

## **Efecto del uso de diferentes materias primas sobre parámetros de calidad en huevos enriquecidos con Omega-3**

### ***Effect of using different raw materials on quality parameters in eggs enriched with Omega-3***

Sebastián Alejandro Cárdenas Bustos<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.61236/ciya.v9i2.1114>

#### **RESUMEN:**

La presente investigación analizó los parámetros de calidad de huevos enriquecidos con Omega-3, a partir de diferentes materias primas añadidas a la dieta de gallinas de postura de la línea Lohman Brown, en el taller de avicultura de la Carrera Agropecuaria, ubicada en la Hacienda El Prado, parroquia San Fernando, ciudad Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha.

Las variables analizadas fueron el peso, la altura de la albúmina, la coloración de la yema, las Unidades Haugh, la resistencia del cascarón y el grosor de la cáscara, a través del equipo Digital Egg Tester DET6000.

Para el proyecto se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres tratamientos y un testigo. Cada tratamiento constaba de una fuente vegetal distinta de ácido linolénico. El primer tratamiento fue una dieta formulada con linaza, el segundo una dieta formulada con chía y el tercero una dieta formulada a partir de una mezcla de linaza con aceite de canola. Se utilizó una prueba Tukey de comparación de medias al 5%. A través del software INFOSTAT se analizó cada parámetro de calidad para los tratamientos y el testigo, resultando la coloración de la yema la única variable con diferencias significativas para la dieta formulada con aceite de canola y linaza como fuentes de ácido linolénico.

Adicionalmente, las características organolépticas y sensoriales de cada tratamiento y del testigo fueron analizadas por un total de diez catadores, los cuales calificaron el olor, sabor, textura y aspecto visual de los huevos enriquecidos con Omega-3 y los huevos testigo.

**Palabras claves:** Huevos, Omega-3, Ácido linolénico, Digital Egg Tester.

**Recibido:** 15 de mayo de 2025; **revisión aceptada:** 20 de junio de 2025

---

<sup>1</sup> Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, Sangolquí, Pichincha, Ecuador, [sacardenas3@espe.edu.ec](mailto:sacardenas3@espe.edu.ec)

***ABSTRACT:***

The present investigation analyzed the quality parameters of eggs enriched with Omega-3, from different raw materials added to the diet of laying hens of the Lohman Brown line, in the poultry workshop of the Agricultural Career, located in the Hacienda El Prado, San Fernando parish, Sangolquí city, Rumiñahui canton, Pichincha province.

The variables analyzed were weight, albumen height, yolk coloration, Haugh Units, shell resistance and shell thickness, through the Digital Egg Tester DET6000 equipment.

For the project, a completely randomized experimental design was used, with three treatments and a control. Each treatment consisted of a different plant source of linolenic acid. The first treatment was a diet formulated with flaxseed, the second a diet formulated with chia, and the third a diet formulated from a mixture of flaxseed with canola oil. A Tukey test for comparison of means at 5% was used. Through the INFOSTAT software, each quality parameter was analyzed for the treatments and the control, resulting in the color of the yolk the only variable with significant differences for the diet formulated with canola oil and linseed as sources of linolenic acid.

Additionally, the organoleptic and sensory characteristics of each treatment and the control were analyzed by a total of ten tasters, who rated the smell, taste, texture and visual appearance of the Omega-3 enriched eggs and the control eggs.

***Keywords:*** Eggs, Omega-3, Linolenic Acid, Digital Egg Tester.

Recibido

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **Antecedentes**

En la actualidad existe una gran carencia en la cultura nutricional del ser humano, el cual opta por comida mayormente procesada, con altos niveles de grasas trans, conservantes y otros aditivos que no aportan a la salud y nutrición del ser humano. El ritmo acelerado de vida, que demanda la sociedad del siglo XXI, promueve el consumo de comida rápida, que se pueda preparar en un corto tiempo; sumado al incremento de sedentarismo, la estadística con respecto a la obesidad, la diabetes tipo 2, infartos, problemas de hígado graso, gastritis, entre varios más, aceleraron las alertas rojas en cuanto a la importancia de la educación alimentaria y hábitos saludables.

Los complementos alimenticios han ganado gran popularidad tras la nueva tendencia de consumir productos orgánicos, sanos, libres de grasas trans y gluten. El Omega-3 como suplemento alimenticio se encuentra en la lista de los principales y obligatorios a consumir con el objetivo de alcanzar un buen estado de salud, dado que múltiples estudios respaldan todos los beneficios que aporta al cuerpo, especialmente a personas que presentan enfermedades crónicas y a niños en sus etapas de desarrollo.

Si bien algunas semillas poseen Omega-3, su principal fuente se encuentra en peces como salmones, atunes, arenques y sardinas, los cuales aportan significativas cantidades de este ácido graso para el cuerpo humano (Robles, 2018). La Organización Mundial de la Salud recomienda consumir al menos 250 mg de Omega-3 hasta 2000 mg por día (Medline Plus, 2022).

Lamentablemente, en nuestro país, específicamente en la sierra ecuatoriana, el consumo de pescado es relativamente bajo, por lo que muchas personas optan por consumir cápsulas de Omega-3. Por lo que se vuelve imperativo extender las fuentes de Omega-3 a una sociedad cada vez más concientizada sobre el papel protagónico de la nutrición en la salud humana.

### **Justificación**

A partir de los últimos años, la industria dedicada a la producción avícola ha enfocado sus esfuerzos y recursos en mejorar su eficiencia y producción. La implementación de Omega-3 es un valor añadido que enriquecería aún más a los huevos, cuyo valor biológico supera a los demás alimentos de producción pecuaria.

A medida que la ciencia avanza, se desmienten mitos con respecto a los huevos y el colesterol que poseen las yemas, el cual ayuda a eliminar el popularmente llamado “colesterol malo” de órganos vitales como el corazón. Es por ello que su consumo se ha masificado a gran escala, siendo parte de la canasta familiar básica ecuatoriana y parte importante de las diferentes pirámides alimenticias que proponen grandes autores con respecto a buenos hábitos nutricionales.

Los huevos representan una fuente tan nutritiva y beneficiosa para el cuerpo humano, que desde el año 1996, el segundo viernes del mes de octubre, se celebra un día en su honor, “el día mundial del huevo” (Gerard, 2020).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en su manual de pautas nutricionales para la población americana 2020-2025, hace un especial énfasis en la relación del Omega-3 con la reducción del riesgo a desarrollar arritmias cardíacas, con la disminución de la presión

arterial y con la disminución de la placa compuesta de colesterol, grasa y calcio que bloquea las arterias. Además, destacan la capacidad del Omega-3 para regular la coagulación sanguínea, sus poderosos efectos antiinflamatorios y sus propiedades antidepresivas (United States Department of Agriculture, 2020)

Por lo tanto, la incorporación de Omega-3 a los huevos, a través de las dietas suministradas a gallinas ponedoras, potencia las propiedades nutritivas del alimento y llevado a gran escala puede ser un emprendimiento capaz de establecerse en el mercado con relativa facilidad, siempre y cuando se emplee un correcto manejo en el cuidado y nutrición de las aves.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar el efecto del uso de diferentes materias primas utilizadas en la alimentación de gallinas ponedoras mediante el uso del analizador Digital Egg Tester DET6000 para determinar los valores de calidad de huevos enriquecidos con Omega-3.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los diferentes parámetros de calidad del huevo con el empleo del Analizador DET6000 Digital Egg Tester.
- Comparar los parámetros de calidad de huevos obtenidos a partir del uso de diferentes materias primas fuentes de ácidos grasos Omega 3
- Cuantificar las características organolépticas y sensoriales de huevos enriquecidos con Omega-3 a partir de diferentes fuentes.

