

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

**EFFECTO DEL EMPLEO DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*)
EN LA DIETA DE GALLINAS PONEDORAS Y SU
EVALUACIÓN EN LA CALIDAD NUTRICIONAL
Y SENSORIAL DEL HUEVO**

TESIS

Presentada por:

Bach. Diego Jesús Ramos Luque

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

TACNA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

**Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera**

**“EFECTO DEL EMPLEO DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*) EN LA DIETA DE
GALLINAS PONEDORAS Y SU EVALUACIÓN EN LA CALIDAD
NUTRICIONAL Y SENSORIAL DEL HUEVO”**

Tesis sustentada y aprobada el 16 de Julio del 2024; estando el jurado calificador y asesor integrado por:

Presidente :
Dr. Lorenzo Walter Ibárcena Fernández

Secretario :
Dr. Freddy Walter Delgado Cabrera

Miembro :
MSc. Leonardo Antonio Sherón Ramirez

ASESOR :
Dr. Julio César Isique Calderón

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Julio Cesar Isique Calderon, en mi condición de ASESOR, Acreditado con Facultad N°7480-2023-FCAG, del 31 de Enero del 2023, del Trabajo de Tesis titulado: **"EFECTO DEL EMPLEO DE LA SPIRULINA (*Arthospira platensis*) EN LA DIETA DE GALLINAS PONEDORAS Y SU EVALUACION EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y SENSORIAL DEL HUEVO"**, presentado por el Bachiller **Diego Jesús Ramos Luque**, para optar el título profesional de Ingeniero Pesquero.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento original que, según la revisión, evolución y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 16%. Por lo que CERTIFICO LA SIMILITUD de la tesis y/o trabajo enunciado líneas arriba, la cual esta expedita para continuar con los tramites para optar el Título profesional de Ingeniero Pesquero, según corresponda para para su publicación en el repositorio Institucional.

Tacna, 11 de octubre del 2024



Dr. JULIO CESAR ISIQUE CALDERON

DNI: 00491790

ORCID: 0000-0002-0370-4877



BACH. DIEGO JESUS RAMOS LUQUE

DNI: 00499321



DEDICATORIA

Para mi Madre Angela por darme la vida, creer en mí y porque siempre me apoyaste, eres el motor y motivo de mi vida, quien me inculcó la responsabilidad y deseo de superación, con sus virtudes infinitas y su gran corazón que irradia a todos sus hijos.

A mi padre Mateo, por sus consejos, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por su gran e incondicional amor y su total apoyo. Y que Dios lo tenga en su gloria.

A mis hermanos, Haydee, Carlos, Leo, Genesis, por el gran apoyo y soporte que son en cada etapa de mi vida y por haber estado cuando los necesité.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor por estar conmigo en cada paso que doy.

Mi agradecimiento al Dr. Julio Cesar Isique Calderón asesor del presente trabajo de investigación por las críticas, y reflexiones durante el desarrollo de la presente investigación.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera por brindarme sus enseñanzas y orientaciones que contribuyeron a mi formación profesional.

Al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann que me dio la oportunidad de obtener el financiamiento del Fondo de Canon y Regalías Mineras para el desarrollo del presente trabajo.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	5
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.2.1. Interrogante general.....	7
1.2.2 Interrogantes secundarias.....	8
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.....	8
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	9
1.4.1. Objetivo general.....	9

1.4.2. Objetivos específicos.....	10
1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	10
1.5.1. Hipótesis general.....	10
1.5.2. Hipótesis específica.....	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	11
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	11
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	22
2.2.1. Microalgas.....	22
2.2.2. Composición química de microalgas.....	22
2.2.3. Usos y aplicaciones de la spirulina	24
2.2.4. Microalgas en la alimentación de aves y ganado.....	25
2.2.5. Microalga utilizada en la investigación.....	27
2.2.6. Composición nutricional.....	30
2.3. CRIANZA DE AVES PONEDORAS.....	31
2.3.1. Resumen de estándares de rendimiento.....	31

2. 3.2. Calidad del huevo.....	32
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	36
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	39
3.1.1. Área de estudio.....	39
3.1.2. Área de experimentación.....	40
3.2. TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	44
3.4.1. Variable independiente.....	44
3.4.2. Variable dependiente.....	44
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.5.1. Población.....	46
3.5.2. Muestra.....	46
3.6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS	47
3.6.1. MATERIALES.....	47
3.7. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	50

3.7.1. Análisis físicos.....	50
3.7.2. Análisis químicos.....	51
3.7.3. Análisis nutricionales.....	52
3.7.4. Análisis especiales.....	53
3.7.5. Análisis sensoriales.....	54
3.8. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	56
3.8.1. Adecuación y preparación del ambiente experimental.....	56
3.8.2. Bioseguridad.....	56
3.8.3. Desinfección.....	57
3.8.4. Preparación del módulo de crianza.....	58
3.8.5. Recepción de las pollitas BB.....	59
3.8.6. Acondicionamiento de los módulos de postura.....	60
3.8.7. Preparación de alimento.....	61
3.8.8. Distribución de las gallinas en los módulos.....	62
3.8.9. Alimentación.....	63
3.8.10. Toma de datos.....	63
3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	66

3.10. METODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y	
ANÁLISIS DE DATOS.....	66
3.10.1. Determinación de parámetros de crianza, recojo y	
control de calidad sensorial de los huevos.....	66
3.10.2. Registros de parámetros físicos.....	68
CAPÍTULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS.....	69
4.1. RESULTADOS: Objetivos específicos 1.....	69
4.1.1. Análisis físico-químicos.....	69
4.1.1.1 Temperatura ambiental.....	70
4.1.1.2 Análisis de pH.....	71
4.1.1.3. Iluminación	71
4.1.1.4. Granulometría de calcio.....	73
4.1.1.5. Calidad de agua	74
4.1.2. Análisis nutricionales	76
4.1.3. Análisis especiales	80
4.1.3.1. Consumo de alimentos.....	81
4.1.3.2. Conversión alimenticia.....	81

4.1.3.3. Porcentaje de huevos tipo A.....	82
4.2. RESULTADOS: Objetivo específico 2	82
4.2.1. Análisis sensoriales.....	83
4.2.1.1 Peso de huevo.....	83
4.2.1.2 Unidades HAUGH.....	83
4.2.1.3 Color de la yema.....	85
DISCUSIÓN.....	91
CONCLUSIONES.....	98
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Fórmula base para la alimentación de las gallinas ponedoras, según Parra 2017.....	36
Tabla 2.	Diseño Experimental para tratamientos con spirulina (<i>Arthrospira platensis</i>).....	41
Tabla 3.	Dieta experimental para tratamientos (peso en kilogramos) con spirulina (<i>Arthrospira platensis</i>).....	42
Tabla 4.	Operacionalización de variables: “Efecto del empleo de spirulina en la dieta de gallinas ponedoras y su evaluación en la calidad nutricional y sensorial del huevo”.....	45
Tabla 5.	Niveles experimentales de spirulina.....	62
Tabla 6.	Resultados de análisis físicos: temperatura ambiental: galpones de crianza.....	70
Tabla 7.	Resultados de análisis físicos (pH): dietas empleadas..	71
Tabla 8.	Programa de Iluminación para galpones con Luz- Controlada.....	72
Tabla 9.	Resultados de análisis químicos (granulometría): tratamientos dietas empleadas.....	73
Tabla 10.	Análisis del agua potable empleada en los tratamientos experimentales.....	75

Tabla 11.	Análisis comparativo del nivel proteico de spirulina Americana y China.....	76
Tabla 12.	Resultados análisis proximal dieta gallina ponedora (con 6% de espirulina).....	77
Tabla 13.	Resultados del análisis proximal del huevo entero T3 (dieta 6% de espirulina).....	77
Tabla 14.	Resultados del análisis proximal de huevos en sus diferentes tratamientos (con 0%, 2%, 4% y 6% de spirulina).....	78
Tabla 15.	Análisis de varianza del porcentaje de proteínas de los huevos experimentales.....	78
Tabla 16.	Fuente de variación en el ANVA del porcentaje de proteínas de los huevos experimentales.....	79
Tabla 17.	Método de TUKEY.....	80
Tabla 18.	Resultados de conversión alimenticia en huevos experimentales: tratamientos dietas empleadas.....	82
Tabla 19.	Resultados de Porcentaje de huevo tipo A en huevos experimentales: según tratamientos dietas empleadas.....	82
Tabla 20.	Peso promedio de los huevos según semana de producción y tratamientos.....	83

Tabla 21.	Unidades HAUGH de los huevos durante 8 semanas.....	84
Tabla 22.	Escala de valoración HAUGH en huevos de gallina.....	85
Tabla 23.	Color visual de la yema de huevos según tratamiento y nivel de spirulina. Escala colorimétrica de Roche.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Modo de acción de las microalgas para mejorar los parámetros de rendimiento.....	27
Figura 2.	Tipos de filamentos de Spirulina spp.....	30
Figura 3.	Mapa de ubicación de la granja de crianza de gallinas ponedoras.....	39
Figura 4.	Esquema del Diseño experimental empleado en evaluación de dietas para gallinas ponedoras con spirulina.....	43
Figura 5.	Spirulina (<i>Arthrospira platensis</i>) deshidratada en polvo empleada en los experimentos y tratamientos. a) Procedente del mercado americano USA, de la marca NUTRICOST, b) Procedente del mercado chino, de la marca HALNATUR.....	49
Figura 6.	Limpieza y desinfección del galpón y módulos.....	57
Figura 7.	Preparación e implementación de los módulos de crianza.....	59
Figura 8.	Llegada de las pollitas BB de la línea Hy-line Brown....	60
Figura 9.	Acondicionamiento de los módulos de postura.....	61
Figura 10.	Distribución de las gallinas en los módulos de postura.....	63

Figura 11.	Registro de datos.....	64
Figura 12.	Flujograma del proceso experimental: “Efecto del empleo de spirulina (<i>Arthrospira platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras y su evaluación en la calidad nutricional y sensorial del huevo”.....	65
Figura 13.	Calcio grueso y calcio fino en las dietas empleadas...	73
Figura 14.	Escala colorimétrica de Roche para la determinación del color de la yema del huevo.....	87
Figura 15.	Unidad de huevo común entero.....	88
Figura 16.	Fotos de las unidades de huevos, según tratamientos (T0%, T2%, T4%, T6%) con 0 %, 2, 4, y 6% de <i>Arthrospira platensis</i> . Replica 1.....	88
Figura 17.	Fotos de las unidades de huevos, según tratamientos (T0%, T2%, T4%, T6%) con 0 %, 2, 4, y 6% de <i>Arthrospira platensis</i> . Replica 2.....	89
Figura 18.	Fotos de las unidades de huevos, según tratamientos (T0%, T2%, T4%, T6%) con 0 %, 2, 4, y 6% de <i>Arthrospira platensis</i> . Replica 3.....	89
Figura 19.	Fotos de las unidades de huevos, según tratamientos (T0%, T2%, T4%, T6%) con 0 %, 2, 4, y 6% de <i>Arthrospira platensis</i> . Replica 4.....	90

Figura 20.	Foto de la unidad de huevo, tratamiento (T6%) con 6% de <i>Arthrospira platensis</i> . Intensidad de la tabla Roche 13 a 14 unidades de color, de 0 a 15. Replica 1.....	90
Figura 21.	Foto de la unidad de huevo, tratamiento (T6%) con 6% de <i>Arthrospira platensis</i> . Intensidad de la tabla Roche 13 a 14 unidades de color, de 0 a 15. Replica 2.....	91
Figura 22.	Foto de la unidad de huevo, tratamiento (T6%) con 6% de <i>Arthrospira platensis</i> . Intensidad de la tabla Roche 13 a 14 unidades de color, de 0 a 15. Replica 3.....	91
Figura 23.	Fotografía de huevo, tratamiento: T0- 0% de spirulina.....	114
Figura 24.	Fotografía de huevo, tratamiento: T1- 2% de spirulina.....	114
Figura 25.	Fotografía de huevo, tratamiento: T2- 4% de spirulina.....	115
Figura 26.	Fotografía de huevo, tratamiento: T3- 6% de spirulina.....	115

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	MATRIZ DE CONSISTENCIA: Efecto del empleo de spirulina (<i>arthrospira platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras y su evaluación en la calidad nutritiva y sensorial del huevo.....	108
Anexo 2.	Unidades HAUGH.....	109
Anexo 3.	Panel de fotos.....	113
Anexo 4.	CERTIFICADO DE ANALISIS- LABORATORIO DE TECNOLOGIA PESQUERA, Analisis de proteina: spirulina en polvo, Muestra A (procedencia China).....	115
Anexo 5.	CERTIFICADO DE ANALISIS- laboratorio de tecnología pesquera análisis de proteína: spirulina en polvo, Muestra B (procedencia USA).....	116
Anexo 6.	INFORME DE ENSAYO – UNA LA MOLINA Análisis físico/químico: alimento balanceado (6% spirulina).....	117
Anexo 7.	CERTIFICADO DE ANÁLISIS –LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA, Análisis proximal: huevo entero, muestra 1 (0% de spirulina.....	119

Anexo 8.	CERTIFICADO DE ANÁLISIS –LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA, Análisis proximal: huevo entero, muestra 2 (2% de spirulina).....	120
Anexo 9.	CERTIFICADO DE ANÁLISIS –LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA, Análisis proximal: huevo entero, muestra 3 (4% de spirulina).....	121
Anexo 10.	INFORME DE ENSAYO – UNA LA MOLINA Análisis físico/químico: Huevos de Gallina, muestra 4 (6% spirulina).....	122

RESUMEN

El presente trabajo de investigación de tesis tuvo como objetivo determinar el empleo de Spirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras con la finalidad de mejorar la calidad nutritiva del huevo y evaluar su calidad sensorial. Se estructuró en un diseño experimental con 2 variables: la independiente con niveles de Spirulina; la variable dependiente: calidad nutritiva y calidad sensorial del huevo. Los tratamientos empleados fueron T₀, T₁, T₂, y T₃, (0%, 2, 4, y 6% de espirulina en la dieta de las gallinas). Todos ellos arreglados en un DCA con r=2.

