



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Química e Ingeniería Química**

**Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial**

**Efecto de la suplementación con aceites de hígado de  
bacalao, chía y sachá inchi en alimento de codornices  
(*Coturnix coturnix japónica*) sobre el contenido de  
omega-3 en sus huevos**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

**AUTORES**

Oscar Renzo CHUGDEN ORURE

Alberto Gabriel GARCIA FELIPE

**ASESOR**

Dr. Jorge Ernesto GUEVARA VÁSQUEZ

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Chugden, O. & García, A. (2023). *Efecto de la suplementación con aceites de hígado de bacalao, chía y sacha inchi en alimento de codornices (Coturnix coturnix japónica) sobre el contenido de omega-3 en sus huevos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor 1</b>	
Nombres y apellidos	OSCAR RENZO CHUGDEN ORURE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74218094
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0000-1210-4526">https://orcid.org/0009-0000-1210-4526</a>
<b>Datos de autor 2</b>	
Nombres y apellidos	ALBERTO GABRIEL GARCIA FELIPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76956662
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0008-9709-7545">https://orcid.org/0009-0008-9709-7545</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	27417434
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0168-4785">https://orcid.org/0000-0003-0168-4785</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	DELO DALLISON HUAMANI MALLMA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	47808533
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	FERNANDO SUCA APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40375320
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	27417434

<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Biotecnología Agroindustrial
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Perú, Lima, Lima, San Juan de Lurigancho, Av. Fernando Wiese, Lima 15079  Coordenadas geográficas Latitud: -11.954294049813111 Longitud: -76.98742389678956 Elevación: 316 m Lima, Perú (11° 57' 15.459" S; 76° 59' 14.726" O)
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2023
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería de procesos <a href="http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.04.02">http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.04.02</a>  Alimentos y bebidas <a href="http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.01">http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.01</a>

# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

## FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Central Telefónica: 619-7000

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los suscritos miembros del Jurado Calificador nombrados por el señor Presidente del Comité Ejecutivo del "Programa Ciclo Taller de Titulación Profesional por la Modalidad de Tesis y Trabajo de Suficiencia Profesional para la Facultad de Química e Ingeniería Química 2023", bajo la Presidencia del Dr. **DELO DALISON HUAMANI MALLMA**; Dr. **FERNANDO SUCA APAZA** (Miembro) y el Dr. **JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ** (Asesor); habiendo presentado para tal efecto la **TESIS**, titulada "Efecto de la suplementación con aceites de hígado de bacalao, chía y sachá inchi en alimento de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) sobre el contenido de omega-3 en sus huevos" después de **SUSTENTADA Y APROBADA** la tesis elaborado por el bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **OSCAR RENZO CHUGDEN ORURE**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL** de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, acordaron calificarlo con la **NOTA** de:

Dieciocho

(LETRAS)

18.00

(NÚMEROS)

Ciudad Universitaria, 16 de diciembre del 2023.

Dr. **DELO DALISON HUAMANI MALLMA**  
Presidente

Dr. **FERNANDO SUCA APAZA**  
Miembro

Dr. **JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ**  
Asesor

Dr. **EDGAR ORLANDO NAGLES VIDAL**  
Director de la E.P. de Ingeniería Agroindustrial



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

## FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Central Telefónica: 619-7000

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los suscritos miembros del Jurado Calificador nombrados por el señor Presidente del Comité Ejecutivo del "Programa Ciclo Taller de Titulación Profesional por la Modalidad de Tesis y Trabajo de Suficiencia Profesional para la Facultad de Química e Ingeniería Química 2023", bajo la Presidencia del Dr. DELO DALISON HUAMANI MALLMA; Dr. FERNANDO SUCA APAZA (Miembro) y el Dr. JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ (Asesor); habiendo presentado para tal efecto la TESIS, titulada "Efecto de la suplementación con aceites de hígado de bacalao, chía y sachá inchi en alimento de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) sobre el contenido de omega-3 en sus huevos" después de SUSTENTADA Y APROBADA la tesis elaborado por el bachiller en Ingeniería Agroindustrial: ALBERTO GABRIEL GARCIA FELIPE; para optar el TÍTULO PROFESIONAL de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, acordaron calificarlo con la NOTA de:

DIECIOCHO

(LETRAS)

18.00

(NÚMEROS)

Ciudad Universitaria, 16 de diciembre del 2023.

Dr. DELO DALISON HUAMANI MALLMA  
Presidente

Dr. FERNANDO SUCA APAZA  
Miembro

Dr. JORGE ERNESTO GUEVARA VÁSQUEZ  
Asesor

Dr. EDGAR ORLANDO NAGLES VIDAL  
Director de la E.P. de Ingeniería Agroindustrial





Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



### CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Jorge Ernesto Guevara Vásquez en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° 000025-2024-D-FQIQ/UNMSM de la tesis, cuyo título es “Efecto de la suplementación con aceites de hígado de bacalao, chía y sachá inchi en alimento de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) sobre el contenido de omega-3 en sus huevos”, presentado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial **Alberto Gabriel Garcia Felipe – Oscar Renzo Chudgen Orure** optar el título Profesional de Ingeniera Agroindustrial CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **17%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención el título correspondiente.

Firma del Asesor \_\_\_\_\_

Jorge Ernesto Guevara Vásquez  
Asesor

DNI: 27417434



Huella digital



## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestro asesor PhD. Jorge Ernesto Guevara Vásquez por su invaluable orientación y apoyo durante la elaboración de nuestra tesis. Su experiencia y compromiso fueron fundamentales para nuestro éxito académico. Estamos agradecidos por su dedicación y mentoría.

Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento a los destacados profesores Dr. Fernando Suca Apaza y Dr. Víctor Fernández Guzmán, responsables de los módulos 1 y 2, respectivamente. Apreciamos sus sugerencias y las mejoras propuestas, las cuales han contribuido significativamente al fortalecimiento de nuestra tesis. Su orientación ha sido pilar fundamental en nuestro proceso de aprendizaje e investigación.

Manifestamos nuestro profundo agradecimiento a nuestra querida UNMSM por abrirnos sus puertas y proporcionarnos un espacio propicio para llevar a cabo esta tesis. Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento y gratitud a la E.P. de Ingeniería Agroindustrial, cuyos aportes y apoyo han sido fundamentales en el desarrollo y culminación exitosa de este proyecto académico. Su respaldo ha sido invaluable en nuestra formación y crecimiento como profesionales.

También un agradecimiento a la señora Magda y al señor Juan Carlos por su apoyo valioso en este proceso. Finalmente agradecemos a nuestros amigos de la base 16 y base 17 de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, quienes nos brindaron momentos gratos y su apoyo constante en todomomento.

## DEDICATORIA

A Dios, mi fuente de fortaleza y guía en todo momento.

A dos mujeres extraordinarias que han sido pilares fundamentales a lo largo de mi vida: a mi querida madre, Graciela Orure Cueva, cuyo amor incondicional y constante apoyo han iluminado mi camino en cada etapa; y a mi amada novia, Yudeini Aroni, por su soporte, comprensión y por ser mi fuente constante de motivación para lograr mis objetivos.

A todos mis familiares y amigos, quienes han sido mi red de apoyo constante a lo largo de este arduo proceso.

A mis compañeros de trabajo, Katia e Israel, cuyos buenos deseos y aliento han sido un impulso invaluable.

*Renzo Chugden*

Agradezco profundamente a mi madre, Florencia Felipe Ramos, cuyo amor incondicional y apoyo constante fueron mi mayor inspiración durante la realización de toda mi etapa universitaria.

También, a mis abuelos, Miguel Felipe Curasma y Máxima Ramos Casavilca, por su sabiduría, aliento y ejemplo de perseverancia. Su influencia perdurará en cada logro futuro.

*Gabriel García*

## ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
INDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN .....	10
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
2.1. Situación problemática.....	16
2.1.1. Formulación del problema .....	16
2.2. Hipótesis .....	17
2.3. Objetivos.....	17
2.3.1. Objetivo general.....	17
2.3.2. Objetivos específicos .....	17
2.4. Justificación .....	17
III. MARCO TEÓRICO.....	20
3.1. Antecedentes de la investigación .....	20
3.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
3.1.2. Antecedentes nacionales .....	23
3.3. Bases teóricas.....	26
3.3.1. Codorniz de postura .....	26
3.3.2. Manejo en la crianza .....	28
3.3.3. Huevos de codorniz.....	34
3.3.4. Aceite de hígado de bacalao.....	38
3.3.5. Sacha Inchi.....	39

	5
3.3.6. Chía .....	42
3.3.7. Lípidos .....	43
3.3.8. Ácidos grasos esenciales.....	45
3.3.9. Ácidos grasos omega-3 en la salud.....	51
IV. MATERIALES Y METODOS.....	53
4.1. Lugar y tiempo de ejecución.....	53
4.2. Materiales.....	53
4.2.1. Período de la crianza de codornices.....	53
4.2.2. Evaluación de los parámetros de calidad.....	54
4.3. Procedimiento experimental .....	55
4.3.1. Procedimiento para el manejo de la crianza de codornices .....	55
4.3.2. Tratamientos .....	61
4.3.3. Programa de alimentación.....	62
4.4. Metodología.....	63
4.4.1. Análisis cromatográfico de los Ácidos Grasos .....	63
4.4.2. Análisis químico proximal.....	64
4.4.3. Análisis sensorial .....	71
4.5. Diseño experimental .....	71
4.5.1. Suplementación con aceites de hígado de bacalao, chía y sachá inchi .....	71
4.5.2. Análisis de la información .....	72
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	73
5.1. Ácidos grasos $\omega$ -3: EPA+DHA+ALA.....	73
5.2. Ácidos grasos $\omega$ -6 y ratio $\omega$ -6: $\omega$ -3 en el huevo codorniz .....	76
5.3. Contenido de grasa de huevos de codorniz.....	78
5.4. Ácidos grasos saturados e insaturados en los huevos de codorniz .....	79
5.5. Contenido de colesterol en yema de los huevos .....	84

	6
5.6. Análisis proximal.....	86
5.7. Análisis sensorial .....	89
VI. CONCLUSIONES.....	94
VII. RECOMENDACIONES .....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS .....	95
Anexo 1. Glosario de términos .....	101
Anexo 2. Análisis de varianza y Prueba de Tukey del colesterol total en yema de huevo	103
Anexo 3: Formato para la evaluación escalar de control .....	104
Anexo 4. Panelistas en la evaluación sensorial .....	105
Anexo 5. Puntajes de la evaluación sensorial del huevo de codorniz .....	106
Anexo 6. Prueba de Friedman de los aspectos sensoriales .....	107
Anexo 7. Procedimiento del análisis cromatográfico del huevo de codorniz - laboratorio Certilab.....	119
Anexo 8. Aceite de chía, marca La Arequipeñaíta .....	113
Anexo 9. Aceite de sacha inchi, marca La Arequipeñaíta .....	113
Anexo 10. Aceite de hígado de bacalao marca Nordic Naturals.....	114
Anexo 11. Preparación de las dietas .....	115
Anexo 12. Almacenamiento de las dietas en baldes rotulados .....	117
Anexo 13. Limpieza y desinfección del galpón de codornices .....	117
Anexo 14. Compra de las jaulas utilizadas en el estudio .....	118
Anexo 15. Instalación de jaulas y comederos en el galpón.....	118
Anexo 16. Compra de codornices ponedoras de un mismo lote.....	119
Anexo 17. Distribución de las codornices en las jaulas de manera aleatoria.....	120
Anexo 18. Distribución de los tratamientos en las jaulas de manera aleatoria.....	120
Anexo 19. Ubicación de las dietas en el galpón .....	121
Anexo 20. Termo higrómetro digital marca Boeco .....	121
Anexo 21. Acondicionamiento para el envío de muestras a Certilab .....	122

Anexo 22. Resultados del análisis de perfil de ácidos grasos en el huevo de codorniz ....	124
Anexo 23. Resultados del análisis de colesterol total en huevo de codorniz.....	132
Anexo 24. Resultados del análisis proximal del huevo de codorniz.....	136

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación de la codorniz japónica .....	27
<b>Tabla 2</b> Diferencias fenotípicas de las codornices macho y hembra.....	28
<b>Tabla 3</b> Requerimiento nutricional de la codorniz en etapa de postura .....	32
<b>Tabla 4</b> Requerimientos dietarios para la etapa de cría.....	33
<b>Tabla 5</b> Requerimientos dietarios para la etapa de producción.....	34
<b>Tabla 6</b> Parámetros de la calidad externa del huevo .....	35
<b>Tabla 7</b> Parámetros de la calidad interna del huevo .....	36
<b>Tabla 8</b> Parámetros fisicoquímicos del huevo de codorniz.....	36
<b>Tabla 9</b> Parámetros microbiológicos del huevo de codorniz .....	37
<b>Tabla 10</b> Parámetros sensoriales del huevo de codorniz.....	38
<b>Tabla 11</b> Familia de ácidos grasos .....	46
<b>Tabla 12</b> Composición proximal de la dieta comercial de postura .....	59
<b>Tabla 13</b> Tratamientos del estudio experimental .....	72
<b>Tabla 14</b> Perfil de ácidos grasos omega-3 en el huevo de codorniz.....	73
<b>Tabla 15</b> Ratio omega 6: omega 3 en los huevos de codorniz .....	76
<b>Tabla 16</b> Contenido de grasa en los huevos de codorniz por tratamiento.....	78
<b>Tabla 17</b> Ácidos grasos presentes en el huevo de codorniz .....	79
<b>Tabla 18</b> Perfil de ácidos grasos presentes en el huevo de codorniz.....	81
<b>Tabla 19</b> Resultados del contenido de colesterol en huevos .....	84
<b>Tabla 20</b> Resultados de la composición proximal de los huevos .....	87
<b>Tabla 21</b> Resultados de las puntuaciones en la evaluación sensorial.....	90

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Codorniz de postura.....	27
<b>Figura 2</b> Aceite de hígado de bacalao marca Nordic Naturals.....	39
<b>Figura 3</b> Diagrama de flujo de aceite de sacha inchi .....	41
<b>Figura 4</b> Aceite de sacha inchi marca La Arequipeña .....	41
<b>Figura 5</b> Aceite de chía marca La Arequipeña .....	43
<b>Figura 6</b> Metabolismo de los ácidos grasos poliinsaturados .....	50
<b>Figura 7</b> Galpón para aves .....	55
<b>Figura 8</b> Jaulas distribuidas en las instalaciones del galpón.....	56
<b>Figura 9</b> Desinfección de las jaulas y el ambiente con hipoclorito de sodio .....	56
<b>Figura 10</b> Formato de control de temperatura y humedad.....	57
<b>Figura 11</b> Termohigrómetro digital marca Boeco .....	58
<b>Figura 12</b> Alimento balanceado para codorniz postura marca Corina.....	59
<b>Figura 13</b> Proceso de homogenizado manual .....	60
<b>Figura 14</b> Uso de la mezcladora industrial .....	61
<b>Figura 15</b> Adición de la dieta en la mezcladora industrial .....	61
<b>Figura 16</b> Dietas en baldes rotulados con el nombre de cada tratamiento.....	62
<b>Figura 17</b> Muestras compósito para análisis de perfil de ácidos grasos .....	64
<b>Figura 18</b> Muestras compósito para análisis proximal .....	64
<b>Figura 19</b> Preparación de muestras para el envío al laboratorio Certilab.....	65
<b>Figura 20</b> Contenido de Omega 3 en el huevo de codorniz por tratamiento .....	74
<b>Figura 21</b> Representación en barras de la relación del ratio omega 6: omega 3.....	77
<b>Figura 22</b> Contenido de colesterol en yema de huevo por tratamiento .....	85
<b>Figura 23</b> Composición proximal del huevo de codorniz por tratamiento .....	88
<b>Figura 24</b> Perfil sensorial del huevo de codorniz por tratamiento.....	91



## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivos determinar el contenido de omega-3 en los huevos de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) suplementadas en su dieta con aceite de bacalao, chía, sachá inchi y evaluar el efecto de esta suplementación en el contenido de colesterol, la composición nutricional y la calidad sensorial de los huevos.

Se utilizaron 60 codornices en etapa de postura. Los grupos experimentales se formaron con cuatro tratamientos diferentes: Dieta base control (T1), Dieta base + 2% de Aceite de hígado de bacalao (T2), Dieta base + 4% de Aceite de chía (T3) y Dieta base + 4% de Aceite de sachá inchi (T4).

Como consecuencia a la suplementación en la dieta de codornices con aceites, se obtuvo un aumento de las cantidades de ácidos grasos omega-3 en sus huevos. Se registraron 40 mg/100 g (0.29%) con aceite de hígado de bacalao, 30 mg/100 g (0.27%) con aceite de chía, y 20 mg/100 g (0.17%) con aceite de sachá inchi.

En relación al contenido de colesterol en yema la dieta del T2 logró una reducción del 62.6%, asimismo el T4 y T3 también mostraron reducciones significativas del 47.5% y 38.4% respectivamente, en comparación con el T1.

El análisis proximal reveló cambios notables en la composición nutricional de los huevos de codorniz en respuesta a diferentes tratamientos dietéticos. El aumento en la suplementación de aceites se asoció con un incremento constante en la humedad. La proteína disminuyó en los tratamientos suplementados en comparación con el control, mientras que la grasa mostró valores más bajos debido a la incorporación de aceites en la dieta. El contenido de cenizas, indicativo de minerales, no varió significativamente entre tratamientos. En cuanto a los carbohidratos, solo el tratamiento 2 presentó una disminución en comparación con el T1.

La evaluación sensorial indicó que los T3 y T4 fueron los mejor valorados en sabor, olor, textura y color. Aunque el T2 ocupó el tercer lugar, superó a la muestra control, indicando una mejora global en la aceptabilidad en todos los tratamientos suplementados. Esto respalda la idea de que la adición de aceites mejora las características sensoriales de los huevos.

En conclusión, la investigación demuestra que la suplementación con aceites específicos puede modificar positivamente la composición nutricional de los huevos de codorniz, mejorando su perfil de ácidos grasos y reduciendo el contenido de colesterol, lo que podría tener implicaciones positivas para la salud humana.

**Palabras clave:** codorniz, ácidos grasos, omega 3, colesterol.

## ABSTRACT

The objectives of this thesis are to determine the omega-3 content in the eggs of quail (*Coturnix coturnix japonica*) supplemented in their diet with cod oil, chia, sacha inchi and to evaluate the effect of this supplementation on the cholesterol content, the nutritional composition and sensory quality of eggs.

60 quails were used in the laying stage. The experimental groups were formed with four different treatments: Control base diet (T1), Base diet + 2% cod liver oil (T2), Base diet + 4% chia oil (T3) and Base diet + 4% of sacha inchi oil (T4).

As a result of supplementing the quail diet with oils, an increase in the levels of omega-3 fatty acids in their eggs was obtained. 40 mg/100 g (0.29%) were recorded with cod liver oil, 30 mg/100 g (0.27%) with chia oil, and 20 mg/100 g (0.17%) with sacha inchi oil.

In relation to the cholesterol content in yolk, the T2 diet achieved a reduction of 62.6%, likewise T4 and T3 also showed significant reductions of 47.5% and 38.4% respectively, compared to T1.

Proximate analysis revealed notable changes in the nutritional composition of quail eggs in response to different dietary treatments. Increased oil supplementation was associated with a steady increase in moisture. Protein decreased in the supplemented treatments compared to the control, while fat showed lower values due to the incorporation of oils in the diet. The ash content, indicative of minerals, did not vary significantly between treatments. Regarding carbohydrates, only treatment 2 showed a decrease compared to T1.

The sensory evaluation indicated that T3 and T4 were the best valued in flavor, smell, texture and color. Although T2 ranked third, it outperformed the control sample, indicating an overall improvement in acceptability across all supplemented treatments. This supports the idea that the addition of oils improves the sensory characteristics of eggs.

In conclusion, the research demonstrates that supplementation with specific oils can positively modify the nutritional composition of quail eggs, improving their fatty acid profile and reducing cholesterol content, which could have positive implications for human health.

**Keywords:** quail, fatty acids, omega 3, cholesterol.

## I. INTRODUCCIÓN

En la búsqueda constante de mejorar la calidad nutricional de los alimentos que consumimos, la investigación en la producción de alimentos funcionales ha cobrado una relevancia sin precedentes en los últimos años (Sancho, 2010). La creciente conciencia sobre la importancia de una dieta equilibrada y sus efectos directos en la salud humana ha llevado a la exploración de nuevas estrategias para enriquecer los alimentos con compuestos beneficiosos, como los ácidos grasos omega-3.

Los ácidos grasos omega-3, esenciales para la salud, han sido objeto de un creciente interés debido a su papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares, la mejora de la función cognitiva y otros beneficios para la salud (Piñeiro, 2013). Sin embargo, en el contexto de la dieta peruana, las importantes fuentes de omega-3, como semillas y pescados grasos, son consumidas con baja frecuencia por pobladores de todas las edades. Este hecho revela una clara escasez de alternativas disponibles para la ingesta y beneficio de ácidos grasos (AG) omega-3 en la dieta habitual (Castro, 2020)

Por ello se usó productos que no solo brinden nutrientes como aminoácidos y energía, sino también otros nutrientes importantes en cantidades pequeñas que el animal necesita. Estos nutrientes esenciales pueden ser incluidos en los productos, como por ejemplo el huevo de codorniz. De esta manera, buscamos agregar un beneficio adicional que podría aumentar la rentabilidad en la crianza.

Por ende, el estudio busco dar una solución mediante la incorporación de los ácidos grasos omega-3 provenientes de los diferentes suplementos como lo son el aceite de bacalao, chía y sacha inchi para obtener el máximo beneficio en términos de la calidad y contenido de omega-3 en los huevos de codorniz. Diferentes dosis podrían tener diferentes impactos en la composición de los huevos, como el contenido de AG omega-3 y otros

nutrientes esenciales. Estos aceites son reconocidos por su contenido significativo de ácido alfa-linolénico (ALA), ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), que son ácidos grasos esenciales de la familia omega-3 (Jiménez et al., 2013).

La presente tesis está dividida en siete capítulos. El capítulo I comprende a la introducción. El capítulo II comprende la situación problemática, la formulación del problema; asimismo, se exponen las hipótesis, los objetivos y la justificación de la investigación. El capítulo III contiene el marco teórico que está conformado por los antecedentes de la investigación, los cuales fueron escogidos por su afinidad temática, así como las bases teóricas. El capítulo IV está conformado por los materiales y métodos utilizados. El capítulo V está constituido por los resultados obtenidos y su discusión. El capítulo VI está conformado por las conclusiones y finalmente en el capítulo VII muestran las recomendaciones de la investigación.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. Situación problemática

En relación con la alimentación típica en Perú, se observa que las personas de todas las edades consumen con poca regularidad las fuentes esenciales de omega-3, como semillas y pescados grasos. Esto evidencia una marcada carencia de opciones disponibles para incorporar y obtener ácidos grasos omega-3 en nuestra dieta cotidiana (Rodríguez, 2015)

Por lo tanto, existe un sólido interés en investigar la inclusión de diversas fuentes naturales de energía, algunas de las cuales no son habituales en la alimentación de las aves, con el propósito de mejorar la calidad nutricional de sus productos o derivados manteniendo intactas sus características sensoriales.

El consumo insuficiente de alimentos ricos en ácidos grasos poliinsaturados esenciales (AGPE), como el AG omega-3  $\alpha$ -linolénico que actúa como precursor del EPA y del DHA, podría tener repercusiones negativas en la estructura, desarrollo y funcionamiento del cerebro, además de inducir alteraciones en la cognición y el comportamiento (Valenzuela, 2011).

Ante esta situación, se hace necesario buscar fuentes animales o vegetales que permitan abordar la carencia de estos ácidos grasos esenciales en la dieta y sus posibles repercusiones negativas en la salud.

#### 2.1.1. Formulación del problema

¿Será posible incrementar el contenido de omega-3 en los huevos de codornices (*Coturnix coturnix japónica*) suplementando su dieta con el aceite de hígado de bacalao, chía y sachá inchi?

## **2.2. Hipótesis**

Con el aceite de hígado de bacalao, chía y sachá inchi suplementados en la dieta de codornices (*Coturnix coturnix* japónica), se incrementa el contenido de omega-3 en sus huevos.

## **2.3. Objetivos**

### ***2.3.1. Objetivo general***

Determinar el contenido de omega-3 en los huevos de codornices (*Coturnix coturnix* japónica) suplementadas en su dieta con aceite de hígado de bacalao, chía y sachá inchi.

### ***2.3.2. Objetivos específicos***

- Determinar el efecto de la suplementación en el contenido de colesterol total de la yema de huevo de codorniz.
- Establecer la composición nutricional en los huevos de codorniz enriquecidos con ácidos grasos omega-3.
- Evaluar la calidad sensorial de los huevos de codorniz enriquecidos con ácidos grasos omega-3.

## **2.4. Justificación**

La elección de los huevos de codorniz es debido a que presentan un perfil nutricional rico en proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales esenciales, lo que los convierte en una fuente de nutrientes valiosa para la dieta humana. Además, poseen una característica única en comparación con los huevos de otras aves (gallina), ya que tienden a tener un contenido de colesterol significativamente menor (Gonzalez, 2018). Esta característica es relevante, considerando la creciente preocupación de la sociedad por la salud cardiovascular y la importancia de mantener niveles de colesterol dentro de límites saludables.



En la presente tesis se optó en enfocarse en los huevos de codorniz en lugar de su carne debido a su mayor eficiencia económica y sostenibilidad, ya que requiere menos inversión, tiene una demanda constante en el mercado, un ciclo de producción más corto, así como menor impacto ambiental y ofrece oportunidades de investigación e innovación establecidas, lo que lo convierte en un enfoque más estratégico y prometedor para abordar los objetivos de investigación y contribuir al avance de la industria avícola (Ramos, 2016).

La elección de utilizar aceite de chía, sachá inchi y aceite de hígado de bacalao en la investigación sobre la suplementación en la alimentación de codornices para incrementar el contenido de omega-3 en sus huevos se basa en una serie de razones sólidas y fundamentales.

En primer lugar, estos aceites son conocidos por ser fuentes naturales de ácidos grasos omega-3, que incluyen el ácido alfa-linolénico (ALA) contenido en la chía y el sachá inchi, así como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) que se encuentran en el aceite de pescado. Estos ácidos grasos omega-3 son reconocidos por sus efectos positivos en la salud, incluyendo la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, el apoyo a la función cerebral y la disminución de la inflamación (Antruejo, 2010).

Además, la inclusión de los aceites en la dieta de las codornices tendría un impacto beneficioso en la salud de las aves. Los AGE pueden mejorar la salud cardiovascular y fortalecer el sistema inmunológico de las codornices, lo que puede traducirse en una mejor calidad de los huevos que ponen y en un bienestar general de las aves (Porrás, 2022).