## **Hipótesis**

**H0:** Los huevos producidos a partir de diferentes fuentes de ácidos grasos Omega-3 no presentan diferencias significativas en los parámetros de calidad de huevo.

**H1:** Los huevos producidos a partir de diferentes fuentes de ácidos grasos Omega-3 presentan diferencias significativas en los parámetros de calidad de huevo.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Características del área

#### 2.1.1. Ubicación política

El presente trabajo de investigación fue realizado en el laboratorio del Bloque 2 de la Carrera Agropecuaria, ubicada en la Hacienda El Prado, parroquia San Fernando, ciudad Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, como se observa en la (Figura 1).

#### 2.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente, la Hacienda El Prado se encuentra en:  $0^{\circ}23'27''\text{S}$   $78^{\circ}24'47''\text{W}$ ; latitud: -0,3909607; longitud: -78,4136189; altitud: 2.738 msnm.



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área en donde se desarrolló el trabajo, laboratorio del bloque 2 - IASA I, realizada en el software QGis.

## **2.2. Materiales empleados**

### **2.2.1. Materiales de campo**

- Cubetas de cartón para huevos
- Marcadores
- Hojas de registro
- Material biológico: 240 huevos de gallinas enriquecidos con Omega-3 a partir de diferentes fuentes

### **2.2.2. Materiales de laboratorio**

- Vasos de precipitación de 800ml
- Mandil
- Guantes desechables
- Toallas de papel desechables
- Fundas de basura

### **2.2.3. Equipos**

- Digital Egg Tester DET 6000
- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica

### **2.2.4. Software**

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- INFOSTAT
- QGis

### **2.3. Toma de muestras**

Para el desarrollo de la presente investigación los huevos fueron recolectados en galpón, una cantidad de 60 huevos por tratamiento, siendo un total de 240 huevos, previamente rotulados e identificados para ser trasladados al laboratorio a fin de realizar las mediciones necesarias. La toma de muestras fue realizada en horas de la mañana y bajo línea de frío, tratando de que las mismas sean lo más homogéneas posible. Los resultados obtenidos se registraron directamente a la base de datos para su posterior análisis en función de cada uno de los tratamientos.

### **2.4. Análisis de los parámetros de calidad**

En el presente trabajo todas las pruebas de valoración para las diferentes variables fueron analizadas en el equipo Digital Egg Tester DET 6000, el cual permitió registrar los valores para cada uno de los tratamientos.

El equipo empezó registrando el peso del huevo para luego someterlo a un mecanismo de prensa que calcula la resistencia de la cáscara, como se observa en la (Figura 2).



**Figura 2.** Análisis de peso y resistencia de la cáscara con el equipo Digital Egg Tester DET 6000.

Una vez inscritos los datos en la memoria del equipo, se procedió a cascar el huevo y colocar su contenido en una bandeja transparente provista de un espejo que registrara la altura de la albúmina, coloración de la yema y Unidades Haugh, como se aprecia en la (Figura 3). Finalmente, con ayuda del micrómetro, se obtuvo el valor del grosor de la cáscara, previamente despojada de su cutícula y obtenida de la zona ecuatorial del huevo.



**Figura 3.** Análisis de altura de albúmina, coloración de yema, Unidades Haugh y grosor de la cáscara con el equipo Digital Egg Tester DET 6000.

## **2.5. Métodos estadísticos**

### **2.5.1. Diseño experimental**

En el desarrollo del presente estudio, se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA).

Se utilizaron tres tratamientos (T0; T1; T2 y T3) en concordancia al uso de las diferentes materias primas utilizadas para el enriquecimiento de huevos con Omega 3, con un tamaño de unidad experimental de 5 aves por jaula.



### 2.5.2. Modelo matemático del diseño experimental

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

Donde:

$Y_{ij}$ : Observación  $i$  - ésima del tratamiento  $j$  - ésimo

$\mu$ : Media general

$T_j$ : Efecto del  $j$  - ésimo tratamiento

$e_{ij}$ : Error experimental

## 2.6. Análisis de resultados

Los parámetros de calidad: peso, altura de la albúmina, coloración de la yema, Unidades Haugh, resistencia y grosor de la cáscara, se caracterizaron mediante una prueba estadística descriptiva y se analizaron mediante un análisis de varianza empleando un modelo matemático lineal y una prueba de comparación de medias Tukey con un nivel de significancia del 5%.

### 2.6.1. Altura de la albúmina

Se obtuvo con el empleo del Digital Egg Tester DET6000, el cual consta de un sistema de medida láser que va de un rango de 3.0 a 15.0 mm con una exactitud de  $\pm 0.2$  mm, estos datos fueron almacenados y procesados en el ordenador del equipo (Mañay *et al.*, 2020).

### 2.6.2. Coloración de la yema

El sistema de análisis colorimétrico es una extensión digital del DSM YolkFanTM que proporciona la misma practicidad y colores de los parámetros del abanico colorimétrico de yema DSM (Mañay *et al.*, 2020).

### 2.6.3. Unidades Haugh

Las Unidades Haugh miden el grado de frescura de un huevo y se determina en función del peso total del huevo y la altura de la clara en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Unidades Haugh: } 100 * \log (h - 1.7 * w * 0.37 + 7.6)$$

Donde:

$h$ : altura de la albúmina en milímetros

$w$ : peso del huevo en gramos

(Martínez, 2020).

#### 2.6.4. Resistencia del cascarón

Se midió la resistencia a la ruptura del cascarón a través de una prensa asociado al equipo Digital Egg Tester DET 6000, el cual va de un rango de 0.82 a 8.16 kgf con una exactitud de  $\pm 0.2\text{kgf}$  (Mañay *et al.*, 2020).

#### 2.6.5. Grosor de la cáscara

Después de abierto el huevo, se midió el espesor del cascarón con la ayuda de un micrómetro de alta precisión que va de un rango de 0.10 a 0.60 mm con una exactitud de  $\pm 0.2\text{mm}$  (Mañay *et al.*, 2020).

### 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1. Peso de huevos

Al término de la investigación, para la variable peso de huevos, se encontraron los siguientes valores: 67,55 g, 67,68 g, 68,40 g y 68,15 g, para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

Estos datos son concordantes con los valores reportados en la Guía de Manejo de la línea Lohmann Brown de Lohmann Breeders (2020) , en la que se indica que el peso promedio de huevos producidos por gallinas de 72 a 95 semanas es de 64,5 gramos.