Se arribó a las siguientes conclusiones:

Se logró emplear Spirulina (*A. platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras como mejora de la calidad nutritiva del huevo y su calidad sensorial, ensayando durante 24 a 31 semanas de producción de huevos.

El efecto del empleo de dosis de Spirulina (*A. platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras en la calidad nutricional del huevo se vio reflejado en un ligero aumento del nivel proteico y en un mejor nivel de lípidos, respecto los tratamientos (T₀, T₁, T₂, y T₃), 0%, 2, 4, y 6% de Spirulina, siendo el tratamiento con 6% de espirulina mejor respecto a los otros niveles en nivel proteico y lípidos.

El efecto del empleo de dosis de Spirulina (*A. platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras en la calidad sensorial del huevo se vio afectado, en la intensidad del color, las dietas con 4 y 6% de spirulina alcanzaron en la escala colorimétrica Roche de 13 a 14 respecto al testigo con 0% de spirulina, intensidad 1 a 2.

Palabras clave: Spirulina, dieta, gallinas, huevos

ABSTRACT

The objective of this thesis research work was to determine the use of spirulina (*Arthrospira platensis*) in the diet of laying hens with the purpose of improving the nutritional quality of the egg and evaluating its sensory quality. It was structured in an experimental design with 2 variables: the independent one with spirulina levels; the dependent variable: nutritional quality and sensory quality of the egg. The treatments used were T0, T1, T2, and T3, (0%, 2, 4, and 6% spirulina in the hens' diet). All of them arranged in a DCA with $r=2$.

The following conclusions were reached:

It was possible to use spirulina (*A. platensis*) in the diet of laying hens to improve the nutritional quality of the egg and its sensory quality, testing during 24 to 31 weeks of egg production.

The effect of using doses of spirulina (*A. platensis*) in the diet of laying hens on the nutritional quality of the egg was reflected in a slight increase in the protein level and a better lipid level, compared to the treatments (T0, T1, T2, and T3), 0%, 2, 4, and 6% of spirulina, the treatment with 6% of spirulina being better compared to the other levels in terms of protein and lipids.

The effect of using doses of spirulina (*A. platensis*) in the diet of laying hens on the sensory quality of the egg was affected, in the intensity of the color, the diets with 4 and 6% of spirulina reached on the Roche colorimetric scale of 13 to 14 compared to the control with 0% spirulina, intensity 1 to 2

Keywords: Spirulina, chicken diet, eggs

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de productos alimenticios que aporten y signifiquen una realidad nutritiva por años los huevos de gallina como alimento diario está arraigado en la población humana como un artículo que aporta nutrientes de primer orden para los seres humanos, debido a su excepcional perfil nutricional. La densidad de nutrientes les da un balance nutricional en la dieta, fuente económica de alta calidad proteica y de bajas calorías. (Aplegate, 2000).

(Mariey *et al.*, 2012; Ginzberg *et al.*, 2000), según citados por (Gil, 2016). Dieron a conocer que hay disminución de la colessterina en la clara y también en la yema a la vez que se aumentaban las cantidades de *spirulina* (0,10; 0,15; y 0,20%) en el alimento en dos diferentes líneas de gallinas (Sinai y Gimmizah). Estos cambios comprueban que la estructura de los triglicéridos en la yema y/o niveles de colesterol son modificados por el tipo de alimento, particularmente sobre la clase de grasa.

Según (Deza y Mendiola, 2016). En el Perú, las aves como el pollo no son alimentas con *spirulina* a pesar de que se tiene conocimiento de los beneficios de las algas, que han sido aprovechados en otras partes del

mundo. Por ello es necesario evaluar esta alternativa por las razones siguientes:

- Se desarrollan en terrenos no idóneo para el cultivo.
- Crece en agua no potable
- Disminuye las consecuencias del efecto invernadero debido a que la microalga atrapan el CO₂ y lo transforman en oxígeno. Ya que atrapan alrededor del doble de CO₂ que los árboles.
- de crecimiento.
- Puede desarrollarse durante todo el año.
- No se necesita el uso de pesticidas ya que tiene un alto nivel de pH alcalino en el agua que requiere el alga *Arthrospira platensis* para desarrollarse.
- Se necesita menor cantidad de agua para cultivar spirulina que para cualquier otro cultivo vegetal.
- Para conseguir 1 kg de proteína de carne se necesita 190 m² de terreno, para la proteína de soya 16 m² y mientras la spirulina 0,6 m².
- Poseen una cantidad importante de proteínas, vitaminas, minerales, aminoácidos esenciales, y antioxidantes que lo convierten en un alimento único. (Deza y Mendiola, 2016).

Es conocido que las algas marinas son súper alimentos a causa de los altos valores nutricionales que contienen (Superalimentos.pro, 2019), (Poultry World, 2016), citados por (Deza y Mendiola, 2016). Se han realizado estudios experimentales para que estas formen parte de la alimentación de las aves, obteniéndose resultados positivos como: (i) aumento de peso, (ii) incremento del sistema inmunológico, (iii) calidad de la carne y (iv) gran calidad de los huevos. En el Perú, el uso de algas marinas para la alimentación de los pollos no había sido significativo. Se destacó que su consumo no reemplazaba ningún alimento principal, sino que se consideraba un aditivo que se incorporaba en pequeñas proporciones en la dieta de las aves, limitando así su impacto en la nutrición avícola.

Esta investigación que tuvo como objetivo determinar el empleo de spirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras con la finalidad de mejorar la calidad nutritiva del huevo y evaluar su calidad sensorial se estructuró en un diseño experimental con la aplicación de 2 variables: la independiente con niveles de spirulina (*Arthrospira platensis*); la variable dependiente: calidad nutritiva y calidad sensorial del huevo; se estructuró en 4 capítulos, siendo los siguientes:

Capítulo I: Planteamiento del problema: Capítulo II: Marco teórico;
Capítulo III: Marco metodológico; Capítulo IV: Resultados; Capítulo V:
Discusiones; Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Diversos investigadores tales como (Rimber, 2007; Fernández, 2014; Mairey, 2012 y Becker , 2004), citados por (Gil, 2016), Se ha destacado el interés ya que las algas se utilizaron en la alimentación de aves debido a su excelente contenido de proteínas, lípidos, polisacáridos, minerales, vitaminas y enzimas. También eran reconocidas como una fuente notable de aminoácidos esenciales, lo que mejoraba la digestibilidad de los alimentos.

Algunas algas actuaban como precursores de ácidos grasos poliinsaturados, como el EPA y el DHA, contribuyendo así a mejorar la calidad de los ácidos grasos, en productos como huevos y carne, y contribuir a la mejora de ciertos parámetros productivos. Las algas ofrecieron una alternativa a fuentes tradicionales, como el aceite de pescado y los pigmentos, en las dietas avícolas, mejorando su nutrición.

En el pasado, diversas variedades de microalgas, como la cianobacteria *Arthrospira máxima*, destacaron por su alto contenido de nutrientes, compuestos fenólicos y pigmentos, convirtiéndolas en alimentos completos. Además, fueron utilizadas como suplementos y se observaron

mejoras en el crecimiento, la maduración sexual y la fertilidad de bovinos y peces gracias a los suplementos en la alimentación animal. Además, se registró un aumento en la producción de huevos en aves de corral, junto con cambios en la coloración y el contenido de la yema. gracias a la incorporación de estas algas en sus dietas. (Parra *et al.*, 2017). Así mismo (Zahroojian *et al.*, 2011) emplearon también spirulina (*Spirulina platensis*) a fin de determinar los efectos de las algas marinas en la dieta sobre el color de la yema de huevo y comparar la eficacia de la spirulina y el pigmento sintético para mejorar el color de la yema de huevo de gallinas ponedoras.

En el pasado, los huevos destacaron por su excepcional perfil nutricional, gracias a las proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales esenciales que los conformaban. Asimismo, Las investigaciones realizadas demostraron que los huevos contenían cantidades significativas de carotenoides, que desempeñaban un papel crucial en la prevención de enfermedades como la degeneración macular. Además, se asociaron con un menor riesgo de extracción de cataratas, ya que estos carotenoides, especialmente la luteína y la zeaxantina (isómero de la luteína), se acumulaban en la retina, donde cumplían una función antioxidante esencial para la salud visual (Applegate, 2000).

Investigaciones anteriores demostraron que el uso de ciertas algas aumentaba el color de la yema. (Bezares *et al.*, 1976). Administraron

diferentes dosis de Spirulina (0; 2,5; 5,0; 7,5 y 10%) en la dieta de gallinas Leghorn Blanca de 30 semanas, sustituyendo la torta de soya. Los resultados mostraron un incremento en la coloración de la yema de 8,8; 13,2; 14,0; 15,3 y 15,5, respectivamente, utilizando el abanico colorimétrico de Roche, sin afectar los parámetros productivos. Por otro lado, (Zahroojian *et al.*, 2011), establecieron que una dosis del 2,5% de *Spirulina platensis* podía usarse como sustituto del pigmento para comerciar en aves gallinas Hy-line W36, sin afectar sus variables productivas. (Gil, 2016).

Actualmente en nuestra Región existe muy poca información sobre la utilización del recurso hidrobiológico spirulina como suplemento alimenticio en gallinas ponedoras y su mejora en la calidad del huevo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante general

¿Será posible el empleo de spirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras como mejora de la calidad nutritiva del huevo y su calidad sensorial?

1.2.2. Interrogantes secundarias

¿Cuál será el efecto del empleo de dosis de spirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras sobre la calidad nutritiva del huevo?

¿Cuál será el efecto del empleo de dosis de spirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras sobre la calidad sensorial del huevo?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación está relacionada a la carrera de ingeniería pesquera, en donde se buscará identificar una propuesta que pueda contribuir al aporte del empleo de un recurso acuático, la microalga spirulina, suficientemente conocido y su aplicación en el sector pecuario como es la crianza de gallinas ponedoras.

En la actualidad el empleo de recursos hidrobiológicos no convencionales como las microalgas está cobrando mucho auge tanto en la alimentación humana como en la alimentación de animales de granja, debido a sus grandes contenidos en calidad y calidad de nutrientes.

Una de las microalgas más estudiadas y utilizada en las últimas décadas tanto para uso humano, terapéutico, suplemento dietético y dietas de animales de granja es la spirulina.

Es por ello que se trabaja empleando el recurso hidrobiológico la microalga *spirulina*, (*Arthrospira platensis*) identificando en la preparación de suplementos alimenticios nutricionales.

Se espera que la presente investigación contribuya a la obtención de aportes en la mejora de dietas preparadas, con algún insumo hidrobiológico, para animales de granja destinados finalmente para uso humano.

El trabajo de investigación propuesto señala algunos antecedentes realizados en otros países, sobre el empleo de algas y en especial espirulina en la industria avícola de carne y producción de huevos; considerando lo importante de la calidad nutricional y sensorial de un alimento diario, el huevo, se espera poder contribuir a una mejora en la rentabilidad de esta actividad pecuaria, incentivando el uso tecnificado de mano de obra en la producción del alimento a obtener.

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Ensayar el empleo de spirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras como mejora de la calidad nutritiva del huevo y su calidad sensorial.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto del empleo de dosis de spirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras sobre la calidad nutritiva del huevo

Determinar el efecto del empleo de dosis de spirulina (*Arthrospira platensis*), en la dieta de gallinas ponedoras sobre la calidad sensorial del huevo.

1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

El empleo de spirulina (*Arthrospira platensis*) empleada en el presente estudio, en la dieta de gallinas ponedoras mejora significativamente la calidad nutritiva del huevo y su calidad sensorial.

1.5.2. Hipótesis específicas

Las dosis de spirulina, (*Arthrospira platensis*), empleada en la dieta de gallinas ponedoras mejora significativamente la calidad nutritiva del huevo de las especies estudiadas.

El empleo de dosis de spirulina, *Arthrospira platensis*, en la dieta de gallinas ponedoras, a los niveles usados en la presente, mejora la calidad sensorial del huevo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Bezares *et al.*, 1976); en su trabajo de investigación: ***“Valor pigmentante y nutritivo del alga espirulina en dietas para gallinas en postura”***, resumen lo siguiente:

Se llevaron a cabo dos experimentos con gallinas de la línea comercial Leghorn para investigar el efecto de añadir espirulina a niveles de 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0% y 0, 1, 2, 3, 4, 5% en dietas con el mismo contenido proteico. Cada tratamiento se replicó tres veces en grupos de diez aves. Los resultados obtenidos a los 70 y 126 días indicaron que no hubo diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento, la producción de huevos, el peso de los huevos ni en la conversión alimenticia. Sin embargo, al evaluar visualmente la pigmentación de la yema de los huevos utilizando el abanico colorimétrico de Roche, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre los tratamientos en ambos experimentos. Se observó que el color de la yema

aumentaba de manera lineal ($P < 0,05$) a medida que se incrementaba el nivel de espirulina en las dietas. Los niveles de 7,5% y 10% de espirulina proporcionaron un color superior al número 15 de la escala colorimétrica de Roche. Las dietas testigo en ambos experimentos incluían una combinación de carotenoides sintéticos.

(Parra *et al.*, 2017), en la investigación **“Inclusión de la cianobacteria *Arthrospira maxima* como fuente de carotenoides en la alimentación de gallinas ponedoras y su evaluación en la calidad del huevo”**, resumen lo siguiente:

La cianobacteria *Arthrospira maxima* se caracterizaba por un alto contenido de nutrientes, compuestos fenólicos y pigmentos como carotenoides, clorofila y ficocianina, lo que la convertía en un alimento muy completo. Se había utilizado como suplemento en la alimentación animal, lo que resultó en mejoras en el crecimiento, la maduración sexual y la fertilidad de bovinos y peces. Además, se registró un aumento en la producción de huevos en aves de corral, junto con cambios en la coloración y el contenido de la yema.

