



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

Cárdenas Bustos, Sebastián Alejandro

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo, Mgtr.

31 de agosto del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Efecto del uso de diferentes materias primas sobre parámetros de calidad en huevos enriquecidos con Omega-3**, fue realizado por el señor: **Cárdenas Bustos, Sebastián Alejandro**; 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, 31 de agosto del 2023



Firmado digitalmente por:
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



Cárdenas_Bustos_Sebastián_Alejandr...

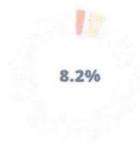
Scan details

Scan time:
August 31th, 2023 at 1:53 UTC

Total Pages:
27

Total Words:
6701

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2.7%	184
Minor Changes	0.5%	33
Paraphrased	5%	335
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
 AI text
 Human text

Plagiarism Results: (35)

[IASA I-TT-0060.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/210...) 2.5%

<https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/210...>

User

1 Efecto de un pool bacteriano Ecobiol (Bacillus amyloliquefaciens) + Butirato de sodio, sobre desempeño productivo y calidad de huevo e...

[TESIS JOSÉ ARRÚE VERSIÓN FINAL.pdf](https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/2218...) 1.1%

<https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/2218...>

José Augusto Arrué Tobar

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO...

[Redalyc.Relación entre colesterol dietario, consum...](https://www.redalyc.org/pdf/379/37926449007.pdf) 0.9%

<https://www.redalyc.org/pdf/379/37926449007.pdf>

Oriondo Gates, Rosa Lorenza; Bernui Leo, Ivonne; Valdivieso Izquierdo, Lázaro Rubén;

Estrada Menacho, Enriqueta

Anales de la Facultad de Medicina ISSN: 1025-5583 anales@unmsm.edu.pe
Universidad Nacional Mayor de San Marcos Perú Oriondo Gates, Rosa ...



MARIO LEONARDO
ORTIZ MANZANO

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo, Mgtr

C. C.: 0602065435



About this report
help.copyleaks.com





Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Yo, **Cárdenas Bustos, Sebastián Alejandro**, con cédula de ciudadanía No. **1725593931**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Efecto del uso de diferentes materias primas sobre parámetros de calidad en huevos enriquecidos con 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, 31 de agosto del 2023

Cárdenas Bustos, Sebastián Alejandro
C.C.: 1725593931



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Yo, **Cárdenas Bustos, Sebastián Alejandro**, con cédula de ciudadanía No. **1725593931**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Efecto del uso de diferentes materias primas sobre parámetros de calidad en huevos enriquecidos con Omega-3**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 31 de agosto del 2023

Cárdenas Bustos, Sebastián Alejandro
C.C.: 1725593931

Dedicatoria y Agradecimiento

Dedico el presente trabajo a todas las personas que han sido parte de este largo y difícil camino que decidí cursar.

Gracias por toda su paciencia, su apoyo incondicional, su tiempo y sus ánimos; no hubiera podido lograrlo sin ustedes.

Dios me dio la vida y la fuerza para continuar adelante cuando sentí no poder más, a punto de renunciar, de darme por vencido, me llevó adelante y no me dejó rendirme.

Mi madre, María Bustos, me dio todo su esfuerzo y recursos para lograr la consecución de este objetivo.

Mi padre, Gonzalo Cárdenas, estuvo presente en cada momento difícil alentándome para seguir en pie.

Mi novia, Karla Lema, me inspiró a esforzarme y trabajar duro, sin dejar nada a medias, dando lo mejor de mí.

Mi padre, Oswaldo Villagrán, siempre creyó en mí y me ayudó de todas las maneras posibles.

Mi hermana, María Cristina Montenegro, mi cuñado David Valencia, mis pequeños Giulliana y Emilio Valencia, estuvieron ahí para darme ánimos.

Mis amigos, el recuerdo más preciado que llevaré conmigo de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, fueron el respaldo y el apoyo que me permitió superar varias pruebas.

Mi mejor amiga, María José Guano, me ayudó incondicionalmente hasta mi último día en la universidad.

Mi mejor amigo, Luis Vaca, no dejo que me rindiera y siempre estuvo ahí para mí.

Mi maestro, Javier Arias, me ayudó a alcanzar mi mejor versión, la que pudo con este difícil reto.

Las palabras se quedan cortas para expresar a todos ustedes mi sentimiento de gratitud, respeto y cariño. Este trabajo se los dedico porque son y serán una de las partes más importantes de mi vida.

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 y Agradecimiento	6
Índice de contenidos.....	7
Índice de figuras.....	11
Índice de tablas.....	12
Resumen	14
Abstract.....	15
CAPITULO I	16
INTRODUCCIÓN	16
Antecedentes	16
Justificación.....	17
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos.....	18
Hipótesis	18
CAPITULO II	19
MARCO TEORICO	19
Huevo.....	19
Valor biológico de las proteínas.....	19

Colesterol del huevo	19
Mitos del colesterol	20
Lipoproteínas de baja densidad LDL	21
Lipoproteínas de alta densidad HDL	21
Las HDL.....	21
Estructura y formación del huevo.....	22
Yema	24
Índice de forma	24
Albúmina	24
Calidad de la albúmina.....	25
Cascarón.....	25
Parámetros de comercialización.....	26
Calidad.....	26
Ácido Linolénico	27
Metabolismo del Omega-3	28
CAPITULO III.....	29
METODOLOGÍA.....	29
Características del área	29
Ubicación política.....	29
Ubicación geográfica.....	29
Materiales empleados	30
Materiales de campo	30

Materiales de laboratorio	30
Equipos.....	30
Software.....	30
Toma de muestras	31
Análisis de los parámetros de calidad.....	31
Métodos estadísticos	32
Diseño experimental.....	32
Modelo matemático del diseño experimental	33
Análisis de resultados	33
Altura de la albúmina.....	33
Coloración de la yema.....	33
Unidades Haugh.....	34
Resistencia del cascarón	34
Grosor de la cáscara.....	34
CAPITULO IV	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
Peso de huevos	35
Altura Albúmina	36
Coloración Yema	38
Unidades Haugh.....	41
Resistencia del cascarón	43
Grosor de la cáscara.....	44

Medidas resumen	46
Características organolépticas	47
CAPITULO V	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
Conclusiones	52
Recomendaciones	53
Bibliografía	54

Índice de figuras

Figura 1 <i>Modelo de transporte inverso del colesterol por parte de las HDL</i>	22
Figura 2 <i>Estructura del huevo de gallina</i>	23
Figura 3 <i>Mapa de ubicación del área en donde se desarrolló el trabajo</i>	29
Figura 4 <i>Análisis de peso y resistencia de la cáscara con el equipo Digital Egg Tester DET 6000</i>	31
Figura 5 <i>Análisis de altura de albúmina, coloración de yema, Unidades Haugh y grosor de la cáscara con el equipo Digital Egg Tester DET 6000</i>	32
Figura 6 <i>Representación gráfica de los valores promedio del peso de huevos</i>	36
Figura 7 <i>Representación gráfica de los valores promedio de altura de la albúmina</i>	38
Figura 8 <i>Representación gráfica de los valores promedio de coloración de la yema</i>	40
Figura 9 <i>Representación gráfica de los valores promedio de las Unidades Haugh</i>	42
Figura 10 <i>Representación gráfica de los valores promedio de resistencia del cascarón</i>	44
Figura 11 <i>Representación gráfica de los valores promedio de grosor de la cáscara</i>	46
Figura 12 <i>Representación gráfica de los valores promedio del parámetro aspecto visual</i>	48
Figura 13 <i>Representación gráfica de los valores promedio del parámetro olor</i>	49
Figura 14 <i>Representación gráfica de los valores promedio del parámetro textura</i>	50
Figura 15 <i>Representación gráfica de los valores promedio del parámetro sabor</i>	51