Un aspecto clave de esta investigación es la transferencia de los ácidos grasos omega-3 de la dieta de las codornices en sus huevos. Al utilizar aceite de chía, sachá inchi y aceite de hígado de bacalao en la alimentación en las aves, se busca enriquecer los huevos con omega-3, lo que los convierte en una opción más saludable y valiosa para los consumidores.

Además de los beneficios directos para las codornices y sus huevos, esta investigación también puede tener un impacto significativo en la nutrición humana. La disponibilidad de huevos enriquecidos con omega-3 a partir de codornices puede ser especialmente relevante en regiones donde el acceso a pescados grasos, la fundamental fuente de omega-3, es limitado o costoso (Ayala, 2020). Esto podría contribuir a mejorar la ingesta de ácidos grasos esenciales en la dieta de las personas.

En conjunto, esta investigación contribuye al avance del conocimiento científico en el campo nutricional animal y en la producción alimentaria. Al investigar la efectividad de la suplementación con aceite de chía, sachá inchi y aceite de hígado de bacalao en la producción de huevos enriquecidos con omega-3, se buscó desarrollar estrategias sostenibles y económicas para mejorar la calidad de los alimentos producidos y promover opciones más saludables en la industria avícola.

Finalmente, estas razones respaldan firmemente la elección de utilizar aceite de chía, sachá inchi y aceite de hígado de bacalao en la investigación como una forma efectiva y significativa de abordar la mejora de la calidad de los huevos de codorniz y su impacto para la nutrición tanto animal como humana.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes de la investigación

##### 3.1.1. Antecedentes internacionales

En la tesis de Vargas (2008), *Enriquecimiento de huevos de codorniz (Coturnix coturnix japónica) con ácidos grasos omega 3, mediante la incorporación de pulga de mar (Talitrus saltator) en la ración*, concluyó que las aves nutridas con pulga de mar tenían niveles más altos de EPA y DHA en las yemas de sus huevos en comparación con las alimentadas sin pulga de mar. Sin embargo, los valores de otros ácidos grasos como AO, AL, ALN y AA no indicaron cambios relevantes entre las dos dietas. Esto indica que al incorporar la pulga de mar en la alimentación de las codornices en periodo de postura, se produce una transferencia de ácidos grasos desde el crustáceo a la yema del huevo. Por lo tanto, es posible modificar los ácidos grasos poliinsaturados presentes en el huevo mediante esta alimentación.

En el proyecto de investigación de Golzar et al. (2016), *Enriquecimiento de huevos de codorniz (Coturnix cot. japónica) con ácidos grasos omega-3 y su efecto nutricional en mujeres jóvenes sanas*, concluyeron que el consumo de huevos enriquecidos con n-3 redujo los triglicéridos séricos (TG) y la proporción LDL-C:HDL-C. Los resultados del presente estudio de la granja a la mesa sugieren que el consumo de un huevo diario no tiene efectos adversos en mujeres sanas y que los huevos enriquecidos con n-3 disminuyeron el nivel de TG en suero y la proporción de LDL-C:HDL-C.

En la tesis de Meireles et al. (2022), *Aceites de hígado de tiburón y de linaza como alternativas al aceite de soja en la calidad lipídica de los huevos de codorniz japonesa*, hicieron un reemplazo total del aceite de soja por aceite de hígado de tiburón redujo el contenido de colesterol en la yema en un 19% (T = 282,97 mg colesterol/100 g huevo) y la suma de aceite de linaza produjo huevos con mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) (LS

=18,32%). Los tratamientos con aceite de linaza y sus mezclas (aceite de soja + aceite de linaza y aceite de linaza + aceite de hígado de tiburón) contribuyeron eficazmente a reducir la proporción  $\omega$ -6: $\omega$ -3 y a enriquecer los huevos de codorniz con PUFAs, especialmente ácido linolénico (18: 3n3c) y EPA (20: 5n3c). Se concluye que la manipulación de la alimentación de las codornices enriqueció el contenido de PUFAs esenciales y redujo el contenido de colesterol en la yema. El aceite de linaza fue la fuente lipídica que influyó para mejorar la calidad de la yema.

Uyanik et al. (2008) examinó los impactos de diversos aceites incorporados en las dietas de codornices ponedoras, centrándose en su desempeño, calidad de huevos, niveles de lípidos séricos y la constitución de AG en la yema de huevo. Estos hallazgos revelaron que el uso de aceite de oliva resultó en mejoras significativas tanto en el peso, como en la calidad de su cáscara, en comparación con otros aceites examinados. Además, se evidenció que tanto el aceite de pescado como el aceite de soja contribuyeron al aumento de los ácidos grasos omega-3 en la yema del huevo, y se destacó que el aceite de soja generó efectos beneficiosos en las concentraciones de lípidos séricos. Estos resultados sugieren la influencia positiva y diferenciada de diferentes tipos de aceites en diversos aspectos relacionados con la producción de huevos y la composición nutricional.

Hazim et al. (2010) investigó los impactos de la suplementación dietética utilizando diversas fuentes de grasas en los parámetros sanguíneos de las codornices. Durante un período de tres meses, llevo a cabo cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, empleando una dieta suplementada con un 3% de aceite de girasol (T1), aceite de lino (T2), aceite de maíz(T3) o aceite de pescado (T4). Los resultados de este estudio indicaron que la incorporación dietética de aceite de pescado y aceite de lino al 3% condujo a mejoras significativas en el perfil sanguíneo de las codornices. En consecuencia, se sugirió la posibilidad de incorporar aceites de pescado y lino durante el periodo de puesta de las codornices japonesas como una estrategia

para mejorar el estado fisiológico general de estas aves. Estos hallazgos respaldan la noción de la influencia positiva de ciertas fuentes de grasas en la salud sanguínea de las codornices, y tienen implicaciones prácticas en la gestión nutricional de estas aves.

Atakisi et al. (2009) examinó los efectos del aceite de pescado, reconocido por su contenido abundante de ácidos grasos omega-3, en los niveles de colesterol presentes en la yema de huevo. Además, se exploraron los impactos de estos ácidos grasos en parámetros bioquímicos específicos y en el peso tanto de la yema como de las codornices. En este estudio, un total de 30 codornices japonesas ponedoras fueron asignadas a dos grupos distintos: el grupo de control y el grupo sometido a tratamiento con ácidos grasos omega-3. Posteriormente, se administraron cápsulas de aceite de pescado de forma oral a las codornices del grupo tratado con omega-3 a lo largo de tres semanas. En conclusión, los resultados revelaron que la adición oral con AG omega-3 condujo a una disminución significativa en los niveles de colesterol tanto en la yema como en el plasma de las codornices. Esta investigación sugiere el potencial beneficioso de la inclusión de ácidos grasos omega-3 en la dieta de las codornices ponedoras para influir positivamente en la composición lipídica de los huevos y en los perfiles bioquímicos, lo cual tiene implicaciones valiosas para la producción avícola y la calidad nutricional de los productos derivados.

Castro et al. (2017) determinó el impacto de agregar semillas de linaza y chía, como fuentes de AGE, a las dietas de codornices japónicas. Donde se emplearon 120 aves de 7 semanas de edad y se dividieron en 10 jaulas de forma aleatoria durante 11 semanas. Los dos grupos de tratamiento fueron: Grupo 1 (dieta control basada en maíz y harina de soja) y Grupo 2 (dieta control más 1.86% de semillas de linaza y 0.10% de chía). No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento productivo de las aves. Sin embargo, se observó que la incorporación de semillas de linaza y chía sumaron en un 2.96% los AGP en la yema del huevo, y redujo la relación omega 6/omega 3 a 7.39:1. En conclusión, al agregar semillas empleadas

como fuente de ácidos grasos, se logró disminuir la relación n6/n3 en la yema del huevo, aumentando el contenido de omega 3 en un 320% en contraste con el grupo de control.

Martinez et al. (2012) evaluó cómo diferentes niveles de harina de semilla de calabaza (0%, 3.3%, 6.6% y 10%) afectan el colesterol total y los AG presentes en los huevos de gallinas ponedoras. Los resultados mostraron que hubo una reducción de entre 28 y 30 mg de colesterol por huevo en contraste con el grupo de control. Basado en su estudio, recomendaron agregar hasta un 10% de harina de semilla de calabaza para aumentar los AG beneficiosos y disminuir tanto el colesterol total como los AG perjudiciales presentes en los huevos.

### **3.1.2. Antecedentes nacionales**

En la tesis de Baltazar (2000), *Efecto de dos niveles de ácidos grasos omega 3 de la dieta sobre la composición del huevo y el comportamiento productivo en codornices*, logró alcanzar niveles de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (EPA y DHA) del 2.92% por huevo utilizando un aceite de pescado del 2.65%. En cambio, el grupo de control que utilizó un aceite vegetal del 2.65% tuvo un contenido de ácidos grasos omega-3 del 2.11%. La diferencia entre los dos grupos fue de solo el 0.81%. En cuanto al contenido de colesterol en los huevos de codorniz, el tratamiento experimental tuvo 40 mg de colesterol por huevo, mientras que el grupo de control tuvo 53 mg de colesterol por huevo. Esto significa que el nivel de colesterol disminuyó en un 25% debido a los AG omega-3 del aceite de pescado.

Matos et al. (2022) evaluó el efecto de la harina de semilla de copoazú en la dieta de codornices de postura sobre la respuesta productiva y colesterol total en yema de huevo mediante dos tratamientos, una dieta control y otra modificada con inclusión del 15% de harina de semilla de calabaza. Este estudio se realizó en la Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios durante 35 días.

Empleando 150 codornices hembras recién entradas a fase de postura las cuales fueron

repartidas al azar en 10 jaulas. En cuanto al colesterol total en yema se logró una disminución de 1.26 a 1.13 g/100g yema, en cambio en los índices de producción no hubo cambios estadísticamente significativos.

En el artículo Rojas (1999), “Huevos de Codorniz con omega 3”, obtuvo huevos de codorniz que tenían grasas omega-3. La comida que se les dio en período de postura, que contenía un tipo de aceite de pescado con un sabor ácido y harina especial hecha de pescado. Donde utilizo en la cantidad de grasas omega-3 en la comida fue de 0.865%, lo que equivale a 865 mg por cada 100 g de comida. Los huevos tenían un contenido de grasas omega-3 de 5.55% (EPA 1.47% y DHA 4.08%), lo que significa que cada huevo de 10 g contenía aproximadamente 69 mg de grasas omega-3 (EPA 18 mg y DHA 51 mg).

Castro y Zegarra (2020) en su tesis *Enriquecimiento de la carne de pollo con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación de las dietas con semilla de lino (*Linum usitatissimum* L.) y su conservación en envasado al vacío*” Mejoraron la carne de pollo añadiendo grasas omega-3 de semillas de lino a su dieta y evaluaron su conservación al envasarla al vacío. Los resultados mostraron que la adición de semillas de lino no afectó negativamente el peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia ni calidad de la carne de los pollos. En cambio, los pollos mantuvieron un buen rendimiento similar a las condiciones comerciales habituales. La carne de pollo enriquecida con un 3% de semillas de lino aportó 20 mg de ácidos grasos omega-3 ALA + EPA por cada 100 g (0.46%), pero no contenía DHA, que solo se encuentra en alimentos marinos.

En la pesquisa de Guevara et al. (2016), “Enriquecimiento de la Carne de Cuy (*Cavia porcellus*) con Ácidos Grasos Omega-3 mediante dietas con Aceite de Pescado y Semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)” El enfoque de este estudio de investigación se basó en la recopilación de datos cuantitativos, con un alcance que involucra la correlación entre variables

y un diseño experimental que se extendió a lo largo del tiempo. Concluyó que el régimen dietario con aceite de pescado produjo en la carne de cuy una retención de ácidos grasos omega-3 EPA y DHA, mientras que el otro régimen con semillas de sachá inchi solo hubo retención de omega-3 ALA. En este estudio se usó una proporción en la dieta de 4% y 1% en semilla de sachá inchi y aceite de pescado respectivamente. Es así que mejoraron la calidad de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) al incrementar su contenido de AG omega-3 a través de la inclusión de fuentes de omega-3 en la dieta de los animales.

En el trabajo de investigación de Flores y Rondan (2020), *Uso del aceite crudo de pescado para enriquecer la calidad de la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 EPA – DHA*. Tuvo como objetivo mejorar la calidad de la carne de cuy añadiendo grasas saludables llamadas AG omega-3, específicamente EPA y DHA. Utilizaron aceite crudo de pescado como fuente de omega-3. La carne de los cuyes que fueron alimentados con un régimen que contenía un 1% de aceite de pescado tenía un 0.28% de omega-3 de cadena larga (0.1% de EPA y 0.18% de DHA). Por otro lado, los cuyes alimentados con una dieta que contenía un 2% de aceite de pescado alcanzaron un 0.65% de omega-3 (0.18% de EPA y 0.47% de DHA). Los cuyes que fueron alimentados con una dieta sin suplemento de aceite de pescado no mostraron omega-3 de cadena larga EPA/DHA en su carne.



### **3.3. Bases teóricas**

#### ***3.3.1. Codorniz de postura***

Las codornices son pájaros que vienen de Europa, el norte de África y Asia. Son parte de una familia llamada Phasianidae y del género Coturnix. Estas aves crecen rápidamente, convierten su comida eficientemente, maduran temprano, son resistentes a enfermedades y son muy productivas. La codorniz japonesa es la más criada en todo el mundo porque es más grande que la codorniz europea y puede poner un huevo cada 22 horas debido a sus genes especiales. (Villegas et al., 2005).

La coturnicultura, es parte de la avicultura, siendo una actividad diversificada (Neumann, 2001). Se divide en tres etapas de producción: la etapa de crecimiento rápido cuando son jóvenes, la etapa de crianza, y por último la etapa de producción de huevos fértiles y de consumo, que comienza alrededor de los 30 días de edad. Durante estas etapas, es importante alimentar a las aves adecuadamente para satisfacer sus necesidades fisiológicas durante la puesta de huevos y la reproducción. (Soares et al., 2003).

El objetivo principal de criar animales para obtener carne y huevos para comer o incubarlos. Además, en las granjas intensivas, se pueden utilizar subproductos como plumas, paja, excrementos, y otros. La obtención de carne de codorniz se enfoca principalmente en países europeos como España y Francia, mientras que China, Japón y Brasil son los principales productores de huevos de codorniz (Minvielle, 2004).

### 3.3.2.1. Clasificación taxonómica

**Tabla 1**

*Clasificación de la codorniz japónica*

Clase:	Aves
Sub Clase:	Carinados O Neormitos
Orden:	Galliformes
Familia:	Phasianidae
Especie:	Coturnix Coturnix
Subespecie:	<i>Coturnix Coturnix Japónica</i>

*Nota.* Montalvo, 1999.

### 3.3.2.2. Características morfológicas

La codorniz es un ave pequeña de cuerpo macizo. Mide de 15 a 20 cm y tiene un plumaje pardoleonado con el dorso oscuro y el vientre blanco. Sus patas son anaranjadas y su pico es grisáceo. Al alcanzar la edad adulta, pesa entre 110 y 150 gramos. Son precoces y comienzan a poner huevos a los 45 días de edad. Pueden producir de 23 a 25 huevos mensualmente y obtener un promedio de 250 a 300 anualmente (Pataron, 2015).

**Figura 1**

*Codorniz de postura*



*Nota.* Agronegocios, 2018.

Las diferencias fenotípicas de esta codorniz, distinguen a hembras y machos, con el propósito de efectuar el sexaje. En la Tabla 2 se presentan las divergencias.

**Tabla 2**

*Diferencias fenotípicas entre macho y hembra*

<b>Características</b>	<b>Hembra</b>	<b>Macho</b>
<b>Base del pico</b>	Claro	Oscuro-negro
<b>Plumas del pecho</b>	Marrón claro moteado con manchas oscuras	Marrón claro sin moteado
<b>Barbilla</b>	Beige	Canela
<b>Adultos</b>	Cloaca longitudinal	Papila genital

*Nota.* Vásquez y Ballesteros, 2008

### **3.3.2.3. Situación de la producción de codornices de postura**

En Perú, la producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japónica*) es una actividad en crecimiento. Sin embargo, no existen estadísticas oficiales sobre esta producción, ya que solo se considera la producción de huevos de gallinas. A pesar de esto, la producción de huevos de codorniz tiene una importante contribución a la economía familiar y la seguridad alimentaria en países en desarrollo. (Talukder et al., 2020)

### **3.3.2. Manejo en la crianza**

#### **3.3.2.1. Control de las condiciones ambientales.**

La localización geográfica es uno de los aspectos que a menudo se pasa por alto al establecer una explotación de codornices en producción de huevos. Es importante que el terreno sea plano, sin riesgos de hundimientos, y cuente con un buen sistema de drenaje. Además, es deseable que la ubicación sea de fácil acceso y cuente con suministro de electricidad. Otro aspecto muy importante es asegurar que las codornices tengan acceso a agua limpia, fresca y en todo momento. (Torres, 2002, citado en Villacis y Vizhco, 2016).

En la elaboración del galpón es necesario considerar comodidad, economía, durabilidad y facilidad de manejo. Protege a las codornices de condiciones climáticas adversas y mejora los parámetros de producción de carne y huevos (Vásquez y Ballesteros, 2008).

Las jaulas son un factor crucial que afecta la puesta de las codornices. Es importante considerar jaulas metálicas que permitan una limpieza efectiva. Las rejillas del piso de las jaulas deben tener una abertura mínima de 10 mm, sin embargo, es importante evitar que la apertura sea demasiado ancha para evitar que las codornices puedan introducir sus patas y lastimarse. (Ventura, 2018).

La temperatura es un factor clave para el aumento de la puesta en las codornices. Durante la etapa de postura, se recomienda mantenerla constante, de 18 a 30 °C a lo largo del año. Además, es notable tener un manejo conveniente de la iluminación durante esta etapa para incentivar la actividad sexual de las aves. Proporcionar 16 horas de luz diaria es necesario para su desarrollo fisiológico y tiene un impacto directo en la cantidad de producción de huevos.

De acuerdo con la Excelencia Avícola, Solla (2017) menciona que la ventilación es un elemento crucial que debe tenerse en cuenta en todas las etapas de cría de codornices. En grandes explotaciones avícolas en galpones, la acumulación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y amoníaco (NH<sub>3</sub>) puede alcanzar niveles tóxicos para los animales. Por ende, es fundamental eludir el acopio de gases tóxicos al mantener limpias las jaulas y garantizar una adecuada ventilación. Se recomienda el acceso a la circulación libre del aire y el control de la ventilación mediante cortinas u otros medios para mantener un ambiente saludable para las codornices.

### **3.3.2.2. Bioseguridad**

La bioseguridad engloba prácticas y técnicas de manejo que previenen la entrada y transmisión de agentes patógenos, protegiendo la salud y productividad de la granja. Estos protocolos son fundamentales para el éxito de la producción agropecuaria. Para lograr un

ambiente bioseguro, se deben controlar aspectos como la ubicación, limpieza, desinfección y control de ingresos.

La limpieza y desinfección de equipos y galpones es esencial para controlar la presencia de agentes patógenos y proteger la salud de las aves. La limpieza frecuente reduce el riesgo de enfermedades, y la desinfección debe realizarse con productos adecuados y seguros para su uso en presencia de animales. Antes de introducir un nuevo lote, se recomienda realizar las siguientes prácticas:

- Limpieza de equipos: Utilizar una mezcla de agua y formol al 10% para limpiar los equipos de manera regular.

- Limpieza en seco: Realizar una limpieza minuciosa en seco de elementos como mallas, techos, paredes y vigas para eliminar polvo, telarañas y secreciones que puedan causar contaminación patógena. Luego, lavar con agua a presión para una limpieza más completa.

- Fumigación y desinfección: Utilizar una bomba de aspersión para fumigar y desinfectar todas las instalaciones, incluyendo mallas, cortinas y alrededores.

- Flamear: Si es posible, utilizar técnicas para desinfectar el galpón y los equipos que lo permitan.

Además de las medidas de limpieza, es fundamental aportar un entorno cómodo a las aves para asegurar un alto rendimiento. Para lograr esto, se recomienda:

- Limitar el acceso de transportes ajenos a la producción y hacer que ingresen a la granja pasen por un arco de desinfección.

- Comprobar diariamente la presencia de agua en los bebederos automáticos y variar el agua dos veces en el día en bebederos manuales, si es posible, proporcionando agua fresca y limpia a las aves.

- Controlar las corrientes de aire, especialmente por la noche, mediante el uso de cortinas.

- Almacenar correctamente el alimento para evitar su contaminación.

- No consentir que personas extrañas a la producción que maniobren las aves y asegurarse de que se utilicen el mismo de vestuario, preferiblemente blanco.

- Llevar a cabo la desinfección aves, pasillos, bandejas y jaulas manejando productos no tóxicos para las aves.

- Se recomienda incluir en el alimento de las aves un agente acidificante y utilizar agua con agentes desinfectantes para reducir las posibilidades de proliferación de bacterias entéricas y coccidias, que son amenazas comunes en la producción avícola.

Estas prácticas ayudarán a mantener un ambiente limpio y saludable para las aves, promoviendo así un rendimiento productivo óptimo.

### **3.3.2.3. Requerimientos nutricionales.**

Durante la etapa de postura, las codornices necesitan una dieta que contenga una cantidad adecuada de nutrientes para garantizar una buena producción de huevos. Estos requerimientos incluyen una energía metabolizable de 2,90 M cal/kg, un nivel proteico del 20%, fibra del 2,93%, calcio del 3%, sodio del 0,14% y fósforo del 0,37%. Además, se recomienda un consumo diario de alimento de 22 a 25 gramos. La Tabla 3, expone las demandas nutricionales que se requieren para la obtención de huevos.

**Tabla 3***Requerimiento nutricional de la codorniz en etapa de postura*

<b>Composición nutricional</b>	<b>Aporte nutritivo</b>
Energía Metabolizable (Mcal/Kg.)	2.90
Proteína Total (%)	20.00
Fibra Cruda (%)	2.93
Lisina (%)	1.17
Metionina (%)	0.45
Metionina-Cistina (%)	0.70
Arginina (%)	1.26
Treonina (%)	0.84
Triptófano (%)	0.24
Calcio (%)	3.00
Fósforo Disponible (%)	0.37
Sodio (%)	0.14
Cantidad de consumo (g/día)	22-25

*Nota.* Gavidia, 2009.

- Las codornices tienen mayores necesidades nutricionales debido a su mayor actividad física. Se ha demostrado que dietas con un 25% de proteína mejoran su desempeño productivo. Para las codornices ponedoras, es importante seguir un programa de alimentación adecuado que cumpla con los siguientes requisitos:

- Satisfacer todas las necesidades nutricionales durante todo el periodo productivo.
- Mejorar la producción, calidad de cáscara y tamaño de los huevos, eficiencia alimentaria y número total de huevos producidos.
- Controlar y reducir problemas digestivos y reproductivos.

- Considerar factores como la constitución genética, cantidad de energía en la ración, peso corporal, temperatura ambiente y pérdida de alimento.

-Estos aspectos son clave para garantizar un óptimo rendimiento de las codornices ponedoras

-El ciclo productivo se compone de dos fases, y para cada una de ellas se requiere un tipo específico de alimento:

1) Durante la etapa inicial, que va desde el primer día hasta alcanzar el 5% de postura alrededor del día 35, se recomienda suministrar alimento iniciador a las codornices en una proporción de 19 a 20 gramos por ave. Lo más común es utilizar concentrados diseñados para pollos de engorde, aunque se sugiere fabricar un alimento específico para las codornices si es posible. Los requerimientos dietéticos para esta etapa son los siguientes:

**Tabla 4**

*Requerimientos dietarios para la etapa de cría*

<b>Proteína</b>	<b>Mínimo</b>	<b>24%</b>
<b>Calcio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>1%</b>
<b>Fósforo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>0,60%</b>
<b>Grasa</b>	<b>Mínimo</b>	<b>2%</b>
<b>Humedad</b>	<b>Máximo</b>	<b>12%</b>
<b>Cenizas</b>	<b>Máximo</b>	<b>12%</b>
<b>Fibra</b>	<b>Máximo</b>	<b>6%</b>
<b>Presentación</b>	<b>Harina</b>	

*Nota.* Vásquez, 2007.

2) Durante la segunda etapa del ciclo de vida de la codorniz, que abarca desde el comienzo de la postura hasta su finalización, el consumo promedio por ave es de 23 gramos. En esta etapa, los requerimientos dietéticos son los siguientes:



**Tabla 5***Requerimientos dietarios para la etapa de producción*

<b>Proteína</b>	<b>Mínimo</b>	<b>24%</b>
<b>Calcio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>2,5%</b>
<b>Fósforo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>0,8%</b>
<b>Grasa</b>	<b>Mínimo</b>	<b>2%</b>
<b>Humedad</b>	<b>Máximo</b>	<b>12%</b>
<b>Cenizas</b>	<b>Máximo</b>	<b>12%</b>
<b>Fibra</b>	<b>Máximo</b>	<b>6%</b>
<b>Presentación</b>	<b>Quebrantado</b>	

*Nota.* Vásquez, 2007.

### **3.3.3. Huevos de codorniz**

#### **3.3.3.1. Estructura y composición nutricional.**

Según Pérez y Pérez (1974), la estructura del huevo de codorniz se compone de los siguientes elementos: cáscara (10.2%), clara (46.1%), yema (42.3%) y membrana (1.4%). Se observa que discrepan en proporción de la clara (58%) y la yema (31%) en comparación con los huevos de gallina. Tiene una silueta ovalada algo irregular, con un diámetro transversal de 2.41 cm y un diámetro longitudinal de 3.25 cm. Su peso varía ampliamente, siendo en promedio de 10 g. Este aspecto tiene un impacto significativo en su valor comercial y en las posibilidades de incubación. Varios componentes influyen en el peso, incluyendo el grosor de la cáscara, factores hereditarios relacionados con la densidad de la misma, temperatura, humedad y alimentación. La alta temperatura reduce el peso de los huevos, al igual que la edad del animal (animales jóvenes y viejos elaboran huevos más ligeros). La velocidad a la que el complejo ovular atraviesa las diferentes secciones del oviducto también afecta el peso de los huevos. Análisis respaldan que las dietas con bajo contenido energético y un máximo del 14% de proteína reducen el peso del huevo más que el nivel de puesta en las gallinas.

En términos de composición nutricional, 5 huevos proporcionan aproximadamente 90

calorías, con casi 7 gramos de proteínas de alta calidad. También contienen una cantidad similar de lípidos, mientras que los carbohidratos son los macronutrientes menos relevantes.

Respecto a los minerales, es importante recalcar lo siguiente, en 100 gr del producto:

- 1,65 mg de hierro.
- 39,5 mg de potasio.
- 39,5 mg de calcio.