Un estudio realizado tuvo como finalidad evaluar el efecto de la suplementación con un 3% de *Arthrospira* en la dieta de gallinas ponedoras sobre la calidad nutricional y coloración de los huevos. Se realizaron análisis proximales, de minerales, vitaminas del complejo B y colesterol, así

como la determinación de compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante. Los resultados revelaron un aumento en el contenido de proteínas (7,46%), potasio (35,07%), hierro (31,85%) y fósforo (16,77%), junto con una disminución en los lípidos (8,59%) y el colesterol (50,10%). Asimismo, se observó un incremento del 45,82% en los carotenoides de los huevos de gallinas alimentadas con la dieta suplementada con *Arthrospira*, mejorando sustancialmente el índice de coloración según la escala de Roche. Se concluyó que la inclusión de esta microalga en la dieta para las gallinas ponedoras mejoraba significativamente la calidad nutricional y funcional de los huevos.

(Zahroojian *et al.*, 2011); en su investigación comparativa de spirulina y pigmentos sintéticos, resumen lo siguiente:

El objetivo de su experimento fue determinar los efectos de las algas marinas en la dieta (*Spirulina platensis*) sobre el color de la yema de huevo y comparar la eficacia de la *spirulina* y el pigmento sintético para mejorar el color de la yema de huevo de gallinas ponedoras alimentadas con una dieta basada en trigo.

En total, se estudiaron 160 gallinas ponedoras Hy-line W36 de 63 semanas de edad dividiéndolas en 5 grupos, de 32 aves cada uno. A excepción del grupo de control (basado en harina de trigo y soja), el alimento para otros tres grupos contenía 1,5; 2,0 y 2,5% de *Spirulina*;

mientras que un grupo contenía pigmentos sintéticos (BASF Lucantin® amarillo: 30 mg/kg y BASF Lucantin® rojo: 35 mg/kg).

Se determinaron la producción de huevos, el consumo de alimento, la tasa de conversión alimenticia (FCR), el peso del huevo y el color de la yema.

Se observó un aumento significativo en el color de la yema de huevo en los tratamientos que recibieron spirulina y pigmento sintético, en comparación con la dieta control.

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos con 2,5% de spirulina y pigmento sintético en la mejora del color de la yema. Finalmente, los resultados indicaron que la dieta que contenía 2,5% de spirulina podría ser tan efectiva como la dieta con pigmento sintético para producir un color de yema de huevo agradable.

(Silerio *et al.*, 1976), en el trabajo de investigación de tesis ***“Evaluación del alga espirulina (*Spirulina geitleri*) como fuente de pigmento en dietas para pollos de engorda”***, resumen lo siguiente:

Se llevaron a cabo dos experimentos con pollos de engorde para evaluar el alga spirulina como fuente de xantofilas. En el primer experimento, se evaluó el poder pigmentante de la espirulina en comparación con la harina de flor de cempasúchil, la harina de chile guajillo y una mezcla de carofil amarillo y carofil rojo (100 y 30 mg/kg de alimento).

Los resultados indicaron que la espirulina era la mejor fuente de xantofilas, seguida en orden decreciente por la harina de chile, la harina de cempasúchil y, por último los carofiles.

En el segundo experimento, se determinó el tiempo mínimo de estabilización de los pigmentos en la piel de los pollos de engorde. Se utilizaron cinco niveles de xantofilas (0, 50, 100, 150 y 200 mg/kg de alimento) provenientes de la spirulina, la cual se incorporó a la dieta en lugar de la proteína de las harinas de soya y ajonjolí. Los tiempos de estabilización de los pigmentos en la piel, medidos en días, fueron de 22,3; 18,7; 19,2 y 7,1 para cada nivel de xantofilas, respectivamente (Silerio *et al.*, 1976).

(El-Ghany, 2020); en un Review Article sobre características nutricionales de microalgas, resume lo siguiente:

Hace muchos años que se añaden antibióticos a los piensos para animales y aves de corral como promotores del crecimiento. El uso peligroso de antibióticos a largo plazo crea varios problemas de salud tanto para los animales como para las personas. Por ello, los países han buscado alternativas naturales que incorporen antimicrobianos a la ración del ganado y las aves de corral sin efectos adversos para la productividad y la salud. Una de estas alternativas importantes y prometedoras son las microalgas. Estas son algas microscópicas, unicelulares o pluricelulares y

fotosintéticas que crecen en aguas marinas, dulces y salobres. Se consideran fuentes ricas en proteínas, ácidos grasos esenciales, carbohidratos, vitaminas, minerales, pigmentos y antioxidantes.

Varios tipos de microalgas se han utilizado con seguridad en humanos, animales y aves de corral. Diferentes especies de microalgas como Spirulina, Chlorella y otras han demostrado tener una influencia positiva en la nutrición de las aves de corral. Por lo tanto, este artículo de revisión tiene como objetivo mostrar los efectos del uso de diferentes tipos de microalgas en las características productivas, la respuesta inmune, la resistencia microbiana y las características de la canal de las aves de corral. (El-Ghany, 2020).

(Poveda, 2020); en la tesis: ***“Evaluación de la inclusión de la microalga Arthrospira maxima en la alimentación de gallinas ponedoras comerciales y su efecto en el desempeño productivo de las aves y las características del huevo”*** presentada para optar el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Universidad de Costa Rica, resume lo siguiente:

Debido a la alta dependencia de la industria avícola en Costa Rica de materias primas proteicas importadas y al considerable consumo per cápita de huevos en el país, este estudio tuvo como objetivo evaluar la inclusión de biomasa microalgal de *Arthrospira maxima*, producida en

condiciones mixotróficas utilizando cerdaza, en la alimentación de gallinas ponedoras comerciales. Se analizó el impacto de esta inclusión en el desempeño productivo, las características del huevo y el costo final de la dieta. El experimento se llevó a cabo en la Granja Avícola Los Pollitos, ubicada en Palmares, Alajuela, durante un periodo de 28 días, utilizando gallinas ponedoras de 52 semanas de edad de la línea genética Isa Brown. Las aves se alojaron en baterías de jaulas de tres niveles, con cinco gallinas por jaula, lo que permitió un control adecuado de las condiciones de alimentación y manejo, distribuidas aleatoriamente en cinco repeticiones por tratamiento, lo que dio un total de 20 unidades experimentales. Se establecieron cuatro niveles de inclusión de *Arthrospira maxima*: 0%, 2%, 4% y 6%. Cada semana, se evaluaron la masa promedio del huevo, Se evaluaron el porcentaje de postura, la conversión alimenticia, el porcentaje de huevos tipo A, el peso del huevo, el grosor de la cáscara y la coloración de la yema. Al finalizar el periodo experimental, se analizaron también las concentraciones de ácidos grasos y colesterol en la yema del huevo.

Los resultados no mostraron efectos significativos de ningún nivel de inclusión sobre el desempeño productivo, el peso del huevo, el grosor de la cáscara ni las unidades Haugh. No obstante, se observó que el aumento en el nivel de inclusión incrementaba la coloración de la yema, alcanzando valores de 11 y 12 en la escala Colorimétrica Roche, dependiendo del

porcentaje de inclusión y el tiempo. Además, la inclusión de biomasa microalgal no afectó las concentraciones de ácidos grasos ni de colesterol en la yema. No obstante, el costo de las dietas aumentó hasta \$1,38/kg con un 6% de inclusión. Por lo tanto, se concluyó que esta biomasa podría ser utilizada en la alimentación de gallinas ponedoras comerciales como un sustituto de la harina de soya y pigmentantes, aunque se destacó la necesidad de reducir su costo para no afectar la rentabilidad del sistema.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Deza y Mendiola, 2019). Plan de negocio para cultivo de microalga *Arthrospira platensis* como aditivo alimenticio para pollos de engorde. Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener el grado de Maestro en Administración. Universidad ESAN.

La tesis expuesta en Perú; esta microalga no se había incorporado a la dieta de los pollos, a pesar de su reconocimiento por sus beneficios en otros lados del mundo, como Egipto, India, y Bangladesh. El diseño de negocio propuesto en este informe se dirigía a empresas avícolas medianas, ofreciendo una relación costo/beneficio favorable en un sector altamente competitivo donde los actores buscan constantemente oportunidades para reducir costos y maximizar ingresos.

Con base en esta oportunidad, se decidió evaluar la viabilidad comercial, técnica y económica para establecer una operación que incluyera el cultivo, cosecha, secado, empaquetado y comercialización de spirulina como aditivo para la alimentación de pollos de carne. Se plantearon varios objetivos clave para guiar esta evaluación:

Investigar los requerimientos nutricionales necesarios para la alimentación de pollos de engorde.

- Analizar el mercado avícola para determinar la demanda potencial de spirulina.
- Desarrollar estrategias competitivas para implementar la idea de negocio.
- Elaborar un plan comercial y operativo para su ejecución.
- Establecer la viabilidad económica y realizar un análisis de riesgos asociados al proyecto.

El modelo de negocio propuesto se centraba en la producción y comercialización de spirulina, combinando varios elementos estratégicos. En primer lugar, se consideraba un precio atractivo que ofreciera una propuesta razonable en términos de costo/beneficio para las empresas avícolas, argumentando que la ganancia de peso resultante del consumo del aditivo compensaría su costo. En segundo lugar, el producto debía ser inocuo para los pollos de engorde, generando ahorros en la crianza

mediante una menor tasa de mortalidad y una conversión alimenticia más eficiente.

Además, se planeaba establecer una fuerza de ventas especializada compuesta por ingenieros zootecnistas o veterinarios, quienes serían responsables de la promoción del producto. Las estrategias de promoción incluían la entrega de muestras de prueba y la comunicación de los beneficios de la spirulina como alternativa a los antibióticos, que son considerados negativos en la industria avícola. También se enfatizaba la importancia de atraer y retener ingenieros talentosos para las áreas de producción y comercialización, asegurando así la calidad del proceso.

Para maximizar la productividad, se buscaba continuamente mejorar los procesos con el fin de reducir el costo unitario de producción. La atención postventa también era un aspecto crucial, proporcionando acompañamiento a los clientes para asegurar la correcta manejo del producto.

En el análisis estratégico, se utilizaron diversas herramientas teóricas. Se aplicaron el análisis PESTEL, las fuerzas competitivas de Porter, el Business Model Canvas y la matriz de evaluación de factores externos. Para otros capítulos de la tesis, se incorporaron herramientas adicionales, como el mapeo de la cadena de valor, la matriz de criterios de excelencia por competencia y la matriz de grupos de interés, que evaluaba

el poder, la legitimidad y la urgencia de cada grupo involucrado en el estudio. En la evaluación económica-financiera, se aplicaron herramientas como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Las fuentes de información empleadas en la elaboración de la tesis incluyeron tanto datos primarios como secundarios. Las fuentes secundarias se obtuvieron del Ministerio de Agricultura y Riego, así como de artículos, libros y revistas académicas. En contraste, las fuentes primarias se recopilaban a través de más de diez entrevistas en profundidad con expertos en producción y comercialización avícola, alimentación de pollos de engorde y biología relacionada con la spirulina.

Con los datos recolectados y las fuentes revisadas, se evaluó el proyecto para determinar su viabilidad técnica y económica. Se consideraron tres escenarios distintos para la evaluación económica: optimista, conservador y pesimista, diferenciándose principalmente por el número de clientes medianos objetivo, que eran 5, 4 y 3, respectivamente. El análisis económico del escenario conservador concluyó que el proyecto era rentable, con un VAN de S/. 19 millones y una TIR del 36%.

Finalmente, tras las evaluaciones y análisis realizados, se concluyó que el proyecto de cultivo y comercialización de spirulina era viable tanto técnica como económicamente.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Microalgas

Según (García, 2014); las microalgas eran organismos microscópicos con clorofila a, capaces de realizar fotosíntesis oxigénica y sin diferenciación en raíces, tallos o hojas. Incluían tanto microorganismos eucariotas como procariotas y eran responsables de al menos la mitad de la productividad primaria del planeta. Su reproducción se llevaba a cabo principalmente por división binaria, con tiempos de duplicación de una hora o menos para las cianobacterias procariotas y de 8 a 24 horas o más para las eucariotas. (Romo, 2002).

Las microalgas desempeñaban un papel fundamental en el mantenimiento del planeta. Eran los principales fijadores de CO₂ y productores de oxígeno. Como productores primarios, constituían la base de la cadena trófica que sostenía la vida en los océanos, sirviendo de alimento para el plancton, moluscos, crustáceos y peces, y, a través de la cadena alimenticia, también para los seres humanos. (Palacios, 2016).

2.2.2. Composición química de microalgas

La composición bioquímica de las microalgas variaba entre las distintas clases y especies. Sin embargo, el principal componente orgánico eran las proteínas, seguidas generalmente por los lípidos y, en menor medida, por los carbohidratos. En términos de porcentaje de masa seco, el

contenido de proteínas oscilaba entre el 12% y el 35%, mientras que los lípidos y carbohidratos se encontraban en un rango de 7,2% a 23% y de 4,6% a 23%, respectivamente. El contenido de proteínas celulares era un factor crucial para evaluar el valor nutricional de las microalgas como alimento, siendo también el más susceptible a las variaciones en el medio de cultivo, a diferencia de otros constituyentes celulares. (Lavens, 1996).

Las microalgas se destacaban como uno de los organismos más eficientes en la producción de biomasa en la naturaleza, siendo reconocidas como un recurso ambiental y biotecnológico valioso. Entre los organismos fotosintéticos, las microalgas demostraban una notable eficiencia en la utilización de la energía solar. Mientras que las plantas superiores generalmente tenían una eficiencia fotosintética de alrededor del 2% o menos, las microalgas, debido a su estructura simple, podían alcanzar eficiencias de entre el 4% y el 8%, dependiendo de las condiciones ambientales y de cultivo.

Además, las microalgas podían cultivarse durante todo el año y cosecharse de manera continua. Su crecimiento era exponencial, similar al de las bacterias, lo que resultaba en un aumento muy rápido, algo que ningún vegetal terrestre podía igualar. Al ser organismos unicelulares, toda su biomasa contenía los productos de interés, lo que facilitaba la inducción fisiológica para producir compuestos comercialmente valiosos, como

proteínas, lípidos, glicerol, pigmentos, enzimas y biopolímeros (Jaramillo, 2011). Las microalgas marinas eran especialmente abundantes y acumulaban altas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico), constituyendo una alternativa a los aceites de pescado. (Batista *et al.*, 2013).