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Clasificación de los huevos con respecto a las Unidades Haugh</i>	25
Tabla 2	<i>Clasificación de huevos en base a sus características de calidad</i>	26
Tabla 3	<i>Categorías de huevos en función del peso</i>	27
Tabla 4	<i>Análisis de la varianza para la variable peso en función de los tratamientos suministrados</i>	35
Tabla 5	<i>Test de Tukey (5%) para la variable peso en función de los tratamientos suministradas</i>	35
Tabla 6	<i>Análisis de la varianza para la variable altura albúmina en función de los tratamientos suministradas</i>	37
Tabla 7	<i>Test de Tukey (5%) para la variable altura albúmina en función de los tratamientos suministradas</i>	37
Tabla 8	<i>Análisis de la varianza para la variable coloración yema en función de las dietas suministradas</i>	39
Tabla 9	<i>Test de Tukey (5%) para la coloración yema en función de las dietas suministradas</i>	39
Tabla 10	<i>Análisis de la varianza para la variable Unidades Haugh en función de los tratamientos suministradas</i>	41
Tabla 11	<i>Test de Tukey (5%) para la variable peso del huevo en función de los tratamientos suministradas</i>	41
Tabla 12	<i>Análisis de la varianza para la variable resistencia en función de los tratamientos suministradas</i>	43
Tabla 13	<i>Test de Tukey (5%) para la variable peso del huevo en función de los tratamientos suministradas</i>	43
Tabla 14	<i>Análisis de la varianza para el grosor de la cáscara en función de los tratamientos</i>	45
Tabla 15	<i>Test de Tukey (5%) para la variable peso del huevo en función de los tratamientos suministradas</i>	45
Tabla 16	<i>Medidas resumen y significancia de los tratamientos suministrados</i>	47
Tabla 17	<i>Valores promedio de los tratamientos para el parámetro aspecto visual</i>	47

Tabla 18 *Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro olor* 48

Tabla 19 *Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro textura* 49

Tabla 20 *Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro sabor* 50

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 clave: HUEVOS, OMEGA-3, ÁCIDO LINOLÉNICO, DIGITAL EGG TEST.

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.

CAPITULO I

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.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Huevo

Valor biológico de las proteínas

Según (González *et al.*, 2007) la calidad de una proteína hace referencia a la capacidad de esta para incorporarse en las proteínas corporales. Varios son los indicadores que estiman la calidad proteica, dentro de ellas se destaca la calificación química, mejor conocida como valor biológico, la cual se define por la proporción en que el aminoácido limitante se encuentra con respecto a un patrón de referencia. La proteína que se toma como referencia es una que en teoría satisface correctamente las necesidades de aminoácidos. La proteína del huevo y de la leche humana son consideradas para la semejanza y comparación con otras fuentes, por ejemplo, la de los cereales, los cuales se caracterizan por tener una gran deficiencia de lisina.

Colesterol del huevo

El huevo es un alimento económico, bajo en calorías y rico en nutrientes como folato, riboflavina, selenio, coenzima A, vitamina B12 y vitamina D. Una de sus principales características es su contenido de proteínas de alta calidad y alto valor biológico. A pesar de tener un alto contenido de colesterol, la yema presenta grasas insaturadas, las cuales son beneficiosas para la salud cardiovascular (Gates *et al.*, 2013).

La matriz lipídica de la yema ayuda a mejorar la biodisponibilidad de carotenoides como la luteína y la zeaxantina, las cuales tienen un papel de prevención en la degeneración macular relacionada con la edad y en la reducción en la incidencia de cataratas. Estos beneficios nutricionales son importantes para las distintas etapas de la vida del ser humano, siendo superiores por su cómodo precio en relación con otras fuentes igualmente nutritivas (Gates *et al.*, 2013).

De acuerdo con la información obtenida por parte de personas con estilos de vida saludables, el consumo de huevos no aumenta los niveles de colesterol. De hecho, en la tercera Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición se observa la relación entre el consumo de

huevos y el colesterol alto en sangre, contando con más de 20 mil participantes. Aquellas personas que consumían uno o menos huevos por semana tenían niveles promedio de colesterol ligeramente más altos que aquellos que consumían cuatro o más (Gates *et al.*, 2013).

Mitos del colesterol

De todos los tipos de ácidos grasos que existen dentro de la alimentación humana, únicamente las grasas trans son nocivas para la salud y generalmente son producidas por la manipulación que la industria hace sobre ciertos aceites vegetales añadiendo hidrógeno con el fin de prolongar la vida útil de los alimentos. La Organización Mundial de la Salud sugiere que menos del 1% de calorías diarias dentro de una dieta humana debe ser de grasas trans, aunque lo ideal sería su restricción total. El aumento de peso, niveles elevados de LDL, conocido como colesterol malo, en relación a menores niveles de HDL, conocido como colesterol bueno, son causa del consumo de grasas trans, las cuales también elevan los niveles de triglicéridos en sangre, aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares, incrementa la probabilidad de padecer diabetes tipo 2 causada por el aumento de la resistencia a la insulina y se ha visto su relación con enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer (Gutiérrez, 2017).

Un estudio del año 1977, publicado en Estados Unidos, convenció a la población de priorizar el consumo de cereales y disminuir la ingesta de grasas, especialmente de origen animal, como son: la mantequilla, la nata, los huevos, la manteca de cerdo, entre otros. Todos los países occidentales siguieron el ejemplo del país norteamericano, causando con ello el posicionamiento de los cereales como la base de la pirámide nutricional en aquel entonces. En consecuencia, los niveles de obesidad, de diabetes, de enfermedades cardíacas llegaron a niveles nunca antes visto, teniendo consecuencias catastróficas en la nutrición y calidad de vida de las personas. La sustitución de grasas por carbohidratos, particularmente azúcar refinada, aumentó los niveles de LDL y de triglicéridos; no fue hasta el año 2010 que los estudios demostraron la relación de los hidratos de carbono con los niveles del llamado colesterol malo (Gutiérrez, 2017).

El cerebro está formado por colesterol, el cual, a su vez en un componente vital de las membranas celulares, precursor en la síntesis de ácidos biliares y hormonas esteroideas como la progesterona y la testosterona, además participa en numerosos procesos biológicos vitales para el ser humano como la absorción de vitaminas liposolubles del grupo A, K, D y E. Es importante mencionar que cada célula está rodeada por una membrana que contiene colesterol y permite el funcionamiento de la misma. La leche materna, el alimento de mayor biológico, contiene más colesterol que cualquier otro alimento, por lo que el miedo al consumo está influido por publicidad engañosa y una deficiente cultura nutricional (Gutiérrez, 2017).

Lipoproteínas de baja densidad LDL

Su función es transportar los lípidos endógenos hacia las células del cuerpo humano, por lo que su permanencia en el torrente sanguíneo es de tiempo elevado, debido a ello, está implicado en el desarrollo de aterosclerosis, afección en la que una sustancia llamada placa, compuesta de colesterol, grasa y calcio, se acumula en el interior de la arteria, causando obstrucción en la misma (Hernández *et al.*, 2019).

Lipoproteínas de alta densidad HDL

Se caracterizan por poseer un mayor contenido de apoproteínas y por remover el colesterol presente en tejidos periféricos, retornándolo al hígado. Sin embargo, y pese al papel protector que se le atribuye por su función, el subtipo HDL pre-b1 ha demostrado tener relación con el desarrollo de placa, causando la afección conocida como aterosclerosis, en consecuencia, incrementando el riesgo de infartos y enfermedades coronarias (Hernández *et al.*, 2019).