Al analizar los parámetros de calidad de huevos, a través del empleo del programa INFOSTAT, se pudo apreciar que existió una diferencia numérica mas no estadística (p-valor 0,7829 ) para la variable peso, en huevos enriquecidos con Omega 3, en los diferentes

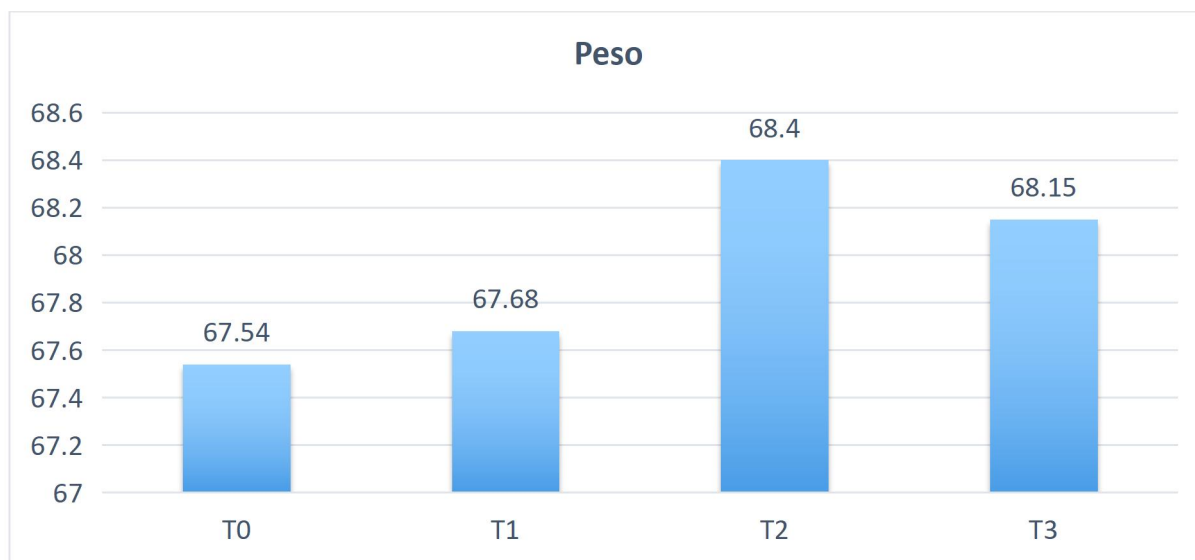
tratamientos, con  $F_{3,36} = 0,36$  ;  $p = 0,7829$ , como se puede observar en la (tabla 1), (tabla 2) y (figura 4).

**Tabla 1.** Análisis de la varianza para la variable peso en función de los tratamientos suministrados.

|                                                                                                | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| <b>Modelo</b>                                                                                  | 4,80      | 3         | 1,60      | 0,36     | 0,7829         |
| <b>Tratamiento</b>                                                                             | 4,80      | 3         | 1,60      | 0,36     | 0,7829 (NS)    |
| <b>Error</b>                                                                                   | 160,43    | 36        | 4,46      |          |                |
| <b>Total</b>                                                                                   | 165,22    | 39        |           |          |                |
| <i>Nota.</i> NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. |           |           |           |          |                |

**Tabla 2.** Test de Tukey (5%) para la variable peso en función de los tratamientos suministradas.

| <b>Tratamiento</b>                                                                             | <b>Medias</b> | <b>N</b> | <b>Error Experimental</b> |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|---------------------------|---|
| <b>T2</b>                                                                                      | 68,40         | 10       | 0,67                      | A |
| <b>T3</b>                                                                                      | 68,15         | 10       | 0,67                      | A |
| <b>T1</b>                                                                                      | 67,68         | 10       | 0,67                      | A |
| <b>Tratamiento</b>                                                                             | <b>Medias</b> | <b>N</b> | <b>Error Experimental</b> |   |
| <b>T0</b>                                                                                      | 67,54         | 10       | 0,67                      | A |
| <i>Nota.</i> Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. |               |          |                           |   |



**Figura 4.** Representación gráfica de los valores promedio del peso de huevos.

Datos que son concordantes con (Gavarrete *et al.*, 2019) en su estudio de aplicación de la dieta zamofeed, no existió diferencias significativas para la variable peso en comparación con huevos estándar. Por su parte (Reyes, 2021) determinó que solo la adición de microminerales en el pienso para gallinas ponedoras tiene un efecto significativo en el incremento del peso del huevo.

### 3.2. Altura Albúmina

En referencia a la altura de la albumina, se reporta que los valores encontrados fueron de: 7,58 ml, 6,99 ml, 7,17 ml y 7,15 ml, para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

Estos datos son concordantes con los valores reportados en el estudio de (Gavarrete *et al.*, 2019), en el que indica que la altura de albumina promedio de huevos es de 7,60 milímetros.

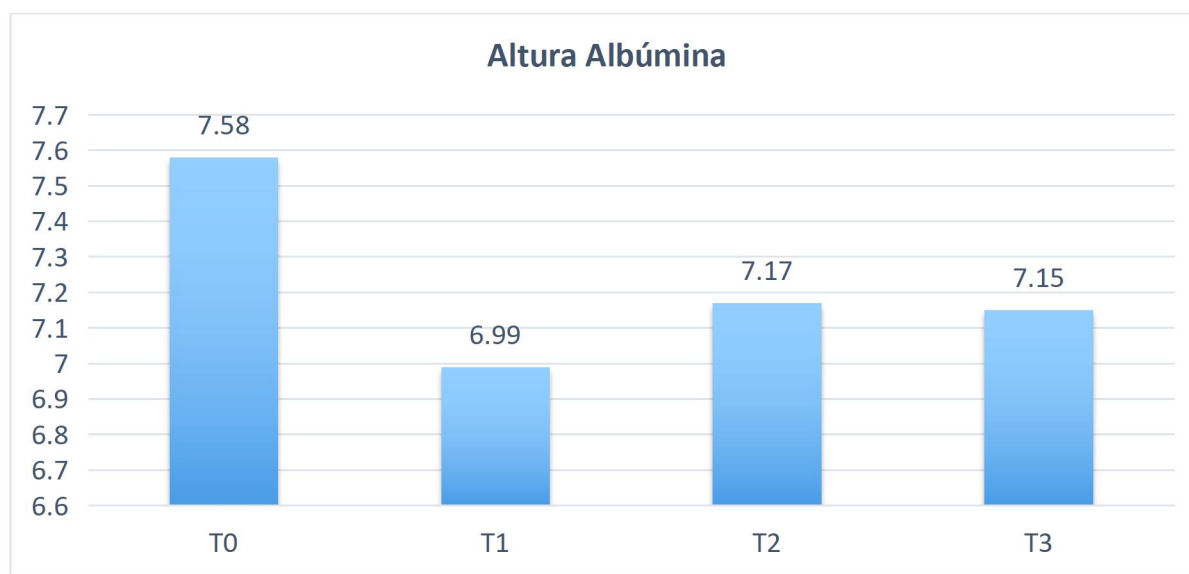
Al analizar los parámetros de calidad de huevos, a través del empleo del programa INFOSTAT, se pudo apreciar que existió una diferencia numérica mas no diferencias estadísticas ( $p$ -valor: 0,1973) para la variable altura de la albúmina, en huevos enriquecidos con Omega 3, para los tratamientos planteados, con  $F_{3,36} = 1,64$ ;  $p = 0,1973$ , como se puede observar en la (tabla 3), (tabla 4) y (figura 5).