Cuentan con vitaminas como A, D, ácido fólico y vitamina B12, lo que los hace nutricionalmente densos. Su consumo no se relaciona con cambios en el perfil lipídico ni con un mayor riesgo de problemas cardíacos, al igual que los huevos de gallina.

### 3.3.3.2. Parámetros de calidad del huevo de codorniz.

#### a) Parámetros externos

Índice de la forma: es un factor crucial para determinar la calidad de un huevo, ya que está relacionado con el largo y ancho del mismo. Esta medida permite evaluar la apariencia y resistencia, mediante la comparación morfológica.

**Tabla 6**

*Parámetros externos de calidad externa del huevo*

<b>Índice de forma</b>	
<b>100</b>	<b>Redondo</b>
<b>70</b>	<b>Normal</b>
<b>&lt;60</b>	<b>Alargado</b>

*Nota.* Caballero y Bucade, 2011.

### b) Parámetros internos

-Índice de la yema: es un factor utilizado para evaluar la calidad de un huevo, por medio de la relación entre la altura y el ancho de la yema. Este parámetro proporciona información sobre la forma de la yema, su frescura y la calidad general en el huevo. En la siguiente tabla se presentan los diferentes índices que se utilizan para determinar la calidad interna.

**Tabla 7**

*Parámetros internos de la calidad interna del huevo*

<b>Índice de yema</b>	
< 65 %	Excelente
65-35 %	Buena
>35 %	mala calidad

*Nota.* García, et al. 2013.

### c) Parámetros fisicoquímicos

**Tabla 8**

*Parámetros fisicoquímicos del huevo de codorniz*

<b>Ovoproductos líquidos</b>			
<b>Requisitos</b>	<b>Huevo líquido</b>	<b>Yema líquida</b>	<b>Clara líquida</b>
Sólidos	21 % - 25 %	40 % - 45 %	11 % - 13 %
pH	7 - 8	6 - 7,5	7 - 9,5
<b>Ovoproductos Congelados</b>			
<b>Requisitos</b>	<b>Huevo congelado</b>	<b>Yema congelada</b>	<b>Clara congelada</b>
Sólidos	21 % - 25 %	40 % - 45 %	11 % - 13 %
pH	7 - 8	6 - 7,5	7 - 9,5

*Nota.* INACAL, 2016.

#### d) Parámetros microbiológicos.

Los ovoproductos deben de cumplir los requisitos microbiológicos que se muestran en la tabla

**Tabla 9**

*Parámetros microbiológicos del huevo de codorniz*

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g		Método de ensayo
					m	M	
Aerobios mesófilos (UFC/g)	2	3	5	2	$5 \times 10^4$	$10^6$	AOAC 990.12
Mohos (*) (UFC/g)	2	3	5	2	10	$10^2$	ISO 21527, AOAC 997.02
Coliformes (NMP/g)	5	3	5	2	10	$10^2$	ISO 4831
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/ 25 g o ml	----	ISO 6579, AOAC 967.25

(\*) Sólo para productos deshidratados

Nota. INACAL, 2016.

Donde:

“n”: Número de unidades de muestras seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.

“c”: Número máximo permitido de unidades de muestras rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecta un número de unidades de muestra mayor a “c” se rechaza el lote.

“m”: Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m” representa un valor aceptable y los valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables.

“M”: Los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

### e) Parámetros sensoriales

**Tabla 10**

*Parámetros sensoriales del huevo de codorniz*

<b>Ovoproductos líquidos</b>			
<b>Requisitos</b>	<b>Huevo líquido</b>	<b>Yema líquida</b>	<b>Clara líquida</b>
Color <sup>1</sup>	5 – 7 unidades de color	8 – 11 unidades de color	Blanco - traslúcido
Olor	Característico del producto	Característico del producto	Característico del producto
Apariencia	Líquido homogéneo	Líquido homogéneo	Líquido homogéneo

*Nota.* INACAL, 2016.

#### **3.3.4. Aceite de hígado de bacalao**

El bacalao es un pescado muy delicioso y de fácil digestión. Es considerado uno de los más magros, ya que almacena la grasa en el hígado en lugar de los músculos. Esto resulta en una carne blanca muy valorada, y el hígado se utiliza para producir aceite de bacalao, que es rico en vitaminas. Además, el bacalao es una fuente de proteínas de alto valor biológico, minerales y vitaminas. Destacan los contenidos de selenio y fósforo, y una porción de bacalao proporciona un 39% de la ingesta recomendada de fósforo para hombres y mujeres de 20 a 39 años con actividad física moderada. En cuanto a las vitaminas, es notable la presencia de vitamina B6 y B12, que cubren el 28% y 31% de las recomendaciones respectivamente para la población estudiada

Se ha comprobado que tomar aceite de hígado de bacalao tiene un efecto similar al de la aspirina, aliviando los dolores causados por la artritis. Esto se debe a que el aceite contiene muchos AG omega-3, que actuarían como bloqueadores de una enzima llamada COX. El aceite de hígado de bacalao que se usó en la presente tesis fue de la marca Nordic Naturals, el cual reporta en su etiqueta un contenido de 33.3% de EPA, 46.2% de DHA y un 20.5% de ALA, (Figura 2).

**Figura 2**

*Nota.* Aceite de hígado de Bacalao marca Nordic Naturals

### 3.3.5. *Sacha Inchi*

El Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) es una planta de la familia Euphorbiaceae que se distribuye desde América Central hasta Bolivia y se ubica principalmente en la selva baja y alta de diversas regiones en Perú, como San Martín, Ucayali, Huánuco, Cuzco, Amazonas, Loreto y Madre de Dios. En San Martín, abarca la cuenca del Huallaga, la provincia de Lamas, el Valle de Sisa, Alto Mayo y Bajo Mayo, creciendo a altitudes de 100 a 2000 m.s.n.m. con temperaturas entre 10 y 36,6 °C y precipitaciones anuales de 1084 mm<sup>3</sup>, según Pastor et al. (2006).

Estudios en esta semilla han revelado que posee contenidos de aceite superiores en comparación con semillas como soya, maíz, oliva y palma. El análisis de ácidos grasos en el aceite muestra niveles de AL equivalentes al aceite de maní, (AAL) más elevados que los incluidos en los aceites de maíz, soya, girasol, maní, algodón, oliva y palma.

Asimismo, el contenido es mayor al encontrado en fuentes marinas y presenta niveles más bajos de AG monoinsaturados en comparación con los aceites de girasol, linaza, maní, soya, algodón y maíz, según Rodríguez y Valenzuela, et al. (2014).

### **3.3.5.1. Aceite de sacha inchi**

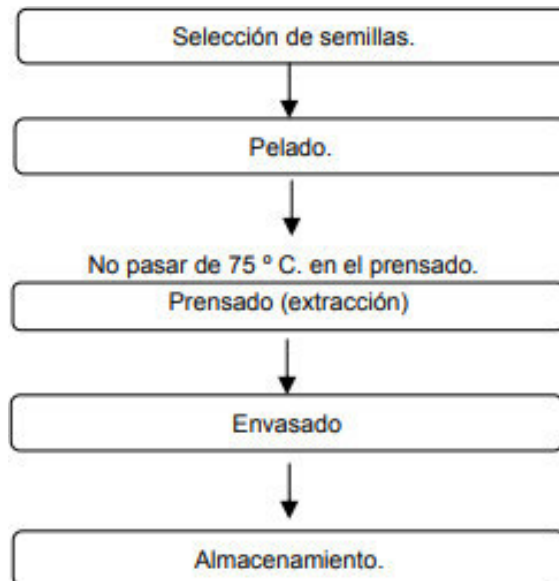
El Aceite de Sacha Inchi se extrae mediante prensado en frío, preservando las características biológicas originales de la semilla. Dado que la planta es oleaginosa y el aceite se forma internamente, el prensado en frío garantiza que el aceite mantenga las propiedades que tenía en la semilla. Este proceso, realizado manual y mecánicamente sin uso de calor, implica un filtrado natural sin tratamientos químicos ni refinamientos. De esta manera, el aceite conserva el delicado sabor inherente a la semilla de Sacha Inchi. Se muestra a continuación el diagrama de flujo recomendado para el proceso productivo de obtención del aceite de Sacha Inchi (Figura 3).

El aceite extraído de esta semilla es rico en ácido graso linolénico, fundamental en la composición de grasas omega. Destaca por su elevado contenido de grasas no saturadas, especialmente omega-3, y baja presencia de grasas saturadas. Con un impresionante 93% de grasas no saturadas, supera al aceite de pescado en este aspecto y otros aceites vegetales.

Adicionalmente, posee un alto contenido de grasas poliinsaturadas, con una proporción ideal de  $\omega$ -6 a  $\omega$ -3 de 1:1.4, la cual se considera óptima según ADEX.

**Figura 3**

*Diagrama de flujo del aceite de sacha inchi*



*Nota.* INDDA, 2008.

El aceite de sacha inchi usado en la presente tesis fue de igual manera de la marca La Arequipeña y en la información nutricional del rótulo detalla 60.76% de  $\omega$ -3, 20.40% de  $\omega$ -6 y 7.31%. (Figura 4)

**Figura 4**

*Nota.* Aceite de sacha inchi marca La Arequipeña.



### **3.3.6. Chía**

La semilla de chía, conocida científicamente como *Salvia hispanica* L., ha sido considerada sagrada por pueblos precolombinos y se utiliza tradicionalmente con propósitos alimentarios y medicinales. De forma ovalada y gris oscuro con rayas negras, mide alrededor de 2 mm de largo por 1 de ancho. Bushway et al., (1981) afirma que la constitución química se altera según su área de cultivo u origen (Ayerza y Coates, 2009), pero generalmente contiene nutrientes como proteínas (23.60%), carbohidratos (18.6%), y lípidos (29.8%).

Destaca por su alto contenido de ácidos grasos esenciales, con un aceite que tiene un 19% de ácido linoleico y un 63.8% de ácido alfa-linolénico (omega-3), superando a las algas, aceite de salmón y aceite de arenque según la USDA (Ayerza y Coates, 2005). Ningún aceite común (canola, maíz, soya, cártamo, oliva) iguala el contenido de ácido graso del aceite de chía, ya que ninguno supera el 9% (O'Brien, 1998). La semilla de chía es rica en magnesio, hierro, calcio, fósforo, cobre, zinc y potasio (Ayerza y Coates, 2005). Su fracción fibrosa muestra capacidad antioxidante (488.4  $\mu\text{M Et/g}$ ), comparable al café, té, vino y jugo de naranja (Vázquez, 2009), con antioxidantes como ácido caféico, cinámico y clorogémico, y flavonoides como kaempfenol, quercetina y miricetina (Taga et al., 1984; Reyes et al., 2008).

#### **3.3.6.1. Aceite de chía**

Según Albarado (2011), el análisis del aceite de chía reveló un contenido de ácidos grasos que comprende el 3.7% de esteárico, 7.6% de palmítico, 59.8% de alfa linolénico, 8.1% de oleico y 20.7% de linoleico. Estos resultados coinciden de manera similar con los datos presentados por Ayerza y Coates (2005), quienes informaron valores de 7%, 3%, 6.7%, 19%, y 64%, respectivamente.

Respecto al mercado peruano, se vende la marca comercial La Arequipeñita® con aceite de chía, su contenido reporta un 60.76% de omega-3, 20.40% de omega 6 y 7.31 %

(Figura 5).

**Figura 5**



*Nota.* Aceite de Chía marca La Arequipeña

### 3.3.7. Lípidos

Los lípidos son moléculas grandes conocidas como macromoléculas. Son ácidos grasos largos que tienen un grupo carboxilo y una cola de hidrocarburo. Varían en longitud decadena, cantidad y ubicación de los enlaces dobles. La mayoría de las colas de AG constan de 14 a 24 átomos de carbono. Los lípidos no se disuelven en agua, pero son solubles en compuestos como cloroformo y éter. Se clasifican en categorías amplias que incluyen aceites, grasas, esteroides, ceras, entre otros. La mayor parte de la grasa en nuestra dieta se presenta en forma de triglicéridos, que deben descomponerse en ácidos grasos y monoglicéridos antes de que las células intestinales puedan absorberlos. Estos desempeñan diversas funciones, como almacenar energía en grandes cantidades, actuar como señales químicas y formar parte de las membranas biológicas. También brindan protección mecánica a ciertas partes del cuerpo. En cuanto a su estructura, los lípidos son macromoléculas hidrocarbonadas con una parte que repele el agua (hidrófoba), aunque algunos tienen una región que atrae el agua (hidrófila). Sin embargo, esta característica es típica de los lípidos presentes en las

membranas celulares (Díaz, 2020).

### 3.3.7.1. Colesterol

El colesterol es una molécula importante para el funcionamiento del cuerpo y tiene un papel dual en la salud humana. Es necesario porque ayuda a formar las membranas de las células y participa en la producción de hormonas. Sin embargo, niveles desequilibrados de colesterol están asociados con un riesgo importante de enfermedades del corazón, siendo la principal causa de aterosclerosis, que es cuando las arterias se estrechan debido a la acumulación de placa (Carvajal, 2015).

Hay dos tipos principales de lipoproteínas relacionadas con el colesterol: las HDL (lipoproteínas de alta densidad) y las LDL (lipoproteínas de baja densidad). Las LDL, también conocidas como "colesterol malo", llevan el colesterol desde el hígado hacia las células del cuerpo. Sin embargo, niveles altos de LDL pueden causar acumulación de placa en las arterias, lo que aumenta el peligro de afecciones cardíacas. En contraste, las HDL, conocidas como "colesterol bueno", tienen un efecto beneficioso al favorecer la eliminación del exceso de colesterol en sangre, lo que ayuda a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas (Cachofeiro, 2009).

El desafío es encontrar un equilibrio entre las lipoproteínas LDL y HDL. Si llevamos una vida sedentaria y comemos muchas grasas malas, los niveles de LDL pueden aumentar y eso nos pone en riesgo de enfermedades del corazón. Para evitarlo, es recomendable comer una variedad de alimentos saludables como frutas, verduras, granos enteros y grasas buenas como las que se encuentran en nueces, pescado y aceite de oliva. Estos alimentos pueden mejorar la relación entre las lipoproteínas, lo cual es bueno para el corazón (Alvarez & Loor, 2021).

Es importante generar conciencia en relación a la relevancia de monitorear y controlar los niveles de colesterol. Las pruebas regulares proporcionan información clave para evaluar

el riesgo de enfermedades cardiovasculares y permiten intervenir de manera temprana. La promoción de una educación en hábitos alimentarios saludables, la actividad física y el acceso a información precisa son herramientas efectivas en la prevención de enfermedades del corazón (Rentería, 2019).

En conclusión, el colesterol, a pesar de su esencialidad, requiere vigilancia y regulación para preservar la salud cardiovascular. La adopción de hábitos de vida saludables, la conciencia pública y la atención médica preventiva son elementos clave en esta lucha contra las enfermedades cardíacas, asegurando así un futuro más saludable para todos.

### ***3.3.8. Ácidos grasos esenciales***

Los ácidos grasos esenciales son grasas que nuestro cuerpo no puede fabricar y necesitamos obtener de los alimentos que comemos. Hay dos tipos principales: omega-3 y omega-6. Los omega-3 incluyen el ácido alfa-linolénico (ALA), el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). El ALA se puede convertir en EPA y DHA en nuestro cuerpo para que los utilicemos en diferentes funciones importantes. Los ácidos grasos omega-6 incluyen el ácido linoleico (LA), que se convierte en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga como el ácido gamma-linolénico (GLA) y el ácido araquidónico (AA). Estos ácidos grasos se encuentran en alimentos como aceites vegetales y pescados grasos (Carrero, 2005).

Los ácidos grasos esenciales, también conocidos como ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), solo se obtienen a través de la alimentación. Hay dos tipos principales: los derivados de la serie omega-3, con el ácido alfa-linolénico (ALA) como precursor, y los derivados de la

serie omega-6, con el ácido linoleico (LA) como precursor. El cuerpo puede convertir ALA en ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), pero la tasa de conversión de ALA a DHA es baja, por lo que es importante obtener DHA directamente de la dieta. Además, el LA se convierte en ácido gamma-linolénico (GLA) y ácido araquidónico (AA). Estos ácidos grasos son esenciales para la nutrición, ya que mantienen las membranas celulares y son precursores de compuestos con actividades biológicas importantes en procesos inflamatorios, respuestas inmunológicas y el sistema nervioso central

Los ácidos grasos esenciales se dividen en ácidos grasos omega-3 y omega-6, véase en la Tabla 11. Cada uno con funciones biológicas específicas. Los AG  $\omega$  -3, como el ALA, EPA y DHA, han sido ampliamente estudiados debido a su impacto en la salud cardiovascular y cerebral (Simopoulos, 2002). De manera complementaria, los ácidos grasos omega-6, como el ácido linoleico (LA) y el ácido araquidónico (AA), desempeñan un papel crucial en la síntesis de mediadores celulares y respuestas inflamatorias (Calder, 2013).

**Tabla 11**

***Familia de ácidos grasos***

Nombre común	Nombre sistemático	Abreviatura	Fórmula
<i>Familia <math>\Omega</math>-6:</i>			
Linoleico	Cis-9,12, -octadecadienoico (LA)	18:2 $\Omega$ -6	$C_{18}H_{32}O_2$
$\gamma$ - linolénico	Cis-6,9,12 -octadecatrienoico	18:3 $\Omega$ -6	$C_{18}H_{30}O_2$
Dihomoglinolénico	Cis-8,11,14 -eicosatrienoico	20:3 $\Omega$ -6	$C_{20}H_{34}O_2$
Araquidónico (AA)	Cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico	20:4 $\Omega$ -6	$C_{20}H_{32}O_2$
Adrénico	Cis-7,10,13,16-docosatetraenoico	22:4 $\Omega$ -6	$C_{22}H_{36}O_2$
Osmond	Cis-4,7,10,13,16-docosapentaenoico	22:5 $\Omega$ -6	$C_{22}H_{34}O_2$
<i>Familia <math>\Omega</math>-3:</i>			
$\alpha$ -linolénico	Cis-9,12,15-octadecatrienoico (ALA)	18:3 $\Omega$ -3	$C_{18}H_{30}O_2$
Estearidónico	Cis-6,9,12,15-octadecatetraenoico	18:4 $\Omega$ -3	$C_{18}H_{28}O_2$
Timnodónico	Cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico (EPA)	20:5 $\Omega$ -3	$C_{20}H_{30}O_2$
Clupanodónico	Cis-7,10,13,16,19-docosapentaenoico (DPA)	22:5 $\Omega$ -3	$C_{22}H_{34}O_2$
Cervónico	Cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico (DHA)	22:6 $\Omega$ -3	$C_{22}H_{32}O_2$

Nota. Dupont, 1999

### 3.3.8.1 Cociente $\omega$ -6: $\omega$ -3

El cociente  $\omega$ -6:  $\omega$ -3, que indica la relación entre los ácidos grasos omega-6 y omega-3 en nuestra dieta, es un factor crítico que afecta la salud humana significativamente. En estos tiempos, el consumo frecuente de aceites vegetales y alimentos procesados ha creado un desequilibrio hacia los ácidos grasos omega-6 en comparación con los omega-3, presentes en pescados, nueces y otros alimentos.

Mantener una proporción adecuada entre estos ácidos grasos es crucial para la salud a largo plazo. La investigación sugiere que un cociente cercano a 1:1 o 2:1 promueve la homeostasis y reduce el riesgo de enfermedades crónicas. Sin embargo, la dieta contemporánea, con su énfasis en alimentos procesados, ha llevado a una proporción desfavorable para la salud.

En resumen, el cociente  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 no es solo un concepto nutricional, sino un elemento clave en la lucha contra enfermedades crónicas. La adopción de hábitos alimenticios equilibrados, centrados en la incorporación consciente de ácidos grasos omega-3, es esencial para mantener la salud y prevenir afecciones asociadas con desequilibrios nutricionales. La conciencia pública y la promoción de prácticas alimenticias saludables son fundamentales para avanzar hacia una sociedad más saludable y resistente a enfermedades crónicas.

### 3.3.8.2. Fuentes de AGPI $\omega$ -3

Los pescados azules, también conocidos como pescados grasos, son una excelente fuente de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (AGPI  $\omega$ -3). Estos pescados contienen ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), dos tipos de omega-3 que ofrecen numerosos beneficios para la salud. Consumir regularmente pescados azules se ha asociado con la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, mejora de la función cerebral y otros efectos positivos para la salud. Algunos ejemplos destacados de pescados azules ricos en

AGPI  $\omega$ -3 son el salmón, el arenque, la caballa, las sardinas y las anchoas. Estos pescados son preferibles debido a su contenido nutricional y se recomienda incluirlos en una dieta equilibrada para asegurar un adecuado aporte de ácidos grasos omega-3 (Vilchez, 2015)

Además, esta tendencia hacia las preferencias alimentarias también ha llevado a un aumento en el interés por los aceites marinos y las microalgas como fuentes de ácidos grasos poliinsaturados omega-3. Sin embargo, se ha observado una disminución en su producción, que se atribuye en parte a la escasez cada vez mayor y a la percepción de que su obtención no es rentable (Valenzuela A. & Valenzuela R., 2014).

No obstante, la disminución en la producción y la percepción de falta de rentabilidad plantean desafíos en términos de accesibilidad a estas valiosas fuentes de omega-3. Estos problemas han llevado a un debate sobre la necesidad de encontrar soluciones sostenibles que permitan mantener y expandir la disponibilidad de aceites marinos y microalgas como componentes cruciales de una dieta balanceada y nutritiva.

El reconocimiento de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 ha impulsado el interés en fuentes terrestres como las semillas vegetales y sus aceites. La linaza se destaca por tener el contenido más alto de ALA, con un impresionante 58% de aceite. El aceite de linaza está compuesto en un 57% por ALA, que es el precursor de otros omega-3 como EPA y DHA (Jiménez et al., 2013).

Otra semilla relevante en cuanto a su contenido de ácidos grasos omega-3 es la correspondiente a la chía. Esta semilla contiene 54% de aceite, de los cuales 52% corresponde a ácidos grasos omega-3 ( $\omega$ -3). Además, la semilla de chía también aporta un 27% de AG omega-6 ( $\omega$ -6), lo que contribuye a mantener un equilibrio adecuado entre estos dos tipos de ácidos grasos esenciales en la dieta (Jiménez et al., 2013).

La semilla de Sacha inchi contiene alrededor del 48-50% de aceite, el cual es mayoritariamente poliinsaturado. Una proporción significativa de este aceite es ácido alfa-linolénico (ALA), que representa aproximadamente el 42-48% del total de ácidos grasos. También contiene ácido linoleico (LA) en una cantidad del 32-37%. La presencia de ácidos grasos poliinsaturados es relevante, ya que incluye tantos ácidos grasos omega-3 como omega-6 (Alayón, 2016).

### **3.3.8.3. Metabolismo y transferencia de los AG**

Los ácidos grasos esenciales son importantes porque son los bloques de construcción de otros ácidos grasos más saludables. Estos ácidos grasos regulan genes relacionados con la inflamación, el metabolismo de las grasas y la energía, y también influyen en nuestro sistema inmunológico. El ácido linoleico (LA) y el ácido alfa-linolénico (ALA) son ácidos grasos esenciales porque nuestros cuerpos no pueden producirlos por sí mismos. Debemos obtenerlos a través de nuestra dieta para asegurarnos de obtener suficientes (Deckelbaum et al., 2006).

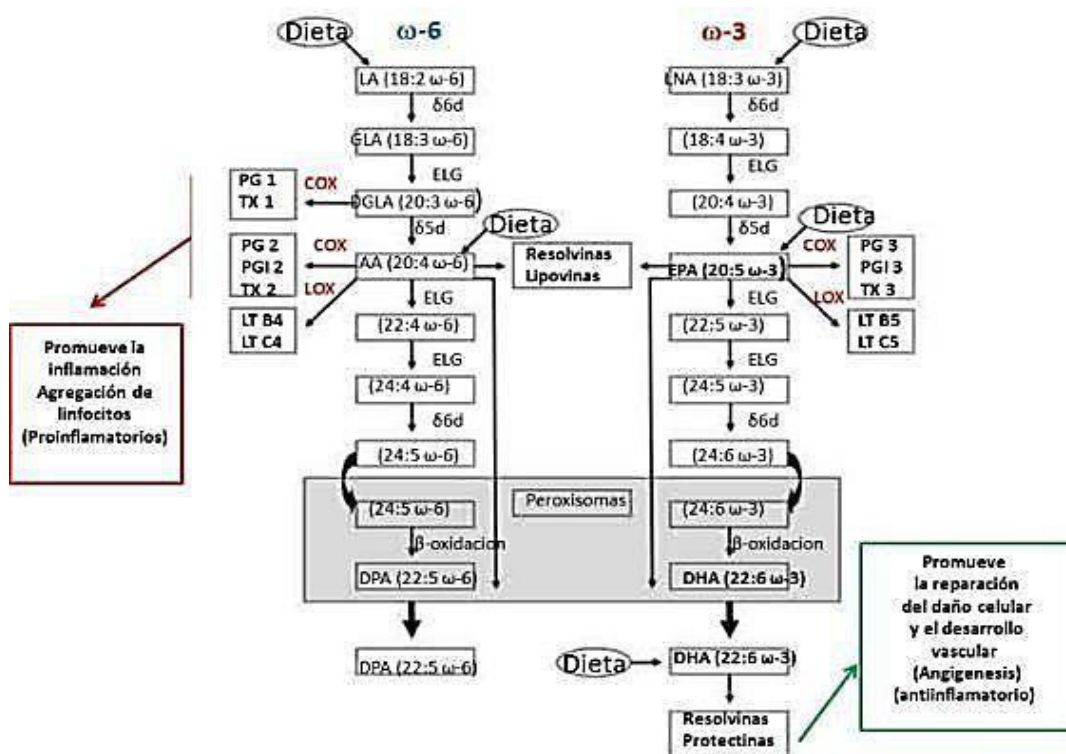
Por otro lado, en los cloroplastos de las plantas verdes, algas y fitoplancton, el ácido linoleico (LA) puede ser transformado en ácido alfa-linolénico (ALA) n-3 a través de un proceso de desaturación (Leaf et al., 2003). Los variados lugares y números de los enlaces dobles en la cadena de carbonos de los AG les conceden variadas propiedades fisiológicas debido a su metabolismo. El LA (18:2 n-6) tiene una cadena de 18 átomos de carbono con dos dobles enlaces, los primeros de estos se encuentra en el carbono número seis, contando desde el extremo metilo de la cadena. El ALA (18:3 n-3) tiene tres dobles enlaces, y su primer doble enlace se halla en el carbono número tres de la cadena, contando desde el extremo metilo de la cadena (Mazur y Harrow, 1970; Van Elswyk, 1997; Carrero et al., 2005).