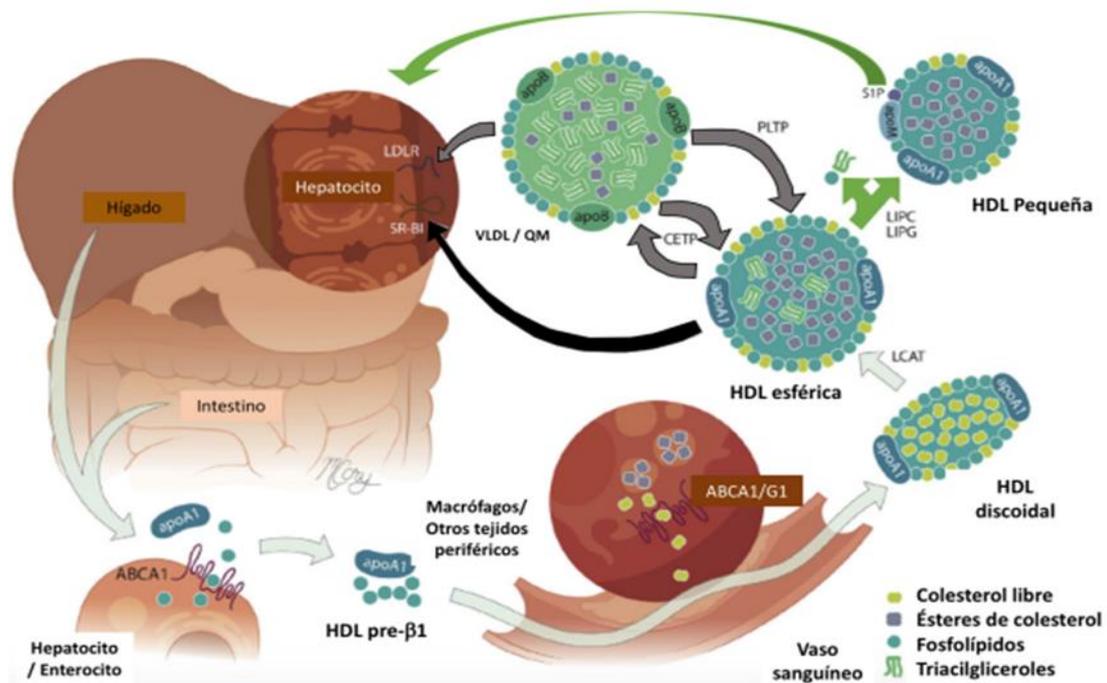
Las HDL

Es el nombre dado a un grupo de partículas que transportan inversamente el colesterol hacia el hígado para que el mismo sea excretado por la bilis. Las mismas no cuentan con una clasificación consensuada dado a la complejidad de su metabolismo. No obstante, se conoce que su ensamblaje se da gracias a la liberación de la proteína estructural apoA1 por parte del hígado e intestino. Una vez que apoA1 es liberado en el torrente sanguíneo, el ABCA1 de las células periféricas

lo reconocen y aquello permite el transporte de fosfolípidos y de colesterol no esterificado desde la célula hacia apoA1, formando una pequeña estructura llamada HDL pre beta 1. Un nuevo ABCA1 es encargado de reconocer a HDL pre beta 1, transformando a la estructura en HDL discoidal, la cual puede agregarse a la enzima lectina colesterol-O-aciltransferasa, la cual esterificara el colesterol proveniente de la membrana celular, como se puede apreciar en la (Figura 1).

Figura 1

Modelo de transporte inverso del colesterol por parte de las HDL



Nota. En la figura se observa la síntesis de HDL, la participación de la proteína apoA1 y del ABCA1.

Además de la formación de HDL pre beta 1. Autor: (Hernández *et al.*,2019).

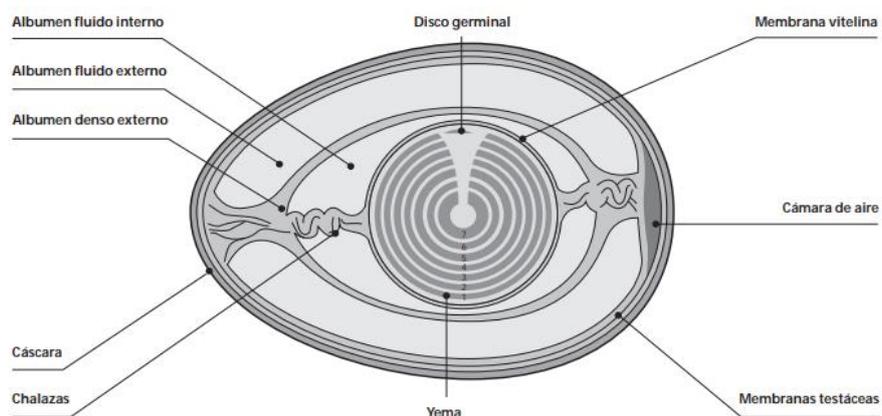
Estructura y formación del huevo

Uno de los primeros alimentos consumidos por el hombre fue el huevo, el cual sigue siendo consumido por gran parte de la población. Su formación requiere un importante esfuerzo en la producción por parte de las gallinas. Aproximadamente 7.7 gramos de proteína, 7 gramos de lipoproteínas, 2 gramos de calcio y 40 gramos de agua están presentes en cada huevo (Sastre *et al.*, 2017).

Factores como la edad, estirpe y nutrición son la causa de variaciones, pero, generalmente las proporciones del huevo son 58% para la albúmina, 31% para la yema y 11% para la cáscara. La yema se encuentra envuelta por una membrana transparente llamada vitelina, formada por cuatro casquetes, dos de ellos tienen un origen ovárico y dos se sintetizan en el oviducto; en su superficie se encuentra el disco germinal, lugar en el que ocurre la división de eritrocitos cuando se fecunda el óvulo. Por su parte la albúmina presenta cuatro regiones, la densa interna en donde se forman los filamentos que aseguran la suspensión de la yema en el centro del huevo, la interna fluida, la densa externa que se extiende por ambos extremos del huevo y la fluida externa que representa un 23% de la clara. Sobre las membranas testáceas, interna y externa, se sitúa la cáscara; las mismas están formadas por un conjunto de fibras establecidas por un núcleo proteico envuelto por una cubierta hidrocarbonada y cumplen con una función protectora contra contaminación por microorganismos. Existe una zona conocida como cámara de aire, la cual se caracteriza por aumentar su volumen en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento del huevo. Aproximadamente 7 a 15 mil poros están presentes en la cáscara permitiendo el intercambio de gases con el exterior, como se puede apreciar en la (Figura 2) (Sastre *et al.*, 2017).

Figura 2

Estructura del huevo de gallina



Nota. En la figura se observa a detalle todos los componentes que conforman la estructura del huevo. Autor: (Sastre *et al.*, 2017).

Yema

Principalmente conformada por un 36% de grasa, que a su vez corresponde a 70% de triacilgliceroles, 31% de fosfolípidos y 5% de colesterol; cuenta también con un 17% de proteína, siendo esta α -livetina cuyo 14% está presente en la albúmina sérica, γ -livetina cuyo 45% está presente en la inmunoglobulina Y, β -livetina cuyo 41% está presente en glicoproteínas; las vitaminas, carbohidratos y compuestos inorgánicos representan el 1% restante de la yema. (Mañay, 2020)

El óvulo, rodeado por la pared folicular, es el lugar donde se desarrolla el ovario, para posteriormente formar la yema, la cual obtiene su color característico por los carotenoides. Las proteínas y grasas de la yema son transportados hasta el ovario desde el hígado, gracias a un proceso impulsado por el estrógeno y testosterona secretados por los folículos, sin embargo, proteínas como la inmunoglobulina Y, se sintetizan en las células plasmáticas del tejido linfoide. El ovario libera a la yema cuando el existe altos niveles de hormona LH, posterior a ello, en un lapso de 24 horas el huevo está completamente formado. Media hora aproximada el periodo de ovulación ocurre de nuevo (Mañay, 2020).

Índice de forma

Según Soriano (2021) es la relación del ancho y el largo del huevo con respecto a su facilidad de envasado y transporte para fines comerciales. Generalmente debe presentar una forma elíptica y se calcula mediante la fórmula:

$$\text{índice morfológico} = \frac{\text{Ancho}}{\text{Largo}} \times 100$$

Albúmina

Su formación inicia en la glándula albumífera y termina en el útero 4 horas después de la movilización del óvulo. Se encuentra formada por un 90% de proteínas, 6% por minerales y 4% por glucosa libre. Las células caliciformes, que se encuentran en su estructura, secretan la avidina y ovomucina que envuelven a la yema y representan la principal proteína del huevo. A su vez, la ovoalbúmina, ovotransferrina, ovomucoide y lisozima, secretadas por las glándulas tubulares, dan la

consistencia al huevo. En la albúmina se encuentra más de la mitad de aminoácidos esenciales, lípidos, vitaminas y niacina. El depósito de albúmina se efectúa en las capas concéntricas, cuando el huevo sale del magnum (Mañay, 2020).

Calidad de la albúmina

Se mide en base al método planteado por Raymond Haugh, en el cual evalúa la altura de la clara y el peso del huevo para determinar la calidad interna, como se puede apreciar en la (Tabla 1).