**Tabla 3.** Análisis de la varianza para la variable altura albúmina en función de los tratamientos suministradas.

| <b>F.V.</b>                                                                                    | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| <b>Modelo</b>                                                                                  | 1,87      | 3         | 0,62      | 1,64     | 0,1973         |
| <b>Tratamiento</b>                                                                             | 1,87      | 3         | 0,62      | 1,64     | 0,1973 (NS)    |
| <b>Error</b>                                                                                   | 13,68     | 36        | 0,38      |          |                |
| <b>Total</b>                                                                                   | 15,55     | 39        |           |          |                |
| <b>Nota.</b> NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. |           |           |           |          |                |

**Tabla 4.** Test de Tukey (5%) para la variable altura albúmina en función de los tratamientos suministradas.

| <b>Tratamiento</b>                                                                             | <b>Medias</b> | <b>n</b> | <b>Error Experimental</b> |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|---------------------------|---|
| <b>T0</b>                                                                                      | 7,58          | 10       | 0,19                      | A |
| <b>T2</b>                                                                                      | 7,17          | 10       | 0,19                      | A |
| <b>T3</b>                                                                                      | 7,15          | 10       | 0,19                      | A |
| <b>T1</b>                                                                                      | 6,99          | 10       | 0,19                      | A |
| <b>Nota.</b> Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. |               |          |                           |   |



**Figura 5.** Representación gráfica de los valores promedio de altura de la albúmina.

En el estudio de (Gavarrete *et al.*, 2019) se demostró que la aplicación de la dieta zamofeed no generó diferencias significativas para la variable altura de la albúmina, únicamente, la adición de micro minerales incrementa significativamente dicha variable, según lo reportado por (Reyes, 2021)

### 3.3. Coloración Yema

Al término de la investigación, la variable coloración de la yema, reporta los siguientes valores: 9,39; 9,27; 9,54 y 8,81 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

Estos datos son concordantes con los valores reportados en el estudio de (Saúl y Ramirez, 2021), en el que indica que la adición de una materia primera a la dieta de gallinas ponedoras repercutió en el color de la yema, presentando valores entre 6,9 a 10 grados de color según el abanico colorimétrico de Roche.

Al analizar los parámetros de calidad de huevos, a través del empleo del programa INFOSTAT. A un nivel de confianza del 5%, el tratamiento 3, formulado a partir de aceite de canola y linaza, presentó menor coloración de la yema de  $8,81 \pm 0,37$  a comparación de los tratamientos formulados con linaza y chía, con  $F_{3,36} = 12,43$  ;  $p = < 0,0001$ .

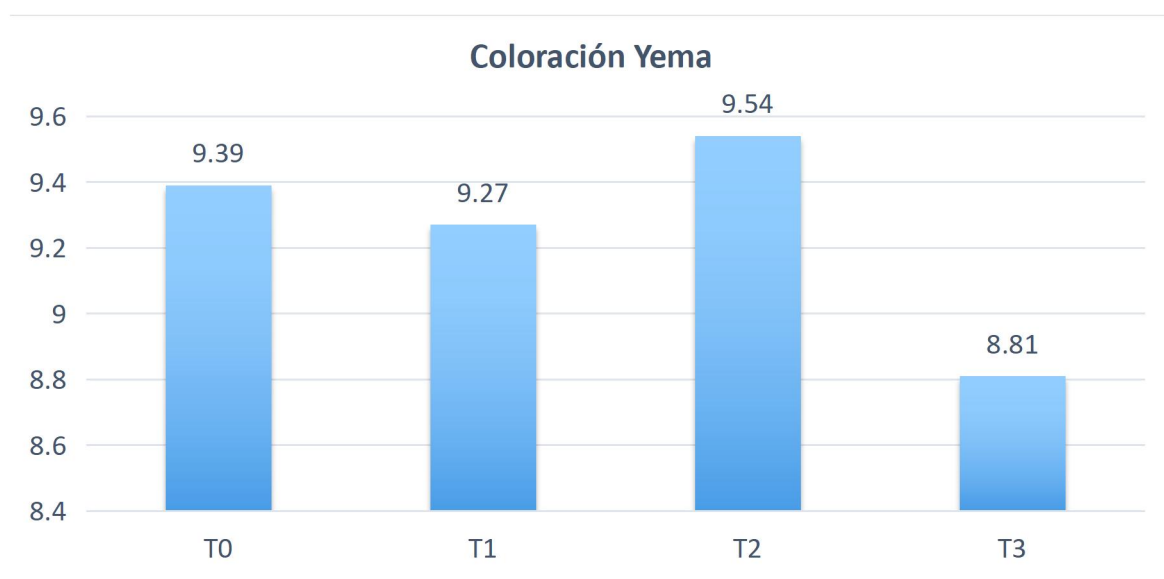
Como se puede observar en la (tabla 5), (tabla 6) y (gráfico 6).

**Tabla 5.** Análisis de la varianza para la variable coloración yema en función de las dietas suministradas.

| F.V.                                                                                           | SC   | gl | CM   | F     | p-valor      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|------|-------|--------------|
| <b>Modelo</b>                                                                                  | 3,01 | 3  | 1,00 | 12,43 | < 0,0001     |
| <b>Tratamiento</b>                                                                             | 3,01 | 3  | 1,00 | 12,43 | < 0,0001 (S) |
| <b>Error</b>                                                                                   | 2,90 | 36 | 0,08 |       |              |
| <b>Total</b>                                                                                   | 5,91 | 39 |      |       |              |
| <b>Nota.</b> NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. |      |    |      |       |              |

**Tabla 6.** Test de Tukey (5%) para la coloración yema en función de las dietas suministradas.

| Tratamiento                                                                                      | Medias | n  | Error Experimental |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------------------|---|
| <b>T2</b>                                                                                        | 9,54   | 10 | 0,09               | A |
| <b>T0</b>                                                                                        | 9,39   | 10 | 0,09               | A |
| <b>T1</b>                                                                                        | 9,27   | 10 | 0,09               | A |
| <b>T3</b>                                                                                        | 8,81   | 10 | 0,09               | B |
| <b>Nota.</b> Letras diferentes indican que existe diferencias significativas entre tratamientos. |        |    |                    |   |



**Figura 6.** Representación gráfica de los valores promedio de coloración de la yema.

Según (Karunajeewa, 1984) el color de la yema está dado por los oxicarotenoides contenidos en el alimento de las aves, los mismos poseen una estructura molecular la cual es responsable del característico color amarillo. Dentro de los oxicarotenoides, la zeaxantina predominante en el maíz es considerado el de mayor influencia. A dicha afirmación se suma lo encontrado por (Saúl y Ramirez, 2021) quien reporta en su estudio que la coloración de la yema, determinada por el abanico de roche, no mostró diferencias significativas entre tratamientos compuestos por una infusión de achiote en la dieta de las aves, corroborando el papel de los oxicarotenoides en dar esa característica específica.

Sin embargo (Gavarrete *et al.*, 2019) determinó que la aplicación de la dieta zamofeed incrementó la intensidad del color de la yema según la escala de roche, además de incrementar los niveles de Omega-3 del huevo. Finalmente (Betancourt y Díaz, 2009) demostraron en su estudio que la inclusión de semilla de lino en la dieta de gallinas ponedoras no alteró los parámetros de calidad de los huevos, excepto por la coloración de la yema, la cual se redujo significativamente según la escala roche.

### 3.4. Unidades Haugh

En referencia a las Unidades Haugh, se reportaron valores de: 84,22; 80,20; 80,52 y 80,86 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

Estos datos son concordantes con los valores reportados en el estudio de (Gavarrete *et al.*, 2019), en el que indica que el promedio de Unidades Haugh es de 84,74.