2.2.3. Usos y aplicaciones de la spirulina

Las microalgas se cultivaban y utilizaban para diversos propósitos.

En acuicultura; eran la principal fuente de alimento para moluscos, rotíferos y larvas de crustáceos, además de servir como complemento en las dietas de peces y ayudar a mantener la calidad del agua.

En el tratamiento de aguas; se empleaban para la detoxificación biológica y el control de metales pesados en aguas residuales y contaminadas. En agricultura, la biomasa de microalgas se utilizaba como biofertilizante.

En biomedicina y farmacología; se incorporaban en dietas para perder peso y en tratamientos de heridas, ya que algunas presentaban efectos hipocolesterolémicos, antibacterianos, inmunoreguladores, antifúngicos y antitumorales.

En la alimentación humana; las microalgas ofrecían una fuente de proteína y tenían aplicaciones en la producción de vitaminas, pigmentos, fitol, aminoácidos, polisacáridos, glicerol y enzimas.

Pienso animal, principalmente se utiliza como complemento de piensos en animales de granja.

Industria química y alimenticia; Los hidrolizados proteicos son de gran utilidad en la industria médico farmacéutica. Producción de sustancias de interés comercial, tales como promotores de crecimiento en industrias de alimentación humana y enzimas. (Gómez, 2007).

2.2.4. Microalgas en la alimentación de aves y ganado

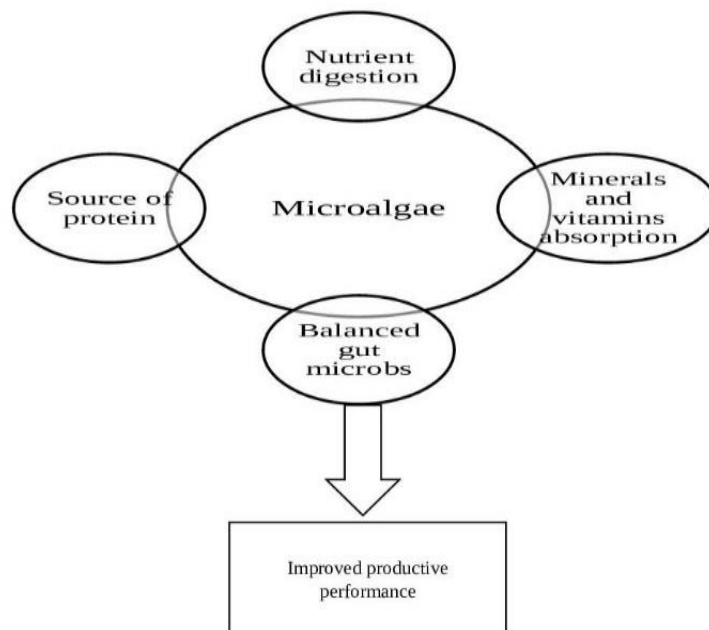
Según (El-Ghany, 2020); las microalgas se consideran una fuente de nutrientes valiosos y naturalmente interés, la atención y la aplicación entre múltiples productores de todo el mundo. Se han probado en animales de experimentación cientos de años como inmunomoduladores, antiinflamatorios antioxidantes, antimicrobianos, antivirales y han demostrado su eficacia. Las microalgas pueden considerarse también como un prometedor componente fundamental de la ración de animales y aves de corral. Microalgas verdeazuladas; *Arthrospira* (especies de *Spirulina*) como *Spirulina platensis* y *S. maxima* son las microalgas

comestibles aditivas para piensos más eficientes y ampliamente distribuidas en animales y aves de corral.

El modo de acción de las microalgas para mejorar los parámetros de rendimiento se ilustra en la Figura 1. La incorporación de *S. platensis* en la dieta de los pollos de engorde con la mejora del peso corporal vivo, se observó el aumento de peso corporal y el índice de conversión alimenticia en los pollos de engorde. Estudios tempranos demostraron que la spirulina a niveles de 111 g/kg y 166 g/kg de dieta de pollos White Leghorn podía sustituir a la torta de cacahuete (maní) con la mejora de la ganancia de peso de las aves. La adición de spirulina a un nivel del 12% a ración de pollos de engorde podía sustituir a la fuente de proteína, así como mejorar el crecimiento y el índice de conversión alimenticia. La spirulina mostró una mejora de la digestión de nutrientes, la absorción de minerales y la protección de la diarrea, la alimentación de faisanes con una ración con 0,3 g de spirulina/kg de dieta indujo un mayor rendimiento productivo superior en comparación con aves de control. También descubrieron que la suplementación de pollos de engorde con un nivel muy bajo de spirulina (0,02 o 0,03%) mejoraba el rendimiento. (El- Ghany, 2020).

Figura 1

Modo de acción de las microalgas para mejorar los parámetros de rendimiento



Nota: El- Ghany, 2020

2.2.5. Microalga utilizada en la investigación

La *Spirulina platensis* ha sido utilizada como alimento durante siglos por diferentes poblaciones y sólo ha sido redescubierta en los últimos años. Clasificada en su día como "alga verde azulada", no pertenece propiamente a las algas, aunque por comodidad se la sigue denominando así. Crece de forma natural en las aguas alcalinas de los lagos de las regiones cálidas. Mide unos 5-10µm diámetro, 200-300µm longitud, con 5 o 6 torciones, de

diminutos filamentos verdes enrollados en espirales más o menos apretadas y más o menos numerosas, según la cepa; filamentosa, helicoidal diámetro de la hélice 50-60 μm (Ciferri, 1983).

El término "Spirulina" había sido usado de manera indistinta para referirse a dos géneros: *Arthrospira*, descrito por Stizenberger en 1852, y *Spirulina*, por Turpin en 1829. También se aplicaba a dos especies de cianobacterias, *S. platensis*, identificada por Geitler en 1932, y *S. maxima*, descrita por Geitler en 1925. Estas especies eran de gran importancia económica, ya que se cultivaban y comercializaban para la elaboración de diversos productos con supuestas propiedades nutritivas y de prevención de la salud (Gil, 2016).

Recientemente se descubrió que el alga spirulina era una excelente fuente de xantófilas, útiles tanto para la pigmentación del pollo de engorda, según, (Gutton, 1970; Ávila y Cuca, 1974); según citados por (Lisett, 2014); como para la yema de huevo. Además, *Spirulina geitleri* contenía un alto porcentaje de proteína y una composición de aminoácidos aceptable, lo que la hacía una fuente potencial alimenticia y pigmentante para el futuro, destacando su importancia en la nutrición animal y la industria alimentaria.

La Ubicación taxonómica de *Spirulina* es la siguiente:

Dominio: Bacteria

Phylum: Cyanobacteria

Clase: Cyanophyceae

Orden: Nostocales

Familia: Oscillatoriaceae

Género: Spirulina o Arthrospira

Especie: platensis, máxima, lonar

Spirulina spp. era una cianobacteria filamentosa y autótrofa, conocida como alga verde-azul, que debía su nombre a la naturaleza helicoidal o en espiral de sus filamentos.

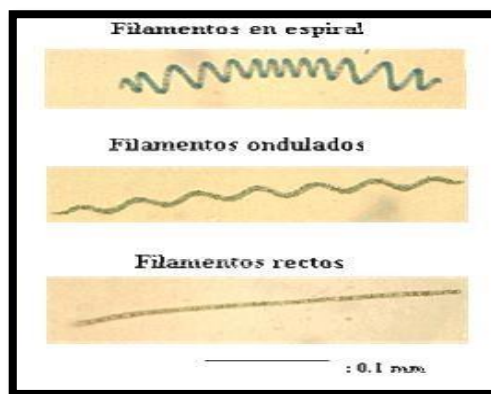
Spirulina spp. podía cultivarse con facilidad en biorreactores y sistemas acuosos abiertos, tanto naturales como artificiales. En estos sistemas, el medio de cultivo líquido contenía sales como bicarbonato de sodio y nitratos, que contribuían a la alcalinidad, un factor clave para el escalado y producción de esta cianobacteria (Lisett, 2014).

La cianobacteria crecía en condiciones alcalinas, con un pH que oscilaba entre 8,5 y 10,5 y temperaturas promedio de 25 a 35 °C. Spirulina platensis toleraba temperaturas nocturnas bajas de hasta 18 °C. Los

medios de cultivo utilizados incluían químicos y sustratos convencionales y no convencionales, lo que favorecía su desarrollo (Kosaric, 1974).

Figura 2

Tipos de filamentos de Spirulina spp



Nota: Kosaric, 1974

2.2.6. Composición nutricional

La Spirulina alga verde azulada unicelular y filamentosa verde azulada ha ganado considerable popularidad en la industria de alimentos saludables y cada vez más como suplemento proteínico y vitamínico de las dietas acuícolas. Se ha utilizado como ingrediente dietético complementario de piensos para peces, camarones y aves de corral. Entre las diversas especies de Spirulina, el alga verde azulada *Spirulina platensis* ha llamado más atención porque muestra un alto contenido nutricional, contenido proteínico del 70%, presencia de minerales, vitaminas,

aminoácidos, ácidos grasos esenciales, etc. (Saranraj y Sivasakthi, 2014), según citados por (Lisett, 2014).

El γ -caroteno era un componente común de la fracción carotenoide de la Spirulina y otras algas, encontrándose en mayor concentración en las algas verdes. Este compuesto aumentaba la respuesta inmune tanto en animales como en seres humanos, y en los animales se convertía en retinol (vitamina A), por lo que se le conocía como provitamina A.

En la alimentación avícola, el γ -caroteno podía utilizarse para lograr la coloración naranja o amarilla de productos como huevos y carne, lo cual era necesario en algunos países para garantizar su aceptación por parte de los consumidores. (Cañizares *et al.*, 1998); citado por (Ramírez-Moreno, 2006).

2.3. CRIANZA DE AVES PONEDORAS

2.3.1. Resumen de estándares de rendimiento.

La crianza de aves de corral, en especial para gallinas ponedoras ha sido estandarizada por la línea Hy-Line BROWN, cuya amplia información se encuentra disponible en www.hylineeggcel.com. y en www.hyline.com, en su Guía de Manejo. El potencial genético de las aves comerciales Hy-Line Brown solo podía alcanzarse mediante buenas prácticas de manejo. Esta guía describía programas exitosos basados en experiencias de campo

recopiladas por Hy-Line International, utilizando datos extensos de lotes de aves en todo el mundo. Las guías se actualizaban periódicamente cuando se disponía de nueva información sobre rendimiento y nutrición. Se enfatizaba que las sugerencias debían considerarse como pautas educativas, reconociendo que las condiciones ambientales y las enfermedades podían variar, lo que limitaba la aplicabilidad universal de la guía en todas las circunstancias.

2.3.2. Calidad del huevo

Según (Oliveira *et al.*, 2009; Silversides y Budgell, 2004; Casas *et al.*, 2016); según citados por (Poveda, 2020); la calidad del huevo de mesa estaba determinada por las necesidades y preferencias de los consumidores. La aceptación del producto podía definirse por características como tamaño, forma, color de la cáscara, color de la yema y frescura. Por lo tanto, para generar un producto con características comerciales adecuadas, era necesario evaluar ciertos parámetros específicos que garantizaban su calidad y aceptación en el mercado.

A. Peso del huevo y de sus diferentes componentes: Los huevos presentaban pesos promedio de 5,86 a 5,94 g en la cáscara, 15,16 a 18,35 g en la yema y 38,68 a 40,63 g en el

albumen, con un peso final de entre 59,62 y 64,82 g y un volumen promedio de 62,11 cm³.

B. **pH:** La calidad del huevo se puede medir a través de los incrementos en el pH del albumen. Por ejemplo, el pH del albumen al momento de la puesta es de 8,76 y puede llegar a 9,26 tras un almacenamiento de 10 días. Asimismo, la altura del albumen varía entre 4,76 y 6,47 mm, disminuyendo a medida que la gallina envejece.

C. **Índice de Unidades Haugh (UH):** Para facilitar la evaluación de calidad mediante la albumina se desarrolló este **índice** calculado a partir de la altura de la albumina y el peso del huevo. Calificaciones superiores a 72 UH indican una calidad excelente, mientras que los valores que oscilan entre 60 y 72 corresponden a huevos de alta calidad. Por otro lado, los valores inferiores a 60 reflejan una calidad inferior. Este indicador tiende a disminuir a medida que avanza la curva de producción, lo cual se debe al incremento en el peso de los huevos. (Scott y Silversides, 2000; Jones y Musgrove, 2005), citados por (Poveda, 2020).

Otros aspectos sensoriales referidos por (Pareja *et al.*, 2010). citado por (Poveda, 2020), señalan:

D. **Forma de la yema:** es uno de los principales aspectos a evaluar; a medida que pasa el tiempo de almacenamiento, la forma del huevo cambia de ovoide y elevada a aplanada, lo cual ocurre por el desplazamiento de agua a través de la membrana vitelina. Este cambio en la forma influye en el índice de yema, que es un factor utilizado para determinar el vínculo entre la altura y el diámetro de la yema.

E. **Coloración de la yema:** El color de la yema es un factor clave en la evaluación de la calidad del huevo, ya que influye en las decisiones de compra de los consumidores. Para medir este color, se utiliza la escala colorimétrica Roche, donde el valor 1 representa el nivel más bajo, correspondiente a yemas de tonos amarillos, y el valor 15 indica el nivel más alto, que se refiere a huevos con una coloración anaranjada-rojiza.

F. **Porcentaje de huevo tipo A:** Uno de los factores a considerar para evaluar la calidad del huevo es el porcentaje de huevos clasificados como tipo A. Estos huevos se caracterizan por poseer cualidades que los hacen aptos para el consumo humano directo. Entre estas características se incluyen:

- Cáscara y cutícula: normales, limpias e intactas.
- Cámara de aire: de una altura no superior a 6 mm.
- Clara: transparente, sin manchas, de consistencia gelatinosa y exenta de materia extraña.
- Yema: solo visible al trasluz como una sombra, sin contornos discernible, sin separarse del centro al rotar el huevo,
- y sin materias extrañas de cualquier tipo.
- Germen: desarrollo imperceptible.
- Olor: ausencia de olores extraños (Poveda, 2020).