Tabla 1

Clasificación de los huevos con respecto a las Unidades Haugh

Clasificación	Unidades Haugh
Excelente	90 a 100
Muy bueno	80
Aceptable	70
Marginal	65
Rechazo	60
Pobre	55
Inaceptable	50

Nota. La presente tabla muestra el rango de valores con los que se determina la clasificación. Autor: (Soriano, 2021).

Cascarón

Es una estructura mineralizada encargada de proteger al embrión por traumas físicos, ataque de microorganismos, deshidratación y cambios de temperatura, además de permitir el intercambio gaseoso. Está compuesto por 95.1% de minerales, siendo 93.6% carbonato de calcio, 0.8% de carbonato de magnesio, 0.73% fosfato tricálcico y 3.3% materia orgánica. Su formación se da durante 21 horas, siendo la parte del huevo que más demora en formar y representando apenas el 9.3% del peso (Mañay, 2020).

Cuenta con tres capas, la mamilar que comprende un tercio del espesor total, la capa intermedia formada por cristales de carbonato de calcio, magnesio y fosfato de calcio, la cutícula formada por una membrana orgánica compuesta por glucoproteínas (Mañay, 2020).

La cáscara se forma principalmente de calcita, se requieren 2 a 2.5 gramos de calcio para el proceso de calcificación que necesita cada huevo. El intestino de las aves absorbe el 80% calcio y el 20% restante se moviliza desde el hueso. Si bien la deposición de carbonato de calcio es constante, el horario nocturno favorece el depósito en la membrana testácea externa, sobre las cuales se depositan cristales de carbonato de calcio, lo que dará lugar a la mineralización de la cáscara (Mañay, 2020).

Parámetros de comercialización

Calidad

Es un parámetro que está dado por la unión de varios factores sensoriales y nutricionales relacionados con el procesamiento de las cualidades que lo clasifican como apto para el consumo humano. En Ecuador las normas NTE INEN determinan el cumplimiento de las condiciones que deben cumplir los huevos comerciales para ser distribuidos dentro del país, como se puede apreciar en la (Tabla 2).

Con el fin de conservar sus características, los huevos deben almacenarse a una temperatura que oscila entre los 5 a 10 grados centígrados, con 80 a 85% de humedad relativa, dado por el intercambio gaseoso que puede dañar la calidad de la albúmina en condiciones de alta temperatura y bajos niveles de humedad, provocando una rápida pérdida de peso (Soriano, 2021).

Tabla 2

Clasificación de huevos en base a sus características de calidad

Clasificación	Clase A	Clase B
Cascarón y cutícula	Normal, intacta y limpia	Normal, intacta y con manchas mínimas no propias del producto

Clasificación	Clase A	Clase B
Clara	Transparente, limpia, exenta de cuerpos extraños y de consistencia gelatinosa	Transparente, limpia, de consistencia gelatinosa y con manchas de sangre y/o carne hasta de 3 mm
Olor y sabor	Exento de olores y sabores extraños	Exento de olores y sabores extraños
Cámara de aire	No mayor a los 9 mm de altura e inmóvil	No mayor a 15 mm de altura e inmóvil

Nota. La presente tabla analiza los criterios de calidad referentes al cascarón y cutícula, cámara de aire, clara, olor y sabor. (Soriano, 2021)

Categorías

Los huevos destinados para el consumo son clasificados de acuerdo con su peso en cuatro categorías, como se puede observar en la (Tabla 3).

Tabla 3

Categorías de huevos en función del peso

Categoría	Peso
XL: Super grandes	73 gramos o más
L: Grandes	63 a 73 gramos
M: Medianos	53 a 63 gramos
S: Pequeños	menor a 53 gramos

Nota. La presente tabla muestra la distribución de huevos con respecto a su peso en gramos. Autor: (Instituto de Estudios del Huevo, 2009).

Ácido Linolénico

Es un ácido graso poliinsaturado presente en aceites vegetales junto a otros ácidos grasos saturados e insaturados. Su fórmula es: C₁₈H₃₀O₂, correspondiente al ácido mono carboxílico de

cadena lineal, el cual cuenta con 18 átomos de carbono y tres dobles enlaces cis en las posiciones 9, 12 y 15 (Cailá y Parés, 2023).

También conocidos como ácidos grasos alfa linolénicos u Omega-3, se clasifican en:

- Ácido eicosapentanoico EPA
- Ácido docosahexanoico DHA
- Ácido docosapentanoico DPA

Se encuentran presentes principalmente en peces de agua fría como el salmón, el arenque, el atún y la caballa. Cumplen una función importante dentro del organismo, entre los que se destaca la reducción de triglicéridos en sangre, la regulación en la presión sanguínea, el refuerzo del sistema inmunológico y la prevención del deterioro cognitivo (Fernández, 2023).

Metabolismo del Omega-3

Los mamíferos absorben el ácido alfa linolénico a nivel intestinal, a través de tres rutas metabólicas:

- Almacenado en el tejido adiposo
- Beta oxidación hepática
- Conversión a ácido eicosapentanoico (EPA) y ácido docosahexanoico (DHA)

Siendo la beta oxidación el principal destino metabólico del Omega-3. La transformación en ácido eicosapentanoico y ácido docosahexanoico ocurre a nivel del hígado y cerebro, a modo de derivados bioactivos (Morales *et al.*, 2012).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Características del área

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 3).

Ubicación geográfica

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

Figura 3

Mapa de ubicación del área en donde se desarrolló el trabajo



Nota. La figura indica la ubicación del laboratorio del bloque 2 - IASA I, realizada en el software QGis. Autoría propia.

Materiales empleados

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

Materiales de laboratorio

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

Equipos

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

Software

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- INFOSTAT
- QGis

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.

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 4).

Figura 4

Análisis de peso y resistencia de la cáscara con el equipo Digital Egg Tester DET 6000



Nota. La figura muestra al investigador analizando el peso y resistencia de la cáscara del huevo. Autoría propia

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 5). 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 5

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



Nota. La figura muestra al huevo en la bandeja transparente, previo al análisis de la altura de la albúmina, coloración de la yema, Unidades Haugh. Mientras que parte de la cáscara obtenida de la zona ecuatorial del huevo se encuentra en el micrómetro para la obtención del valor de grosor de la cáscara. Autoría propia.

Métodos estadísticos

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.

Modelo matemático del diseño experimental

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

Donde:

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

μ : Media general

T_j : Efecto del j - ésimo tratamiento

e_{ij} : Error experimental

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%.

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 ± 0.2 mm, estos datos fueron almacenados y procesados en el ordenador del equipo (Mañay, 2020).

Coloración de la yema

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

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:

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

Donde:

h: altura de la albúmina en milímetros

w: peso del huevo en gramos

(Martínez, 2020).

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 ± 0.2 kgf (Mañay, 2020).

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 ± 0.2 mm (Mañay, 2020).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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 4), (tabla 5) y (figura 6)

Tabla 4

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,80	3	1,60	0,36	0,7829
Tratamiento	4,80	3	1,60	0,36	0,7829 (NS)
Error	160,43	36	4,46		
Total	165,22	39			

Nota. NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. Autoría propia.

Tabla 5

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

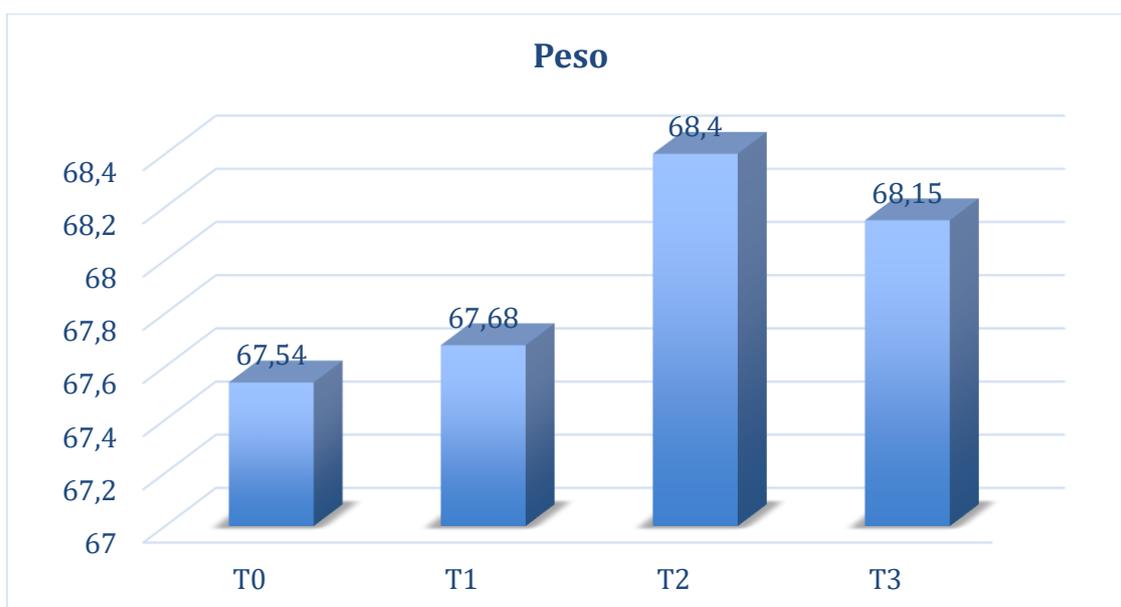
Tratamiento	Medias	N	Error Experimental	
T2	68,40	10	0,67	A
T3	68,15	10	0,67	A
T1	67,68	10	0,67	A