En los animales, el ácido linoleico (LA) se alarga y desatura para formar ácido araquidónico (AA), mientras que el ácido alfa-linolénico (ALA) compite por las mismas vías metabólicas y se convierte en ácido eicosapentaenoico (EPA). En esta competencia, los ácidos grasos n-3, como el ALA, tienen preferencia (Garg et al., 1988; Cherian y Sim, 2001; Cherian, 2008). Según la Figura 6, el EPA se alarga para convertirse en ácidodocosapentaenoico (DPA) y, finalmente, en ácido docosahexaenoico (DHA). Estos ácidos grasos n-3, el EPA y el DHA, son esenciales para la formación de fosfolípidos en las membranas celulares de órganos como el cerebro, el corazón y los testículos (Van Elswyk, 1997; Leaf et al., 2003; Carrero et al., 2005).

**Figura 6**

*Metabolismo de los ácidos grasos poliinsaturados.*



Nota. Simopoulos, 2003.

### ***3.3.9. Ácidos grasos omega-3 en la salud***

Estudios recientes han mostrado que consumir ácidos grasos poliinsaturados n-3 puede ayudar a reducir la incidencia de enfermedades inflamatorias, cardíacas y metabólicas en los seres humanos. Estos ácidos grasos se integran en las membranas celulares y tienen un efecto protector al afectar el metabolismo de los eicosanoides. También regulan las propiedades eléctricas del corazón, lo que disminuye las arritmias ventriculares, el parocardiaco y el riesgo de muerte súbita (Carrero et al., 2005; Cherian, 2007).

Los ácidos grasos omega-3 (AG omega-3) cumplen una función crucial en el mantenimiento de la salud cardiovascular al regular procesos vitales como la coagulación sanguínea, la formación de trombos y la presión arterial. Estudios han subrayado su capacidad para sustituir el ácido araquidónico (ARA) en los fosfolípidos de las membranas celulares, generando eicosanoides con propiedades antiinflamatorias y protectoras contra la formación de placas arterioscleróticas, contribuyendo así a prevenir la aterosclerosis (Luis, 2000).

En el ámbito cardíaco, un significativo consumo de ácidos AG omega-3 ha demostrado desempeñar un papel crucial en la prevención de arritmias ventriculares, reduciendo el riesgo de muerte súbita, según indican Siscovick et al. (1996). Además, estudios como los de Etherton et al. (2001) sugieren que adoptar una dieta mediterránea, enriquecida con ácido oleico, antioxidantes naturales y bajos niveles de ácidos grasos saturados, junto con aproximadamente 2 g/día de ALA, puede conducir a una marcada disminución en la mortalidad por enfermedad cardiovascular

Según Hoffman citado por Castro (2002), en lo que respecta al SNC, la relevancia de los AG omega-3 para el adecuado funcionamiento y desarrollo del cerebro y el sistema nervioso central. Estos ácidos, especialmente el DHA, contribuyen de manera significativa

el desarrollo gradual de las neuronas durante el último trimestre del embarazo, contribuyendo así a la estructura cerebral del feto (Valenzuela & Nieto, 2001).

En el ámbito de funciones cognitivas, los AG omega-3 de igual modo se relacionan con el desarrollo de trastornos como el TDAH, donde el bajo contenido de DHA en la neurotransmisión cerebral se han vinculado con la gravedad del trastorno (Hibbeln & Salmen, 1995). Según Bahgat et al. (2018), la relación anormal entre  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 en niños con epilepsia puede resultar en un notable declive en el progreso cognitivo, indicando que la complementación con AG omega-3 lograría constituir una acción correctiva apropiada en casos identificados tempranamente.

En el lapso de embarazo, la hipertensión gestacional, frecuente en naciones occidentales, está asociada con la disfunción endotelial. Pauletto et al. (1996) y Resnik (2002) proponen que la ingesta de suplementos de omega-3 podría disminuir los efectos vasopresores, ayudando a evitar la manifestación de hipertensión en el periodo gestacional.

En el ámbito de trastornos mentales, la deficiencia de AG  $\omega$ -3, especialmente DHA+EPA, se vincula con desequilibrios neurotransmisores, aumentando la probabilidad de desarrollar condiciones como la esquizofrenia y la depresión mayor. Tapia (2005) indica que la suplementación con AG omega-3 no solo alivia de manera significativa los síntomas de estos trastornos, sino que también puede reducir la conducta agresiva y hostil en individuos con rasgos de personalidad antisocial o expuestos a estrés psicológico.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Lugar y tiempo de ejecución

La investigación se desarrolló en el galpón de aves de la Mz. F1-LT 7, de la Asociación de Productores Agropecuarios, La Catarata, en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima. Con una duración fue de 28 días durante el mes de octubre.

### 4.2. Materiales

#### 4.2.1. *Período de la crianza de codornices*

##### a) Materiales biológicos

- 60 codornices *Coturnix coturnix japónica*.
- Aceite de hígado de bacalao (Nordic Naturals).
- Aceite de sachá inchi (La Arequipeñita).
- Aceite de chía. (La Arequipeñita).
- Alimento balanceado, en costales (50 Kg).

##### b) Materiales físicos

- 12 comederos, modelo tolva (1 Kg).
- 6 bebederos tipo dispensador.
- 2 jaulas de alambre galvanizado.
- Lonas impermeables de plástico blanco.
- 1 balde dispensador de agua, capacidad de 8 L.
- Baldes con tapa, capacidad de 16 L.
- 1 tacho de basura.
- 1 Escoba y recogedor.

**c) Equipos e instrumentos**

- Flameador
- Balanza digital gramera (2 Kg).
- Balanza digital (30 Kg).
- Mezcladora horizontal.
- 2 calefactores
- Guantes.
- Termohigrómetro.
- Termómetro.

**d) Reactivos químicos**

- Alcohol 70°
- Hipoclorito de sodio
- Virkon™ S (desinfectante virucida).

**4.2.2. Evaluación de los parámetros de calidad****a) Materiales de aluminio y acero inoxidable**

- Mesa de acero inoxidable
- Olla vaporera
- Cuchillos de corte
- Bowls de cocina
- Bandejas
- Cucharones

**b) Materiales de plástico**

- Tabla de cocina
- Envases para almacenar huevos.
- Cooler portátil, capacidad 5 Lt.

**c) Instrumentos de laboratorio**

- Termómetro ambiental (-20 - 100 °C)
- pH metro digital
- Cronómetro

**4.3. Procedimiento experimental****4.3.1. Procedimiento para el manejo de la crianza de codornices****a) Instalación y equipos.**

La crianza se instaló en galpón de aves de la Mz. F1-LT 7, Asociación de Productores Agropecuarios, La Catarata, con un área de 9 m<sup>2</sup> (3m de largo y 3m de ancho), cuya estructura del piso fue de concreto, mientras que sus paredes de madera y el techo de calamina (Figura 7).

**Figura 7**

*Nota.* Galpón para aves

Para llevar a cabo la experimentación, se emplearon 12 recintos fabricados con alambre electro soldado y galvanizado, conformando jaulas con medidas de 1.0 m de longitud, 1.0 m de ancho y 70.8 m de altura, generando así una superficie total de 1 m<sup>2</sup>, (Figura 8).

**Figura 8**



*Nota.* Jaulas distribuidas

Antes de acondicionar las jaulas para las codornices se esterilizó el galpón con un flameador para esterilizar el ambiente interno y externo, asimismo se desinfectó con hipoclorito de sodio al 2% y el desinfectante virucida Virkon para asegurar la inocuidad del ambiente y de las jaulas, (Figura 9).

**Figura 9**



*Nota.* Desinfección de las jaulas y el ambiente con hipoclorito de sodio.

Se dispuso una capa de cal con una profundidad de 5 cm en un área de 30 cm<sup>2</sup> en la entrada del galpón. Este procedimiento se llevó a cabo con la intención de prevenir la contaminación cruzada desde el exterior al ingresar a las instalaciones.

La determinación del peso de los aceites, alimento balanceado y el consumo alimenticio diario se realizó utilizando balanzas digitales de 2 Kg y 30 Kg de capacidad.

También para llevar una supervisión de las condiciones del galpón usamos un termo higrómetro en la cual controlamos y registramos la temperatura y la humedad en un formato durante un mes. (Figura 10)

### Figura 10

#### Formato de control de temperatura y humedad

VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN AMBIENTES		S-001			
Mes y Año :	OCTUBRE 2023	ÁREA: Galpón de codornices			
CODIFICACIÓN TERMOMIGRÓMETRO	LC - 93	Parámetro: T° 18°C - 24°C %HR 40%-45%			
Frecuencia:	1 vez al día				
FECHA	HORA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	ANALISTA DE CALIDAD	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					

V°R° Coordinador de Aseg. Calidad

EV-01-11-2023	Ed. 3	Elaborado por Ramo Chardón
---------------	-------	----------------------------

Nota. Elaboración propia



**b) Animales experimentales.**

Se ocuparon 60 codornices de la línea *coturnix coturnix japónica*, provenientes de un mismo lote de reproductoras, de una granja en Pachacamac, de 120 días (etapa de plena postura) con un peso aproximado de 100 g.

Los grupos experimentales están conformados por cuatro (4) grupos de tratamientos con tres (3) unidades experimentales por tratamiento, donde cada unidad experimental estuvo conformada por cinco (5) codornices en una misma jaula, obteniendo un total de 12 unidades experimentales (jaulas). La elección del tratamiento y número de repetición en cada jaula se realizó de manera aleatoria.

**c) Control de las condiciones ambientales.**

Se consiguió una medición frecuente de la humedad relativa, mediante un termo higrómetro digital, marca Boeco con sonda (rango: 10 - 99 % H.R.) situado al costado de las jaulas, (Figura 11). Se facilitó calor a las aves a través de 2 calefactores colocados en la parte posterior de las jaulas, que estuvieron prendidas en la noche cuando la temperatura del galpón disminuía a menos de 18 °C. Durante el día se abren las ventanas para ventilar el interior, asimismo se instalaron mallas en las ventanas para evitar el ingreso de moscas u otros insectos al galpón.

**Figura 11**



*Nota.* Termo higrómetro digital marca Boeco

**d) Alimento experimental.**

*Alimento balanceado para codornices*

Se obtuvo alimento balanceado para codornices en fase de postura, en costales de 50 kg, procedentes de la empresa CORINA, (Figura 12). La composición proximal se muestra en la tabla 12.

**Tabla 12**

*Composición proximal de la dieta comercial de postura*

Energía metabolizable (Mcal/kg)	2.85
Fibra (%)	5.00
Proteína (%)	20.00
Minerales (%)	14.00
Metionina (%)	0.45
Lisina (%)	1.10
Fósforo D (%)	0.50
Calcio (%)	4.10

*Nota.* Corina.

**Figura 12**



*Nota.* Alimento balanceado para codorniz postura marca Corina.

### e) Homogenizado de los aceites con el alimento balanceado

En relación a la operación del homogenizado de los aceites con el alimento balanceado se realizó de forma manual en un bowl de acero inoxidable echando cada aceite en forma de hilo, (Figura 13).

**Figura 13**



*Nota.* Homogenizado manual

### e) Mezclado de los aceites con el alimento balanceado

Se empleó una mezcladora horizontal de acero inoxidable, diseñada específicamente para alimentos balanceados, con el fin de mezclar los ingredientes. El proceso de mezcla tuvo una duración de alrededor de 10 minutos.

Posteriormente, las diversas mezclas resultantes de cada tratamiento se resguardaron en recipientes plásticos de tapa hermética y fueron etiquetados con su número correspondiente de tratamiento, (Figuras 14 y 15).

**Figura 14****Figura 15**

*Nota.* Uso de la mezcladora industrial.

#### ***4.3.2. Tratamientos***

A lo largo de las cuatro semanas de crianza, se les administraron a todas las codornices, una de las cuatro dietas experimentales formuladas a base en un alimento balanceado de crecimiento suplementado con aceite de hígado de bacalao, chía y sachá inchi. Se consideraron las siguientes dietas experimentales:

**Tratamiento 1 (T1):** Dieta base control.

**Tratamiento 2 (T2):** Dieta base + 2 % de Aceite de hígado de Bacalao.

**Tratamiento 3 (T3):** Dieta base + 4 % de Aceite de Chía.

**Tratamiento 4 (T4):** Dieta base + 4 % de Aceite de Sachá Inchi

### 4.3.3. Programa de alimentación.

#### a) Dietas.

Los animales recibieron el alimento, dos ocasiones de forma diaria: a las 7:00 h. y 18:00 h respectivamente. Dispuestas en recipientes plásticos con una capacidad de 16 kg, equipados con tapa hermética y etiquetados de acuerdo al tratamiento, (Figura 16).

**Figura 16**



*Nota.* Baldes rotulados con cada tratamiento.

De acuerdo con el tiempo de crianza y referencias bibliográficas para crianza de codornices de postura, la cantidad de alimento suministrado diariamente a cada codorniz fue de: 0.033 kg., un total de 167 gramos por jaula, desde la primera hasta la cuarta semana.

**b) Agua:** Se proporcionó agua fresca y limpia diariamente a las 7:00 h y 18:00 h. La altura de los bebederos se ajustó al nivel de las jaulas para mejorar la eficiencia en el consumo de agua.

**c) Sanidad:** Se llevó a cabo el flameado al entorno del galpón, abarcando el techo, las paredes y las jaulas, una semana antes de instalar a las aves. Después, se llevó a cabo la desinfección del piso, las paredes y las jaulas utilizando hipoclorito desodio al 2%. Además, se realizó la limpieza de las guaneras de forma interdiaria utilizando detergente para mantener la inocuidad.

Igualmente, los comederos fueron lavados con detergente y esterilizaron semanalmente con lejía (20 ml/L de agua). En cuanto a los bebederos, se desinfectaron antes de cada cambio de agua, conforme a las buenas prácticas de crianza.

#### **4.4. Metodología**

##### ***4.4.1. Análisis cromatográfico de los Ácidos Grasos***

La determinación del perfil de ácidos grasos en los huevos de codorniz se realizó en el Laboratorio CERTILAB para el cual se requirió de 300 gramos de muestra por tratamiento. El muestreo por cada tratamiento consistió en agrupar 100 gramos que fueron aproximadamente 10 huevos de cada repetición eligiendo los huevos de forma aleatoria durante la última semana de tratamiento. Los huevos se colocaron en envases de polipropileno y se identificaron con el número de muestra, (Figura 17). Los tratamientos se identificaron de la siguiente manera: Muestra 1 (T1: Dieta control); Muestra 2 (T2: Dieta suplementada con aceite de bacalao al 2%); Muestra 3 (T3: Dieta suplementada con aceite de chía al 4%); Muestra 4 (T4: Dieta suplementada con aceite de sacha inchi al 4%).

En primer lugar, se procede a separar las yemas de las claras de los huevos de codorniz, las cuales se colocan en un recipiente y se mezclan de manera uniforme. A continuación, se lleva a cabo el proceso de secado mediante liofilización. La extracción de los lípidos de las yemas se realiza empleando una combinación de cloroformo y metanol en proporción dos a uno (vol/vol), utilizando la técnica desarrollada por Bligh y Dryer en 1959. Para la metilación de los AG, se emplea 1 mL de metanol y 3 mL de HCl- metanólico 3N, siguiendo el procedimiento descrito por Wang et al., 2000. El análisis de los ácidos grasos se lleva a cabo utilizando un autoinyector Hewlett Packard 7683 Series Injector y un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 6890 series, GC System, equipado con una columna capilar DB-23 (30 mm x 25 mm).

La programación del CG incluye una temperatura inicial del gas de 150°C durante los primeros 8 minutos, seguida de un aumento de 5°C por minuto hasta alcanzar 200°C. La temperatura del inyector y del detector se fija en 250°C y 260°C, respectivamente, y se utiliza helio como gas portador a una tasa de 1 mL/min. La concentración de ácidos grasos se expresa como un porcentaje del total de ácidos grasos presentes en la yema, siguiendo el método propuesto por Latour et al., 1998. Se utilizó un estándar para la detección de 14 ácidos grasos, entre los cuales se incluyen caprílico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico, linolénico, araquidónico, docosanoico, erúcido y lignocérico

El procedimiento para el análisis cromatográfico realizado por CERTILAB del huevo de codorniz se encuentra detallado en el Anexo 7.

#### ***4.4.2. Análisis químico proximal***

El análisis químico proximal se realizó en el laboratorio CERTILAB, para el cual se requirió de 500 gramos de muestra por tratamiento, los cuales fueron muestreados e identificados de la misma forma como se realizó para el análisis anterior para posteriormente ser enviado al laboratorio, (Figura 18 y 19). Para este análisis se realizó la determinación de humedad, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos.

**Figura 17**

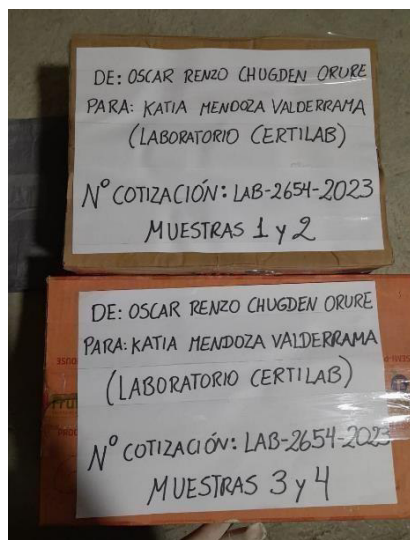


**Figura 18**



*Nota.* Muestras compósito para análisis proximal y perfil de ácidos grasos.

Figura 19



*Nota.* Preparación de muestras para su envío al laboratorio CERTILAB

### Determinación de humedad

Se utilizó el método de la FAO FOOD AND NUTRITION PAPER, Vol 14, Pág. 205 (1986):

Se tomaron 4 g de muestra, que fueron colocados en una placa y sometidos a un período de secado en una estufa a una temperatura entre 100 y 102 °C durante 16-18 horas. Seanotaron los pesos iniciales de las placas. Después de finalizar el procedimiento de secado, se extrajo la placa con la muestra desecada de la estufa y se colocó en un desecador. El peso final se registró a temperatura ambiente. El cálculo del contenido de humedad se llevó a cabo utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde:

A = Peso de la muestra (g.)

B = Peso de la placa y muestra, antes del secado (g.)

C = Peso de la placa y muestra, luego del secado (g.)

(B-C) = Pérdida de peso de la muestra luego del secado (g.)



### **Determinación de grasa**

Se aplicó el protocolo detallado en el FAO FOOD AND NUTRITION PAPER, Vol. 14, Pág. 212(1986).

Se tomaron 3.5 g de muestra y se dispusieron en un dedal de extracción de capa fina. Este dedal se colocó dentro de un vaso de precipitado y fue sometido a un proceso de secado en una estufa a 101 °C durante 6 horas. El propósito de esta fase era obtener una muestra libre de humedad, evitando la extracción de sustancias solubles en agua que podrían ser reportadas como grasa. Luego, el dedal se transfirió al equipo de extracción.

El vaso de precipitado se lavó repetidamente con éter etílico, y estos enjuagues se transfirieron al equipo. El dedal se mantuvo inmerso en éter etílico dentro del equipo de extracción durante 7 horas, con una velocidad de condensación de 5 gotas por segundo. Una vez finalizada la extracción, el extracto de grasa se trasladó del matraz de extracción a un crisol que se pesó previamente.

Este crisol se ubicó en la campana de extracción con el ventilador encendido para permitir la evaporación del éter etílico hasta que no se percibiera ningún rastro de su característico olor. Luego, el crisol se introdujo en la estufa para un secado a 100°C durante 30 minutos. Por último, la muestra se retiró de la estufa y se enfrió en el desecador. Se consignó el peso del crisol con el contenido final. El cálculo del contenido de grasas se realizó de la siguiente manera.

$$\%Grasa = \frac{Peso\ de\ residuo\ x\ 100}{Peso\ de\ la\ muestra\ tomada}$$

### **Determinación de proteína**

FAO FOOD AND NUTRITION PAPER, Vol. 14, Pág. 221-223 (1986) :

Se empleó 1 g de la muestra en el matraz de digestión de Kjeldahl y se añadieron 25

ml de ácido sulfúrico y 10 g de catalizador. El matraz se trasladó a la campana de extracción para llevar a cabo la digestión, un proceso que se inició lentamente para prevenir la formación innecesaria de espuma. La digestión se prolongó por al menos 45 minutos, hasta que el contenido adquirió un color pálido verde claro. Después, se permitió enfriar a temperatura ambiente y se agregaron 150 ml de agua.

La mezcla resultante se transfirió al matraz de destilación, lavando el matraz al menos tres veces para asegurar la transferencia completa del contenido. Se adicionaron 85 ml de solución saturada de hidróxido de sodio, y se procedió a la destilación con 50 ml de ácido bórico al 2%, previamente añadiendo 3 gotas de indicador mixto rojo de metilo. Aunque el ácido bórico es neutral al indicador, el borato de amonio alcalino fue titulado directamente con HCl 0.1N.

Por último, se tituló el exceso de ácido con NaOH 0.1N. El porcentaje de proteínas en la muestra se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Proteína} = 14.007 \times \frac{V}{1000} \times 0.1 \times \frac{W}{100} \times 6.25$$

Donde:

V= ml HCl 0.1 N añadido - ml NaOH 0.1% (volumen usado para neutralizar el nitrógeno amoniacal)

W= Peso de la muestra (g.)

### **Determinación de ceniza**

Se empleó el método descrito en el FAO FOOD AND NUTRITION PAPER

Inicialmente, pesaron 5 g de muestra en un crisol y se procedió a secar en estufa a 100°C durante 4 horas. Posteriormente, el crisol se retiró de la estufa, y se llevó a cabo una

carbonización inicial colocando el crisol sobre un mechero bunsen, calentando ligeramente la muestra hasta que se volvió negra.

Acto seguido, el crisol se trasladó al horno de mufla y se calentó a 500-600 °C durante aproximadamente 8 horas, hasta que la muestra estuvo libre de carbono, alcanzando un color blanco-grisáceo.

Se apartó la muestra de la mufla y se humedecieron las primeras cenizas con algunas gotas de agua para exponer pedazos de carbono que aún no habían sido calcinados. Luego, se introdujo la muestra a la estufa a 100 °C durante 4 horas, seguido de una hora adicional en el horno de mufla. Para finalizar, la muestra se retiró de la mufla y seguidamente se enfrió en un desecador hasta alcanzar un peso constante. Se registró el peso final de la muestra.

El cálculo del contenido de cenizas totales de la muestra se llevó a cabo mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Cenizas} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde:

A= Peso de la muestra (g.)

B= Peso del crisol y contenido, después del secado (g.)

C= Peso del crisol (g.)

### **Determinación de fibra**

La determinación de fibra se realizó siguiendo el método 923.03 de la AOAC (1995).

Se tomaron 2 g de muestra y se colocaron en un vaso Berzelius de 600 mL. Se añadieron 200 mL de una solución de ácido sulfúrico al 1.25%, perlas de ebullición, tween 20 y una tela de lino como filtro. El vaso se colocó en un digestor durante 30 minutos, agitándolo ocasionalmente para evitar que la espuma afectara la materia orgánica en las orillas. Después

de este tiempo, se retiró el vaso y se filtró el contenido a través de un embudo Buchner con la tela previamente tratada. El vaso se lavó con una porción, y el filtrado se lavó con tres porciones de 50 mL de agua caliente.

A continuación, todo el material del embudo Buchner se recuperó y se devolvió al vaso Berzelius. Se agregaron 200 mL de una solución caliente de NaOH al 1.25%, junto con perlas de ebullición, y se colocó en el equipo de digestión durante 30 minutos. Luego, se retiró el vaso Berzelius y se filtró nuevamente utilizando la misma tela. El filtrado se lavó con 25 mL de solución de ácido sulfúrico al 1.25% caliente, seguido de tres porciones de 50 mL de agua y finalmente 25 mL de etanol al 95%.

La muestra que quedó en el embudo Buchner con la tela de lino se transfirió a un crisol hasta obtener un peso constante. El crisol se sometió a 105°C en una estufa durante una hora, luego se llevó a peso constante. Posteriormente, se calentó en una parrilla a 250°C hasta que dejó de desprender humo, y finalmente se colocó en una mufla a 550°C durante 24 horas para obtener cenizas con un color homogéneo. Se determinó el porcentaje de fibra utilizando la ecuación siguiente

$$\%Fibra\ cruda = \frac{P1 - P2}{m} \times 100$$

Donde:

P1= Peso del crisol antes de la incineración (g).

P2= Peso del crisol después de la incineración (g).

m= peso inicial de la muestra (g).

### **Determinación de carbohidratos**

Los carbohidratos se establecen por diferencia de porcentaje de acuerdo con la Tabla

de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos (Agapito, 2005).

Se consigue por diferencia de porcentaje:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ H} + \% \text{ C} + \% \text{ G} + \% \text{ P})$$

Donde:

$\% \text{ H}$  = porcentaje de humedad.

$\% \text{ C}$  = porcentaje de ceniza.

$\% \text{ G}$  = porcentaje de grasas.

$\% \text{ P}$  = porcentaje de proteínas.

### **Análisis del contenido del colesterol en yema**

Para el análisis del perfil lipídico, fueron seleccionados al azar cuatro huevos de codorniz, uno representativo por cada tratamiento, para someterse a un análisis exhaustivo del perfil lipídico. Estas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Servicio QUIMIOVET, donde se llevó a cabo la cuantificación de colesterol total. Este procedimiento permitió obtener información detallada sobre la composición lipídica de los huevos de codorniz en cada tratamiento, proporcionando datos cruciales para evaluar retrospectivamente el impacto de la suplementación en los niveles de lípidos y sus posibles beneficios nutricionales.

El perfil lipídico de los huevos, con 28 días de postura, se evaluó mediante la reacción de Lieberman–Burchard, según el método propuesto por Litwack en 1964. En este procedimiento, se combinaron 2 mL de extracto etéreo, 5 mL de cloroformo y 10 gotas de anhídrido acético en un tubo de ensayo. Tras una mezcla adecuada, se añadieron dos gotas de ácido sulfúrico concentrado. Los tubos se colocaron en la oscuridad durante una hora, y posteriormente se determinó el espectro de absorción a 625 nm. Los resultados se extrapolan utilizando una curva estándar de colesterol, y la cantidad de colesterol presente en la muestra se calcula mediante la ecuación de la recta correspondiente. La expresión final se presenta en

miligramos de colesterol por gramo de yema comestible. Este proceso constituye un componente esencial de la investigación para la tesis.

#### **4.4.3. Análisis sensorial**

Este análisis nos permitirá evaluar las características organolépticas, como sabor, aroma, textura y apariencia, del huevo de codorniz utilizando un panel de 15 evaluadores. Esto nos brindará información sobre la calidad y la aceptación del producto por parte de un grupo representativo de personas.