A continuación, se señala a manera de ejemplo una formulación experimental con testigo (sin Spirulina) y con Spirulina, empleada por (Parra *et al.*, 2017).

Ver tabla 1,

Tabla 1

Fórmula base para la alimentación de las gallinas ponedoras, según (Parra et al., 2017)

INGREDIENTE (%)	Dieta <i>Arthrospira</i>	Dieta Testigo
Sorgo	32,47	32,47
<i>Maiz</i> Amarillo	10,37	10,37
Soya	10,37	10,37
Harina de Arroz	6,87	6,87
Harina de Carne	12,12	12,12
Afrechillo de trigo	9,39	12,36
Carbonato de Calcio grueso	10,87	10,87
Carbonato de Calcio fino	0,62	0,62
Fosfato <i>Dicálcico</i>	3,12	3,12
Sal común (Cloruro de Sodio)	0,25	0,25
<i>Astrospro</i>	3,0	-
<i>Carophyll</i> Rojo-Amarillo	-	0,03
Metionina	0,13	0,13
Lisina	0,09	0,09
Colina	0,10	0,10
Vitaminas	0,13	0,13
Minerales	0,09	0,09
Oxitetraciclina	0,01	0,01

Nota: Parra et al., 2017

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Agua potable: Se conoce como agua potable al agua que podía ser consumida sin restricciones por los humanos, ya fuera para beber o preparar alimentos, siendo apta para la alimentación y el uso doméstico.

Esta agua debía ser incolora, inodora e insípida, cumpliendo con las exigencias sanitarias, y contenía sodio, potasio, calcio, magnesio, cloro, azufre y fósforo.

No debe contener microorganismos patógenos que puedan poner en peligro la salud. (AQUAE fundación, 2021).

Spirulina sp. (Arthrospira sp.): es una cianobacteria filamentosa no diferenciada, que se cultiva para consumo humano debido a su contenido nutricional. (Lisett, 2014).

Las cianofitas, denominadas "algas verde-azules" o "cianobacterias", eran organismos procarióticos y fotosintéticos, muy antiguos, que probablemente aparecieron hace aproximadamente 2,7 billones de años (Urbach *et al.*, 1992).

Gallina bb: Gallina de pocos días de nacida que inicia su crianza hacia gallina ponedora. (Guia de Manejo, 2023).

Las Unidades Haugh: son una medida objetiva y exacta que se determina en función del peso total del huevo y la altura de la clara densa. Este método, introducido por Raymond Haugh en 1937, se considera un estándar de referencia en Estados Unidos, aunque no se aplica de manera habitual.

(Universidad de Murcia, 2019).

La Calidad Sensorial: es el resultado de la interacción entre el alimento y el ser humano. (Kilcast y Taylor, 2000). mientras que el:

Análisis sensorial: del alimento se refería al conjunto de técnicas para medir y evaluar ciertas propiedades de los alimentos a través de uno o más sentidos humanos, según lo citado por (INCAP, 2020).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

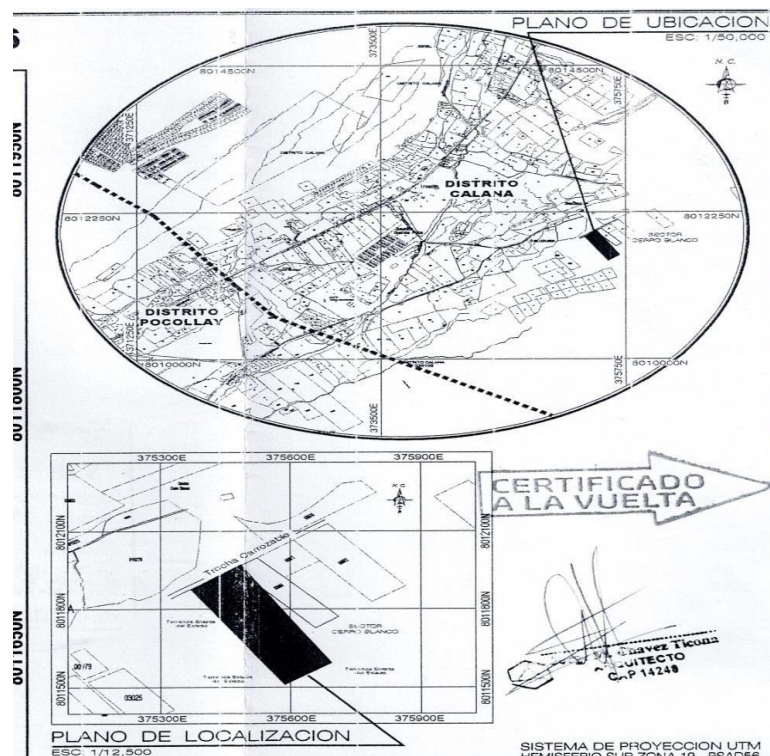
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

3.1.1. Área de estudio

La crianza de las aves ponedoras se desarrolló en las instalaciones de la granja del Fundo San Pedro, ubicada en el Sector Cerro Blanco s/n-Calana, departamento de Tacna en el Sur del Perú. Ver figura 3.

Figura 3

Mapa de ubicación de la granja de crianza de gallinas ponedoras



Nota: SUNARP, 2024

Las coordenadas son, según la M.D. Calana (2022):

CENTROIDE E: 375,540

CENTROIDE N: 8,011,752

Altitud: Se encuentra a 660 msnm.

Clima: La zona presenta un clima árido.

Durante el día, las temperaturas son cálidas y es poco probable que llueva en la zona. La temperatura media anual en la zona es de 22°C.

"La precipitación anual promedio es de 16 mm. La lluvia se presenta solo en 31 días del año, con una humedad relativa media del 77% y un Índice UV de 6.

3.1.2. Área de experimentación

El presente trabajo de investigación se realizó en la granja ubicada en el Fundo San Pedro, ubicada en el Sector Cerro Blanco - Calana, departamento de Tacna en el Sur del Perú.

Dentro de la granja se ha diseñado y acondicionado un área, para estos fines.

3.2. TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación empleado es experimental aplicativo.

Se buscó determinar el efecto de la microalga spirulina *Arthrospira platensis* en la dieta de gallinas ponedoras, enfocándose en la calidad

proteica y la calidad de los huevos., se realizó un estudio de tipo experimental con ensayos independientes y dos repeticiones para todos los tratamientos para un módulo de crianza. Véase tabla 2 a continuación:

Tabla 2

Diseño Experimental para tratamientos con Spirulina Arthrospira platensis

Spirulina sp	% Spirulina	Gallinas/módulo 1	Gallinas/módulo 2	Repeticiones
Tratamiento To	0	4	4	2
Tratamiento T1	2	4	4	2
Tratamiento T2	4	4	4	2
Tratamiento T3	6	4	4	2

Nota: Elaboración propia

Tabla 3

*Dieta experimental para tratamientos (peso en kilogramos) con spirulina
Arthrospira platensis*

INSUMO (en Kg)	To 0%	T1 2 %	T2 4%	T3 6%
ESPIRULINA SP. EN POLVO	0,00	20,00	40,00	60,00
MAIZ	571,10	551,10	531,10	511,10
SOYA INTEGRAL	131,00	131,00	131,00	131,00
TORTA DE SOYA	123,00	123,00	123,00	123,00
CARBONATO DE CALCIO	100,00	100,00	100,00	100,00
AFRECHO	50,00	50,00	50,00	50,00
MONTAFOS 21%	8,50	8,50	8,50	8,50
SAL	3,00	3,00	3,00	3,00
DIGESTOCAP	1,00	1,00	1,00	1,00
TOXIDEX	2,00	2,00	2,00	2,00
MICOFUNG	1,50	1,50	1,50	1,50
METIONINA	2,00	2,00	2,00	2,00
BICARBONATO DE SODIO	1,50	1,50	1,50	1,50
SOYEZIM	1,00	1,00	1,00	1,00
ZINC BACITRACINA	1,00	1,00	1,00	1,00
VITAPRIM G POSTURA	1,00	1,00	1,00	1,00
LISINA	0,50	0,50	0,50	0,50
CLORURO DE COLINA 60%	1,50	1,50	1,50	1,50
TREONINA	0,25	0,25	0,25	0,25
ZYMPEX P5000	0,15	0,15	0,15	0,15
TOTAL	1000	1000	1000	1000

Nota. - Elaboración propia

Donde:

To: Testigo 0, con 0 % Spirulina

T1: Tratamiento 1, con 2 % Spirulina

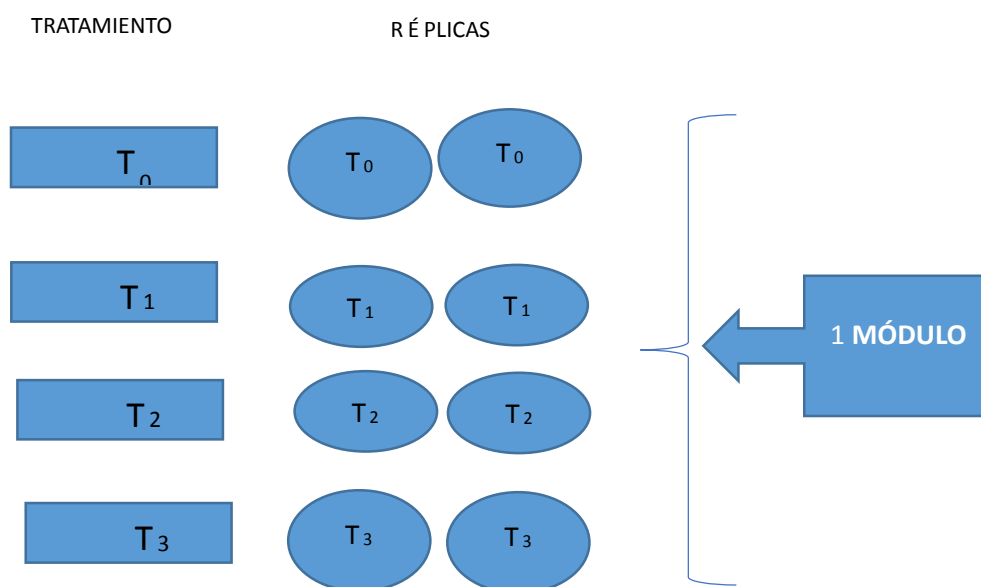
T2: Tratamiento 2, con 4% Spirulina

T3: Tratamiento 3, con 6% Spirulina

El diseño del experimento se detalla a continuación:

Figura 4

Esquema del Diseño experimental empleado en evaluación de dietas para las gallinas ponedoras con spirulina



Nota: elaboración propia

Esto hace un total de 4 tratamientos para un módulo de crianza, siendo 8 módulos hace un total de 64 unidades.

El diseño experimental fue un DCA (Diseño Completamente al Azar) con un $r=2$ (dos repeticiones cada una de ellas); siendo los factores: (0%, 2% ,4% y 6%)

El tratamiento T_0 correspondió a la dieta comercial común existente en la crianza de gallinas ponedoras, es decir la formulación de esta dieta se consideró como el testigo, y tuvo cero por ciento de spirulina.

La experimentación se inició en la semana 24 de vida de las gallinas ponedoras.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de tesis fue de nivel experimental comparativo, explicativo y de corte transversal

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. Variable independiente

Niveles de spirulina (*Arthrospira platensis*)

3.4.2. Variable dependiente

Calidad nutritiva y calidad sensorial del huevo.

Tabla 4

Operacionalización de variables: “Efecto del empleo de spirulina (Arthrospira platensis) en la dieta de gallinas ponedoras y su evaluación en la calidad nutricional y sensorial del huevo”

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
<u>V. INDEPENDIENTE</u>	La dosis es una cantidad de la exposición. Se expresa corrientemente en miligramos (cantidad) por kilo (medida del peso corporal) por día (medida del tiempo) en situaciones donde las personas consumen agua, alimentos o tierra contaminados.	FISICOS QUÍMICOS	Nivel de Spirulina Temperatura pH Iluminación Granulometría Calidad de Agua	Tratamientos (T) oC unidades de Ph horas luz cm
NIVEL SPIRULINA	Generalmente, a mayor dosis, mayor es la probabilidad de experimentar efectos. (Greenfacts, 2018).			Cationes, aniones, Coliformes
<u>V. DEPENDIENTE</u>	Valor nutricional de un alimento contienen sus propiedades nutritivas, que ANÁLISIS FÍSICO pueden ser: lípidos, minerales, vitaminas, oligoelementos o glúcidos.	ANÁLISIS QUIMICO ANÁLISIS FISICO MASA DEL HUEVO	Composición proximal Consumo alimentos Conversión alimenticia % HUEVO TIPO A Peso del huevo Unidades Haugh	%Prot, %Líp, %CHO g/día Gramos %
CALIDAD NUTRITIVA Y CALIDAD SENSORIAL	La Calidad Sensorial es el resultado de la interacción entre el alimento y el ser humano. (Kilcast y Taylor, 2000). La evaluación del alimento se refería al conjunto de técnicas para medir y analizar ciertas propiedades de los alimentos mediante uno o más sentidos humanos (INCAP, 2020).	ANÁLISIS SENSORIAL	Color de la yema Variabilidad	Unidades Roche Adimensional

Nota: elaboración propia y conceptos citados

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población

La población estuvo constituida por todo el conjunto de las gallinas ponedoras de la granja en estudio, que constituyen 98 gallinas ponedoras. Estas son procedentes de la Empresa Produss, subsidiaria de la Empresa Avícola San Fernando de la ciudad de Lima, quienes llegaron en vuelo, en estado polluelo o **gallinitas BB** con pocas horas de vida. La cantidad de gallinas ponedoras empleadas con 24 semanas de vida, para los 4 tratamientos y 2 réplicas.

3.5.2. Muestra

La cantidad de muestra fue calculada, según (Fisher y Navarro, 2024), mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Nz^2.P.Q}{(N-1)e^2 + z^2.P.Q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Población. (Materia de estudio = 98).

$z^2 = 1.96$ constante que no debe ser menos de 95%.

e = 0.08 error admisible.

$p = 0.50$ probabilidad a favor.

$q = 0.50$ probabilidad en contra.