Al analizar los parámetros de calidad de huevos, a través del empleo del programa INFOSTAT, se pudo apreciar que existió una diferencia numérica mas no diferencias estadísticas (p-valor: 0,1703) para la variable Unidades Haugh, en huevos enriquecidos con Omega 3, para los tratamientos planteados, con  $F_{3,36} = 1,77$  ;  $p = 0,1703$ , como se puede observar en la (tabla 7), (tabla 8) y (figura 7).

**Tabla 7.** Análisis de la varianza para la variable Unidades Haugh en función de los tratamientos suministradas.

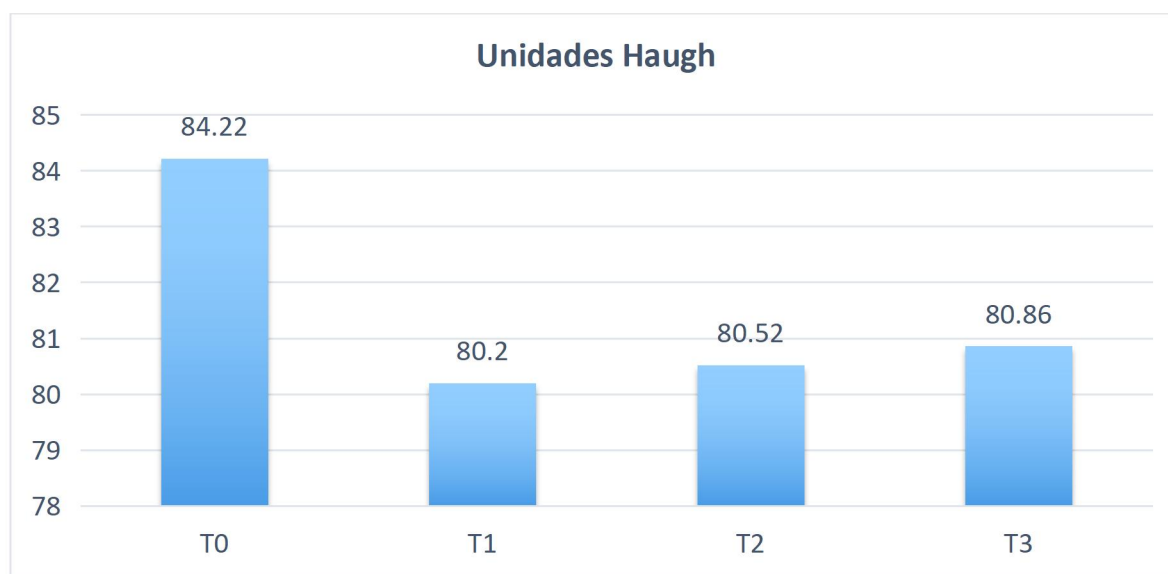
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|------|----|----|----|---|---------|
|------|----|----|----|---|---------|



|                                                                                                |        |    |       |      |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|-------|------|-------------|
| <b>Modelo</b>                                                                                  | 104,65 | 3  | 34,88 | 1,77 | 0,1703      |
| <b>Tratamiento</b>                                                                             | 104,65 | 3  | 34,88 | 1,77 | 0,1703 (NS) |
| <b>Error</b>                                                                                   | 709,43 | 36 | 19,71 |      |             |
| <b>Total</b>                                                                                   | 814,08 | 39 |       |      |             |
| <b>Nota.</b> NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. |        |    |       |      |             |

**Tabla 8.** Test de Tukey (5%) para la variable peso del huevo en función de los tratamientos suministradas.

| <b>Tratamiento</b>                                                                             | <b>Medias</b> | <b>n</b> | <b>Error Experimental</b> |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|---------------------------|---|
| <b>T0</b>                                                                                      | 84,22         | 10       | 1,40                      | A |
| <b>Tratamiento</b>                                                                             | <b>Medias</b> | <b>n</b> | <b>Error Experimental</b> |   |
| <b>T3</b>                                                                                      | 80,86         | 10       | 1,40                      | A |
| <b>T2</b>                                                                                      | 80,52         | 10       | 1,40                      | A |
| <b>T1</b>                                                                                      | 80,20         | 10       | 1,40                      | A |
| <b>Nota.</b> Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. |               |          |                           |   |



**Figura 7.** Representación gráfica de los valores promedio de las Unidades Haugh.

Las Unidades Haugh analizadas en huevos enriquecidos con la dieta zamofeed no presentan diferencias significativas con huevos estándar según lo reportado por (Gavarrete *et al.*, 2019).

Por su parte (Arrué, 2018) tampoco encontró diferencias significativas en el valor de Unidades Haugh tras la adición de un blend nutricional.

### **3.5. Resistencia del cascarón**

Al término de la investigación, la variable resistencia del cascarón reporta los siguientes valores: 3,81 kg/f, 3,83 kg/f, 3,94 kg/f y 3,65 kg/f para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

Estos datos son concordantes con los valores reportados en el estudio de (Gavarrete *et al.*, 2019), en el que indica que la resistencia promedio del cascaron es de 4,48 kg/f.

Al analizar los parámetros de calidad de huevos, a través del empleo del programa INFOSTAT, se pudo apreciar que existió una diferencia numérica mas no diferencias estadísticas (p-valor: 0,3975) para la variable resistencia del cascarón, en huevos enriquecidos con Omega 3, para los tratamientos planteados, con  $F_{3,36} = 1,01$  ;  $p = 0,3975$ , como se puede observar en la (tabla 9), (tabla 10) y (figura 8).

**Tabla 9.** Análisis de la varianza para la variable resistencia en función de los tratamientos suministradas.

| <b>F.V.</b>                                                                                    | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| <b>Modelo</b>                                                                                  | 0,45      | 3         | 0,15      | 1,01     | 0,3975         |
| <b>Tratamiento</b>                                                                             | 0,45      | 3         | 0,15      | 1,01     | 0,3975 (NS)    |
| <b>Error</b>                                                                                   | 5,37      | 36        | 0,15      |          |                |
| <b>Total</b>                                                                                   | 5,82      | 39        |           |          |                |
| <b>Nota.</b> NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. |           |           |           |          |                |

**Tabla 10.** Test de Tukey (5%) para la variable peso del huevo en función de los tratamientos suministradas.

| Tratamiento                                                                                    | Medias | n  | Error Experimental |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------------------|---|
| T2                                                                                             | 3,95   | 10 | 0,12               | A |
| T1                                                                                             | 3,84   | 10 | 0,12               | A |
| T0                                                                                             | 3,81   | 10 | 0,12               | A |
| T3                                                                                             | 3,65   | 10 | 0,12               | A |
| <b>Nota.</b> Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. |        |    |                    |   |



**Figura 8.** Representación gráfica de los valores promedio de resistencia del cascarón.

La resistencia del cascarón no presentó diferencias significativas, como se reporta en el estudio de (Gavarrete *et al.*, 2019) , en el cual tampoco hubo cambios significativos al aplicar la dieta zamofeed.

En el estudio de (Arrué, 2018) se obtuvo el mismo resultado de significancia con la implementación de un blend nutricional.