En la evaluación sensorial, los huevos de codorniz se cocinan en agua a partir de que esté en ebullición a una temperatura promedio de 100 °C durante un período de 4 minutos. El único aditivo que se utilizará será sal de mesa al 2%. Después de ser cocinada, cada muestra se traslada de inmediato a un recipiente térmico debidamente etiquetado, con el propósito de conservar la temperatura de las muestras hasta el instante en que serán degustadas. Luego se proporcionará a los participantes un cuestionario de evaluación que utilizaba el método de la escala hedónica de cinco puntos para calificar las características de apariencia, color, olor, sabor y textura, (Anexo 3).

### **4.5. Diseño experimental**

#### **4.5.1. Suplementación con aceites de hígado de bacalao, chía y sachá inchi**

##### **Diseño experimental u observacional**

Los datos fueron examinados usando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos, 3 unidades experimentales por tratamiento y 5 codornices por unidad experimental, con el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : es la respuesta observada bajo el  $i$ -ésimo tratamiento  $\mu$ :

Media global

$\tau_i$ : efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$ : efecto de la  $j$ -ésima unidad experimental a la que se le aplicó el  $i$ -ésimo tratamiento (error experimental).

La tabla 13 presenta los tratamientos de la primera etapa del presente estudio.

**Tabla 13**

*Tratamientos del estudio*

Tratamiento (T)	Descripción
T1	Dieta base control
T2	Dieta control suplementada con 2% de aceite de hígado de bacalao
T3	Dieta control suplementada con 4 % de aceite de chía
T4	Dieta control suplementada con 4 % de aceite de sachá inchi

*Nota.* Elaboración propia

#### **4.5.2. Análisis de la información**

Los datos recolectados fueron analizados utilizando el programa estadístico INFOSTAT (versión 2019), empleando la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA). La comparación de los valores promedio se realizó mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia establecido en  $\alpha = 0.05$ . Respecto a la evaluación sensorial, se utilizó la Prueba de Diferencia Escalar No Paramétrica, también conocida como Prueba de Friedman.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Ácidos grasos $\omega$ -3: EPA+DHA+ALA

De acuerdo al marco de esta investigación, los resultados por tratamiento se presentan de manera gráfica en la Figura 20 y tabuladas en la Tabla 14, donde se indica el contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega-3 en porcentajes (%) y mg/100 g de huevo de codorniz. Los huevos de codorniz alimentados con la dieta control se registró un valor de 10 mg/100 g (0.07%) de ácidos grasos omega-3 (0.07% de ALA y ausencia de EPA).

En contraste, se observó que los huevos de codorniz alimentados con el T2 mostraron un 40 mg/ 100 g (0.29%) de ácidos grasos omega-3 (0.14% de ALA, 0.07% de EPA y 0.07 % de DHA). Por otro lado, los huevos de codorniz del T3 presentaron un valor de 30 mg/ 100 g (0.27%) de omega-3 (0.09% de ALA y 0.18% de EPA), mientras que en los huevos de codorniz alimentados con el T4 se registró un valor de 20 mg/ 100 g (0.17%) de omega-3 (0.09% de ALA y 0.09% de EPA). Como se puede ver en la tabla 14, en la dieta suplementada con el T2 se logró detectar ácido docosahexaenoico (DHA) mientras que en los demás tratamientos no se obtuvieron DHA.

**Tabla 14**

*Perfil de ácidos grasos omega -3 en el huevo de codorniz*

Ácidos Grasos	TRATAMIENTOS							
	Dieta control (T1)		Dieta con 2 % de aceite de hígado de bacalao (T2)		Dieta con 4 % de aceite de chia (T3)		Dieta con 4 % de aceite de <u>sacha inchi</u> (T4)	
	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g
ALA	0.07	10	0.14	20	0.09	10	0.09	10
EPA	ND	ND	0.07	10	0.18	20	0.09	10
DHA	ND	ND	0.07	10	ND	ND	ND	ND
Total Omega 3	0.07	10	0.29	40	0.27	30	0.17	20

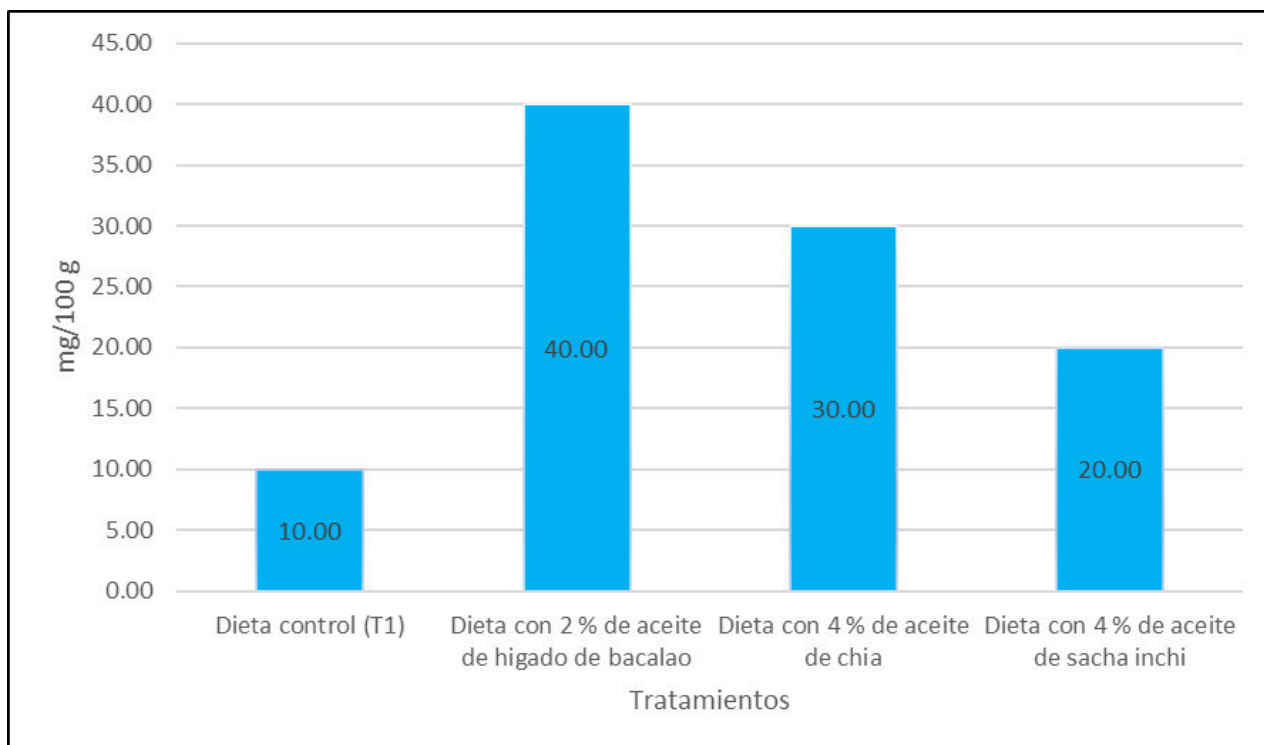
*Nota.* Elaboración propia (ver Anexo 22).



ND: No detectado (<10 mg /100g)

### Figura 20

Ácidos grasos Omega -3 ( ALA+EPA+DHA) en el huevo de codorniz.



Nota. Elaboración propia

En los tratamientos que son suplementados con diferentes tipos de aceites hubo un aumento del contenido de Omega 3 con respecto a la dieta control, esta evidencia respalda la importancia de la suplementación para enriquecer la dieta con este ácido graso esencial, ya que en estudios previos de Valenzuela et al. (2015) y González-Esquerra y Leeson (2001) han destacado la capacidad de mejorar la composición lipídica de los productos animales mediante dietas suplementadas con aceites ricos en ácidos grasos omega-3. Nuestra investigación refuerza estos hallazgos, ya que la inclusión estratégica de aceite de chía en la dieta ha modificado la presencia de EPA, lo que potencialmente ha mejorado la calidad nutricional de los huevos de codorniz.

El estudio de Betancourt et al. (2009) revela un impacto significativo al incorporar semilla de lino en la alimentación de gallinas ponedoras. Se evidenció un incremento notorio en el contenido de ácidos grasos n-3 en los huevos, oscilando desde un 3,0 % en el grupo L0 hasta un 12,6 % en el grupo L20. Entre los ácidos grasos n-3 más prominentes que obtuvo se destaca el ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3, n-3)). Esta investigación respalda nuestros resultados, en los cuales se pudo detectar la presencia de ácido  $\alpha$ -linolénico al incluir aceite de chía o sachá inchi en la dieta de las codornices, ambas siendo fuentes vegetales.

En los resultados de nuestra investigación se obtuvo 40 mg/ 100 g (0.29%) de omega 3 en la yema de los huevos en el grupo de codornices suplementados con el T2, esto significó un aumento del 300 % con respecto al T1, lo cual demuestra que los tratamientos en los cuales se usa un recurso hidrobiológico logran la transferencia efectiva de ácidos omega 3 en gran medida. Esta conclusión concuerda con Vargas et al., quien en su estudio, “Enriquecimiento de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix* japónica) con ácidos grasos omega 3, mediante la incorporación de pulga de mar (*Talitrus saltator*) en la ración”, consiguió duplicar el contenido de omega 3 y concluyó que al incorporar pulga de mar en el alimento de codornices en postura hay transferencia de AG desde el crustáceo a la yema, por consiguiente es posible modificar los AGPI del huevo de codorniz mediante fuentes hidrobiológicas por su alto contenido de omega 3.

En otro estudio, Baltazar (2000), indica que la suplementación con fuentes de omega 3 en la dieta de codornices llevó a un aumento significativo en el contenido de ácido docosahexaenoico (DHA) en los huevos de codorniz, llegando a ser ocho veces el DHA (80 mg /100 g) con respecto a nuestro estudio.

## 5.2. Ácidos grasos $\omega$ -6 y ratio $\omega$ -6: $\omega$ -3 en el huevo codorniz

Los resultados que se obtuvieron en los tratamientos son presentados en la Tabla 15 y Figura 21, en el cual se especifica el contenido de ácidos grasos  $\omega$ -6, en porcentaje (%) y en mg/100g de yema de huevo. Se observó que los huevos de las codornices alimentadas con el T1 registraron un valor de 9.65% de Omega 6 (9.44% de linoleico, 0.14% de Y- Linolénico y 0.07% de Cis-11,14-eicosadienoico), en este contexto cabe resaltar que en ningún tratamiento se obtuvo el ácido araquidónico; en cuanto el T2 se obtuvo una disminución del Omega 6 (8.68%), en cambio para el T3 y T4 se observa un aumento del omega 6, 16.25% y 15.44% respectivamente, esto se debió en mayor medida al incremento del ácido linoleico en estos tratamientos.

**Tabla 15**

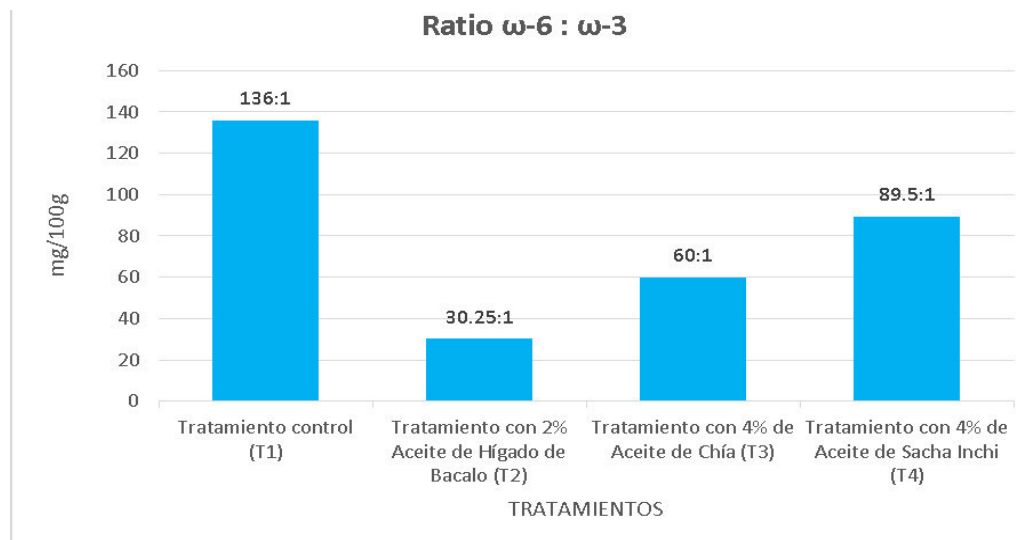
*Ratio  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 en los huevos de codorniz*

ÁCIDOS GRASOS	TRATAMIENTOS							
	Dieta control (T1)		Dieta con 2% de Aceite de Bacalao (T2)		Dieta con 4% de Aceite de Chía (T3)		Dieta con 4% de Aceite de Sacha Inchi (T4)	
	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g
Linoleico	9.44	1330	8.46	1180	14.89	1650	14.58	1690
Y-Linolénico	0.14	20	0.14	20	1.26	140	0.78	90
Cis-11,14-eicosadienoico	0.07	10	0.07	10	0.09	10	0.09	10
<b>Total Omega 6</b>	<b>9.65</b>	<b>1360</b>	<b>8.68</b>	<b>1210</b>	<b>16.25</b>	<b>1800</b>	<b>15.44</b>	<b>1790</b>
Linolénico	0.07	10	0.14	20	0.09	10	0.09	10
Eicosapentanoico	ND	ND	0.14	20	0.18	20	0.09	10
Docosahexaenoico	ND	ND	0.07	10	ND	ND	ND	ND
<b>Total Omega 3</b>	<b>0.07</b>	<b>10</b>	<b>0.29</b>	<b>40</b>	<b>0.27</b>	<b>30</b>	<b>0.17</b>	<b>20</b>
<b>Ratio <math>\omega</math>-6 : <math>\omega</math>-3</b>	136	136:1	30	30:1	60	60:1	89	89:1

*Nota.* Elaboración propia. Ver Anexo 22

**Figura 21**

Representación en barras de la relación del ratio  $\omega$ -6:  $\omega$ -3



Nota. Elaboración propia

Respecto al ratio  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 presente en los huevos de codorniz, se observó que el T1 consiguió la mayor relación y la menos favorable para la salud, con 136:1, en tanto que para los huevos de codorniz del T2 se logró la menor relación, y por ende la más provechoso para la salud, con 30:1, el segundo más favorable fue el T3, con 60:1, y finalmente el menos favorable entre los tratamientos suplementados fue en el T4, con una relación de 89:1

No obstante, en ninguno de los tratamientos la relación Omega 6/ Omega 3 se encontró dentro de lo recomendado por la OMS y diversas organizaciones de nutrición y alimentación las cuales recomiendan una relación de 10:1 como máximo. Jiménez, et al. (2013), declara que esta relación es complicada de obtenerse en una dieta rica en ácidos grasos omega-6 y baja en omega-3, o sea, en alimentos que conforman una dieta típica. Por lo tanto, en estudios como el nuestro, se busca incrementar el contenido de Omega 3 con el propósito de reducir tal relación. Donde se aprecia en gran medida la reducción que se logró con el T2 con respecto al T1, la disminución fue de 136 a 30.25 en el ratio, lo cual significó una reducción del 77.8% de esta relación entre omega 6/ omega 3.

Asimismo, los tratamientos con aceites de fuentes vegetales que usamos también

lograron reducir esta relación, el tratamiento con 4% de aceite de chía logró reducir en un 55.9% y finalmente el tratamiento con 4% de aceite de sacha inchi logró una reducción del 34.2% con respecto al T1. Estos resultados se relacionan con la investigación de Castro (2019), quien en su investigación concluyó que la inclusión de fuentes de consumo de AGP durante 63 días en codorniz japonesa reproductora estuvo asociado a una mayor proporción de los AGE n-3 y una relación n-6:n-3 más estrecha en la yema de los huevos.

### 5.3. Contenido de grasa de huevos de codorniz

Los resultados obtenidos respecto a la variación del contenido de grasa en los huevos de codorniz por tratamiento están descritos en la Tabla 16. Se obtuvo un contenido más alto de grasa (14.10%) en el tratamiento control (T1), este resultado fue seguido por el tratamiento con suplementación al 2% de aceite de hígado de bacalao (13.95%), mientras que los tratamientos T4y T3 presentaron un contenido de grasa aún más bajo con 11.08% y 11.59% respectivamente.

**Tabla 16**

*Contenido de grasa en los huevos de codorniz/tratamiento*

TRATAMIENTOS	Grasa (%)
<b>T1: Dieta control</b>	14.10
<b>T2: Dieta con 2% de aceite de bacalao</b>	13.95
<b>T3: Dieta con 4% de aceite de chía</b>	11.08
<b>T4: Dieta con 4% de aceite de sacha inchi</b>	11.59

*Nota.* Elaboración propia Ver Anexo 22

Se observó que la disminución porcentual de grasa en los tratamientos tiene un comportamiento lineal descendente conforme al aumento del porcentaje de aceites suplementados a las dietas de codornices, por lo que se puede inferir que la disminución del contenido de grasa se ve influenciado por el porcentaje de aceite suplementado en estas dietas.

Caso contrario sucede con Pino et al. (2018) quien evaluó el efecto de diferentes niveles dietéticos de harina de pescado sobre la calidad de huevos de codornices, en esa investigación obtuvieron un incremento en el contenido de grasa a medida que se incrementó el porcentaje de harina de pescado. Esta diferencia pudo deberse a la forma de suplementación en la cual en este presente trabajo se suministró en forma de aceites y no se usó harinas o el grano entero en sí para el caso de los T3 y T4.

#### **5.4. Ácidos grasos saturados e insaturados en los huevos de codorniz**

A continuación, en las Tablas 17 y 18 se presentan los valores porcentuales de ácidos grasos saturados (SFA) e insaturados presentes en el huevo de codorniz de los cuatro tratamientos, en porcentaje (%) y en mg/100 g de yema, asimismo, los ácidos grasos insaturados serán descritos en monoinsaturados (MUFAS) y poliinsaturados (PUFAS).

Se puede observar que hay una tendencia a la disminución del contenido de ácidos grasos monoinsaturados (MUFAS) a medida que aumenta el porcentaje de suplementación en la dieta con respecto al tratamiento control

Con relación a los ácidos grasos saturados (SFA), los encontrados en la investigación son el ácido palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), mirístico (C14:0), heptadecanoico (C17:0), araquídico (C20:0), pentadecanoico C15:0), heneicosanoico (C21:0)

**Tabla 17***Ácidos grasos presentes en el huevo de codorniz*

TRATAMIENTOS	ÁCIDOS GRASOS					
	Saturados (SFA)		Monoinsaturados (MUFA)		Poliinsaturados (PUFA)	
	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g
<b>Dieta control (T1)</b>	<b>36.62</b>	<b>5160</b>	<b>52.38</b>	<b>7380</b>	<b>11.00</b>	<b>1550</b>
<b>Dieta con 2 % de Aceite de hígado de bacalao (T2)</b>	<b>38.81</b>	<b>5410</b>	<b>51.29</b>	<b>7150</b>	<b>9.90</b>	<b>1380</b>
<b>Dieta con 4 % de Chia (T3)</b>	<b>36.37</b>	<b>4030</b>	<b>45.76</b>	<b>5070</b>	<b>17.87</b>	<b>1980</b>
<b>Dieta con 4 % de Sacha Inchi (T4)</b>	<b>36.58</b>	<b>4240</b>	<b>46.59</b>	<b>5400</b>	<b>16.82</b>	<b>1950</b>

*Nota.* Elaboración propia

\*Los valores corresponden a una muestra compósito

Los huevos de codorniz alimentados con la dieta control presentan todos las grasas saturadas, y presenta 36,62 % de ácidos grasos saturados equivalente a 5160 mg/100 g, luego en la cantidad de ácidos grasos de los huevos de codorniz que son alimentados mediante la T2, tuvieron un aumentó en un 2.19 % con respecto a T1, siendo así 38,81 % el valor obtenido referente a 5410 mg/100 g, por otra parte hubo un decremento del 0.25% de los huevos de codorniz alimentados con el T3 con respecto a T1, siendo 36,37% el valor obtenido referente a 4030 mg/100 g; finalmente, los huevos de codorniz alimentados con el T4, presentaron un valor de 36.55 % con 4240 mg/100 g; 0.18 % superior T3 y un 2.26% menor al T2.

Dentro de los ácidos grasos monoinsaturados, el representante mayoritario es el ácido oleico, el cual junto al ácido nervónico (C24: 1, n-9), representan el contenido de ácido Omega-9. Integrando a estos los ácidos Miristoleico (C14: 0), ácidos Palmitoleico (C16:1n7) y Cis-10-Heptadecanoico (C17:1), se obtiene el contenido de grasas monoinsaturadas (MUFAS). Para el huevo de codorniz alimentado con la dieta control se obtuvo 52.38 % equivalente a 7380 mg/100 g, el huevo de codorniz alimentado con la dieta de aceite de hígado de bacalao al 2% obtuvo 51.29% representado por 7150 mg/100 g, donde se puede observar que ha disminuido 1.09 % respecto al T1, por otro lado el huevo de codorniz alimentado con 4 % de Chía obtuvo 45.76 % referente a 5070 mg/100 g, donde se puede notar también que disminuye en 6.62% respecto a T1; por último el tratamiento 4 obtuvo 46.55 % referente a 5400 mg/100g, donde se observa que ha disminuido 5.83% respecto a T1.

**Tabla 18**

*Perfil de ácidos grasos presentes en el huevo de codorniz*

ÁCIDOS GRASOS	Tratamientos							
	Dieta control (T1)		Dieta con 2% de hígado de bacalao (T2)		Dieta con 4 % de aceite de chía (T3)		Dieta con 4 %de aceite de Sacha inchi (T4)	
	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g
Mirístico (C14:0)	0.43	0.06	0.50	0.07	0.54	0.06	0.69	0.08
Palmitico (C16:0)	26.97	3.8	27.91	3.89	26.35	2.92	26.57	3.08
Heptadecanoico (C17:0)	0.14	0.02	0.14	0.02	0.09	0.01	0.09	0.01
Esteárico (C18:0)	8.80	1.24	9.97	1.39	9.12	1.01	8.97	1.04
Araquídico (C20:0)	0.14	0.02	0.14	0.02	0.18	0.02	0.17	0.02
Pentadecanoico (C15:0)	0.07	0.01	0.07	0.01	0.00		0.00	0
Heneicosanoico (C21:0)	0.07	0.01	0.07	0.01	0.09	0.01	0.09	0.01
<b>Grasas Saturadas (SFA)</b>	<b>36.62</b>	<b>5.16</b>	<b>38.81</b>	<b>5.41</b>	<b>36.37</b>	<b>4.03</b>	<b>36.58</b>	<b>4.24</b>



	Dieta control (T1)		Dieta con 2% de hígado de bacalao (T2)		Dieta con 4 % de aceite de chía (T3)		Dieta con 4 % de aceite de Sacha inchi (T4)	
Nervónico (C24: 1, n-9)	0.21	0.03	1.15	0.16	0.72	0.08	0.52	0.06
Oleico (C18:1 n-9)	48.05	6.77	45.41	6.33	40.61	4.5	42.02	4.87
Total Omegas 9	48.26	6.8	46.56	6.49	41.34	4.58	42.54	4.93
Miristoleico (C14:0)	0.07	0.01	0.07	0.01	0.09	0.01	0.09	0.01
cis-10-Heptadecanoico (C17:1)	0.07	0.01	0.07	0.01	0.09	0.01	0.09	0.01
Palmitoleico (C16: 1 n-7)	3.97	0.56	4.59	0.64	4.24	0.47	3.88	0.45
<b>Grasas Monoinsaturadas</b>	<b>52.38</b>	<b>7.38</b>	<b>51.29</b>	<b>7.15</b>	<b>45.76</b>	<b>5.07</b>	<b>46.59</b>	<b>5.4</b>
Linoleico (C18:2 n-6)	9.44	1.33	8.46	1.18	14.89	1.65	14.58	1.69
γ- Linolénico (C18:3 n-6)	0.14	0.02	0.14	0.02	1.26	0.14	0.78	0.09
cis-11,14-eicosadienoico (20:2 n-6)	0.07	0.01	0.07	0.01	0.09	0.01	0.09	0.01
Total Omegas 6	9.65	1.36	8.68	1.21	16.25	1.8	15.44	1.79
Linolénico (C18:3 n3)	0.07	0.01	0.14	0.02	0.09	0.01	0.09	0.01
Eicosapentanoico (C20:5 n3)	0.00	0.00	0.07	0.01	0.18	0.02	0.09	0.01
Docosahexaenoico (DHA)	0.00	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Omegas 3	0.07	0.01	0.29	0.04	0.27	0.03	0.17	0.02
cis-8,11,14-eicosatrienoico	1.28	0.18	0.72	0.1	1.26	0.14	1.21	0.14
cis-11,14,17-eicosatrienoico	0.00	0.00	0.22	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00
<b>Grasas poliinsaturadas (PUFA)</b>	<b>11.00</b>	<b>1.55</b>	<b>9.90</b>	<b>1.38</b>	<b>17.87</b>	<b>1.98</b>	<b>16.82</b>	<b>1.95</b>
<b>GRASA TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>14.09</b>	<b>100.00</b>	<b>13.94</b>	<b>100.00</b>	<b>11.08</b>	<b>100.00</b>	<b>11.59</b>

*Nota.* Elaboración propia, ver Anexo 22

\* Los valores corresponden a una muestra compósito por cada tratamiento

Estos hallazgos se alinean con los resultados presentados por González et al. (2000),

quienes observaron que el ácido oleico (C18:1 n-9) fue la grasa monoinsaturada más prevalente, constituyendo el  $44.68 \% \pm 0.88$  del total de ácidos grasos.

Además, destacaron que el ácido linoleico exhibió una mayor proporción en las grasas poliinsaturadas, coincidiendo acordemente con nuestros propios datos. Esta destacada presencia del ácido oleico sugiere un perfil lipídico con posibles beneficios para la salud cardiovascular, por otro lado, mayor proporción de ácido linoleico en las grasas poliinsaturadas destaca el valor de los AGE en la dieta, con posibles implicaciones para la salud metabólica.

Watkins et al. (2000) subrayan la significativa relevancia del contenido y la composición de ácidos grasos presentes en la yema de huevo para la nutrición humana. Específicamente, resaltan el considerable porcentaje de ácido palmítico en la yema (28.04%). Aunque estos ácidos grasos no son esenciales en la dieta humana, los autores sugieren que se les ha asociado con propiedades anticancerígenas. Esta investigación coincide con el elevado contenido de ácido palmítico en el perfil de AG de los huevos de codorniz, lo que refuerza la importancia de comprender cómo la composición de ácidos grasos en la dieta puede influir en la calidad nutricional de los huevos y potencialmente en sus propiedades beneficiosas para la salud.