Tratamiento	Medias	N	Error Experimental
T0	67,54	10	0,67

Nota. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Autoría propia.

Figura 6

Representación gráfica de los valores promedio del peso de huevos



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos empleados para la variable peso. Autoría propia.

Datos que son concordantes con (Gavarrete, 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.

Altura Albúmina

En referencia a la altura de la albúmina, 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, 2019), en el que indica que la altura de albúmina 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 6), (tabla 7) y (figura 7).

Tabla 6

Análisis de la varianza para la variable altura albúmina en función de los tratamientos suministradas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,87	3	0,62	1,64	0,1973
Tratamiento	1,87	3	0,62	1,64	0,1973 (NS)
Error	13,68	36	0,38		
Total	15,55	39			

Nota. NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. Autoría propia.

Tabla 7

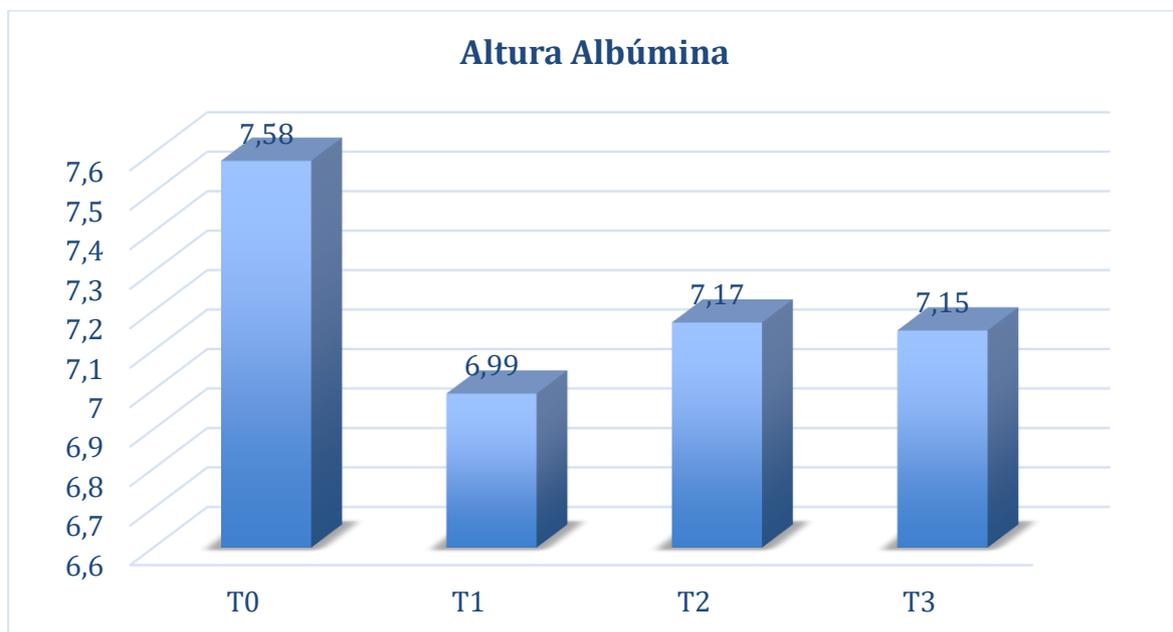
Test de Tukey (5%) para la variable altura albúmina en función de los tratamientos suministradas

Tratamiento	Medias	n	Error Experimental	
T0	7,58	10	0,19	A
T2	7,17	10	0,19	A
T3	7,15	10	0,19	A
T1	6,99	10	0,19	A

Nota. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Autoría propia.

Figura 7

Representación gráfica de los valores promedio de altura de la albúmina



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos empleados para la variable altura de la albúmina. Autoría propia

En el estudio de (Gavarrete, 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)

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 8), (tabla 9) y (gráfico 8).

Tabla 8

Análisis de la varianza para la variable coloración yema en función de las dietas suministradas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,01	3	1,00	12,43	< 0,0001
Tratamiento	3,01	3	1,00	12,43	< 0,0001 (S)
Error	2,90	36	0,08		
Total	5,91	39			

Nota. NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. Autoría propia.

Tabla 9

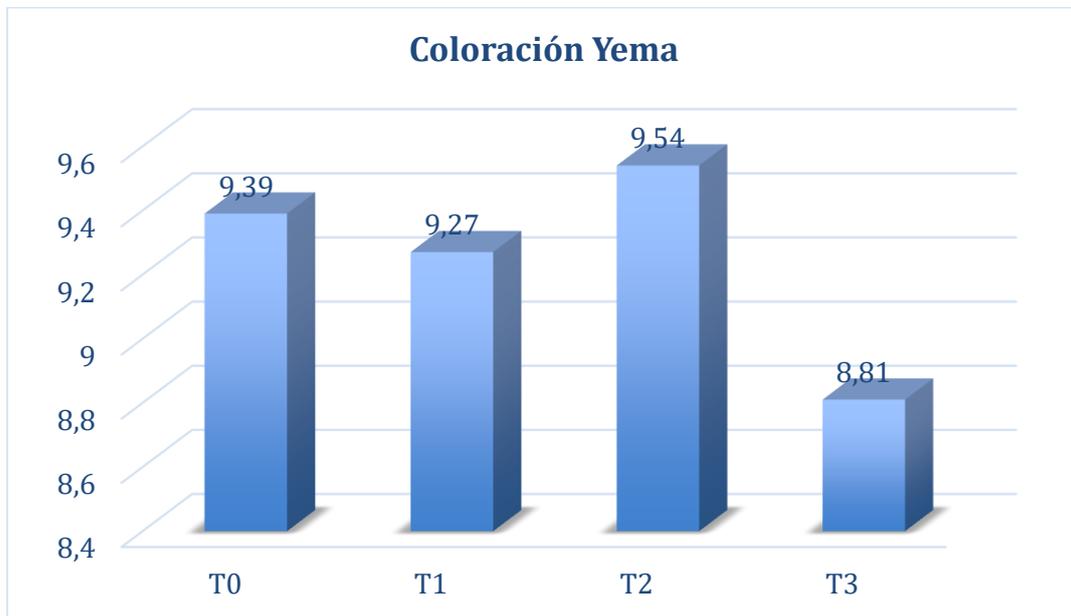
Test de Tukey (5%) para la coloración yema en función de las dietas suministradas

Tratamiento	Medias	n	Error Experimental	
T2	9,54	10	0,09	A
T0	9,39	10	0,09	A
T1	9,27	10	0,09	A
T3	8,81	10	0,09	B

Nota. Letras diferentes indican que existe diferencias significativas entre tratamientos. Autoría propia.

Figura 8

Representación gráfica de los valores promedio de coloración de la yema



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos empleados para la variable coloración de la yema. Autoría propia.

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, 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.

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, 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 10), (tabla 11) y (figura 9).

Tabla 10

Análisis de la varianza para la variable Unidades Haugh en función de los tratamientos suministradas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	104,65	3	34,88	1,77	0,1703
Tratamiento	104,65	3	34,88	1,77	0,1703 (NS)
Error	709,43	36	19,71		
Total	814,08	39			

Nota. NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. Autoría propia.

