción de huevo de  $70,79 \pm 7,81$ % y con peso de huevo de  $68,15 \pm 1,05$  es decir, que con menor consumo de este alimento las aves producen huevos de mayor peso.

- El consumo de linaza, chía y aceite de canola en la dietas de gallinas ponedoras no presentó diferencias en el porcentaje de mortalidad, teniendo 0% en los tratamientos T1 y T3 y 2% en los tratamientos T0 y T2 en la tercera fase de producción .
- En función al análisis de costo/beneficio se determinó que el suministro de las dietas con inclusión de linaza, chía y aceite de canola aumenta las características nutricionales del huevo lo que le da un valor agregado incrementando el costo de la cubeta compensando los altos costos de estas materias primas teniendo un beneficio de que por cada dólar invertido tiene una devolución de \$1,41; \$1,40 y \$1,44 respectivamente.

### **Recomendaciones**

- Considerar el uso de materias primas enriquecidas con ácidos grasos omega 3 ya que son alternativas interesantes que ayudaran a dar valor agregado en el aumento de ácidos grasos a nivel de yema teniendo huevos de un alto valor nutricional.
- Realizar análisis de diferentes niveles de inclusión se semilla de linaza, chía y de aceite de canola en la dieta de aves ponedoras para determinar en qué niveles adecuados se pueden incluir para obtener mayores cambios en el perfil lipídico del huevo.
- Valorar las dietas analizadas en este estudio en diferentes fases de producción de las gallinas productoras de huevo marrón porque sus necesidades nutricionales son diferentes en cada etapa de producción, con el propósito de determinar niveles de inclusión óptimos conforme a la edad.
- Motivar al consumidor a la adquisición y consumo de huevos enriquecidos con ácidos grasos omega 3 ya que conforme a estudios médicos realizados estos ayudan a la prevención y control de enfermedades cardiovasculares.

## Bibliografía

- Acosta, A., Lon-Wo, E., Cárdenas, M., & Almeida, M. (2009). Efecto del nivel dietético de fósforo en el comportamiento productivo y metabolismo mineral de gallinas ponedoras comerciales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(3), 285–289.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015481012.pdf>
- Alcalde, J. A. (2007). Orígenes de la gallina araucana: ¿europea, asiática o polinesia? *Selecciones Avícolas*, 48(19), 639–641. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2007/10/3515-origenes-de-la-gallina-araucana-europea-asiatica-o-polinesia.pdf>
- Antruejo, A. E. (2010). *Obtención de huevos de gallinas para consumo de calidad diferenciada, incrementando la proporción de ácidos grasos omega-3 y reduciendo el contenido de colesterol* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Rosario].  
<http://hdl.handle.net/2133/11251>
- Arce-C, M. (2009). Normal climática y distribución de la precipitación en la hacienda El Prado-IASA, serie 1998-2008. *Boletín Técnico*, 8, 4–5.  
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/download/1422/1012>
- Balseca, S. (2012). *Utilización de Nupro TM ( Nucleótidos, Proteína e Inositol ) en Dietas de Gallinas Lohmann Brown Desde el Pico de Producción hasta las 45 Semanas de Edad* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.espe.edu.ec/handle/123456789/1319>
- Benavides, A. H. J. (2018). Evaluación del tipo de alojamiento e inclusión de lino “*Linum usitatissimum* L.” para la producción de huevos enriquecidos con omega-3. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 5(2), 52–73.  
<https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/1509>
- Betancourt, L., & Díaz, G. (2009). Enriquecimiento de huevos con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación con semilla de lino (*Linum usitatissimum*) en la dieta. *Revista*

MVZ Córdoba, 14(1), 1602–1610. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682009000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682009000100009&script=sci_arttext)

Bracamonte, A., & Jhiancarla, M. (2020). *Identificar el consumo, peso y uniformidad de gallinas de postura comercial en etapa de levante de la línea H&N en el municipio de vinto–Cochabamba* [Monografía Técnico Científico, Universidad Mayor de San Simón]. <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/20766>

Caballero, L. (2009, June 23). *Contenido de yodo en huevos: una importante fuente de minerales, vitaminas y ácidos grasos omega 3*. Engormix. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/contenido-yodo-huevos-importante-t27994.htm>

Camacho-Escobar, M., Lezama-Nuñez, P., Jerez-Salas, M., Kollas, J., Vásquez-Dávila, M., García-López, J., Arroyo-Ledezma, J., Ávila-Serrano, N., & Chávez-Cruz, F. (2011). *Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA, 1, 375–379*. <https://n9.cl/x8kxi>