Sustituyendo los valores en la ecuación, se ha determinado que el tamaño de la muestra es: 59,51, redondeando al inmediato superior se tiene 60, Para el presente proyecto se ha tomado una muestra de 64 gallinas en su etapa de producción, constituyendo la muestra de aves (huevos) para la toma de datos.

3.6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

3.6.1. Materiales

a) Materiales de laboratorio.

- Vaso de precipitado, marca Pyrex de 250mL de capacidad.
- Matraz Erlenmeyer graduado, marca Pyrex de 250mL y 500mL.
- Matraz Erlenmeyer graduado, marca HJLABS de 1L de capacidad.
- Pizeta de plástico de 500 mL.
- Botellas de vidrio de 250 mL, 500 mL, 1 L.
- Bidon de plástico de 5 L de capacidad.
- Papel toalla.

- Alcohol yodado de 1000 mL.
- Alcohol desinfectante en gel

b) Equipos para acondicionamiento de infraestructura

- 08 lámparas fluorescentes de 36 Watts de luz blanca
- Módulos estantes metálico de 0,40 m x 2,00 m x 1,50 m con vidrio de 6 mm de espesor, con 4 divisiones y techo metálico.

c) Equipos de laboratorio

- Termómetro digital Tbt-10h Rango de medida: -50°C a + 150°C. Precisión: $\pm 1\%$ en todo el rango de medida.
- Potenciómetro Hanna Checker (HI 98103). Rango: de 0,0 a 14,0 pH. Precisión (a 20°C): $\pm 0,2$ pH
- Estufa eléctrica MEMMERT, rango de temperatura de 30°C a 220°C.
- Destilador de agua. Marca: GFL. Capacidad: 2 L./ 2 h.
- Balanza analítica. Marca: Sartorius; capacidad: 210 g; sensibilidad 0,1 mg.

d) Material biológico

- Spirulina (*Arthrospira platensis*) deshidratada en polvo procedente de mercado americano USA, de la marca NUTRICOST. (ver figura 5)

- Spirulina (*Arthrospira platensis*) deshidratada en polvo procedente de mercado Chino, de la marca Halnatur. (ver figura 5b)
- Gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown de 24 semanas de vida.

Figura 5

Spirulina (Arthrospira platensis) deshidratada en polvo empleada en los experimentos y tratamientos. a) Procedente de mercado americano USA, de la marca NUTRICOST, b) Procedente de mercado Chino, de la marca Halnatur



3.7. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

3.7.1. Análisis físicos

Para los análisis fisicoquímicos se determinaron los parámetros de: temperatura ambiental, horas de iluminación, granulometría de calcio, pH y calidad de agua.

A. Temperatura

La lectura de temperatura ambiental se realizó colocando el termómetro en el interior del módulo hasta una lectura constante. Esta medida se realizó semanalmente.

B. pH

Se evaluó utilizando un electrodo dentro de cada muestra de alimento y en el agua de bebida de las pollas, con una agitación moderada del electrodo para minimizar la entrada de dióxido de carbono, el electrodo registra el valor de pH de la muestra cuando la lectura sea estable durante al menos 1 minuto.

C. Iluminación

La iluminación fue controlada mediante un “Programa de Iluminación para galpones con Luz-Controlada”, diseñados para la línea Hy-Line International disponible en (Guía de Manejo, 2023).

3.7.2. Análisis químicos

A. Granulometría de calcio

Este análisis se realizó en forma visual, midiendo el tamaño de las partículas de calcio con una regla graduada en cm, colocándola sobre el alimento y observando comparativamente el tamaño de partículas en un espacio de 1cm disponible en (Guía de Manejo, 2023).

B. Calidad de agua

Debido a que el consumo de agua y alimento están directamente relacionados. se tomó en cuenta una vez al año. Los análisis promedios de un mes de los resultados oficiales de la fuente generadora de agua potable en la ciudad de Tacna, (EPS- Tacna, 2023), Informe del análisis físico químico del agua de la región Tacna.

3.7.3. Análisis nutricionales

COMPOSICIÓN PROXIMAL, la que se hizo al término de la última semana del proyecto. Para ello se empleó los métodos oficiales de la AOAC (Official Methods of Analysis 2017 y Official Methods of Analysis, 2019). Es importante señalar que algunos análisis fueron realizados en los Laboratorios de La Molina Calidad Total y otros en el Laboratorio de Tecnología Pesquera ESIP/FCAG/UNJBG. (Ver anexos)

- A.** Humedad 950.4613 A.O.A.C. (2017) y (2019)
- B.** Grasas totales 960.39 A.O.A.C. (2017) y (2019). Método Soxhlet
- C.** Proteínas brutas 981.10 A.O.A.C. (2017) y (2019). Método Kjeldhal
- D.** Cenizas totales 920.153 A.O.A.C. (2017) y (2019). Calcinación en mufla
- E.** Carbohidratos Por diferencia de peso

Se realizó previamente, además, en el Laboratorio de Tecnología Pesquera ESIP/UNJBG (ver Anexo 4 y 5) solo el análisis de proteínas, (981.10 A.O.A.C. 2017). Método Kjeldhal con fines comparativos, tanto a la spirulina en polvo de procedencia americana y de procedencia China.

3.7.4. Análisis especiales

Además, para evaluar la calidad del huevo, se analizaron semanalmente ocho huevos por tratamiento, seleccionando cuatro al azar en cada repetición.

A. Consumo de alimentos

Se utilizó una balanza digital para medir tanto el consumo de alimento como el peso del huevo (detección mínima de 1 g). Semanalmente se pesaron a 4 gallinas por tratamiento para establecer el consumo semanal.

(Poveda, 2020).

B. Conversión alimenticia (CA)

. El índice de conversión alimenticia se refiere a la "cantidad de alimento requerida para producir un determinado número de huevos", generalmente uno o doce. Con los datos de la cantidad de alimento y la masa del huevo, se calculó la conversión alimenticia en aves de postura.

Formula:

$$C.A. = \frac{\text{Alimento Consumido en Kg.}}{\text{masa de huevo en Kg.}}$$

C. Porcentaje de huevo tipo A

De igual manera, se determinó semanalmente el porcentaje de huevos tipo A para cada tratamiento utilizando la siguiente ecuación:

(Poveda, 2020):

$$\% \text{ huevos tipo A} = \frac{\text{Huevos totales} - \text{huevos sucios} - \text{huevos pálidos} - \text{huevos quebrados}}{\text{Huevos totales}} * 100$$

3.7.5. Análisis sensoriales

A. Peso del huevo

Se empleó una balanza mecánica con un decimal de precisión (0,1 g).

B. Unidades Haugh (UH)

Primero, se midió el peso del huevo utilizando una balanza digital con una precisión mínima de 0,1 gramos. Luego, el contenido del huevo se colocó sobre una superficie plana para medir la altura de la albúmina densa con un pie de rey digital. Finalmente, con el peso del huevo y la altura de la albúmina densa, se calcularon las Unidades Haugh utilizando una ecuación específica.

(Universidad de Murcia, 2019). Práctica - huevos - haugh. Unidades Haugh. Unidad de innovación docente.

$$UH = 100 * \log (h - 1,7w^{0.37} + 7,6)$$

Donde:

w = peso del huevo en gramos

h = altura de la albúmina densa en milímetros

C. Color de la yema

Se empleó la cartilla colorimétrica de Roche. Por comparación visual se determinó el color de la yema según la escala de dicha cartilla (Poveda, 2020).

La evaluación consistió en tomar cada yema de huevo del animal y comparar su color con las diferentes intensidades del abanico colorimétrico de Roche, que variaba desde un amarillo pálido hasta un anaranjado intenso. (rango de 1-15). (Caiña *et al.*, 2001).

Además, en este ensayo, tratándose de una prueba subjetiva, se trabajó con un panel de jueces semientrenados (alumnos de 4to y 5to, año de la Carrera de Ingeniería Pesquera), a quienes se les explicó y pidió seleccionar visualmente la escala de Roche (de 1 a 14 unidades, desde el

color amarillo pálido hasta naranja rojizo), (ver figura 15) según observaron las muestras de las yemas de huevo de los tratamientos empleados.

3.8. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Basado en recomendaciones técnicas de diversos autores de las referencias bibliográficas citadas, así como el trabajo de investigación de (Maldonado, 2015), el procedimiento experimental fue el siguiente:

3.8.1. Adecuación y acondicionamiento del entorno experimental

La preparación del galpón se llevó a cabo 30 días antes de la llegada de las pollitas BB de la línea Hy-Line Brown. Siguiendo los principios de bioseguridad, se acondicionó el entorno en un galpón diseñado específicamente para nuestro propósito. El ambiente utilizado en la etapa experimental para la crianza fue hecho en módulos de acero inoxidable, con la capacidad de albergar a 100 aves, cuyas medidas son largo 1,5m x 0,75m x 0,4m (al nivel del piso del módulo).

3.8.2. Bioseguridad

Se realizó la limpieza correspondiente y luego al lavado del predio con agua y detergente para proceder con la aplicación de fuego con un lanzallamas por todos los módulos y se precedió a la desinfección con un desinfectante VIRKONS a razón de 125 ml/20L de agua, logrando un entorno completamente limpio, y para la llegada de las pollitas BB.

Figura 6

Limpieza y desinfección del galpón y módulos



Nota: Elaboración propia.

3.8.3. Desinfección

La desinfección, se realizó en cinco etapas: limpieza, flameado, desinfección 1, vacío sanitario y una desinfección 2 antes de la llegada de las pollitas BB Hy-Line Brown:

- Limpieza del ambiente, se comenzó con una limpieza detallada de cualquier residuo que hubiera, Se utilizó una solución de agua con cloro a una concentración de 1:20 (1 litro de hipoclorito de sodio en 20 litros de agua). El lavado se realizó dos veces debido a la presencia previa de aves.
- El flameado, se realizó con un lanza llamas, para la eliminación de agentes patógenos.

- Desinfección 1, esto se realizó por todos los ambientes del galpón, como piso y módulos.
- Vacío sanitario, una vez limpio, lavado y flameado, se realizó esta fase, teniendo un lapso de 15 días.
- Desinfección 2: Una semana antes de la llegada de las pollitas BB se procedió a armar todo el implemento necesario y se volvió a fumigar con VIRKONS desinfectante a razón de 125 mL/20L de agua.

3.8.4. Preparación de módulos de crianza

Se implementaron los módulos de crianza. Para el piso se utilizó papel periódico con doble hoja, y luego se colocó los bebederos y comederos con alimento para su iniciación. Seguidamente se instaló la campana criadora regulando su altura y la temperatura a 31°C, obteniendo un ambiente adecuado para la llegada de las pollitas BB.

Figura 7

Preparación e implementación de los módulos de crianza



Nota: Elaboración propia

3.8.5. Recepción de pollitas BB

Programada la llegada de las pollitas BB, los módulos de crianza se prepararon, con el alimento balanceado de iniciación, agua disuelta con “chemi stres” (preparado de vitaminas) y azúcar para reponer la energía perdida por el transporte de las gallinitas BB. La temperatura fue de 31°C siendo controlada con un termómetro.

Figura 8

Llegada de pollitas BB de la línea Hy-Line brown



Nota. - Elaboración propia

Las pollitas BB fueron criados en confinamiento, sometidas al mismo cuidado durante 16 semanas en su etapa de levante, a partir de la semana 17 se trasladaron a los módulos de postura para que se adapten y esperar la semana 24 para el inicio de la estabilidad de puesta de huevos, es decir su tamaño comercial

3.8.6. Acondicionamiento de los módulos de postura.

Para iniciar los tratamientos de investigación, se procedió a la preparación de los módulos de postura para recibir a las aves a razón de 8 aves por tratamiento, 4 tratamientos y sus réplicas, haciendo un total de 64 gallinas ponedoras.

Figura 9

Acondicionamiento de los módulos de postura



Nota: Elaboración propia

3.8.7. Preparación de alimento

Para la elaboración del alimento balanceado que es a base de maíz, soya, calcio e insumos se agregó spirulina para los diferentes tratamientos, según formulación correspondiente para la posterior mezcla con el alimento balanceado. Se elaboro el alimento balanceado implementando los tres niveles de spirulina en la formulación de la ración comercial.

Tabla 5

Niveles experimentales con Spirulina

Tratamientos	% de Spirulina
T ₀	0%
T ₁	2%
T ₂	4%
T ₃	6%

Nota: Elaboracion propia

La ración diaria se basó en requerimientos de proteínas, vitaminas y minerales, conteniendo niveles que las gallinas ponedoras requieren para el óptimo desarrollo de huevo. La mezcla se hizo cuidadosamente para que la spirulina se distribuya de manera uniforme.

3.8.8. Distribución de las gallinas ponedoras en los módulos

Preparados los módulos experimentales y teniendo lista la ración de cada tratamiento, se distribuyeron las gallinas ponedoras a partir de las 24 semanas con una densidad de 8 aves por módulo.

Figura 10

Distribución de las gallinas en los módulos de postura



Nota: Elaboración propia.

3.8.9. Alimentación

El alimento se proporcionó de acuerdo a la edad (semanas) y tratamientos hasta el término del tiempo en estudio.

El alimento se les suministró a las 16 horas, con una ración de 120 g por ave con el fin de que no se estresen ya que en las primeras horas de la mañana comienzan a poner huevos en su mayoría.

3.8.10. Toma de datos

El registro de datos comenzó a partir de las 24 semanas de vida de las gallinas ponedoras, registrando: Cantidad de huevos, peso del huevo, alimento consumido, temperatura, conversión alimenticia, porcentaje de huevo tipo A. Los

datos se tomaron diariamente y se hizo un registro semanal para cada tratamiento y réplica.