Tabla 11

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

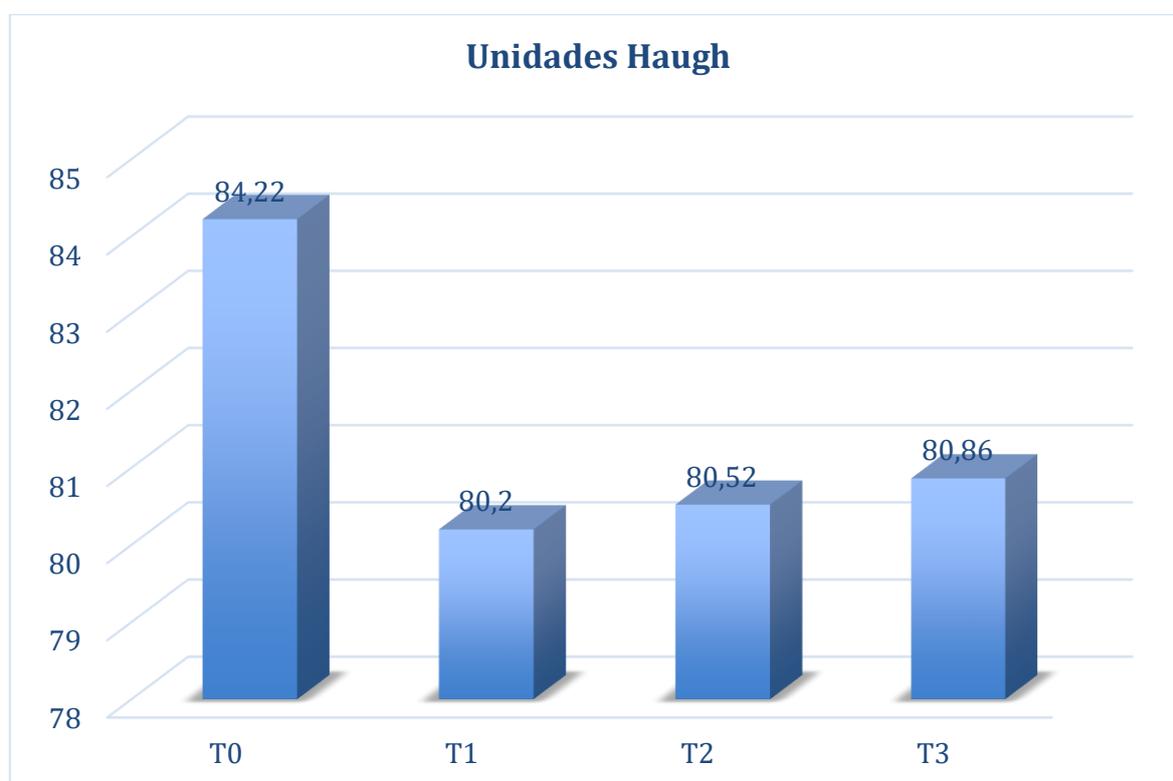
Tratamiento	Medias	n	Error Experimental
T0	84,22	10	1,40 A

Tratamiento	Medias	n	Error Experimental	
T3	80,86	10	1,40	A
T2	80,52	10	1,40	A
T1	80,20	10	1,40	A

Nota. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Autoría propia.

Figura 9

Representación gráfica de los valores promedio de las Unidades Haugh



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos empleados para la variable Unidades Haugh. Autoría propia.

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

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

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, 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 12), (tabla 13) y (figura 10).

Tabla 12

Análisis de la varianza para la variable resistencia en función de los tratamientos suministradas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,45	3	0,15	1,01	0,3975
Tratamiento	0,45	3	0,15	1,01	0,3975 (NS)
Error	5,37	36	0,15		
Total	5,82	39			

Nota. NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. Autoría propia.

Tabla 13

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

Nota. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Autoría propia.

Figura 10

Representación gráfica de los valores promedio de resistencia del cascarón



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos empleados para la variable resistencia del cascarón. Autoría propia.

La resistencia del cascarón no presentó diferencias significativas, como se reporta en el estudio de (Gavarrete, 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.

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 14), (tabla 15) y (figura 11).

Tabla 14

Análisis de la varianza para el grosor de la cáscara en función de los tratamientos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,3E-03	3	1,4E-03	1,74	0,1771
Tratamiento	4,3E-03	3	1,4E-03	1,74	0,1771 (NS)
Error	0,03	36	8,2E-04		
Total	0,03	39			

Nota. NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. Autoría propia.

Tabla 15

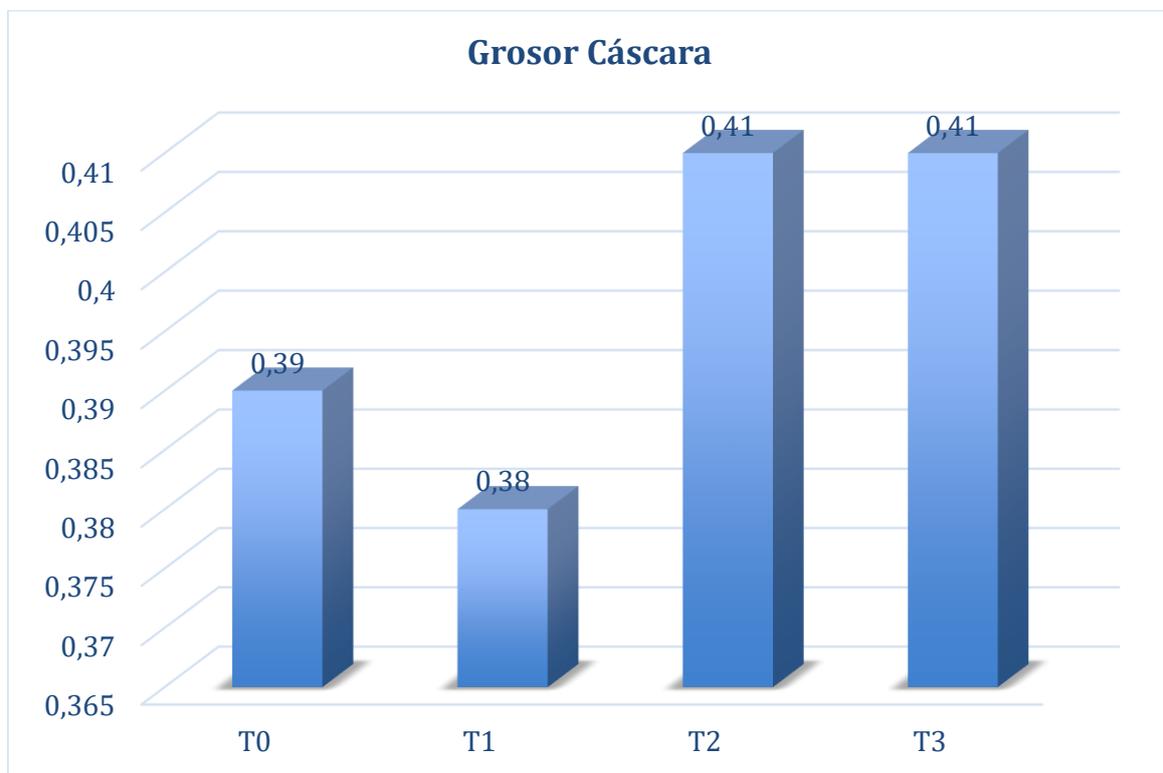
Test de Tukey (5%) para la variable peso del huevo en función de los tratamientos suministradas

Tratamiento	Medias	n	Error Experimental	
T3	0,41	10	0,01	A
T2	0,41	10	0,01	A
T0	0,39	10	0,01	A
T1	0,38	10	0,01	A

Nota. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Autoría propia.

Figura 11

Representación gráfica de los valores promedio de grosor de la cáscara



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos empleados para la variable grosor de la cáscara. Autoría propia.

En el estudio de (Gavarrete, 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.

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 16).