En nuestra dieta con 4% de aceite de chía hubo un aumento del 6.62% respecto al T1, estos resultados concuerdan con el estudio de Castro-Tamayo et al., (2017) quien reveló que la inclusión de semillas de chía en las dietas de codornices condujo a un aumento del 2,96% en los niveles de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) en la yema de huevo; además, se observó una reducción en las proporciones n-6/n-3 y SFA/PUFA. Estos datos revelan que la suplementación del aceite de sacha inchi tiene un impacto positivo en la constitución de ácidos grasos de los huevos de codorniz, señalando un potencial beneficio nutricional al mejorar el equilibrio entre los AGE y reducir las proporciones de ácidos grasos saturados.

### Contenido de colesterol en yema de los huevos

Los resultados del contenido de colesterol en la yema de los huevos se muestran en la Tabla 19 y Figura 22, estos resultados se detallan en unidades de mg/g de yema.

Con respecto al contenido de colesterol en la yema de los huevos de codornices observamos que la dieta suplementada con el T2 logró una mayor reducción del contenido de colesterol, obteniendo una reducción del 62.6% respecto al T1. Asimismo, el T4 y el T3 lograron una reducción del 47.5% y 38.4% respectivamente con respecto al T1.

**Tabla 19**

*Resultados del contenido de Colesterol de los huevos de Codorniz. (mg/g yema)*

TRATAMIENTOS	CONTENIDO DE COLESTEROL (mg/g yema)
<b>Dieta control (T1)</b>	9.9 <sup>a</sup>
<b>Dieta con 2% de aceite de bacalao (T2)</b>	3.7 <sup>b</sup>
<b>Dieta con 4% de aceite de chía (T3)</b>	6.1 <sup>c</sup>
<b>Dieta con 4% de aceite de sacha inchi (T4)</b>	5.2 <sup>b</sup>

*Nota.* Elaboración propia, Anexo 23.

Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ )

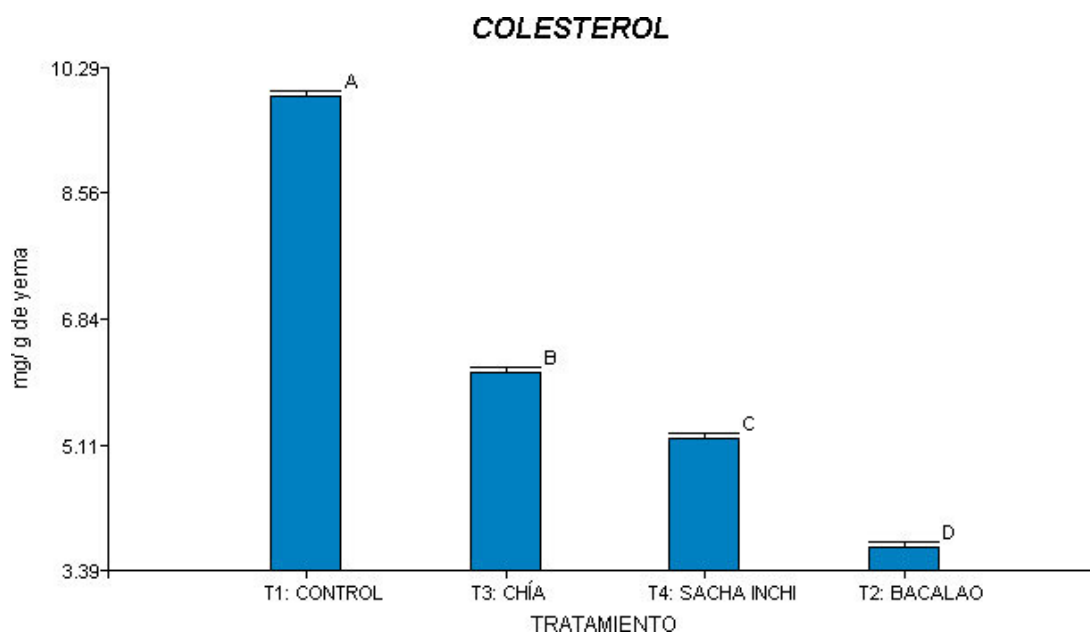
Los valores corresponden a la media de tres muestras por tratamiento.

Atakisi et al. (2009) evaluó una fuente de aceite de pescado rico en Omega 3 la cual fue suplementada en la dieta de codornices ponedoras y se suministró de manera oral en forma de cápsulas durante 3 semanas, en ese estudio se obtuvo una disminución en los niveles de colesterol en un 54.7% respecto a su tratamiento control. Además, demuestra que el EPA y DHA que se encuentran presentes en estos recursos marinos son más eficaces para reducir el colesterol en la yema que el ALA. Esto explica la gran disminución del colesterol en yema que obtuvimos (62.6%) en nuestro tratamiento T2 suplementado con 2% de aceite de

hígado de bacalao, el cual tiene un 33% y 47% de EPA y DHA respectivamente.

**Figura 22**

**Contenido de colesterol en yema de huevo**



*Nota.* Elaboración propia

Matos et al. (2022) usó harina de semilla de copoazú en la dieta de codornices de postura en el cual logró una disminución del 10.3% con respecto al tratamiento control. Asimismo, Martínez et al. (2012) usó harina de semilla de calabaza en la dieta de gallinas ponedoras logrando una disminución del 11.5 % respecto a su T1 (Control). Estos antecedentes se relacionan con los resultados que obtuvimos en los resultados del T4 y T3 de la investigación, donde se logró reducir en gran porcentaje los niveles de colesterol en yema. Estas semillas son ricas en ácidos grasos insaturados, las cuales en un estudio realizado por Martínez et al. (2010), evidenció que el ácido graso linoleico 13.9% y el oleico 8.6% presentes en estas semillas disminuyen la circulación sérica de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y del colesterol total. Este fenómeno influye en la reducción de la cantidad total de colesterol en la yema.

Bragagnolo y Rodriguez (2003), indicaron un contenido de colesterol de 12 mg/g yema, de igual forma Chamorro, et al (2018), logró un contenido similar de 11,3 mg/ yema en huevos

de codornices en postura con ningún tipo de modificación en su dieta. En comparación a nuestro tratamiento control este fue menor obteniendo 9,9 mg/g yema, esto se pudo deber a que nuestro tratamiento control usó la marca comercial CORINA donde se obtuvo una leve cantidad de Omega 3 en el análisis del perfil de ácidos grasos, esta cantidad adicional de omega3 está relacionada a la disminución del colesterol en yema de huevo (Yaman et al. 2009), por lo tanto ello contribuyó a esa diferencia con otros estudios en el cual no se usó adición de omega 3 en las dietas controles.

### **5.5. Análisis proximal**

En la Tabla 20 y Figura 23 se detallan los resultados obtenidos en la evaluación proximal del huevo de codorniz. La humedad para el huevo en el T1 fue de 68.1%; en el T2 de 70.36%; y en el T3 y T4 se obtuvieron el mismo valor de 71.14% en humedad. Se observó un ascenso en la humedad del 3.32% para el T2 y un 4.46% más para el T3 y T4 con respecto al T1. Se observó un aumento progresivo a medida que aumentaron los niveles de suplementación de aceites por lo cual se puede considerar como valores constantes.

El contenido de proteínas para el T1 fue de 15.18% y para los T2, T3 y T4 fueron de 13.57%, 13.42% y 14.32% respectivamente, se observó una disminución en el contenido de proteína en los tratamientos suplementados. Caso contrario ocurre con la investigación de Pino et al. (2018) en el que usó diferentes niveles de harina de pescado en la dieta de codornices obteniendo un aumento en el contenido de proteína en los huevos. Esta diferencia con nuestra investigación en la que se obtuvo una disminución de proteína se debe a que sustituyó un porcentaje de la dieta control por aceites los cuales no llevan contenido de proteína, ya que la extracción del aceite implica separar las grasas de los otros componentes de los granos o semillas, y las proteínas generalmente se quedan en la parte sólida que queda después de extraer el aceite.

En cambio, cuando se obtiene harina o se consumen granos enteros, la proteína está presente junto con otros nutrientes (Aquino, 2015).

**Tabla 20**

*Composición proximal de los huevos de codorniz*

Componente (%)	Huevo de codorniz			
	T1	T2	T3	T4
<b>Humedad</b>	68.1	70.36	71.14	71.14
<b>Proteína</b>	15.18	13.57	13.42	14.32
<b>Grasa</b>	13.75	13.45	10.89	11.38
<b>Cenizas</b>	2.39	2.4	2.33	2.42
<b>Carbohidratos</b>	0.58	0.22	2.22	0.74

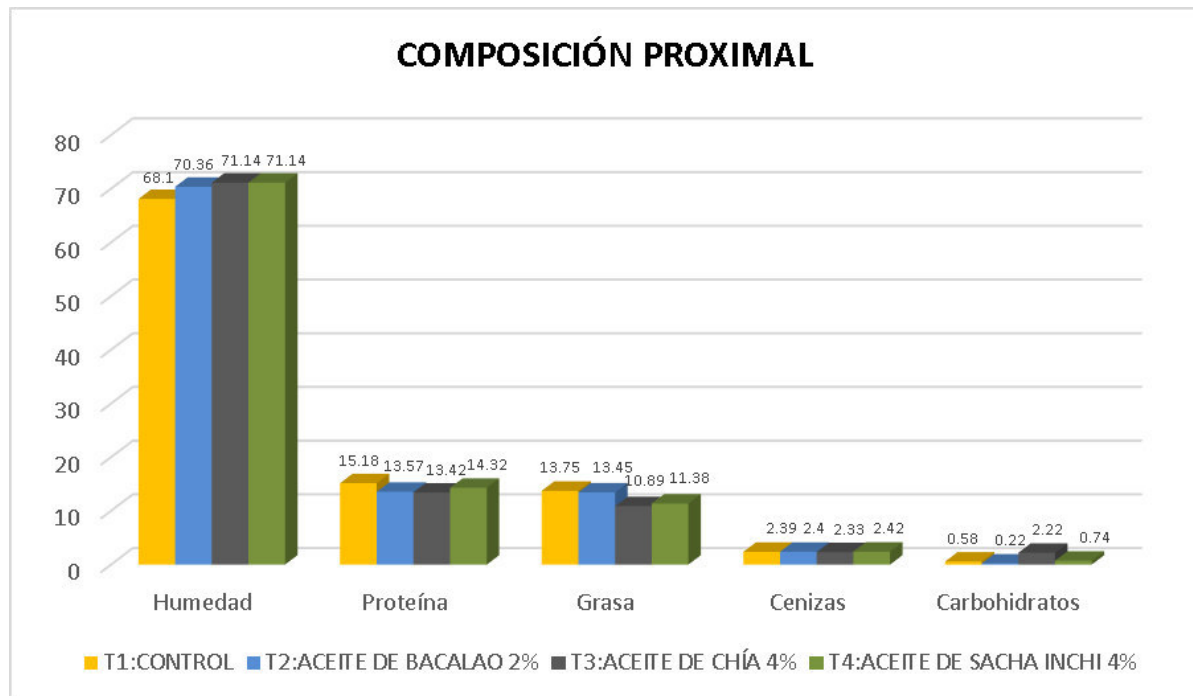
*Nota.* Elaboración propia

(\*) Los valores mostrados corresponden al promedio de los porcentajes obtenidos por triplicado.

Acerca del contenido de grasa el T1 obtuvo 13.75% y los tratamientos suplementados con aceites presentaron un contenido de grasa inferior y estadísticamente diferente; estos fueron similares a niveles reportados por González y Hernández (2011) para huevo de codorniz, con valores entre 10.39 y 14,79 %.

**Figura 23**

*Composición proximal del huevo de codorniz.*



*Nota.* Elaboración propia

Por otro lado, el porcentaje de cenizas para el T1 fue de 2.39%; para el T2 se obtuvo 2.4%; en el T3 se obtuvo 2.33%; y 2.42% para el T4. Estos valores obtenidos para cenizas son acordes a los reportados por Pino et al. (2017). En el caso específico de los huevos, el contenido de cenizas proporciona información sobre la cantidad de minerales presentes en el huevo (Rodríguez, 2016).

Asimismo, en el contenido de carbohidratos hubieron grandes diferencias estadísticamente significativas, en el T2 se obtuvo un 62.1% menos respecto al T1, mientras que en los tratamientos T3 Y T4 se incrementaron en 73.9% y 21.6% respectivamente su contenido de carbohidratos respecto al T1. Un aumento o disminución significativa en el contenido de carbohidratos en los huevos, generalmente no están relacionados con la alimentación de las aves, ya que los carbohidratos en los huevos son en gran parte endógenos y no dependen de la dieta de las aves. Si se observa algún cambio en el contenido de

carbohidratos en los huevos, podría estar relacionado con factores genéticos, estrés en las aves o con la forma en que se procesan y analizan los huevos (Grimaldos, 2020).

## **5.6. Análisis sensorial**

En la fase de análisis y resultados de esta investigación, se implementará el método de escala hedónica para estimar la aceptabilidad global de los huevos de codorniz en función de sus atributos sensoriales. La escala hedónica, introducida por Peryam y Pilgrim (1957), proporciona una herramienta efectiva para medir el gusto y la preferencia del consumidor a través de una escala que va desde lo desagradable hasta lo extremadamente agradable. La adaptación de esta metodología permitió una evaluación cuantitativa de la aceptación general de los huevos de codorniz, integrando aspectos clave de sabor, textura y otros atributos sensoriales relevantes.

Para evaluar el huevo de codorniz de cada tratamiento, se promediaron las puntuaciones de la degustación y se analizaron estadísticamente mediante la prueba de Friedman (Anexo 5 y Anexo 6). La puntuación promedio para cada tratamiento se muestra en la Tabla 21. Se hallaron diferencias estadísticas importantes respecto a la mayoría de los aspectos sensoriales en los 4 tratamientos, esto indica que en términos generales, al menos uno de los tratamientos afecta de manera significativa la percepción sensorial de los panelistas. El resultado sugiere que hay variabilidad en la experiencia sensorial entre los tratamientos y que estos no son percibidos de manera uniforme en todos los aspectos evaluados.

Con respecto al color el tratamiento que incorporó un 4% de aceite de chía fue claramente el favorito de los evaluadores, quienes le asignaron la puntuación más alta (3.67). Además, se observaron diferencias estadísticas significativas entre la dieta de control y los



tratamientos con suplementación, lo que indica una influencia notable de la suplementación en la percepción del color.

El tratamiento de 4 % de sachá inchi (T4) no obtuvo diferencias significativas con el tratamiento suplementado con 2% de aceite de hígado de bacalao (T2) , estos obtuvieron resultados similares 2.57 y 2.50 respectivamente, en cambio el tratamiento control obtuvo el menor puntaje con gran diferencia significativa respecto a estos 2 tratamientos con tan solo una puntuación de 1.

**Tabla 21**

*Puntuación promedio por tratamiento*

Tratamientos	Número de panelistas	Medias			
		Color	Olor	Sabor	Textura
Dieta control (T1)	15	1	1,03	1,1	1,1
Dieta con aceite de hígado de bacalao (T2)	15	2,5	2,37	2,23	2,23
Dieta con aceite de chía (T3)	15	3,93	2,93	3,63	3,2
Dieta con aceite de sachá inchi (T4)	15	2,57	3,67	3,03	3,47

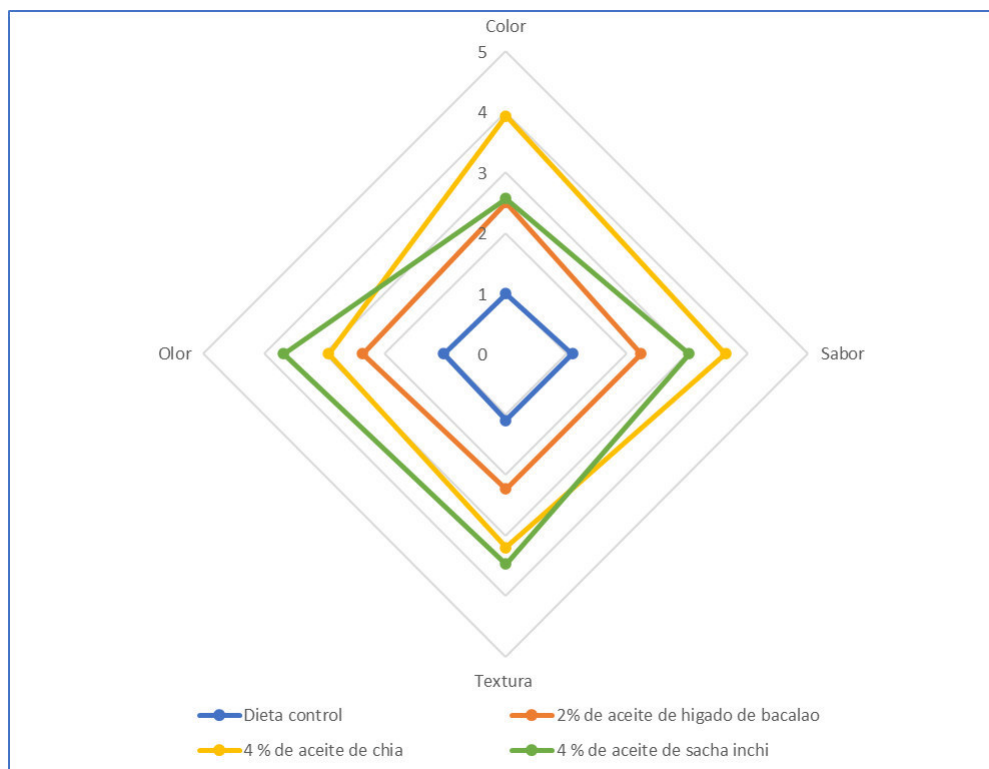
*Nota.* Elaboración propia

Letras iguales indican que no existe diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ )

Letras desiguales indican que si existe diferencia estadística significativa ( $p<0.05$ )

## Figura 24

*Perfil sensorial del huevo de codorniz de los tratamientos*



*Nota.* Elaboración propia

De igual manera el T3 obtuvo la mejor calificación (3.63) para el ítem de sabor sobre los demás tratamientos, asimismo el T3 obtuvo el segundo lugar con una puntuación de 3.03. Asimismo estos tratamientos T4 y T3 también obtuvieron el primer y segundo lugar en los parámetros de olor y textura, estos resultados concuerdan con estudios como el llevado a cabo por Cherian y Sim (1997), donde demostraron que la inclusión de aceites ricos en ácidos grasos omega-3, como el aceite de chía y sacha inchi, puede mejorar tanto la calidad nutricional como la sensorial de los huevos.

Los evaluadores que formaron parte de la degustación expresaron que todas las muestras de huevos de codorniz presentaban una calidad satisfactoria, una textura adecuada, un color atractivo y un sabor agradable, (Figura 24). Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la aceptabilidad global entre las muestras de huevo de codorniz, tanto en la dieta

T1 como en las dietas del T2, T3 y T4. Este hallazgo destaca la sensibilidad de los consumidores ante las variaciones en la composición de la dieta de las codornices y su impacto en la percepción global de los huevos. La unanimidad de los evaluadores al expresar que todas las muestras que fueron suplementadas con algún tipo de aceite presentaron una calidad satisfactoria, textura adecuada, color atractivo y sabor agradable comparado con el tratamiento control refuerza la idea de que la adición de aceites en diferentes proporciones mejora las características sensoriales de los huevos. Lo cual concuerda con el autor Uyanık et al. (2008), que demostró que usando diferentes tipos de aceites en la dieta de las codornices ponedoras aumentó el nivel de ácidos grasos omega-3 de la yema de huevo y a su vez mejoró las características sensoriales de los huevos.

Este resultado resalta la importancia de comprender la complejidad de la aceptabilidad sensorial en el contexto de la dieta animal y su efecto en la calidad de los productos alimenticios resultantes. Además, proporciona información valiosa para la formulación de dietas en la producción de huevos de codorniz, considerando no sólo los aspectos individuales de sabor, textura y color, sino también la percepción global del producto final por parte de los consumidores.

La sugerencia de suplementar con aceite de bacalao, aceite de chía y aceite de sacha inchi en los huevos de codorniz, con el propósito de obtener un producto enriquecido con ácidos grasos omega-3 y mejorar las características sensoriales, se fundamenta en la observación de que todos los tratamientos evaluados demostraron aceptabilidad global satisfactoria. Esta estrategia busca no solo diversificar la composición nutricional de los huevos, sino también potenciar aspectos sensoriales que contribuyan a una experiencia gustativa y visual más agradable para el consumidor.

La suplementación con aceites ricos en ácidos grasos omega-3 ha sido previamente asociada con mejoras en la calidad nutricional de los huevos, así como con beneficios para la salud humana.

Cornejo et al. (2016), en su evaluación sensorial llevada a cabo por panelistas profesionales no reveló la presencia de aromas ni sabores "a pescado" en los huevos, a pesar de la incorporación de aceites de origen marino en la dieta de las aves. En consecuencia, la aceptabilidad de estos huevos fue satisfactoria tanto en la preparación culinaria de "huevos duros" como en "huevos revueltos". Estos resultados concuerdan con las observaciones de Maurice (1994) y Marshall et al. (1994), quienes no encontraron rechazos organolépticos en huevos de gallinas alimentadas con insumos de origen marino. Por consiguiente, las pruebas organolépticas efectuadas en este estudio indican que la incorporación de altos porcentajes de insumos de origen marino, no afecta negativamente la aceptabilidad ni señala preferencias evidentes por ninguno de los huevos provenientes de los tratamientos probados.

Pino, J, et al. (2018), incorporó harina de pescado en diversas proporciones en la dieta de las codornices, no encontró diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en los parámetros sensoriales evaluados de los huevos. Es decir, los diferentes tratamientos aplicados no exhibieron variaciones estadísticamente significativas entre sí. Si bien nuestro tratamiento 2 suplementado con 2 % de aceite de hígado de bacalao obtuvo el tercer lugar, resaltamos que los panelistas no percibieron olor o sabor a pescado, esto se contrasta en los diversos autores mencionados lo cual es un aspecto destacable que los huevos resultantes no adquieren ni sabor ni olor a pescado, dos atributos esenciales para la aceptación por parte de los consumidores.

## VI. CONCLUSIONES

El contenido de omega-3 en los huevos de codorniz incrementó exitosamente por la suplementación de su dieta con aceite de hígado de bacalao, chía y sachá inchi.

La suplementación con aceite de hígado de bacalao, chía y sachá inchi, logró disminuir el contenido de colesterol en la yema de los huevos de codorniz.

La composición nutricional de los huevos de codorniz en respuesta a los diferentes tratamientos dietéticos, mejoró con la suplementación de aceite de hígado de bacalao, chía y sachá inchi.

La evaluación sensorial demostró de manera concluyente que la adición de aceite de hígado de bacalao, chía y sachá inchi mejora significativamente las características sensoriales y preferencia de los huevos de codorniz.

## VII. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis de costos para evaluar la viabilidad económica de la suplementación en términos de producción de huevos y beneficios obtenidos.

Explorar otras fuentes de ácidos grasos omega-3 para diversificar las opciones de suplementación y posiblemente mejorar aún más el perfil nutricional de los huevos.

Realizar estudios adicionales que evalúen cómo estos cambios en la dieta de las codornices impactan directamente en la salud humana al consumir los huevos enriquecidos.

Considerar la posibilidad de realizar estudios más extensos para evaluar la sostenibilidad de los resultados de obtención de omega 3 a largo plazo.

Monitorear regularmente las condiciones ambientales en el galpón y realizar ajustes según sea necesario para evitar fluctuaciones extremas que puedan afectar la salud y el rendimiento de las codornices.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aires, D., Capdevila, N., & Segundo, M. (2005). Ácidos grasos esenciales. *Offarm*, 24(4), 96-102.  
<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13073447>
- Alayón, A., & Echevarri, I. (2016). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? evidencias clínicas asociadas a su consumo. *Revista chilena de nutrición*, 43(2), 167-171. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182016000200009>
- Alvarez, K., & Loo, J. (2021). Relación del consumo de omega 3 y su efectividad en el tratamiento nutricional en pacientes con dislipidemias. [Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal de Milagro]. Repositorio de la Universidad Estatal de Milagro. <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/5393/1/RELACI%C3%93N%20DEL%20CONSUMO%20DE%20OMEGA%203%20Y%20SU%20EFECTIVIDAD%20EN%20E20TRATAMIENTO%20NUTRICIONAL%20EN%20PACIENTES%20CON%20DISLIPIDMIAS.pdf>
- Aquino, E. (2015). Optimización del proceso de extracción de las proteínas de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). [Tesis de Magister. Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1926>
- Cachofeiro, V. (2009). Alteraciones del colesterol y enfermedad cardiovascular. En López, A., & Macaya, C. Libro de salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y la Fundación BBVA. (pp. 131-139). Editorial Nerea. [https://www.fbbva.es/microsites/salud\\_cardio/mult/fbbva\\_libroCorazon.pdf](https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/mult/fbbva_libroCorazon.pdf)
- Carobbio, S., Rodriguez, S., Vidal, A., & Smith, S. (2013). Insulin-stimulated glucose uptake in normal and insulin-resistant human adipose cells. *Diabetologia*, 56(3), 550-561.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5920018/>
- Carrero, J., Martín, E., Baró, L., Fonollá, J., Jiménez, J., Boza, J., & López, E. (2005).
- Carvajal, Carlos. (2015). LDL oxidada y la aterosclerosis. *Medicina Legal de Costa Rica*, 32(1).  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v32n1/art20v32n1.pdf>
- Castro, C. (2019). Proporción de ácido linoleico y  $\alpha$ -linolénico en dietas de codorniz japonesa reproductora y su efecto en el desempeño productivo y reproductivo. [Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Sinaloa]. Repositorio de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

<https://cca.uas.edu.mx/images/posgrado/TesisDCA/COHORTE%2020132017/FMVZ/TESIS%20DCA-CASTRO%20TAMAYO.pdf>

Castro, C., Ríos, F., Contreras, G., Robles, J., & Portillo, J. (2017). Efecto de la inclusión de semillas de linaza (*linum usitatissimum* L.) y chía (*salvia hispanica* L.) en el desempeño productivo, reproductivo y perfil de ácidos grasos en huevo de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista Científica*, 27(2), 131-139. <https://www.redalyc.org/journal/959/95951040009/movil/>

Cerón, C. (2018). Obtención de huevos de gallinas enriquecidos en EPA y DHA a través de la suplementación con microcápsulas de aceite de pescado. [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. Repositorio de la Autónoma del Estado de Hidalgo. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/handle/231104/2149>

Coleman, R., & Lee, D. (2004). Enzymes of triacylglycerol synthesis and their regulation.

Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular. Las grasas en la alimentación. (s.f.). <https://cardiosalud.org/alimentacion-y-nutricion/las-grasas-en-la-alimentacion/>

Díaz, D., Upegui, A., Arboleda, J., & Vásquez, A. (2020). Los lípidos y sus generalidades. En Alvares, A., López, J., & Meneses, L. *Dislipidemias y estilos de vida en jóvenes*. (pp.17-50). Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://www.udocz.com/apuntes/393936/los-lipidos-y-sus-generalidades>

Efecto de la harina de semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*) en el colesterol total y ácidos grasos de los huevos de gallinas ponedoras. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(1), 73-78. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193024313012.pdf>

Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutrición Hospitalaria*, 20(1), 63-69. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v20n1/alimentos1.pdf#fence=1>

Enig, M. (1991). Aceites y grasas: Funciones y propiedades de las grasas y los aceites hidrogenados y su relación con los no hidrogenados. *Palmas*, 12(4), 61-67. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/300/300>



- Ferreira, C., Fomes, L., Santo da Silva, G., & Rosa, G. (2015). Efecto de la semilla de chía (*Salvia hispánica* L.) consumo sobre factores de riesgo cardiovascular en humanos: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 32(5), 1909-1918. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112015001100006&script=sci\\_abstract](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112015001100006&script=sci_abstract)
- Food Technology, 11(1), 9-14. <https://psycnet.apa.org/record/1959-02766-001>
- Glatz, J., Luiken, J., & Bonen, A. (2010). Membrane fatty acid transporters as regulators of lipid metabolism: implications for metabolic disease. *Physiological*, 90(1), 367-417. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20086080/>
- Golzar, S., Fani, A., Ceylan, N., Hajibabaei, A., & Casey, N. (2016). Enrichment of quail (*Coturnix cot. japonica*) eggs by omega-3 fatty acids and its nutritional effect on young healthy women. *European Poultry Science*, 80, 1-20. <https://www.european-poultry-science.com/enrichment-of-quail-span-classws-name-coturnix-cot-japonicaspan-eggs-by-omega-3-fatty-acids-and-its-nutritional-effect-on-young-healthy-women,QUIEPTUxMTIxNjcmTUIEPTE2MTAxNA.html>
- Gómez, H., Lizaraso, F., Merediz, C., & Corimaya, J. (2022). Efecto de la harina de semilla de copoazú y probióticos en dieta de codornices en postura, sobre la respuesta productiva, sistema gastrointestinal y colesterol total en yema de huevo. *Ariotake – Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía*, 1(1), 1-11. <https://revistas.unamad.edu.pe/index.php/ariva/article/view/166/308>
- Guevara, J., Rojas, S., Carcelen, F., & Seminario, L. (2016). Enriquecimiento de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) con ácidos grasos Omega-3 Mediante dietas con aceite de pescado y semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(1), 45-50. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172016000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172016000100006&script=sci_arttext)
- Jiménez, P., Masson, L., & Quiral, V. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2), 155-160. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v40n2/art10.pdf>
- Kienesberger, P., Oberer, M., Lass, A., & Zechner, R. (2009). Mammalian patatin domain containing proteins: a family with diverse lipolytic activities involved in multiple biological functions. *Journal of lipid*, 50(Supplement), 63-68. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2674697/>

- La Rosa, R., & Quijada, J. (2013). Germinación del Sacha Inchi, *plukenetia volubilis* L. (McBride, 1951) (malpighiales, euphorbiaceae) bajo cuatro diferentes condiciones. *The Biologist*, 11(1). <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/427/378>
- Listenberger, L., Ostermeyer-Fay, A., Goldberg, E., Brown, W., & Brown, D. (2003). Adipocyte differentiation-related protein reduces the lipid droplet association of adipose triglyceride lipase and slows triacylglycerol turnover. *Journal of Lipid*, 44(12), 2179-2191. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002227520429256>
- Martínez, Y., Valdiviá, M., Solano, G., Estarrón, M., Martínez, O., & Córdova, J. (2012).
- McKee, T., & McKee, J. (2003). *Bioquímica. La base molecular de la vida*. The McGraw-Hill Companies. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/02447.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Fundación Iberoamericana de Nutrición. (2012). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana*. <https://www.fao.org/3/i1953s/i1953s.pdf>
- Peryam, D., & Pilgrim, F. (1957). Hedonic scale method of measuring food preferences.
- Pino, J., Hernández, P., Gregorio, E., Villa, P., & Ruiz, J. (2018). Efecto de diferentes niveles dietéticos de harina de pescado sobre la producción y calidad de huevos de codornices. *Cumbres*, 4(2), 77-90. [https://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/65693/1/document\\_53767\\_1.pdf](https://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/65693/1/document_53767_1.pdf)
- Poudyal, H., Panchal, S., Diwan, V., & Brown, L. (2011). Omega-3 fatty acids and metabolic syndrome: effects and emerging mechanisms of action. *Progress in Lipid*, 50 (4): 372-383. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14654091/>
- Ramírez, F., Sanchez, J., Sánchez, S., Vargas, I., & Unzón, H. (2018). Propiedades funcionales de las proteínas del huevo de codorniz y contenido nutricional. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 18(35), 66-92. <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/342/340>
- Rojas, C. (2009). *Respuesta del colesterol HDL ante el ejercicio físico aeróbico y anaeróbico*. [Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio de la Universidad Nacional de la Plata. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/5477/Documento\\_completo.pdf?sequ](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/5477/Documento_completo.pdf?sequ)

- Silva, N. (2018). Efecto del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el nivel de omega-3 en huevos y respuesta bioeconómica en gallinas ponedoras. [Tesis de Licenciatura. Universidad Privada Antenor Gorredo]. Repositorio de la Universidad Privada Antenor Gorredo. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4118>
- Valenzuela, A., & Morgado, Nora. (2005). Las grasas y aceites en la nutrición humana: algo de su historia. *Revista chilena de nutrición*, 32(2), 88-94. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182005000200002>
- Valenzuela, A., Sanhueza, J., & De la Barra, F. (2012). El aceite de pescado: ayer un desecho industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. *Revista chilena de nutrición*, 39(2), 201-209. <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v39n2/art09.pdf>
- Vargas, G. (2008). Enriquecimiento de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) con ácidos grasos Omega 3, mediante la incorporación de pulga de mar (*Talitrus saltator*) en la ración. [Tesis de Licenciatura. Universidad de Concepción]. Repositorio de la Universidad de Concepción. <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/9066>
- Vega, L., Itxaso, G., Hernando, D., & Ganado, M. (2021). Beneficios de los ácidos grasos esenciales. *El Farmacéutico*. 24-29. Ediciones Mayo. <https://www.elfarmacutico.es/uploads/s1/23/85/ef596-profesion-beneficios-de-los-acidos-grasos.pdf>
- Vílchez, J. (2015). Relación entre consumo dietario de omega 3 y coeficiente intelectual en niños y niñas de 30 a 48 meses del distrito Mi Perú, Callao. [Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4600/V%C3%ADlchez\\_gj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4600/V%C3%ADlchez_gj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Anexo 1. Glosario de términos

**Ácido docosahexaenoico (DHA):** Este ácido graso poliinsaturado esencial, derivado de fuentes marinas, desempeña una función vital en el desarrollo y mantenimiento del sistema nervioso, especialmente en el cerebro y la retina en seres humanos.

**Ácido eicosapentaenoico (EPA):** Similar al DHA, este AGP de cadena larga se encuentra en cantidades significativas en pescados grasos como el atún y el salmón, así como en los aceites extraídos de estos alimentos.

**Ácidos grasos esenciales (AGE):** Elementos dietéticos cruciales que juegan un papel fundamental en diversos procesos fisiológicos del cuerpo humano. Dada su incapacidad de síntesis endógena, es imperativo incorporar fuentes ricas en AGE a la dieta para prevenir deficiencias metabólicas y enfermedades.

**Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI o PUFAs):** Categoría de ácidos grasos de cadena larga, destacada por su saludable perfil, presente tanto en alimentos de origen vegetal como nueces y aceites vegetales, como en alimentos de origen animal como el salmón y el atún.

**Ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA):** Principal miembro de la familia de ácidos grasos omega-3, es esencial para el desarrollo celular. Su ingesta es crucial ya que a partir del ALA se generan otros ácidos grasos vitales como el EPA y el DHA, que desempeñan funciones esenciales en el organismo.

**Alimento balanceado para animales:** Combinación estructurada de componentes para satisfacer las necesidades nutricionales del animal, adaptada a factores específicos como especie, edad y condición productiva.

**Cociente  $\Omega$ -6: $\Omega$ -3:** Representa la proporción entre los ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la dieta. Estos ácidos grasos son esenciales para funciones biológicas clave, como la regulación de la inflamación. Un cociente equilibrado, preferiblemente cercano a 1:1, es considerado óptimo para la salud. Sin embargo, las dietas modernas a menudo presentan un desequilibrio con un exceso de omega-6, lo que se ha asociado con problemas de salud. Mantener una proporción adecuada es crucial para promover la salud y prevenir posibles complicaciones asociadas con desequilibrios en el cociente  $\Omega$ -6: $\Omega$ -3.

**Muestra compósito:** También conocida como muestra global, se forma mediante la combinación de dos o más muestras extraídas de un lote específico, considerándose representativa para la inspección del mismo.

**Suplementación:** Incorporación de sustancias nutricionales adicionales a una dieta con el fin de mejorar su contenido nutricional, abordar desequilibrios, prevenir o tratar enfermedades.

**Tratamiento control:** En un diseño experimental comparativo, este grupo de objetos u organismos no recibe tratamiento alguno o se somete a un tratamiento estándar para establecer comparaciones significativas.

## Anexo 2. Análisis de varianza y Prueba de Tukey del colesterol total en yema de huevo

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
COLESTEROL	12	1.00	1.00	2.13

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

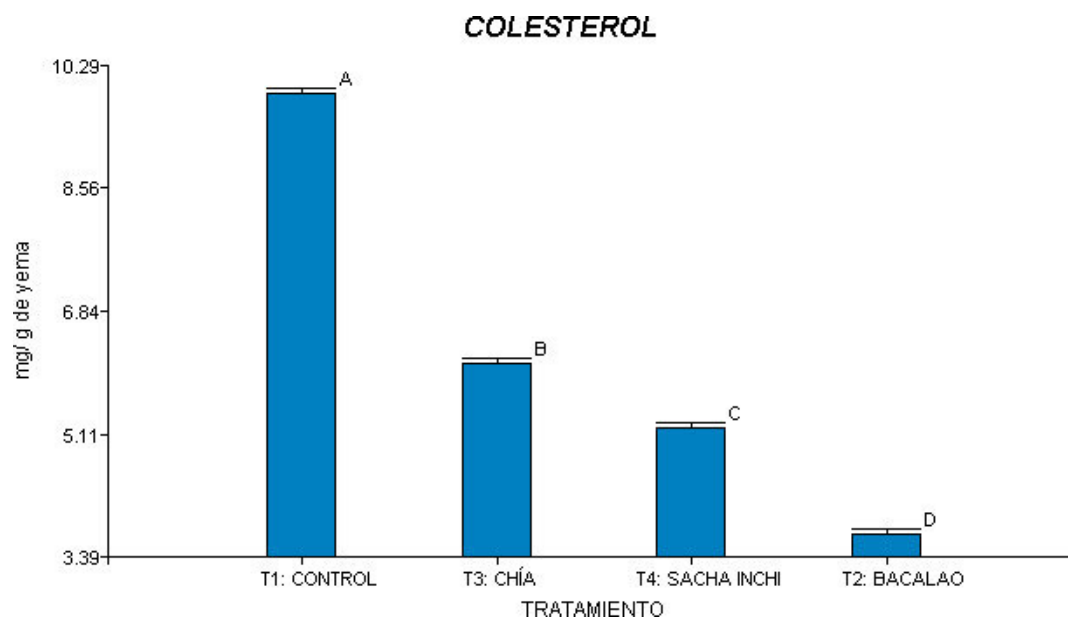
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63.16	5	12.63	721.80	<0.0001
REPETICIÓN	0.32	2	0.16	9.00	0.0156
TRATAMIENTO	62.84	3	20.95	1197.00	<0.0001
Error	0.10	6	0.02		
Total	63.26	11			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.37391

Error: 0.0175 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
CONTROL	9.90	3	0.08	A
CHÍA	6.10	3	0.08	B
SACHA INCHI	5.20	3	0.08	C
BACALAO	3.70	3	0.08	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



### Anexo 3: Formato para la evaluación escalar de control

#### Evaluación sensorial de Huevos de Codorniz

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Observe y pruebe cada muestra de huevos de codorniz e indique el grado en que le guste o le desagrede cada muestra según la escala que se le presenta.

Escala Hedónica	
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Me gusta moderadamente	3
No me gusta ni me disgusta	2
No me gusta	1

NOTA: La valoración de las muestras por cualidades puede repetirse.

En el cuadro que se muestra se escribirá la evaluación que usted considere conveniente. Se le proporcionarán 4 códigos de muestra, cada recuadro de inicio de cada fila tendrá un código de muestra y en los siguientes campos según el código asignado ira la evaluación numérica según su criterio.

CÓDIGO DE LA MUESTRA	Color	Olor	Sabor	Textura
248				
479				
127				
731				

En el siguiente cuadro, sírvase a colocar el código de la muestra y en la escala del 1-3, señale cual es la muestra que prefiere, siendo:

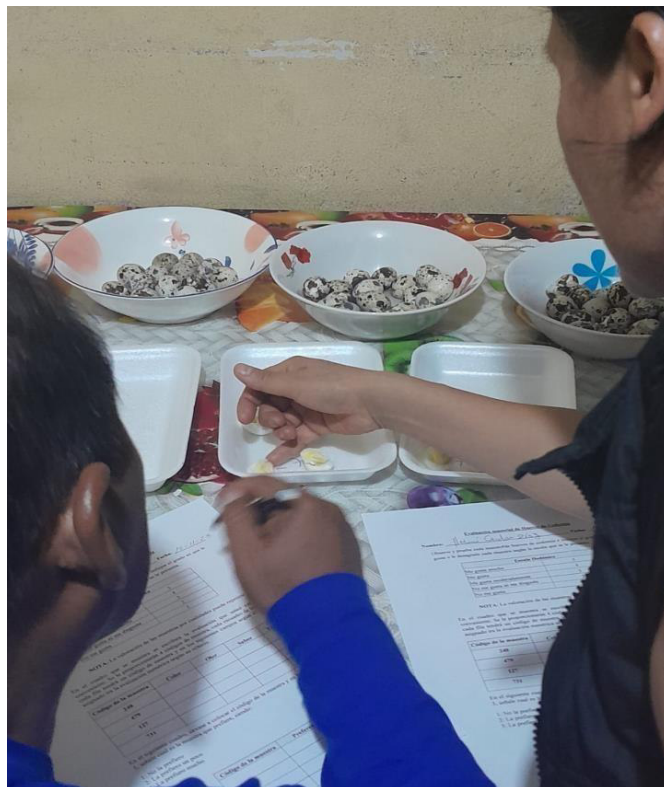
1: No la prefiero

2: La prefiero un poco

3: La prefiero mucho

Código de la muestra	Preferencia

#### Anexo 4. Panelistas en la evaluación sensorial





**Anexo 5. Puntajes de la evaluación sensorial del huevo de codorniz**

N° de panelista	Color				Olor				Sabor				Textura			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	2	4	5	4	2	3	4	5	2	3	5	4	2	3	5	4
2	2	4	5	4	2	3	3	4	1	2	4	3	3	3	4	5
3	2	4	5	4	2	3	3	5	1	2	5	4	3	4	4	5
4	2	3	5	4	2	3	4	4	2	3	5	4	3	4	4	5
5	2	3	5	4	2	3	4	4	2	3	3	4	2	4	4	5
6	2	4	4	3	1	4	3	5	2	3	4	3	2	4	4	5
7	1	4	5	3	2	3	4	4	1	3	4	4	3	3	5	4
8	2	4	5	4	2	3	4	4	2	2	5	4	3	4	5	4
9	2	4	5	4	2	4	4	4	1	3	5	5	2	4	4	4
10	2	3	5	4	1	3	3	4	1	4	4	3	2	3	5	4
11	2	4	4	3	2	3	3	5	2	3	3	4	3	3	5	4
12	2	3	5	4	2	3	3	4	2	2	4	4	2	3	5	5
13	1	3	5	3	2	4	4	4	1	4	5	4	2	3	4	5
14	2	3	5	4	2	2	4	3	2	4	4	3	3	4	4	4
15	2	4	5	4	2	3	3	5	2	2	5	3	3	4	4	5

## Anexo 6. Prueba de Friedman de los aspectos sensoriales

### Color:

#### Prueba de Friedman

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	T <sup>2</sup>	p
1.00	2.50	3.93	2.57	154.24	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 4.131

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Tratamiento 1	15.00	1.00	15	A
Tratamiento 2	37.50	2.50	15	B
Tratamiento 4	38.50	2.57	15	B C
Tratamiento 3	59.00	3.93	15	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

### Olor:

#### Prueba de Friedman

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	T <sup>2</sup>	p
1.03	2.37	2.93	3.67	80.21	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 5.321

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Tratamiento 1	15.50	1.03	15	A
Tratamiento 2	35.50	2.37	15	B
Tratamiento 3	44.00	2.93	15	C
Tratamiento 4	55.00	3.67	15	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

**Sabor:****Prueba de Friedman**

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	T <sup>2</sup>	p
1.10	2.23	3.63	3.03	50.40	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 6.606

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
Tratamiento 1	16.50	1.10	15	A
Tratamiento 2	33.50	2.23	15	B
Tratamiento 4	45.50	3.03	15	C
Tratamiento 3	54.50	3.63	15	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

p

**Textura:****Prueba de Friedman**

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	T <sup>2</sup>	p
1.10	2.23	3.20	3.47	51.22	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 6.420

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
Tratamiento 1	16.50	1.10	15	A
Tratamiento 2	33.50	2.23	15	B
Tratamiento 3	48.00	3.20	15	C
Tratamiento 4	52.00	3.47	15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## Anexo 7. Procedimiento del análisis cromatográfico del huevo de codorniz - laboratorio

### Sertilab

#### PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO PARA HUEVO DE CODORNIZ- Laboratorios CERTILAB

**PRODUCTO:** ACEITES Y GRASAS  
**ENSAYO:** CROMATOGRAFÍA DE ÁCIDOS GRASOS  
**MÉTODO:** Método Oficial AOAC 996.06 para la Cuantificación de Grasas

(Totales, Saturadas e Insaturadas).

#### 1. PRINCIPIO DEL MÉTODO

La grasa y los ácidos grasos se extraen de los alimentos por métodos hidrolíticos (hidrólisis ácida para la mayoría de los productos, hidrólisis alcalina para productos lácteos y la combinación de ambos para el queso). Se agrega el ácido pirogálico para minimizar la degradación oxidativa de los ácidos grasos durante el análisis. El triglicérido C11:0 (triundecanoína), se agrega como patrón interno. La grasa se extrae en éter, luego son metilados a ésteres metílicos de ácidos grasos (EMAG) usando BF<sub>3</sub> en metanol. Las EMAG se miden cuantitativamente por cromatografía de gases de columna capilar (GC) contra el estándar interno C11: 0. La grasa total se calcula como la suma de los ácidos grasos individuales expresados como equivalentes de triglicéridos. Las grasas saturadas y monoinsaturadas se calculan como la suma de los ácidos grasos respectivos. La grasa monoinsaturada incluye solo la forma *cis*.

#### 2. MATERIALES, APARATOS Y REACTIVOS

- Matraces
- Centrífuga
- Baño maría
- Homo de convección por gravedad
- Agitador vórtex
- Tubos de dispersión de gas
- Viales de vidrio de 3 Dram
- Micro-jeringa
- Tolueno
- Solución de Ácido clorhídrico 12 M
- Etanol al 95 %
- Ácido pirogálico
- Cloroformo
- Solución estándar interna de triglicéridos

- Septos de teflón
- Soluciones estándar de ésteres metílicos de ácidos grasos (EMAG)
- Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de flama de hidrógeno (FID).
- El cromatógrafo emplea una columna capilar SP 2560 de 100 m de longitud, 0.25 mm de diámetro interno y 0.20  $\mu\text{m}$  de espesor de película. Además de un inyector de modo dividido, programación de temperatura del horno suficiente para implementar una secuencia de retención-rampa-retención.

### 3. PROCEDIMIENTO

#### EXTRACCIÓN DE GRASAS

- Primero separar las yemas de las claras de las muestras de huevos, se colocan en un crisol donde se homogenizan y posteriormente se secan por liofilización
- Moler finamente y homogeneizar las muestras, antes de la extracción de grasa.
- Pesar con precisión la porción de prueba molida y homogeneizada (que contiene aproximadamente 100–200 mg de grasa) en un matraz Mojonnier etiquetado.
- Forzar el material en el matraz lo más rápido posible.
- Agregar aproximadamente 100 mg de ácido pirogálico y 2.00 ml de solución estándar interna de triglicéridos.
- Agregar algunos gránulos hirviendo al matraz.
- Agregar 2.0 mL de etanol y mezclar bien hasta que toda la porción de prueba esté en solución.
- Agregar 10.0 mL de HCl 8.3M y mezclar bien.
- Colocar el matraz en la cesta y dentro de baño de agua con agitación a una temperatura de 70–80 °C a una velocidad de agitación moderada y mantener durante 40 min.
- Mezclar el contenido del matraz en el mezclador Vortex cada 10 minutos para incorporar las partículas adheridas a los lados del matraz en la solución. Después de la digestión, retirar el matraz del baño y dejar enfriar a temperatura ambiente (20–25 °C).

- Agregar suficiente etanol para llenar el depósito inferior del matraz y mezclar suavemente.

#### **METILACIÓN**

- Disolver el residuo graso extraído en 2 ml de cloroformo y 2 ml de éter dietílico.
- Transferir la mezcla a un vial de vidrio de 3 Dram y evaporar en baño maría a 40 °C bajo una corriente de nitrógeno.
- Añadir 2 ml de reactivo BF<sub>3</sub>, 1 ml de tolueno, y sellar el vial con la tapa rosca.
- Calentar el vial en el horno a 100 °C durante 45 min.
- Dejar enfriar el vial a temperatura ambiente (20-25 °C) y añadir 5 ml de H<sub>2</sub>O, 1 ml de hexano y aproximadamente 1 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Tapar el vial y agitar por 1 minuto.
- Inyectar el EMAG en el cromatógrafo y transferir el vial del muestreador automático para la Cromatografía de Gases.

#### **DETERMINACIÓN EN EL CROMATÓGRAFO DE GASES**

- Inyectar aproximadamente 2 µL de cada solución estándar EMAG individual y 2 µL de solución estándar mixta EMAG. Utilizar una solución estándar mixta de EMAG para optimizar la respuesta cromatográfica antes de inyectar cualquier solución de prueba.
- Después de optimizar todas las condiciones cromatográficas, inyectar las soluciones de prueba.

#### **CÁLCULOS**

La cuantificación de los ácidos grasos metilados se realiza mediante el software del equipo; y se reporta como porcentaje relativo. Los resultados proporcionados por el equipo (triplicado) se promedian.

## DATOS DEL CROMATÓGRAFO DE GASES

### Nombre del Equipo y Marca:

*Nombre:* Cromatógrafo de gases equipado con FID (Detector de Ionización de Flama)

*Marca:* Hewlett-Packard modelo 5890 Serie II

### Condiciones de Análisis

Temperatura del horno:	130 °C – 230 °C (2° C/min)
Temperatura del inyector:	230 °C
Temperatura del detector:	250 °C
Presión de hidrógeno:	15 psi
Split:	100:1
Volumen de inyección:	2 µl

### Tipo de Columna:

SP 2560 – 10 de sílice fundida marca Supelco de 100 m. de longitud, 0,25 mm de diámetro interno y 0,20 µm de espesor de película.

### Tiempo de análisis:

85 minutos.

### Anexo 8. Aceite de chía, marca La Arequipeña

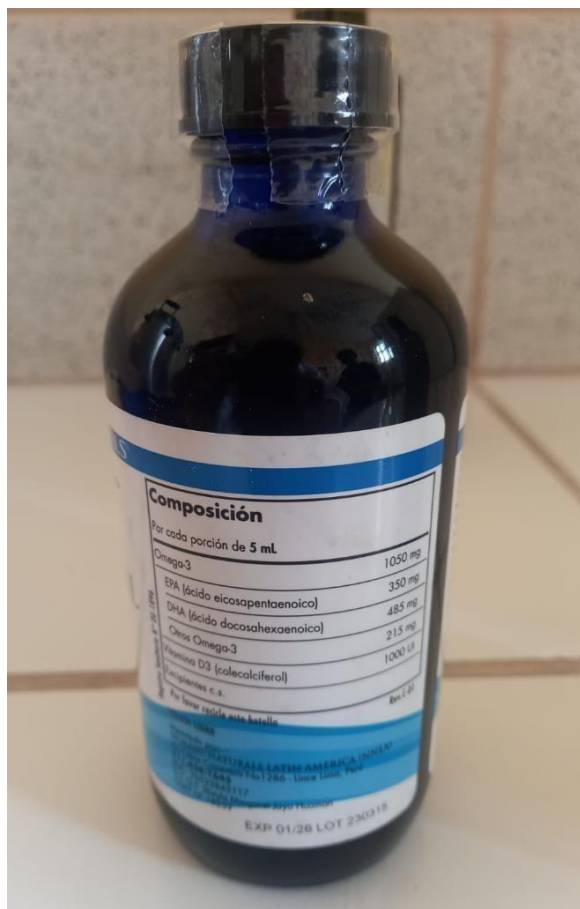


### Anexo 9. Aceite de sacha inchi, marca La Arequipeña





## Anexo 10. Aceite de hígado de bacalao marca Nordic Naturals



<b>Composición</b>	
Por cada porción de 5 mL	
Omega-3	1050 mg
EPA (ácido eicosapentaenoico)	350 mg
DHA (ácido docosahexaenoico)	485 mg
Otros Omega-3	215 mg
Vitamina D3 (colecalfierol)	1000 UI
Excipientes c.s.	