Figura 11

Registro de datos

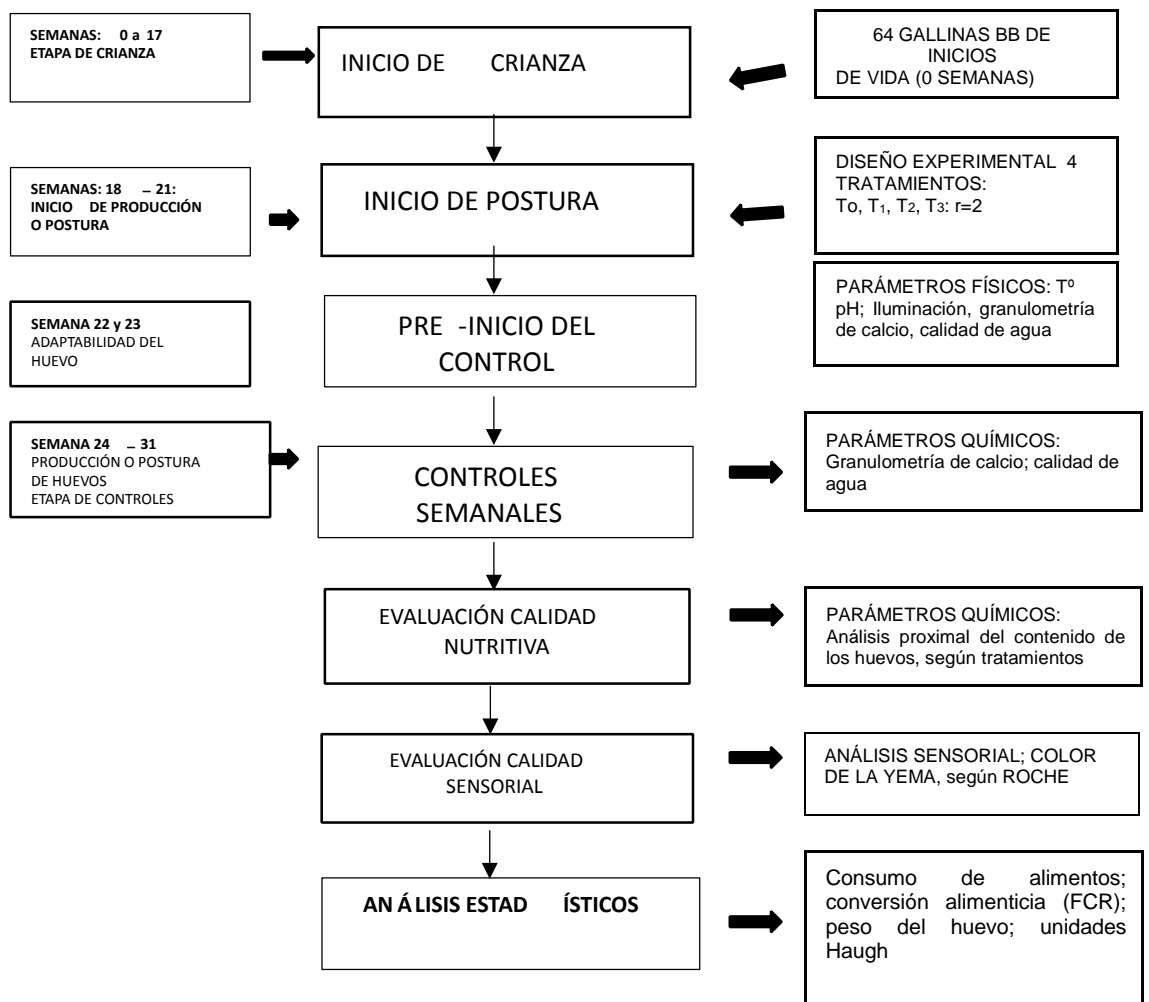


Nota: Elaboración propia

Figura 12

“Efecto del empleo de spirulina Arthrospira platensis en la dieta de gallinas ponedoras y su evaluación en la calidad nutricional y sensorial del huevo”

FLUJOGRAMA DEL PROCESO EXPERIMENTAL:



Nota: elaboración propia

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño del experimento empleado es un DCA (Diseño Completamente al Azar) con cuatro factores y $r=2$ (dos reiteraciones cada una de ellas); siendo los factores: porcentaje de Spirulina en la dieta (0%, 2% ,4% ,6%)

Se evaluó si existen diferencias significativas en cuanto a la calidad nutritiva, porcentaje de proteína de los huevos procedentes de la crianza de las gallinas ponedoras, con spirulina *Arthrospira platensis*, distribuidas en 4 tratamientos incluyendo *el testigo*, las cuales cada una tuvo 2 repeticiones, resultando 8 tratamientos. Cada módulo tuvo 8 aves, haciendo un total de 64 gallinas ponedoras.

3.10. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y EL ANÁLISIS DE DATOS

3.10.1. Determinación de parámetros de crianza, recojo y control de calidad sensorial de los huevos

Se empleó 64 gallinas de 24 semanas de edad, (ver flujograma de la figura 12) las cuales se distribuyeron en 4 grupos de 8 aves cada uno, albergándolas en jaulas independientes por tratamiento. Se investigó la incorporación de spirulina en niveles de 0%, 2%, 4% y 6% en adición a la dieta tradicional. Las dietas experimentales se ofrecieron por duplicado a

grupos de 8 cada uno. La composición de las dietas empleadas aparece en la tabla 3.

La duración de este experimento fue de 217 días, repartidos en dos fases: La primera de etapa de 0 a 23 semanas que comprende desde gallina **BB** de unos cuantos días de nacida hasta el inicio de su postura y que alcance el huevo su tamaño comercial; y la segunda etapa de 24 a 31 semanas. haciendo un total de 31 semanas.

El control de huevos en la crianza se realizó por observación directa, en forma diaria con registros semanales, de los aspectos físicos y sensoriales relacionados a las etapas de puesta de los huevos a evaluar.

Para observar la producción y puesta de huevos se realizó el siguiente procedimiento:

Se tomó cada unidad del huevo de la gallina para controlar su peso, tamaño, comienzo de la etapa experimental, Para que el huevo alcance un tamaño comercial, la cual fue en la semana 24 de vida.

Se determinó también el consumo de alimentos y la conversión alimenticia

Así mismo se determinó los parámetros de calidad físico sensorial de la puesta de huevos, de las unidades, tales como: producción de huevos, tamaño, peso, color, unidades Haugh, color de la yema.

3.10.2. Registro de parámetros físicos

El control de parámetros abióticos (temperatura, iluminación, pH, granulometría de calcio, calidad de agua, pesos, longitud), se realizó en forma diaria con registros semanales durante todo el periodo experimental hasta la fase final considerándose que los cambios o variaciones se hacen constantes en la puesta de huevos.

Todos los datos resultados han sido presentados consecuentemente en tablas y figuras debidamente numeradas para su posterior discusión analítica en función a las referencias bibliográficas consultadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Los resultados se muestran según objetivos planteados en el presente trabajo de investigación:

4.1. RESULTADOS:

Objetivo específico 1

• *“Evaluar el efecto del empleo de dosis de spirulina, Arthrospira platensis en la dieta de gallinas ponedoras sobre la calidad nutritiva del huevo”*

4.1.1. Análisis físico-químicos

Primeramente, fue necesario tener los resultados de los análisis fisicoquímicos de parámetros de: temperatura ambiental, pH, horas de iluminación, granulometría de calcio y calidad de agua, los cuales se observan en las tablas 6,7,8,9 y 10.

4.1.1.1 Temperatura ambiental

Tabla 6

Resultados de análisis físicos: temperatura ambiental: módulos de crianza

ENSAYO Temperatura ambiental x semana de producción	TEMPERATURA AMBIENTAL, SEGÚN HORA DE LECTURA (°C)		
	6.00 h	12.00 h	18.00 h
SEMANA 1	18,0	26,0	21,0
SEMANA 2	18,2	27,0	20,0
SEMANA 3	17,5	26,7	20,0
SEMANA 4	18,0	26,6	21,5
SEMANA 5	17,9	26,5	21,5
SEMANA 6	19,0	26,3	21,6
SEMANA 7	20,0	26,8	21,3
SEMANA 8	18,0	26,3	20,3

Nota: Elaboración propia

En la tabla 6, se exhibe la temperatura ambiental interior del módulo hasta que se obtuvo una lectura constante. Esta medida se realizó semanalmente durante 8 semanas de producción.

4.1.1.2 Análisis de pH

Tabla 7

Resultados de análisis físicos (pH): dietas empleadas

ENSAYO: pH, según tratamiento	RESULTADOS: EN LAS DIETAS (réplica 1)	RESULTADOS: EN LAS DIETAS (réplica 2)
pHT ₀	6,18	6,02
pHT ₁	6,35	6,37
pHT ₂	6,43	6,40
pHT ₃	6,56	6,41

Nota: Elaboración propia


La determinación del pH realizada, para cada tratamiento, con un electrodo dentro de cada muestra del alimento dieta (Tabla 3) y en el agua de bebida de las pollas (Tabla 10), se muestra a continuación:

4.1.1.3 Iluminación

La iluminación fue controlada mediante un “Programa de Iluminación para galpones con Luz-Controlada”, diseñados para la línea Hy-Line International disponible en www.hyline.com, el cual se exhibe a continuación, en la tabla 8.

Tabla 8

Programa de Iluminación para galpones con Luz-Controlada

		Program de iluminación para: / TACNA 70° 15' W 18° 1' S						
Variedad:		W-36 Padre						
Tipo de casa:		Crecimiento a puera abierta						
Fecha de eclosión:		7-Abr-23						
		Horas standard de luz diaria						
Semanas de edad	Fecha	Amanecer	Luces encendidas	Luces apagadas	Puesta de sol	Horas totales de luz	Luz solar total	
0	7-Apr-23	5:48	0:30	22:30	17:37	22:00	11:49	
1	14-Apr-23	5:50	1:00	22:00	17:32	21:00	11:42	
2	21-Apr-23	5:51	1:30	21:30	17:27	20:00	11:36	
3	28-Apr-23	5:53	2:00	21:00	17:23	19:00	11:30	
4	5-May-23	5:55	2:30	20:30	17:19	18:00	11:24	
5	12-May-23	5:58	3:00	20:00	17:16	17:00	11:18	
6	19-May-23	6:00	3:30	19:30	17:14	16:00	11:14	
7	26-May-23	6:03	4:00	19:15	17:12	15:15	11:09	
8	2-Jun-23	6:05	4:30	19:00	17:12	14:30	11:07	
9	9-Jun-23	6:08	4:45	18:45	17:12	14:00	11:04	
10	16-Jun-23	6:10	5:00	18:30	17:13	13:30	11:03	
11	23-Jun-23	6:11	5:15	18:15	17:14	13:00	11:03	
12	30-Jun-23	6:12	5:30	17:30	17:16	12:00	11:04	
13	7-Jul-23	6:13	5:30	17:30	17:18	12:00	11:05	
14	14-Jul-23	6:12	5:30	17:30	17:21	12:00	11:09	
15	21-Jul-23	6:11	5:30	17:30	17:23	12:00	11:12	
16	28-Jul-23	6:09	5:30	17:30	17:25	12:00	11:16	
17	4-Aug-23	6:06	5:30	17:30	17:27	12:00	11:21	
18	11-Aug-23	6:03	5:00	18:00	17:29	13:00	11:26	
19	18-Aug-23	5:58	4:45	18:15	17:31	13:30	11:33	
20	25-Aug-23	5:53	4:30	18:30	17:32	14:00	11:39	
21	1-Sep-23	5:48	4:15	18:45	17:33	14:30	11:45	
22	8-Sep-23	5:42	4:00	19:00	17:34	15:00	11:52	
23	15-Sep-23	5:36	3:45	19:15	17:35	15:30	11:59	
24	22-Sep-23	5:30	3:30	19:30	17:37	16:00	12:07	
25	29-Sep-23	5:24	3:30	19:30	17:38	16:00	12:14	
26	6-Oct-23	5:19	3:30	19:30	17:39	16:00	12:20	
27	13-Oct-23	5:13	3:30	19:30	17:41	16:00	12:28	
28	20-Oct-23	5:08	3:30	19:30	17:43	16:00	12:35	
29	27-Oct-23	5:04	3:30	19:30	17:45	16:00	12:41	
30	3-Nov-23	5:00	3:30	19:30	17:48	16:00	12:48	
31	10-Nov-23	4:58	3:30	19:30	17:51	16:00	12:53	
32	17-Nov-23	4:56	3:30	19:30	17:55	16:00	12:59	
33	24-Nov-23	4:55	3:30	19:30	17:59	16:00	13:04	
34	1-Dec-23	4:56	3:30	19:30	18:03	16:00	13:07	
35	8-Dec-23	4:57	3:30	19:30	18:08	16:00	13:11	
36+			3:30	19:30			0:00	

Semana 0 representa los primeros 3 días.
 Semana 1 representa los días 4 - 7.
 Este programa de iluminación se crea a partir de una fórmula basada en la ubicación global y el estilo de vivienda. Puede que sea necesario adaptar este programa para que se ajuste mejor a las condiciones locales.

Nota: Guia de Manejo, 2023

4.1.1.4. Granulometría de calcio

Este análisis se realizó en forma visual en el alimento, midiendo el tamaño de las partículas de calcio con una regla graduada en cm, colocándola sobre el alimento y observando comparativamente el tamaño de partículas en un espacio de 1cm. (Guía de Manejo, 2023).

Tabla 9

Resultados de análisis químicos (granulometría): tratamientos dietas empleadas

	ENSAYO (Tratamiento) (Calcio fino y Calcio grueso)	RESULTADOS: GRANULOMETRÍA (mínima mm)	RESULTADOS: GRANULOMETRÍA (Máximo mm)
To	(50% fino - 50% grueso)	0 - 2	2 - 4
T1	(50% fino - 50% grueso)	0 - 2	2 - 4
T2	(50% fino- 50% grueso)	0 - 2	2 - 4
T3	(50% fino- 50% grueso)	0 - 2	2 - 4

Nota: Elaboración propia

Figura 13

Calcio grueso y calcio fino en las dietas empleadas



Nota: Elaboración propia

4.1.1.5 Calidad de agua

Debido a que el consumo de agua y alimento están directamente relacionados. Se investigó la calidad del agua por el tiempo requerido una vez al año. Este análisis se realizó por terceros y comprende la medición tanto de aniones, cationes, así como la presencia de bacterias coliformes y la Reducción Potencial de Oxígeno. Todos estos parámetros se observan a continuación en la tabla 10.