Tabla 16*Medidas resumen y significancia de los tratamientos suministrados*

Fuentes de Variación		Peso (g)	Altura Albumina (mm)	Coloración Yema	Unidades Haugh	Resistencia (kg/f)	Grosor de la cáscara (mm)
Significancia							
Dietas	F	0,36	1,64	12,43	1,77	1,01	1,74
	p-valor	0,7829(N S)	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
	T1	67,68	6,99	9,27	80,20	3,83	0,38
Media	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
Desviación Estándar		2,11	0,61	0,28	4,30	0,39	0,03
Coefficiente de Variación		3,09	8,50	3,03	5,29	10,11	7,18

Nota. NS: no existen diferencias significativas; S: existen diferencias significativas. Autoría propia.

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 17), (tabla 18), (tabla 19), (tabla 20), (figura 12), (figura 13), (figura 14) y (figura 15).

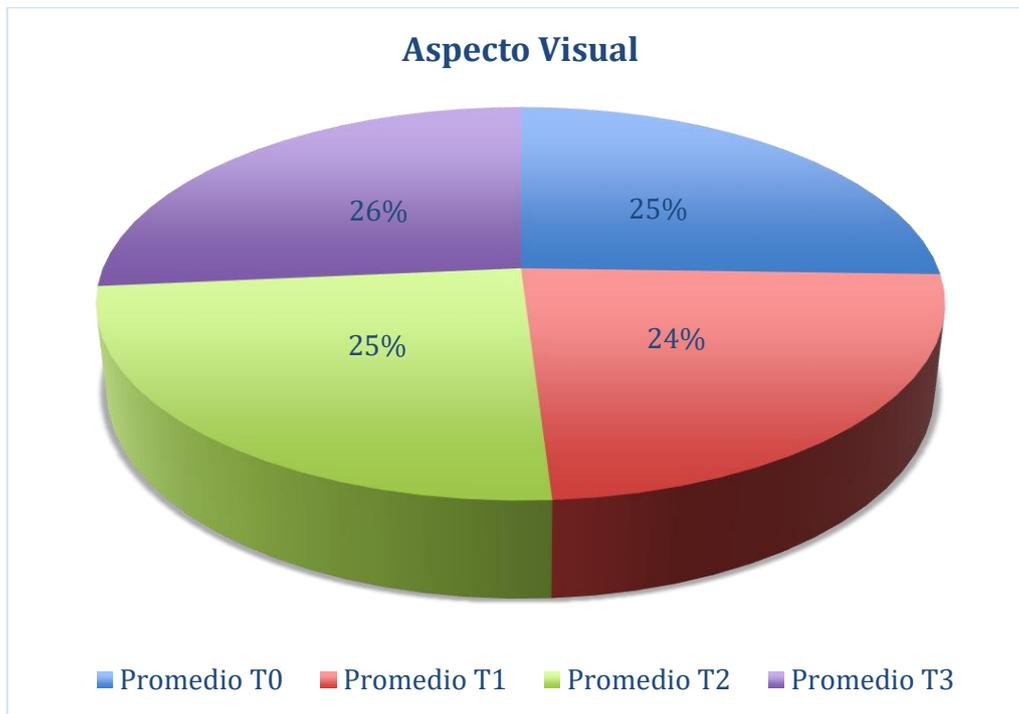
Tabla 17*Valores promedio de los tratamientos para el parámetro aspecto visual*

Parámetro	Promedio T0	Promedio T1	Promedio T2	Promedio T3
Aspecto Visual	2,60	2,40	2,50	2,70

Nota. 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. Autoría Propia.

Figura 12

Representación gráfica de los valores promedio del parámetro aspecto visual



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro aspecto visual. Autoría propia.

Tabla 18

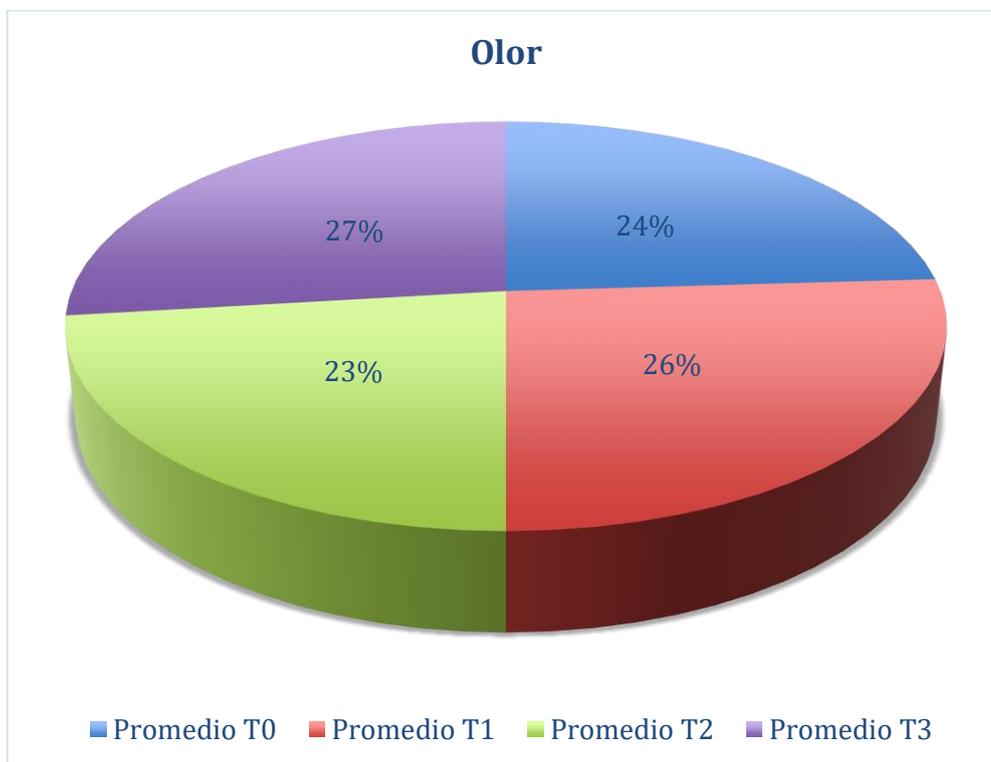
Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro olor

Parámetro	Promedio T0	Promedio T1	Promedio T2	Promedio T3
Olor	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. Autoría propia.

Figura 13

Representación gráfica de los valores promedio del parámetro olor



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro olor. Autoría propia.

Tabla 19

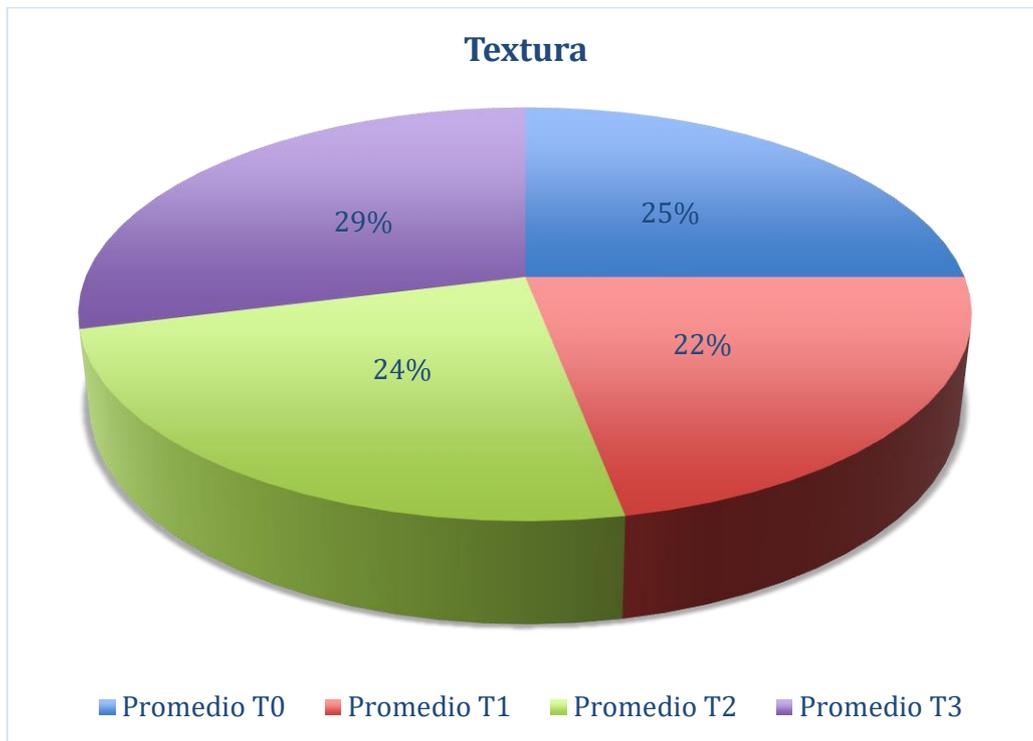
Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro textura

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. Autoría propia.