### 3.6. Grosor de la cáscara

En referencia al grosor de la cáscara, se reporta que los valores encontrados fueron de: 0,39 ml, 0,38 ml, 0,40 ml y 0,41 ml, para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

Estos datos son concordantes con los valores reportados en el estudio de (Arrué, 2018) , en el que indica que el grosor promedio de la cáscara para huevos es de 0,40 milímetros.

Al analizar los parámetros de calidad de huevos, a través del empleo del programa INFOSTAT, se pudo apreciar que existió una diferencia numérica mas no diferencias estadísticas (p-valor: 0,1771) para la variable grosor de la cáscara, en huevos enriquecidos con Omega 3, para los tratamientos planteados, con  $F_{3,36} = 1,74$  ;  $p = 0,1771$ , como se puede observar en la (tabla 11), (tabla 12) y (figura 9).

**Tabla 11.** Análisis de la varianza para el grosor de la cáscara en función de los tratamientos.

| <b>F.V.</b>                                                                                    | <b>SC</b> | <b>Gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| <b>Modelo</b>                                                                                  | 4,3E-03   | 3         | 1,4E-03   | 1,74     | 0,1771         |
| <b>Tratamiento</b>                                                                             | 4,3E-03   | 3         | 1,4E-03   | 1,74     | 0,1771 (NS)    |
| <b>Error</b>                                                                                   | 0,03      | 36        | 8,2E-04   |          |                |
| <b>Total</b>                                                                                   | 0,03      | 39        |           |          |                |
| <b>Nota.</b> NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. |           |           |           |          |                |

**Tabla 12.** Test de Tukey (5%) para la variable peso del huevo en función de los tratamientos suministradas.

| <b>Tratamiento</b>                                                                             | <b>Medias</b> | <b>n</b> | <b>Error Experimental</b> |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|---------------------------|---|
| <b>T3</b>                                                                                      | 0,41          | 10       | 0,01                      | A |
| <b>T2</b>                                                                                      | 0,41          | 10       | 0,01                      | A |
| <b>T0</b>                                                                                      | 0,39          | 10       | 0,01                      | A |
| <b>T1</b>                                                                                      | 0,38          | 10       | 0,01                      | A |
| <b>Nota.</b> Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. |               |          |                           |   |



**Figura 9.** Representación gráfica de los valores promedio de grosor de la cáscara.

(Gavarrete *et al.*, 2019) reportó que no existen diferencias significativas para la variable grosor de la cáscara, en su estudio de implementación de la dieta zamofeed.

En concordancia (Arrué, 2018) reportó los mismos resultados con respecto al grosor de la cáscara, en su estudio de adición de un blend nutricional.

### 3.7. Medidas resumen

La siguiente tabla refleja el valor promedio, la dispersión de distribución de datos y la desviación de los datos con respecto a la media para los tratamientos empleados. (Tabla 13).

| Fuentes de Variación |               | Peso (g)   | Altura Albumina (mm) | Coloración Yema | Unidades Haugh | Resistencia (kg/f) | Grosor de la cáscara (mm) |
|----------------------|---------------|------------|----------------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------------|
| Dietas               | Significancia |            |                      |                 |                |                    |                           |
|                      | F             | 0,36       | 1,64                 | 12,43           | 1,77           | 1,01               | 1,74                      |
|                      | p-valor       | 0,7829(NS) | 0,1973(NS)           | < 0,0001(S)     | 0,1703(NS)     | 0,3975 (NS)        | 0,1771 (NS)               |
|                      | T0            | 67,55      | 7,58                 | 9,39            | 84,22          | 3,81               | 0,39                      |

**Tabla 13.** Medidas resumen y significancia de los tratamientos suministrados.

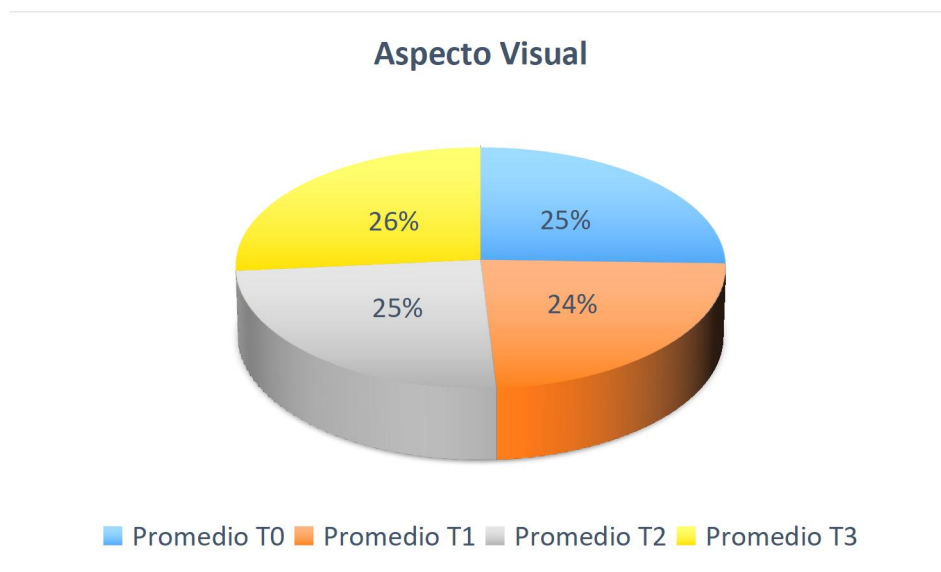
|                                                                                                |    |       |      |      |       |       |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|------|------|-------|-------|------|
| <b>Media</b>                                                                                   | T1 | 67,68 | 6,99 | 9,27 | 80,20 | 3,83  | 0,38 |
|                                                                                                | T2 | 68,40 | 7,17 | 9,54 | 80,52 | 3,94  | 0,40 |
|                                                                                                | T3 | 68,15 | 7,15 | 8,81 | 80,86 | 3,65  | 0,41 |
| <b>Desviación Estándar</b>                                                                     |    | 2,11  | 0,61 | 0,28 | 4,30  | 0,39  | 0,03 |
| <b>Coefficiente de Variación</b>                                                               |    | 3,09  | 8,50 | 3,03 | 5,29  | 10,11 | 7,18 |
| <i>Nota.</i> NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. |    |       |      |      |       |       |      |

### 3.8. Características organolépticas

Las siguientes tablas muestran los valores de aceptación provenientes de diez catadores diferentes en relación a las características organolépticas y sensoriales que presentaron los huevos de cada tratamiento suministrado, a través de una escala de valores que va del 1 al 3, siendo: 1 desagradable, 2 agradable y 3 muy agradable. (tabla 14), (tabla 15), (tabla 16), (tabla 17), (figura 10), (figura 11), (figura 12) y (figura 13).