## Anexo 11. Preparación de las dietas





**Anexo 12. Almacenamiento de las dietas en baldes rotulados****Anexo 13. Limpieza y desinfección del galpón de codornices**

#### Anexo 14. Compra de las jaulas utilizadas en el estudio



#### Anexo 15. Instalación de jaulas y comederos en el galpón



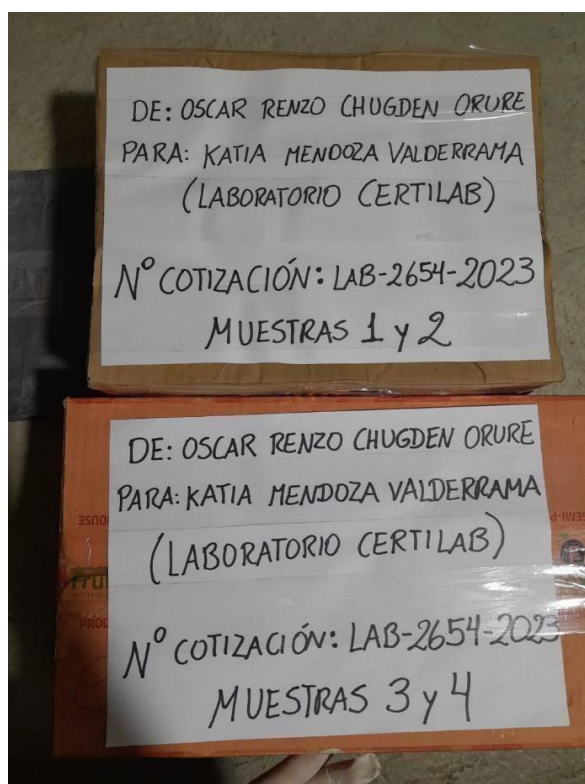
**Anexo 16. Compra de codornices ponedoras de un mismo lote**

**Anexo 17. Distribución de las codornices en las jaulas de manera aleatoria****Anexo 18. Distribución de los tratamientos en las jaulas de manera aleatoria**

**Anexo 19. Ubicación de las dietas en el galpón****Anexo 20. Termo higrómetro digital marca Boeco**



**Anexo 21. Acondicionamiento para el envío de muestras a Certilab**



## Anexo 22. Resultados del análisis de perfil de ácidos grasos en el huevo de codorniz

### Tratamiento1: dieta control



#### INFORME DE ENSAYO N° N6978 - 2023

**Cliente:** *CHUGDEN ORURE OSCAR RENZO*  
**Dirección:** *Mz. B11 Lt.6 JR. FAUSTINO SANCHEZ CARRION, URB. MARISCAL CACERES, SAN JUAN DE LURIGANCHO*  
**R.U.C.:** *00074218094*  
**e-mail:** *renzo.chugden@gmail.com*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *ENS-6137-2023/N*  
**Nombre del Producto:** *HUEVO DE CODORNIZ*  
**Información proporcionada por el cliente:** *MUESTRA 1*  
**Características de la muestra:** *Presentación y Tipo de Envase: Envasado en 01 envase de polietileno transparente con tapa, cerrado.*  
**Cantidad recibida:** *340 g*  
**Fecha de recepción:** *24 de octubre de 2023*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 25 al 31 de octubre de 2023*

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Grasa	14,10	g/100g
02	Perfil completo de ácidos grasos		
	Ácidos Grasos Saturados		
	Araquídico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Behénico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Butírico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Capríco (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caprílico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caproico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Esteárico (LC = 0,01)	1,24	g/100g
	Heneicosanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Láurico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Lignocérico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Mirístico (LC = 0,01)	0,06	g/100g
	Palmitico (LC = 0,01)	3,80	g/100g
	Pentadecanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Tricosanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Tridecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Undecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Ácidos Grasos Monoinsaturados		
	cis-10-Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	cis-10-Pentadecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Erúico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Gadoleico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Miristoleico (LC = 0,01)	0,01	g/100g



Informe de Ensayo N° N6978-2023

Pág. 1 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**  
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ  
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



Nº	Ensayo	Resultado	Unidades
	Nervonico (LC = 0,01)	0,03	g/100g
	Oleico (LC = 0,01)	6,77	g/100g
	Palmitoleico (LC = 0,01)	0,56	g/100g
	Ácidos Grasos Polinsaturados		
	Eicosapentaenoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-11,14,17-eicosatrienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-11,14-eicosadienoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Docosadienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-8,11,14-eicosatrienoico (LC = 0,01)	0,18	g/100g
	Araquidónico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Docosahexaenoico (DHA) (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linoleico (LC = 0,01)	1,33	g/100g
	Linolénico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	γ-linolénico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Ácidos Grasos Trans		
	Elaidico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linolelaídico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Suma de Ácidos Grasos		
	Total Omegas 3	0,01	g/100g
	Total Omegas 6	1,36	g/100g
	Total Omegas 9	6,80	g/100g
	Grasas saturadas	5,16	g/100g
	Grasas insaturadas	8,93	g/100g
	- Grasas monoinsaturadas	7,38	g/100g
	- Grasas poliinsaturadas	1,55	g/100g
	Grasas trans	0,00	g/100g
		0,00	g/100g de materia grasa

LC: Límite de cuantificación.

**Métodos de ensayo utilizados:**

01. AOAC 925.32, Cap. 34.1.07, 22nd Ed.: 2023 Fat in Eggs. Acid Hydrolysis Method.
02. AOAC 996.06, Cap. 41.1.28A, 22nd Ed.: 2023 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods. Hydrolytic Extration Gas Chromatographic Method.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 31 de octubre de 2023



*Gabriela Esteban Baldeón*

Ing. Gabriela Esteban Baldeón  
Laboratorio de Físico Química  
CIP: 298034

Informe de Ensayo N° N6978-2023

Pág. 2 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**

Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ

Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com

## Tratamiento 2: dieta control + aceite de bacalao (2%)



### INFORME DE ENSAYO N° N6979 - 2023

**Cliente:** CHUGDEN ORURE OSCAR RENZO  
**Dirección:** Mz. B11 Lt.6 JR. FAUSTINO SANCHEZ CARRION, URB. MARISCAL CACERES, SAN JUAN DE LURIGANCHO  
**R.U.C.:** 00074218094  
**e-mail:** rengo.chugden@gmail.com  
**Solicitud de Ensayo N°:** ENS-6138-2023/N  
**Nombre del Producto:** HUEVO DE CODORNIZ  
**Información proporcionada por el cliente:** MUESTRA 2  
**Características de la muestra:** **Presentación y Tipo de Envase:** Envasado en 01 envase de polietileno transparente con tapa, cerrado.  
**Cantidad recibida:** 375 g  
**Fecha de recepción:** 24 de octubre de 2023  
**Fecha de ejecución de ensayos:** Del 25 al 31 de octubre de 2023

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Grasa	13,95	g/100g
02	Perfil completo de ácidos grasos		
	Ácidos Grasos Saturados		
	Araquídico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Behénico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Butírico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Cáprico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caprílico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caproico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Esteárico (LC = 0,01)	1,39	g/100g
	Heneicosanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Láurico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Lignocérico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Mirístico (LC = 0,01)	0,07	g/100g
	Palmitico (LC = 0,01)	3,89	g/100g
	Pentadecanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Tricosanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Tridecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Undecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Ácidos Grasos Monoinsaturados		
	cis-10-Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	cis-10-Pentadecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Erúico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Gadoleico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Miristoleico (LC = 0,01)	0,01	g/100g



Informe de Ensayo N° N6979-2023

Pág. 1 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**  
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ  
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



Nº	Ensayo	Resultado	Unidades
	Nervónico (LC = 0,01)	0,16	g/100g
	Oleico (LC = 0,01)	6,33	g/100g
	Palmitoleico (LC = 0,01)	0,64	g/100g
	Ácidos Grasos Polinsaturados		
	Eicosapentaenoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	cis-11,14,17-eicosatrienoico (LC = 0,01)	0,03	g/100g
	cis-11,14-eicosadienoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Docosadienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-8,11,14-eicosatrienoico (LC = 0,01)	0,10	g/100g
	Araquidónico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Docosahexaenoico (DHA) (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Linoleico (LC = 0,01)	1,18	g/100g
	Linolénico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	$\gamma$ -linolénico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Ácidos Grasos Trans		
	Elaidico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linolelaídico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Suma de Ácidos Grasos		
	Total Omegas 3	0,04	g/100g
	Total Omegas 6	1,21	g/100g
	Total Omegas 9	6,49	g/100g
	Grasas saturadas	5,41	g/100g
	Grasas insaturadas	8,53	g/100g
	- Grasas monoinsaturadas	7,15	g/100g
	- Grasas poliinsaturadas	1,38	g/100g
	Grasas trans	0,00	g/100g
		0,00	g/100g de materia grasa

LC: Límite de cuantificación.

**Métodos de ensayo utilizados:**

- AOAC 925.32, Cap. 34.1.07, 22nd Ed.: 2023 Fat in Eggs. Acid Hydrolysis Method.
- AOAC 996.06, Cap. 41.1.28A, 22nd Ed.: 2023 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods. Hydrolytic Extration Gas Chromatographic Method.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 31 de octubre de 2023



*Gabriela Esteban Baldeón*  
Ing. Gabriela Esteban Baldeón  
Laboratorio de Físico Química  
CIP: 298054

Informe de Ensayo N° N6979-2023

Pág. 2 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**

Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ

Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com

### Tratamiento 3: dieta control + aceite de chía (4%)



#### INFORME DE ENSAYO N° N6980 - 2023

**Cliente:** *CHUGDEN ORURE OSCAR RENZO*  
**Dirección:** *Mz. B11 Lt.6 JR. FAUSTINO SANCHEZ CARRION, URB. MARISCAL CACERES, SAN JUAN DE LURIGANCHO*  
**R.U.C.:** *00074218094*  
**e-mail:** *renzo.chugden@gmail.com*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *ENS-6139-2023/N*  
**Nombre del Producto:** *HUEVO DE CODORNIZ*  
**Información proporcionada por el cliente:** *MUESTRA 3*  
**Características de la muestra:** **Presentación y Tipo de Envase:** *Envasado en 01 envase de polietileno transparente con tapa, cerrado.*  
**Cantidad recibida:** *385 g*  
**Fecha de recepción:** *24 de octubre de 2023*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 25 al 31 de octubre de 2023*

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Grasa	11,08	g/100g
02	Perfil completo de ácidos grasos		
	Ácidos Grasos Saturados		
	Araquídico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Behénico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Butírico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Cáprico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caprílico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caproico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Esteárico (LC = 0,01)	1,01	g/100g
	Heneicosanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Láurico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Lignocérico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Mirístico (LC = 0,01)	0,06	g/100g
	Palmitico (LC = 0,01)	2,92	g/100g
	Pentadecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Tricosanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Tridecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Undecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Ácidos Grasos Monoinsaturados		
	cis-10-Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	cis-10-Pentadecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Erúico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Gadoleico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g



Informe de Ensayo N° N6980-2023

Pág. 1 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**  
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ  
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



N°	Ensayo	Resultado	Unidades
	Miristoleico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Nervónico (LC = 0,01)	0,08	g/100g
	Oleico (LC = 0,01)	4,50	g/100g
	Palmitoleico (LC = 0,01)	0,47	g/100g
	Ácidos Grasos Polinsaturados		
	Eicosapentaenoico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	cis-11,14,17-eicosatrienoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	cis-11,14-eicosadienoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Docosadienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-8,11,14-eicosatrienoico (LC = 0,01)	0,14	g/100g
	Araquidónico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Docosahexaenoico (DHA) (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linoleico (LC = 0,01)	1,65	g/100g
	Linolénico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	$\gamma$ -linolénico (LC = 0,01)	0,14	g/100g
	Ácidos Grasos Trans		
	Elaídico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linolelaídico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Suma de Ácidos Grasos		
	Total Omegas 3	0,03	g/100g
	Total Omegas 6	1,80	g/100g
	Total Omegas 9	4,58	g/100g
	Grasas saturadas	4,03	g/100g
	Grasas insaturadas	7,05	g/100g
	- Grasas monoinsaturadas	5,07	g/100g
	- Grasas poliinsaturadas	1,98	g/100g
	Grasas trans	0,00	g/100g
		0,00	g/100g de materia grasa

LC: Límite de cuantificación.

**Métodos de ensayo utilizados:**

- AOAC 925.32, Cap. 34.1.07, 22nd Ed.: 2023 Fat in Eggs. Acid Hydrolysis Method.
- AOAC 996.06, Cap. 41.1.28A, 22nd Ed.: 2023 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods. Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic Method.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 31 de octubre de 2023



*Gabriela Esteban Baldeón*

Ing. Gabriela Esteban Baldeón  
Laboratorio de Físico Química  
CIP: 29803-4

Informe de Ensayo N° N6980-2023

Pág. 2 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**

Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ

Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



## Tratamiento 4: dieta control + aceite de sacha inchi (4%)



### INFORME DE ENSAYO N° N6981 - 2023

**Cliente:** **CHUGDEN ORURE OSCAR RENZO**  
**Dirección:** *Mz. B11 Lt.6 JR. FAUSTINO SANCHEZ CARRION, URB. MARISCAL CACERES, SAN JUAN DE LURIGANCHO*  
**R.U.C.:** *00074218094*  
**e-mail:** *renzo.chugden@gmail.com*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *ENS-6140-2023/N*  
**Nombre del Producto:** **HUEVO DE CODORNIZ**  
**Información proporcionada por el cliente:** *MUESTRA 4*  
**Características de la muestra:** **Presentación y Tipo de Envase:** *Envasado en 01 envase de polietileno transparente con tapa, cerrado.*  
**Cantidad recibida:** *385 g*  
**Fecha de recepción:** *24 de octubre de 2023*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 25 al 31 de octubre de 2023*

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Grasa	11,59	g/100g
02	Perfil completo de ácidos grasos		
	Ácidos Grasos Saturados		
	Araquídico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Behénico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Butírico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Cáprico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caprílico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caproico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Estearico (LC = 0,01)	1,04	g/100g
	Heneicosanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Láurico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Lignocérico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Mirístico (LC = 0,01)	0,08	g/100g
	Palmitico (LC = 0,01)	3,08	g/100g
	Pentadecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Tricosanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Tridecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Undecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Ácidos Grasos Monoinsaturados		
	cis-10-Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	cis-10-Pentadecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Erúcido (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Gadoleico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Miristoleico (LC = 0,01)	0,01	g/100g



Informe de Ensayo N° N6981-2023

Pág. 1 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**  
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ  
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



Nº	Ensayo	Resultado	Unidades
	Orvónico (LC = 0,01)	0,06	g/100g
	Oleico (LC = 0,01)	4,87	g/100g
	Palmitoleico (LC = 0,01)	0,45	g/100g
	Ácidos Grasos Polinsaturados		
	Eicosapentaenoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	cis-11,14,17-eicosatrienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-11,14-eicosadienoico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Docosadienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-8,11,14-eicosatrienoico (LC = 0,01)	0,14	g/100g
	Araquidónico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Docosahexaenoico (DHA) (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linoleico (LC = 0,01)	1,69	g/100g
	Linolénico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	γ-linolénico (LC = 0,01)	0,09	g/100g
	Ácidos Grasos Trans		
	Elaidico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linolelaídico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Suma de Ácidos Grasos		
	Total Omega 3	0,02	g/100g
	Total Omega 6	1,79	g/100g
	Total Omega 9	4,93	g/100g
	Grasas saturadas	4,24	g/100g
	Grasas insaturadas	7,35	g/100g
	- Grasas monoinsaturadas	5,40	g/100g
	- Grasas poliinsaturadas	1,95	g/100g
	Grasas trans	0,00	g/100g
		0,00	g/100g de materia grasa

LC: Límite de cuantificación.

**Métodos de ensayo utilizados:**

01. AOAC 925.32, Cap. 34.1.07, 22nd Ed.: 2023 Fat in Eggs. Acid Hydrolysis Method.
02. AOAC 996.06, Cap. 41.1.28A, 22nd Ed.: 2023 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods. Hydrolytic Extration Gas Chromatographic Method.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 31 de octubre de 2023



*Gabriela Esteban Baldeón*

Ing. Gabriela Esteban Baldeón  
Laboratorio de Físico Química  
CIP: 298054

Informe de Ensayo Nº N6981-2023

Pág. 2 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**

Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ

Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



## Tratamiento 2: aceite de bacalao (2%)



"TECNOLOGÍA MÉDICA AL ALCANCE DE SUS MASCOTAS"

**QuimioVet**

MUESTRA: HUEVO DE CODORNIZ      FECHA: 14/11/2023  
 TRATAMIENTO: T2 (ACEITE DE BACALAO )  
 REFERENCIA : UNMSM  
 ANÁLISIS : COLESTEROL TOTAL

### T2-R1

#### UNIDADES

COLESTEROL TOTAL      3.7      (mg/g yema )

### T2-R2


#### UNIDADES


COLESTEROL TOTAL      3.9      (mg/g yema )

### T2-R3

#### UNIDADES

COLESTEROL TOTAL      3.5      (mg/g yema )

  
 Dr. JOSE LUIS CABANILLAS LAPA  
 Médico Patólogo Oncólogo  
 CMP:20685 RNE:12868

  
 Dr. JONAS MORA MUNARES  
 CMVP 5106

Av. Gran Chimú 1065 - SJL / Av. 13 de Enero 1157 - SJL  
 Telf: 6720732 – RPM #984871064 – RPC 987520129  
[quimiovet\\_diagnostics@outlook.es](mailto:quimiovet_diagnostics@outlook.es)



## Tratamiento 4: aceite de sacha inchi (4%)



"TECNOLOGÍA MÉDICA AL ALCANCE DE SUS MASCOTAS"

MUESTRA: HUEVO DE CODORNIZ FECHA: 14/11/2023  
 TRATAMIENTO: T4 (ACEITE DE SACHA INCHI)  
 REFERENCIA : UNMSM  
 ANÁLISIS : COLESTEROL TOTAL

### T4-R1

#### UNIDADES

COLESTEROL TOTAL 4.9 (mg/g yema )

### T4-R2

#### UNIDADES


COLESTEROL TOTAL 5.5 (mg/g yema )

### T4-R3

#### UNIDADES

COLESTEROL TOTAL 5.2 (mg/g yema )

  
 Dr. JOSE LUIS CABANILLAS LAPA  
 Médico Patólogo Oncólogo  
 CMP:20685 RNE:12868

  
 Dr. JONÁS MORA MUNARES  
 CMVP 5106

Av. Gran Chimú 1065 - SJL / Av. 13 de Enero 1157 - SJL  
 Telf: 6720732 – RPM #984871064 – RPC 987520129  
 quimiovet\_diagnostics@outlook.es

## Anexo 24. Resultados del análisis proximal del huevo de codorniz

### Análisis proximal del huevo de codorniz T1 (control)



#### INFORME DE ENSAYO N° N6974 - 2023

**Cliente:** *CHUGDEN ORURE OSCAR RENZO*  
**Dirección:** *Mz. B11 Lt.6 JR. FAUSTINO SANCHEZ CARRION, URB. MARISCAL CACERES, SAN JUAN DE LURIGANCHO 00074218094*  
**R.U.C.:** *renzo.chugden@gmail.com*  
**e-mail:** *renzo.chugden@gmail.com*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *ENS-6133-2023/N*  
**Nombre del Producto:** *HUEVO DE CODORNIZ*  
**Información proporcionada por el cliente:** *MUESTRA 1*  
**Características de la muestra:** **Presentación y Tipo de Envase:** *Envasado en 01 envase de polietileno transparente con tapa, cerrado.*  
**Cantidad recibida:** *325 g*  
**Fecha de recepción:** *24 de octubre de 2023*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 25 al 31 de octubre de 2023*

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Humedad	68,10	g/100g
02	Proteína	15,18	g/100g
03	Grasa	13,75	g/100g
04	Ceniza	2,39	g/100g
05	Fibra cruda	0,00	g/100g
06	Carbohidratos	0,58	g/100g
07	Contenido de energía	186,79	Kcal/100g
08	Energía proveniente de carbohidratos	1,24	%
09	Energía proveniente de grasas	66,25	%
10	Energía proveniente de proteínas	32,51	%



#### Métodos de ensayo utilizados:

01. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol. 14/7, Page 205 1986 Moisture.
02. AOAC 925.31, Cap. 34.1.05, 22nd Ed.: 2023 Nitrogen in Eggs. Kjeldahl Method.
03. AOAC 925.32, Cap. 34.1.07, 22nd Ed.: 2023 Fat in Eggs. Acid Hydrolysis Method.
04. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Vol. 14/7, Page 228-229: 1986 Ash.
05. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol. 14/7, Page 230: 1986 Crude fiber.
06. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Carbohidratos, por diferencia.
07. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Calorías, por cálculo.
08. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
09. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.

Informe de Ensayo N° N6974-2023

Pág. 1 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**

Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ

Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com

## Análisis proximal del huevo de codorniz T2 (2% aceite de bacalao)



### INFORME DE ENSAYO N° N6975 - 2023

**Cliente:** *CHUGDEN ORURE OSCAR RENZO*  
**Dirección:** *Mz. B11 Lt.6 JR. FAUSTINO SANCHEZ CARRION, URB. MARISCAL CACERES, SAN JUAN DE LURIGANCHO 00074218094*  
**R.U.C.:** *00074218094*  
**e-mail:** *renzo.chugden@gmail.com*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *ENS-6134-2023/N*  
**Nombre del Producto:** *HUEVO DE CODORNIZ*  
**Información proporcionada por el cliente:** *MUESTRA 2*  
**Características de la muestra:** **Presentación y Tipo de Envase:** *Envasado en 01 envase de polietileno transparente con tapa, cerrado.*  
**Cantidad recibida:** *425 g*  
**Fecha de recepción:** *24 de octubre de 2023*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 25 al 31 de octubre de 2023*

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Humedad	70,36	g/100g
02	Proteína	13,57	g/100g
03	Grasa	13,45	g/100g
04	Ceniza	2,40	g/100g
05	Fibra cruda	0,00	g/100g
06	Carbohidratos	0,22	g/100g
07	Contenido de energía	176,21	Kcal/100g
08	Energía proveniente de carbohidratos	0,50	%
09	Energía proveniente de grasas	68,70	%
10	Energía proveniente de proteínas	30,80	%



#### Métodos de ensayo utilizados:

01. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol. 14/7, Page 205 1986 Moisture.
02. AOAC 925.31, Cap. 34.1.05, 22nd Ed.: 2023 Nitrogen in Eggs. Kjeldahl Method.
03. AOAC 925.32, Cap. 34.1.07, 22nd Ed.: 2023 Fat in Eggs. Acid Hydrolysis Method.
04. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER, Vol. 14/7, Page 228-229: 1986 Ash.
05. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol. 14/7, Page 230: 1986 Crude fiber.
06. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Carbohidratos, por diferencia.
07. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Calorías, por cálculo.
08. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
09. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.

Informe de Ensayo N° N6975-2023

Pág. 1 de 2

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**  
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ  
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



## Análisis proximal del huevo de codorniz T3 (4% aceite de chía)



# CERTILAB

### INFORME DE ENSAYO N° N6976 - 2023

**Ciente:** CHUGDEN ORURE OSCAR RENZO  
**Dirección:** Mc. B11 Lt.6 JR. FAUSTINO SANCHEZ CARRION, URB. MARISCAL CACERES, SAN JUAN DE LURIGANCHO  
**R.U.C.:** 00074218094  
**e-mail:** renzo.chugden@gmail.com  
**Solicitud de Ensayo N°:** ENS-6135-2023/N  
**Nombre del Producto:** HUEVO DE CODORNIZ  
**Información proporcionada por el cliente:** MUESTRA 3  
**Características de la muestra:** Presentación y Tipo de Envase: Envasado en 01 envase de polietileno transparente con tapa, cerrado.  
**Cantidad recibida:** 370 g  
**Fecha de recepción:** 24 de octubre de 2023  
**Fecha de ejecución de ensayos:** Del 25 al 31 de octubre de 2023

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Humedad	71,14	g/100g
02	Proteína	13,42	g/100g
03	Grasa	10,89	g/100g
04	Ceniza	2,33	g/100g
05	Fibra cruda	0,00	g/100g
06	Carbohidratos	2,22	g/100g
07	Contenido de energía	160,57	Kcal/100g
08	Energía proveniente de carbohidratos	5,53	%
09	Energía proveniente de grasas	61,04	%
10	Energía proveniente de proteínas	33,43	%

#### Métodos de ensayo utilizados:

01. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol. 14/7, Page 205 1986 Moisture.
02. AOAC 925.31, Cap. 34.1.05, 22nd Ed.: 2023 Nitrogen in Eggs. Kjeldahl Method.
03. AOAC 925.32, Cap. 34.1.07, 22nd Ed.: 2023 Fat in Eggs. Acid Hydrolysis Method.
04. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER, Vol. 14/7, Page 228-229: 1986 Ash.
05. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol. 14/7, Page 230: 1986 Crude fiber.
06. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Carbohidratos, por diferencia.
07. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Calorías, por cálculo.
08. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
09. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
10. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 31 de octubre de 2023



*Gabriela Esteban Baldeón*

Ing. Gabriela Esteban Baldeón  
Laboratorio de Físico Química  
CIP: 298034

Informe de Ensayo N° N6976-2023

Pág. 1 de 1

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**

Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ

Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com

## Análisis proximal del huevo de codorniz T4 (4% aceite de sacha inchi)



# CERTILAB

### INFORME DE ENSAYO N° N6977 - 2023

**Cliente:** *CHUGDEN ORURE OSCAR RENZO*  
**Dirección:** *Mz. B11 Lt. 6 JR. FAUSTINO SANCHEZ CARRION, URB. MARISCAL CACERES, SAN JUAN DE LURIGANCHO 00074218094*  
**R.U.C.:** *renzo.chugden@gmail.com*  
**e-mail:** *renzo.chugden@gmail.com*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *ENS-6136-2023/N*  
**Nombre del Producto:** *HUEVO DE CODORNIZ*  
**Información proporcionada por el cliente:** *MUESTRA 4*  
**Características de la muestra:** **Presentación y Tipo de Envase:** *Envasado en 01 envase de polietileno transparente con tapa, cerrado.*  
**Cantidad recibida:** *370 g*  
**Fecha de recepción:** *24 de octubre de 2023*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 25 al 31 de octubre de 2023*

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Humedad	71,14	g/100g
02	Proteína	14,32	g/100g
03	Grasa	11,38	g/100g
04	Ceniza	2,42	g/100g
05	Fibra cruda	0,00	g/100g
06	Carbohidratos	0,74	g/100g
07	Contenido de energía	162,66	Kcal/100g
08	Energía proveniente de carbohidratos	1,82	%
09	Energía proveniente de grasas	62,97	%
10	Energía proveniente de proteínas	35,21	%

#### Métodos de ensayo utilizados:

01. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol. 14/7, Page 205 1986 Moisture.
02. AOAC 925.31, Cap. 34.1.05, 22nd Ed.: 2023 Nitrogen in Eggs. Kjeldahl Method.
03. AOAC 925.32, Cap. 34.1.07, 22nd Ed.: 2023 Fat in Eggs. Acid Hydrolysis Method.
04. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER, Vol. 14/7, Page 228-229-1986 Ash.
05. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol. 14/7, Page 230: 1986 Crude fiber.
06. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Carbohidratos, por diferencia.
07. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Calorías, por cálculo.
08. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
09. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
10. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 31 de octubre de 2023



*Gabriela Esteban Baldeón*  
 Ing. Gabriela Esteban Baldeón  
 Laboratorio de Físico Química  
 CIP: 298054

Informe de Ensayo N° N6977-2023

Pág. 1 de 1

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.**  
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ  
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com