Cardaci, P. (2018). *Efecto de los ácidos grasos omega3 (n-3) incorporados a las dietas de gallinas sobre la composición del huevo* [Trabajo de Especialización, Universidad Nacional de la Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73588>

Castro, R. (2021). *Efecto de tres niveles de una pre mezcla vitamínico-mineral sobre la producción y calidad de huevo en gallinas (Lohmann brown)* [Trabajo de Titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/25234>

Cruz, S., Ortega, J., & Eugenia, E. (2020). *Cada año en Ecuador aumenta consumo de pollo y huevos. Revista Técnica Maíz y Soya*. <https://www.maizysoya.com/lector.php?id=20200548&tabla=articulos>

- Da Silva, A. (2022). *Enriquecimiento de la carne de ave con ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3 utilizando ingeniería nutricional* [Tesis, Universidad de la República Uruguay].  
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/31611/1/uy24-20382.pdf>
- De Cristofaro, A. M. (2017). *Importancia del calcio y fósforo en la formación de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras* [Trabajo de Especialización, Universidad Nacional de la Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/66423>
- Durán, J. (2014). Comparación de ácidos grasos omega 3, 6 y 9 en la semilla de lino (*Linum usitatissimum* L.) ecuatoriana y canadiense por cromatografía de gases [Disertación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].  
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7118>
- Espín, D. (2022, December 11). *La avicultura alimenta al Ecuador*. <https://avinews.com/diana-espin-la-avicultura-alimenta-a-ecuador/>
- Giacopini, M. I. (2012). El aceite canola y sus efectos en la salud. *SciELO Analytics*, 25(2), 94–99. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522012000200006](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522012000200006)
- Google Maps. (2023, July 22). *IASA I*. Recuperado de: <https://www.google.com/maps/@-0.383736,-78.4203789,786m/data=!3m1!1e3!10m2!1e3!2e3?hl=es-ES&entry=ttu>
- Grobas, S., & Mateos, G. G. (1996). Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. *Curso de Especialización FEDNA*, 12, 219–244. [https://fedna.biolucas.com/wp-content/uploads/2021/11/96CAP\\_XII\\_1.pdf](https://fedna.biolucas.com/wp-content/uploads/2021/11/96CAP_XII_1.pdf)
- Herrera, A. (2017). *Efecto de concentrado de proteína de maíz sobre parámetros productivos en gallinas ponedoras Lohmann Brown de 64 semanas de edad* [Trabajo de Titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14241>
- Itza-Ortiz, M. (2020, November 21). *Parámetros productivos en la avicultura*. BM Editores.  
<https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-en-la-avicultura/#>

- Jaramillo, A. (2018). Evaluation of the type housing and inclusion of flaxseed supplement “linum usitatissimum l.” for the production egg enrichment with omega-3 fatty acids. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 5(2), 52–73.  
<https://doi.org/10.23850/24220582.1509>
- Jiménez, P., Masson, L., & Quitral, V. (2013a). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2), 155–160. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182013000200010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182013000200010&script=sci_arttext)
- Jiménez, P., Masson, L., & Quitral, V. (2013b). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2), 155–160. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182013000200010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182013000200010&script=sci_arttext)
- Juárez-Caratachea, A., Sarmiento-Franco, L., & Segura-Correa, J. (2010). Efecto de la relación pellet: harina en la dieta sobre el rendimiento productivo de gallinas de postura. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1), 135–138.  
<https://www.redalyc.org/pdf/939/93913074014.pdf>
- Leeson, S., & Zubair, A. K. (1996). Efectos sobre la salud del consumo de huevos enriquecidos en ácidos grasos omega-3 y vitaminas. *XII Curso de Especialización FEDNA: Avances En Nutrición y Alimentación Animal. Fundación Española Para El Desarrollo de La Nutrición Animal. España*. [https://fedna.biolucas.com/wp-content/uploads/2021/11/96CAP\\_XII\\_2.pdf](https://fedna.biolucas.com/wp-content/uploads/2021/11/96CAP_XII_2.pdf)
- Lijeron, S. E. (2015). *Efecto de cuatro niveles de ph´asa y dos densidades de aves de postura (Lohman brown) en la producción de huevos* [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5716>
- Lohmann Breeders. (2021, June). *Guía de Manejo Lohmann Brown-Classic Ponedoras*. Lohmann Brown-Classic. [https://lohmann-breeders.com/media/2021/06/LB\\_MG\\_LB-Classic\\_ESP.pdf](https://lohmann-breeders.com/media/2021/06/LB_MG_LB-Classic_ESP.pdf)