Figura 14

Representación gráfica de los valores promedio del parámetro textura



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro textura. Autoría propia.

Tabla 20

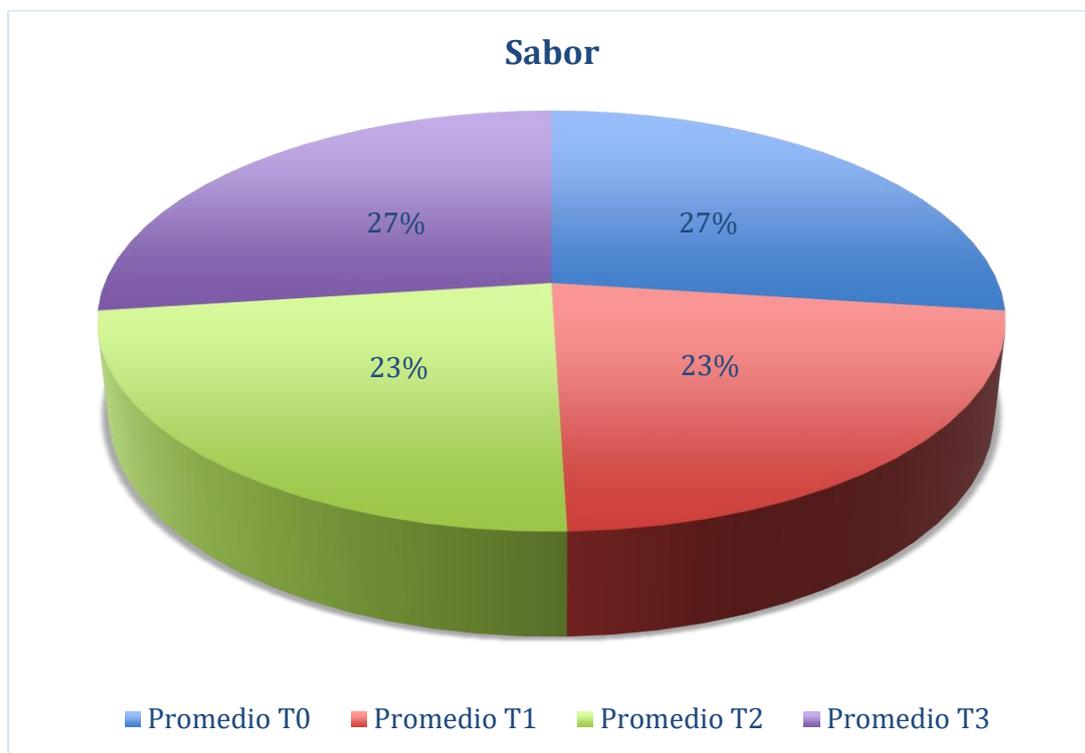
Valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro sabor

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. Autoría propia.

Figura 15

Representación gráfica de los valores promedio del parámetro sabor



Nota. La gráfica muestra los valores promedio de los tratamientos suministrados para el parámetro sabor. Autoría propia.

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).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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.

Recomendaciones

- Incentivar el consumo de huevos enriquecidos con Omega-3 en razón de todos los nutrientes y beneficios que aportan a la salud humana. Siendo la mejor forma el difundir los efectos del Omega-3 en el cuerpo y los beneficios nutricionales del huevo.
- Complementar el presente trabajo de investigación con el análisis de parámetros de calidad de huevos enriquecidos con Omega-3 a partir de diferentes materias primas de origen animal.
- Realizar más estudios basados en el enriquecimiento nutricional de huevos a través de la adición de materias primas en la dieta de gallinas ponedoras, gracias al veloz metabolismo de las aves, el cual permite obtener resultados en un corto periodo de tiempo.

Bibliografía

- Arrué, J. (2018). *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].
<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>
- Betancourt, L. y 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). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000100009
- Cailá y Parés. (2023). *Ácido Linolénico: propiedades y funciones*. Cailá&Parés. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://cailapares.com/acido-linolenico/>
- Fernández, I. (2023). *¿Qué es el ácido linolénico y para qué sirve? Ácido linolénico y ácido linoleico*. Okira. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://okira.es/que-es-el-acido-linolenico-y-para-que-sirve-acido-linolenico-y-acido-linoleico/>
- Gates, R., Leo, I., Izquierdo, L. y Menacho, E. (2013). *Relación entre colesterol dietario, consumo de huevo y perfil lipídico en adultos aparentemente sanos, según grupos de edad*. Anales de la Facultad de Medicina, 74(1), 27-30. <https://doi.org/10.15381/anales.v74i1.2036>
- Gavarrete, C. (2019). *Efectos del Zamofeed en el perfil de ácidos grasos, colesterol y pigmentación de la yema de huevo* [Proyecto especial de graduación, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano].
<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.>
- Gerard. (2020). *Día Mundial del Huevo, ¿qué celebramos y por qué?* Avinews. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://avinews.com/por-que-celebramos-el-dia-mundial-del-huevo/>
- González, L., Téllez, A., Sampedro, J. y Nájera, H. (2007). *Las proteínas en la nutrición*. Medigraphic. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf>

- Gutiérrez, M. (2017). *Grasas y colesterol: desmontando mitos*. Modesto Gutiérrez. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <http://modestogutierrezcentrohigea.com/grasas-y-colesterol-desmontando-mitos>
- Hernández, G., Laguna, K., Reyes, M., Moreno, J. y Matuz, D. (2019). *lipoproteínas de alta densidad y riesgo cardiovascular*. Medigraphic. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2019/reb194b.pdf>
- Instituto de Estudios del Huevo. (2009). *El gran libro del huevo*. Instituto de Estudios del Huevo. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf>
- Karunajeewa, H. (1984). *Factores influyentes en la pigmentación de la yema del huevo*. World's Poul. 40(1). 52-65. <https://core.ac.uk/download/pdf/33161792.pdf>
- Lohmann Breeders. (2020). *Guía de Manejo: Sistema de Jaulas*. [Archivo PDF]. https://lohmann-breeders.com/media/2021/06/LB_MG_LB-Classic_ESP.pdf
- Mañay, J. (2020). *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]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23144/1/T-ESPE-044076.pdf>
- Medline Plus. (2022). *Grasas omega-3 - buenas para su corazón*. MedlinePlus enciclopedia médica. Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000767.htm>
- Morales, P., Valenzuela, B., González, M., González, E., Tapia, O., Sanhueza, C. y Valenzuela, B. (2012). New dietary sources of alpha-linolenic acid: a critical view. *Revista chilena de nutrición*, 39(3), 79-87. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000300012>
- Reyes, A. (2021). *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].

https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7476/1/REP_ANA.REYES_EFECTO.DE.MICROMINERALES.pdf

Robles, L. (2018). *10 alimentos con Omega 3 esenciales para nuestra salud*. Muy Saludable.

Recuperado el 31 de julio del 2023 de <https://muysaludable.sanitas.es/nutricion/10-alimentos-omega-3-esenciales-nuestra-salud/>

Sastre, A., Sastre, R., Tortuero, F., Suárez, G., Vergara, G. y López, C. (2017). *Lecciones sobre el huevo*.

Instituto de Estudios del Huevo. Recuperado el 31 de julio del 2023 de

<http://www.institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/Lecciones-del-huevo-completo.pdf#page=45>

Saúl, W. y Ramirez, S. (2021). *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*. 7(3), 2295-2298.

<https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/116>

Soriano, J. (2021). *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].

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6354/1/UPSE-TIA-2021-0082.pdf>

United States Department of Agriculture. (2020). *Dietary Guidelines for Americans Make Every Bite Count with the Dietary Guidelines*. [Archivo PDF].

https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-12/Dietary_Guidelines_for_Americans_2020-2025.pdf

Viteri, E. (2013). *Huevos enriquecidos con omega 3*. [Proyecto de Titulación, Universidad Fasta].

http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/3086/2/2013_n_307_L.pdf