**Tabla 14.** Valores promedio de los tratamientos para el parámetro aspecto visual.

| <b>Parámetro</b>                                                                                                                                                                                            | <b>Promedio T0</b> | <b>Promedio T1</b> | <b>Promedio T2</b> | <b>Promedio T3</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Aspecto Visual</b>                                                                                                                                                                                       | 2,60               | 2,40               | 2,50               | 2,70               |
| <i>Nota.</i> En la presente tabla se puede apreciar los valores promedio de cada tratamiento para el parámetro aspecto visual. La escala de valores son 1 para desagradable, 2 agradable y 3 muy agradable. |                    |                    |                    |                    |

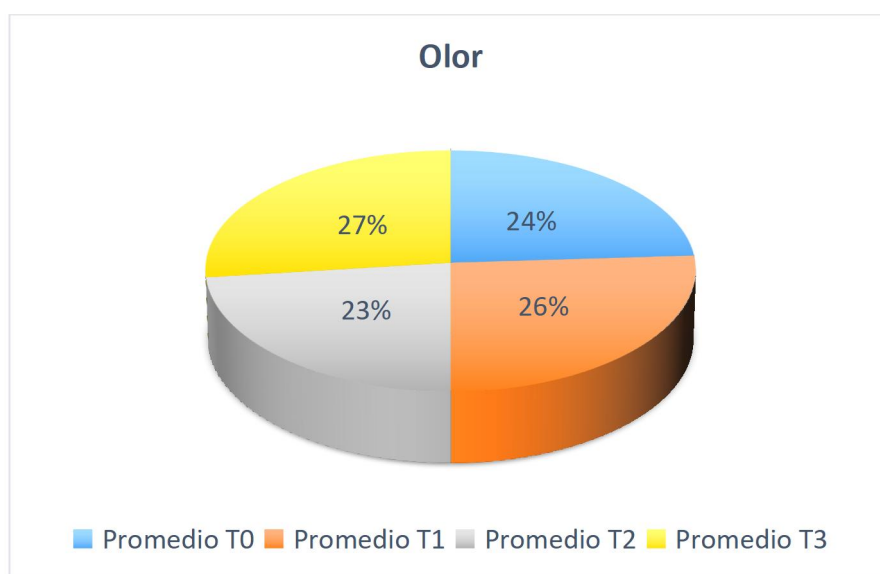


**Figura 10.** Representación gráfica de los valores promedio del parámetro aspecto visual.

**Tabla 15.** Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro olor.

| Parámetro   | Promedio T0 | Promedio T1 | Promedio T2 | Promedio T3 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Olor</b> | 2,5         | 2,7         | 2,4         | 2,8         |

*Nota.* En la presente tabla se puede apreciar los valores promedio de cada tratamiento para el parámetro olor. La escala de valores son 1 para desagradable, 2 agradable y 3 muy agradable.

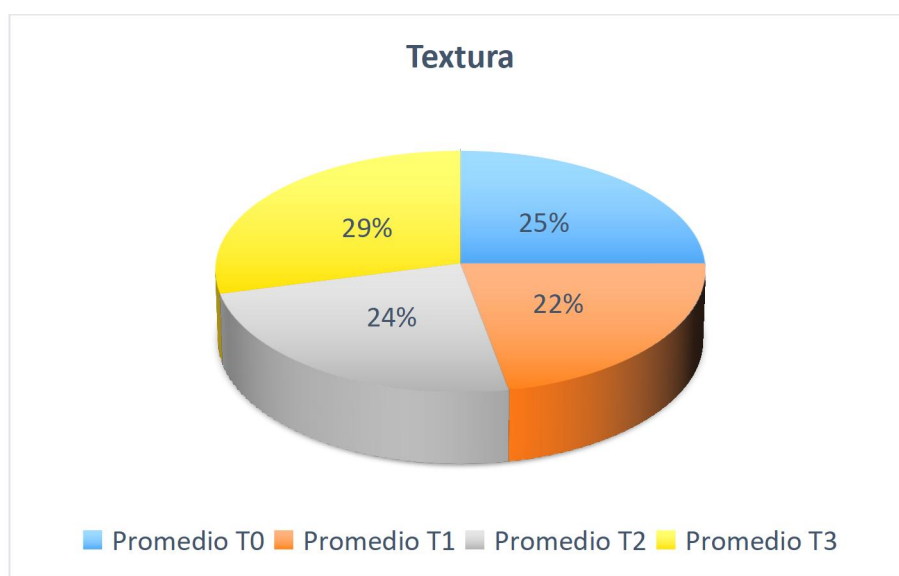


**Figura 11.** Representación gráfica de los valores promedio del parámetro olor.

**Tabla 16.** Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro textura.

| Parámetro | Promedio T0 | Promedio T1 | Promedio T2 | Promedio T3 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Textura   | 2,5         | 2,2         | 2,4         | 2,9         |

*Nota.* En la presente tabla se puede apreciar los valores promedio de cada tratamiento para el parámetro textura. La escala de valores son 1 para desagradable, 2 agradable y 3 muy agradable.



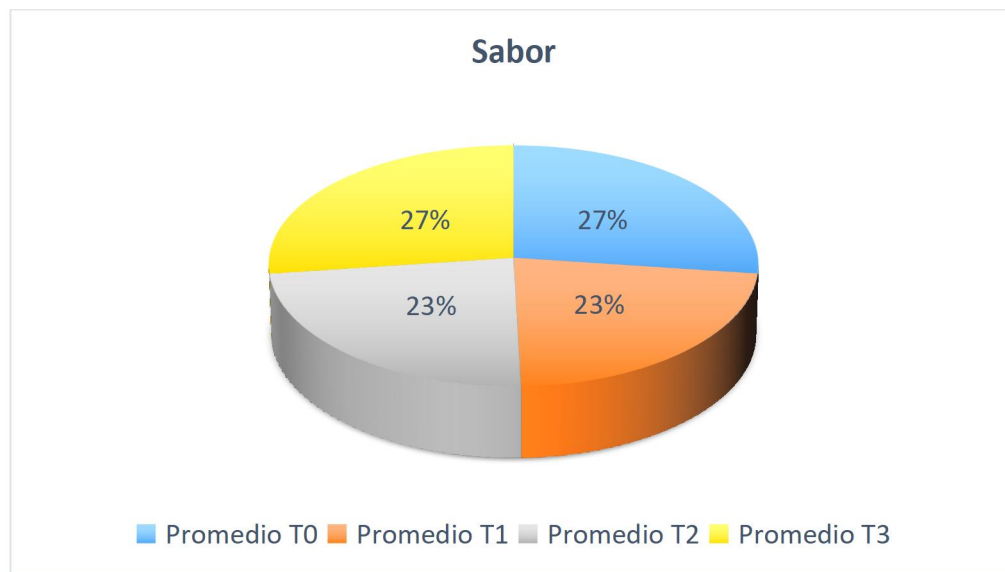
**Figura 12.** Representación gráfica de los valores promedio del parámetro textura.

**Tabla 17.** Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro sabor.

| Parámetro | Promedio T0 | Promedio T1 | Promedio T2 | Promedio T3 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sabor     | 2,9         | 2,4         | 2,5         | 2,9         |

*Nota.* Se aprecia los valores promedio de cada tratamiento para el parámetro sabor. La escala de valores son 1 para desagradable, 2 agradable y 3 muy agradable.





**Figura 13.** Representación gráfica de los valores promedio del parámetro sabor.

Las características organolépticas de huevos enriquecidos con Omega-3 para los parámetros: aspecto visual, olor, textura y sabor coinciden en el grado de aceptación que reportan los tratamientos del presente proyecto. Siendo en general, bien aceptados y recibidos por parte de los consumidores, esto en concordancia con lo reportado por (Viteri, 2013).