- Lohmann Brown. (2019, October 2). *Lohmann Brown*. Cría de Aves.  
<https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/lohmann-brown/>
- López, M. (2017). *Chía (Salvia hispanica L.): etnobotánica e interés actual de una planta precolombina en auge* [Trabajo fin de Grado, Universidad de Sevilla].  
<https://idus.us.es/handle/11441/64661>
- Martín, N. (2019). Fisiología de la puesta de la gallina. *Revista de Información Veterinaria, Medicina y Zootécnia, Especializa En Los Sectores de Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/fisiologia-de-la-puesta-de-la-gallina/>
- Mateo, F. I. O., Compean, L. G., & Aguilar, F. J. C. (2006). Consumo de alimento, causa y porcentaje de mortalidad en granjas de postura comercial bajo condiciones climáticas de Yucatán, México. *Veterinaria México*, 37(3), 379–390.  
<https://www.redalyc.org/pdf/423/42337309.pdf>
- Mena, C. (2018). *Adición de cuatro niveles de fosfatidilcolina (biocholine) en la dieta de gallinas Lohmann Brown-Classical en tercera fase de producción* [Trabajo de Titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/14250>
- Meza, L. A. (2018). *Evaluación de la Inclusión de dos niveles de linaza sobre la calidad en huevos de gallinas Marrones de línea Babcock brown*. [Trabajo de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25217>
- Miranda, S. (2015, May 15). *Uniformidad en Gallinas Reproductoras Pesadas*. Engormix.  
<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/uniformidad-gallinas-reproductoras-pesadas-t32254.htm>
- Montoya, L. F. (2021). *Importancia de la proteína de origen animal en el comportamiento productivo de gallinas ponedoras*. [Trabajo de Titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espe.edu.ec/handle/123456789/15630>

- Moscoso, D. M. (2015). *Estrategias de manejo para la mejora de la uniformidad y su efecto en el desempeño de pollos de engorde hasta los 42 días de edad* [Trabajo de modalidad Pasantía, Universidad de La Salle].  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1211&context=zootecnia>
- Muirragui, B. (2013). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de canola (Brassica napus) en Aloasí - Mejía - Pichincha*. [Tesis de Grado, Universidad San Francisco de Quito]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2481>
- Pantoja, L., & Maldonado, S. (2012). *Caracterización del contenido de aceite de dos oleaginosas / sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) y canola (Brassica napus y Brassica rapa)*. [Tesis de Grado, Universidad San Francisco de Quito].  
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1899>
- Pereda, M. (2022, May 2). *Análisis costo beneficio: porque este proceso es fundamental*. Rockcontec. <https://rockcontent.com/es/blog/analisis-costo-beneficio/>
- Pronaca. (2022). *Huevos con Omega 3 y Vit E de Indaves - TQMA - Te queremos mejor alimentado*. Pronaca. <https://pronacatqma.com/indaves-huevos-con-omega-3-y-vit-e.html>
- Quishpe, G. J. (2006). *Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura* [Proyecto Especial, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano].  
<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/930>
- Rafart, J., Revidatti, F., Terraes, J. C., Sindik, M., & Rollet, C. (2006). Evaluación de la fase de cría, recría y pre-postura de ponedoras Rubia-INTA en la Escuela Agrotécnica Lomas de Empedrado. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas-Universidad Nacional Del Nordeste*, 24. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_aves/produccion\\_avicola/66-cria.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/66-cria.pdf)
- Reyes, J. C. (2010). *Incorporación de gallinaza como un ingrediente para dietas alimenticias de gallinas ponedoras ISA BROW (Gallus gallus)* [Proyecto previo a la obtención del título de

Ingeniero Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional].

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2321>

Rivera, D., & Fuentes, I. (2022). *Efecto de niveles crecientes de L-treonina en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras* [Proyecto Especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/592831d5-d7b0-4085-bca0-22fcb9eed62f>

Rodríguez-Cruz, M., Tovar, A. R., Del Prado, M., & Torres, N. (2005). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de Investigación Clínica*, 57(3), 457–472. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0034-83762005000300010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0034-83762005000300010&script=sci_abstract&tlng=pt)

Rodríguez-Rodríguez, E., Aparicio, A., Sánchez-Rodríguez, P., Lorenzo-Mora, A. M., López-Sobaler, A. M., & Ortega, R. M. (2019). Vitamin D deficiency in Spanish population. Importance of egg on nutritional improvement. *Nutr. Hosp*, 3–7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31368328/>

Ronayne, P. (2000). Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación del lactante. *Arch Argent Pediatr*, 98, 231. [https://www.sap.org.ar/docs/archivos/2000/arch00\\_4/00\\_231\\_238.pdf](https://www.sap.org.ar/docs/archivos/2000/arch00_4/00_231_238.pdf)

Roque Maza, V. E. (2022). *Evaluación productiva de gallinas ponedoras comerciales de la línea genética Lohmann brown entre 2018 hasta 2020 de la avícola San Alfonso*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17849>

Roque, V. E. (2022). *Evaluación productiva de gallinas ponedoras comerciales de la línea genética Lohmann brown entre 2018 hasta 2020 de la avícola San Alfonso*. [Trabajo de Titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17849>

Rostagno, H., Texeira, L., Hannas, M., Donzele, J., Sakomura, N., Perazzo, F., Saraiva, A., Teixeira, M., Rodrigues, P., Oliveira, R., Toledo, S., & Oliveira, C. (2017). *Tablas*

- Brasileñas aves y cerdos - Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales* (H. S. Rostagno, Ed.; 2<sup>da</sup> ed). <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-cajamarca/geomecanica/tablas-brasilenas-aves-y-cerdos/21226637>
- Salazar-Vega, M. I., Rosado-Rubio, J. G., Chel-Guerrero, L. A., Betancur-Ancona, D. A., & Castellanos-Ruelas, A. F. (2009). Composición en ácido graso alfa linolénico (w3) en huevo y carne de aves empleando chia (*Salvia hispánica* L.) en el alimento. *Interciencia*, 34(3), 209–213. [https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442009000300013&script=sci\\_arttext](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442009000300013&script=sci_arttext)
- Sánchez, C., Montilla, J. J., Angulo, I., & León, A. (2003). Efecto del diseño de galpón y ubicación de las jaulas sobre el peso corporal, mortalidad y conversión alimenticia en gallinas ponedoras. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 20(2), 195–209. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182003000200008](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000200008)
- Saquina, S. (2014). *Efecto de *Linum usitatissimum* (Linaza común) en la primera fase de producción de gallinas lohmann brown* [Trabajo de Titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3847>
- Schneider, H. (2015). *Desarrollo de huevo fortificado con selenio y ácidos grasos omega Ω3* [Tesis, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54755>
- Scott, M. L. (1965a). Requerimiento de nutrientes para gallinas ponedoras. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 28(128), 21–28.
- Scott, M. L. (1965b). Requerimiento de nutrientes para gallinas ponedoras. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 28(128), 21–28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6107920>
- Sosa, L. D. (2023). *Evaluación del efecto de la selección en la octava semana en pollitas de postura, sobre la uniformidad, consumo y peso vivo a las 16 semanas* [Tesis, Universidad Nacional San Luis Gonzaga]. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/4307>

- Tello, D. C., & Guerrero, D. F. (2007). *Inclusión de lino *Linum usitatissimum* L. en la dieta de ponedoras para la producción de huevos enriquecidos con ácido graso  $\alpha$ -Linolénico (Omega 3)* [Trabajo de Grado, Universidad de La Salle].  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/130/>
- Toalombo, P. A., Navas-González, F. J., Andrade-Yucailla, V. C., Trujillo, J. V, Martínez, J., & Delgado, J. V. (2019). Caracterización productiva y organoléptica de huevos de gallinas de campo de la región sierra del Ecuador. *Archivos de Zootecnia*, 68(263), 412–415.  
<https://www.uco.es/az/index.php/az/article/view/4201>
- Torres, D. (2021). *Efecto de diferentes niveles de minerales orgánicos (B-TRAXIM 2C) en gallinas ponedoras sobre el desempeño y calidad de huevo* [Trabajo de Titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/24874>
- Torres, J. (2021). *Efecto de fuentes lipídicas en el desempeño productivo de pollitas de reemplazo ponedoras Dekalb White®* [Proyecto Especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7149>
- Valbuena, D. A. (2020). *Manejo de perfiles de peso y uniformidad en la ponedora comercial moderna – Actualidad Avipecuaria*. <https://actualidadavipecuaria.com/manejo-de-perfiles-de-peso-y-uniformidad-en-la-ponedora-comercial-moderna/>
- Velásquez, E. E. (1999). *Efecto del uso de diferentes niveles de semolina de arroz en la dieta de gallinas ponedoras*. [Proyecto Especial de Grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/04798dc9-7cad-4901-aae8-7b1077be5e5e>
- Vicens, M. (2018). Dieta de la nobleza en jornadas de caza y recreo: en casa del Marqués de Villamanrique (1595). En M. A. Chaín, A. M. G. Hernández, P. Martínez, & P. Arias, (Eds.), *La Alimentación en la Historia* (1ª ed., pp. 308–312). Universidad de Salamanca.  
<https://n9.cl/vf6rm>