#### **4. CONCLUSIONES**

- Al término del presente estudio no se reportaron diferencias significativas para las variables: peso, altura de la albúmina, Unidades Haugh, resistencia del cascarón y grosor de la cáscara en los diferentes tratamientos. Sin embargo, para la variable coloración de la yema si se reportaron diferencias (p-valor:  $< 0,0001$ ), por lo que se acepta la hipótesis alterna.
- Gracias al equipo Digital Egg Tester DET6000 se pudo determinar que los tres tratamientos y el testigo presentaron 67,94 gramos de peso promedio, 7,22 milímetros de altura de albúmina promedio, un valor de 9,25 promedio para coloración de yema, un valor de 81,45 promedio para Unidades Haugh, 3,81 kilogramos/fuerza promedio para la variable resistencia del cascarón y un valor promedio de 0,40 milímetros de grosor de cáscara; siendo estos valores óptimos para la producción de huevos comerciales.
- El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos categoriza el huevo desde la letra C hasta la A, con categorías superiores AA y AAA; el equipo Digital Egg Tester DET6000 realiza dicho análisis de forma automática. En el presente trabajo, todos los huevos analizados fueron de categoría AA.
- Gracias a una escala de valores arbitraria, la cual va de un rango de 1 a 3, siendo 1 desagradable, 2 agradable y 3 muy agradable, se determinaron las características organolépticas y sensoriales con la ayuda de diez catadores. El tercer tratamiento, basado en una dieta compuesta por linaza y aceite de canola como materias primas fuentes de Omega-3, obtuvo un valor promedio de 2,7 para la variable aspecto visual, 2,8 para la variable olor, 2,9 para la variable textura y 2,9 para la variable sabor, siendo dichos valores los más altos del estudio en relación a los demás tratamientos y el testigo.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

[1] J. Arrué, "Evaluación De Un Blend Nutricional En La Calidad Del Huevo De Un Sistema Intensivo De Gallinas De Postura," Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/22180/TESIS%20JOS%c3%89%20ARRU%c3%89%20VERSI%c3%93N%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[2] L. Betancourt y G. Díaz, "Enriquecimiento De Huevos Con Ácidos Grasos Omega-3 Mediante La Suplementación Con Semilla De Lino (*Linum usitatissimum*) En La Dieta," Rev. Lasallista Investig., vol. 6, no. 1, pp. 9-16, 2009. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682009000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000100009) [Accedido: 31 de julio de 2023].

[3] Cailá y Parés, "Ácido Linolenico: Propiedades y funciones," 2023. [En línea]. Disponible en: <https://cailapares.com/acido-linolenico/> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[4] I. Fernández, "¿Qué es el ácido linolénico y para qué sirve? Ácido linolénico y ácido linoleico," 2023. [En línea]. Disponible en: <https://okira.es/que-es-el-acido-linolenico-y-para-que-sirve-acido-linolenico-y-acido-linoleico/> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[5] R. L. O. Gates, I. B. Leo, L. R. V. Izquierdo y E. E. Menacho, "Relación entre colesterol dietario, consumo de huevo y perfil lipídico en adultos aparentemente sanos, según grupos de edad," An. Fac. Med., vol. 74, no. 1, pp. 27-30, 2013, doi: 10.15381/anales.v74i1.2036.

[6] C. J. Gavarrete, B. Escuela, A. Panamericana y Z. Honduras, "Efectos del Zamofeed en el perfil de ácidos grasos, colesterol y pigmentación de la yema de huevo," Proyecto, Universidad Zamorano, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8f7e659e-6f88-4848-952f-69309d166def/content#:~:text=Mediante%20an%C3%A1lisis%20qu%C3%ADmicos%20se%20determin%C3%B3,HDL%20s%C3%A9rico%20de%20las%20gallinas.> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[7] Gerard, "Día Mundial del Huevo, ¿qué celebramos y por qué?" 2020. [En línea]. Disponible en: <https://avinews.com/por-que-celebramos-el-dia-mundial-del-huevo/> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[8] L. González, A. Téllez, J. Sampedro y H. Nájera, "Las Proteínas En La Nutrición," Rev. Salud Publica Nutr., vol. 8, no. 2, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[9] M. Gutiérrez, "Grasas Y Colesterol: Desmontando Mitos," 2017. [En línea]. Disponible en: <http://modestogutierrezcentrohigea.com/grasas-y-colesterol-desmontando-mitos> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[10] G. Hernández, K. Laguna, M. Reyes, J. Moreno y D. Matuz, "Lipoproteínas De Alta Densidad Y Riesgo Cardiovascular," Rev. Educ. Bioquim. Mex., vol. 38, no. 4, pp. 149-157, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2019/reb194b.pdf> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[11] Instituto de Estudios del Huevo, El Gran Libro del Huevo, 2009. [En línea]. Disponible en: <https://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[12] H. Karunajeewa, "Factores influyentes en la pigmentación de la yema del huevo," 1984. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33161792.pdf> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[13] Lohmann Breeders, Guía de Manejo: Sistema de Jaulas, 2020. [En línea]. Disponible en: [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) [Accedido: 31 de julio de 2023].

[14] M. Mañay, J. Luis, I. Soria Rodríguez y J. Walter Mgt, "Valoración de la calidad del huevo comercial de gallinas Lohmann Brown, en la granja avícola Cecilita, Cotaló Tungurahua," Trabajo de titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23144/1/T-ESPE-044076.pdf> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[15] Medline Plus, "Grasas omega-3 - buenas para su corazón: MedlinePlus enciclopedia médica," 2022. [En línea]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000767.htm> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[16] P. Morales et al., "New dietary sources of alpha-linolenic acid: a critical view," *Rev. Chil. Nutr.*, vol. 39, no. 3, pp. 79-87, 2012, doi: 10.4067/S0717-75182012000300012.

[17] A. Reyes, "Efecto De Microminerales Orgánicos En La Producción Y Calidad De Huevo De Gallina De Postura Comercial De 80–90 Semanas," Tesis de Titulación, Universidad Privada Antenor Orrego, 2021. [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7476/1/REP\\_ANA.REYES\\_EFECTO.DE.MICROMINERALES.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7476/1/REP_ANA.REYES_EFECTO.DE.MICROMINERALES.pdf) [Accedido: 31 de julio de 2023].

[18] L. Robles, "10 alimentos con Omega 3 esenciales para nuestra salud," 2018. [En línea]. Disponible en: <https://muysaludable.sanitas.es/nutricion/10-alimentos-omega-3-esenciales-nuestra-salud/> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[19] A. Sastre et al., *Lecciones Sobre El Huevo*, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/Lecciones-del-huevo-completo.pdf#page=45> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[20] W. Saúl y S. Ramirez, "Efecto de la infusión de achiote (Bixa Orellana L.) en la coloración de la yema de huevo en gallina de postura de la línea Isa Brown," *Apthapi*, vol. 7, no. 3, pp. 2295-2298, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/116> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[21] J. Soriano, "Efectos En La Calidad Del Huevo De La Gallina Lohmann Brown En Diferentes Tiempos De Conservación A Temperatura Ambiente En Santa Elena," Trabajo de Integración Curricular, Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6354/1/UPSE-TIA-2021-0082.pdf> [Accedido: 31 de julio de 2023].

[22] E. V. Viteri, "Huevos enriquecidos con omega 3," Proyecto de titulación, Universidad Fasta, 2013. [En línea]. Disponible en: [http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/3086/2/2013\\_n\\_307\\_L.pdf](http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/3086/2/2013_n_307_L.pdf) [Accedido: 31 de julio de 2023].