Tabla 10

Análisis del agua potable empleada en los tratamientos experimentales

ENSAYO	UNIDAD	NORMA DIGESA	AGUA CRUDA	AGUA POTABLE
pH	Unid	6,5-8,500	7,260	7,120
Turbidez	UNT	5,000	18,800	3,740
Conductividad	us/cm	1500,000	686,000	734,000
Solid Tot Disuelt TDS	Mg/l	1000,000	340,000	363,000
Color	C.V.	15,000	52,000	8,000
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃		90,000	75,000
Alcalinidad F	mg/l CaCO ₃		0	0
Bicarbonatos	mg/l HCO ₃ ⁻		115,000	92,000
Carbonatos	mg/l CO ₃ ⁼		0	0
Cloruros	mg/l Cl ⁻	250,000	18,000	16,000
Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁼	250,000	218,000	258,000
Nitratos	mg/l NO ₃	45,000	4,380	4,240
Fosfatos	mg/l PO ₄ ⁻		0,150	0,120
Dureza total	mg/l CaCO ₃	500,000	220,000	220,000
Calcio	mg/l Ca ⁺⁺		65,000	65,000
Magnesio	mg/l Mg ⁺⁺		14,190	14,190
Sodio	mg/l Na ⁺	200,000	49,000	58,000
Potasio	mg/l K ⁺		8,000	9,600
Aluminio	mg/l Al	0,200	0,015	0,108
Arsénico	mg/l As	0,010	0,198	0,015
Boro	mg/l B	1,500	0,600	0,600
Cianuro	mg/l CN	0,070	0,005	0,005
Cobre	mg/l Co	1,000	0,020	0,010
Hierro	mg/l Fe	0,300	0,050	0,250
Manganeso	mg/l Mg	0,400	0,043	0,028
Trihalometanos	mg/l THM	1,000	<0,005	0,107
Zinc	mg/l Zn	5,000	0,034	0,026

Nota: EPS. Tacna Abril (2023)

4.1.2. Análisis nutricionales

composición proximal, que se hizo al término de la última semana del proyecto, según los métodos oficiales de la AOAC (Official Methods of Analysis 2017), se obtuvo:

Por otro lado, se tiene solo con propósitos comparativos, en cuanto al nivel proteico se tiene los resultados del contenido de proteínas de la spirulina de procedencia americana y procedencia China, a continuación:

Tabla 11

Análisis comparativo del nivel proteico de spirulina American y China

Tipo de Spirulina	Contenido de proteína en %
Spirulina de procedencia americana	67,77
Spirulina procedencia China,	52,24

Nota: Laboratorio de Pesquería UNJBG. (Anexo 4 y 5)

Según estos resultados comparativos, solo se optó por emplear en la presente investigación, la spirulina americana, por su mejor contenido en proteínas totales.

Tabla 12

Resultados análisis proximal dieta gallina ponedora (con 6% de Spirulina)

ENSAYO	RESULTADO (%)
1.- Humedad (g/ 100 g de muestra original)	10,4
2.- Proteína (Factor: 6,25)	18,0
3.- Grasa (g/ 100 g de muestra original)	3,5
4.-Carbohidratos (g/ 100 g de muestra original)	57,5
5.- Cenizas (g/ 100 g de muestra original)	10,6
6.- Fibra Cruda (g / 100 g de muestra original)	2,3
7.- Energía Total (Kcal / 100 g de muestra original)	333,5

Nota: Informe de Ensayo- Laboratorio La Molina Calidad Total. (Anexo 6)

Tabla 13

Resultados del análisis proximal del huevo entero T₃ (dieta 6% de Spirulina)

ENSAYO	RESULTADO (T6)
1.- Humedad (g/ 100 g de muestra original)	76,8
2.- Proteína (Factor: 6,25)	13, 0
3.- Grasa (g/ 100 g de muestra original)	9,3
4.- Carbohidratos (g/ 100 g de muestra original)	0,0
5.- Cenizas (g / 100 g de muestra original)	0,9
6.- Fibra Cruda (g / 100 g de muestra original)	0,0
7.- Energía Total (Kcal / 100 g de muestra original)	135,7

Nota: Informe de Ensayo, Laboratorio la Molina Calidad Total (Anexo 10).

Tabla 14

Resultados del análisis proximal de huevos en sus diferentes tratamientos (con 0%, 2%, 4% y 6% de spirulina)

ENSAYO	T ₀ %	T ₂ %	T ₄ %	T ₆ %
1.- Humedad	77,16	75,90	75,98	76,8
2.- Proteína (Factor: 6,25)	12,77	12,85	12,91	13,0
3.- Grasa	7,40	8,80	9,06	9,3
4.- Carbohidratos	1,77	1,49	1,08	0,0
5.- Cenizas	0,90	0,96	0,97	0,9
6.- Fibra Cruda	0,0	0,0	0,0	0,0
7.- Energía Total (Kcal / 100 g de muestra original)	117,68	130,6	133,18	135,7

Nota: Laboratorio de Pesquería UNJBG- Tacna (Anexo 7,8,9), La Molina
Calidad Total (Anexo 10).

Tabla 15

Análisis de varianza del porcentaje de proteína de los huevos experimentales

Repetic/Tratam.	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
r1	12,77	12,85	12,91	13,00
r2	12,70	12,81	12,95	13,20

SUMA	25,47	25,66	25,86	26,2
MEDIA	12,735	12,83	12,93	13,1
SUMA TOTAL	103,19			
N	2	2	2	2
N	8			4
SC trat	0,1460375			
SC total	0,1700875			
SC error	0,02405			

Nota: Elaboración propia

De acuerdo al análisis de varianza sobre el porcentaje de proteínas obtenidos en los huevos evaluados en la semana 24, donde alcanzaron el tamaño comercial se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla 13. Estos resultados se sometieron al ANVA, obteniéndose los resultados de la tabla 14. Aquí se observa que el valor F calculado de 8,0963271 es mayor que el valor crítico, es decir el valor F tabulado, por lo tanto, no existen diferencias significativas, rechazándose entonces la hipótesis nula y se acepta la alterna. Es decir, no existen diferencias significativas.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F
Entre las muestras	0,1460375	3	0,048679167	8,0963271
Dentro de las muestras	0,02405	4	0,0060125	
TOTAL	0,1700875	7		
Valor critico	6,591382116			
valor	0,035670923			

Tabla 16

Fuente de variación en el ANVA del porcentaje de proteína de los huevos experimentales

Nota: Elaboración propia

Con la finalidad de analizar y contrastar la hipótesis estadística

Se rechaza la hipótesis nula.

Con la finalidad, posterior de establecer la significancia entre los tratamientos frente al tratamiento testigo (To) se aplicó el método de Tukey. De ello se obtuvo el siguiente resultado que se observa en la **tabla 16**.

De este último análisis se obtuvo que no existe diferencias significativas entre el tratamiento testigo To frente al tratamiento T₁ (2% de Spirulina) y T₂ (4% de Spirulina); y tampoco entre los diversos tratamientos; pero si se obtuvo diferencia significativa entre el tratamiento testigo To y el

METODO DE TUKEY				
k	4	To-T1	0,095	<i>no significativa</i>
N-K	4	To-T2	0,195	<i>no significativa</i>
CM1	0,0060125	To-T3	0,365	<i>significativa</i>
n	2	T1-T2	0,1	<i>no significativa</i>
q(K,N-K)	5,76	T1-T3	0,27	<i>no significativa</i>
		T2-T3	0,17	<i>no significativa</i>
To	0,315816656			

tratamiento T₃ (máximo nivel de Spirulina empleado, 6%)

Tabla 17

Método de TUKEY

Nota: Elaboración propia.

Hay diferencia significativa entre To-T3

4.1.3. Análisis especiales

Además, para evaluar la calidad del huevo, se analizaron semanalmente 6 huevos por tratamiento, es decir, tres huevos seleccionados al azar por repetición.

4.1.3.1 Consumo de alimentos

Se empleó una balanza gramera electrónica con una precisión mínima de 1 gramo para medir tanto el consumo de alimento como el peso del huevo.. Semanalmente se pesó a 4 gallinas por tratamiento y estableció el consumo semanal. (Poveda, 2020).

4.1.3.2. Conversión alimenticia: CA.

El índice de conversión alimenticia se refiere a la "cantidad de alimento necesaria para producir un determinado número de huevos", ya sea uno o una docena. Para calcular la conversión alimenticia en aves de postura, se consideran dos datos: 1) la cantidad de alimento y 2) la masa del huevos producidos. (CriadeAvescom, 2021).

Tabla 18

Resultados de conversión alimenticia en huevos experimentales: tratamientos dietas empleadas

ENSAYO Temperatura ambiental	CONVERSIÓN ALIMENTICIA de los huevos según tratamiento (en gramos)			
	T ₀ %	T ₂ %	T ₄ %	T ₆ %
SEMANA 1	1,98	1,74	1,72	1,71
SEMANA 2	1,80	1,88	1,74	1,64
SEMANA 3	1,84	1,85	1,76	1,66
SEMANA 4	1,82	1,75	1,78	1,72
SEMANA 5	1,87	1,78	1,86	1,76
SEMANA 6	1,89	1,73	1,82	1,70
SEMANA 7	1,96	1,80	1,77	1,72
SEMANA 8	1,82	1,76	1,77	1,71

Nota: Elaboración propia

4.1.3.3. Porcentaje de huevo TIPO A

Además, se determinó semanalmente el porcentaje de huevo tipo A para cada tratamiento utilizando la siguiente ecuación, (Poveda, 2020):

$$\% \text{ huevos tipo A} = \frac{\text{Huevos totales} - \text{huevos sucios} - \text{huevos pálidos} - \text{huevos quebrados}}{\text{Huevos totales} * 100}$$

Tabla 19

Resultados de Porcentaje de huevo tipo A en huevos experimentales: según tratamientos dietas empleadas

ENSAYO Semana experimental	Porcentaje de huevos tipo "A" según tratamiento			
	T ₀ - 0%	T ₁ - 2%	T ₂ - 4%	T ₃ - 6%
SEMANA 1	96,9	84,4	93,7	76,5
SEMANA 2	98,4	89,0	96,8	79,7
SEMANA 3	96,9	92,1	93,7	80,1
SEMANA 4	96,8	90,7	96,9	81,3
SEMANA 5	96,9	92,2	95,3	79,7
SEMANA 6	95,3	89,0	96,8	84,4
SEMANA 7	95,3	96,8	95,3	84,1
SEMANA 8	96,8	93,7	93,7	90,6

Nota: Elaboración propia

4.2. RESULTADOS:

Objetivo específico 2

- *”Determinar el efecto del empleo de dosis de Spirulina (Arthrospira platensis), en la dieta de gallinas ponedoras sobre la calidad sensorial del huevo’.*

4.2.1. Análisis sensorial

4.2.1.1 Peso del huevo

Se obtuvo el peso de cada unidad de huevo, en total y en promedio durante 8

semanas, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20

Peso promedio de los huevos según semana de producción y tratamientos

Semanas de crianza experimental	Peso (en g) de los huevos según tratamiento			
	T0 - 0%	T1 - 2%	T2 - 4%	T3 - 6%
SEMANA 1	60,5	68,5	69,5	70,0
SEMANA 2	66,5	63,5	68,5	73,0
SEMANA 3	65,0	64,5	68,0	72,0
SEMANA 4	65,5	68,3	67,3	69,5
SEMANA 5	64,0	67,3	64,3	68,0
SEMANA 6	63,3	69,0	65,5	70,3
SEMANA 7	61,0	66,5	67,5	69,5
SEMANA 8	65,5	68,0	67,5	70,0

Nota: Elaboración propia

4.2.1.2. Unidades haugh (uh)

Primero, se determinó el peso del huevo utilizando una balanza digital con una detección mínima de 0,1 g. Luego, el contenido del huevo se colocó sobre una superficie plana para medir la altura de la albúmina densa con un pie de rey digital. Finalmente, con el peso del huevo en gramos (w) y la altura de la albúmina densa en milímetros (h), se calcularon las Unidades Haugh (UH). (Universidad de Murcia, 2019), aplicando la siguiente ecuación:

$$UH = 100 * \log (h - 1,7w^{0,37} + 7,6)$$

Tabla 21

Unidades HAUGH de los huevos durante 8 semanas

ENSAYO X SEMANA	Unidades HAUGH de los huevos según tratamiento			
	To - 0%	T1 - 2%	T2 - 4%	T3 - 6%
SEMANA 1	88,5	88,8	83,7	82,3
SEMANA 2	84,6	87,5	81,3	84,3
SEMANA 3	82,8	85,3	87,5	83,8
SEMANA 4	84,0	87,3	82,6	82,3
SEMANA 5	84,0	83,2	88,3	83,8
SEMANA 6	85,2	83,1	86,6	83,0
SEMANA 7	84,3	87,4	88,9	86,4
SEMANA 8	83,4	84,7	89,4	86,6

Nota: Elaboración propia

Tabla 22

Escala de valoración HAUGH en huevos de gallina

UNIDAD HAUGH	DESCRIPCION CUALITATIVA
100	
90	EXCELENTE
80	MUY BUENO
70	ACEPTABLE
65	MARGINAL
60	RESISTENCIA DEL CONSUMIDOR
55	POBRE
50	INACEPTABLE

Nota: Universidad de Murcia, 2019.

4.2.1.3 Color de la yema

Se empleó la cartilla colorimétrica de Roche. Por comparación visual se determinó el color de la yema según la escala de dicha cartilla (Poveda, 2020), y el empleo de jueces semientrenados para cada uno de los tratamientos empleados.

Tabla 23

*Color visual de la yema de huevos según tratamiento y nivel de espirulina,
Escala colorimétrica de Roche*

Juez	T₀	T₁	T₂	T₃
Juez 1	1	6	9	13
Juez 2	1	5	8	14
Juez 3	1	5	10	13
Juez 4	1	6	10	14
Juez 5	1	6	9	13
Juez 6	1	5	8	14
Juez 7	1	5	10	13
Juez 8	1	6	10	14
Promedio	1	6,5	9,5	13,5

Nota: Elaboración propia.

Figura 14

Escala colorimétrica de Roche para la determinación del color de la yema de huevo



Nota: Maguregui, 2020

Figura 15

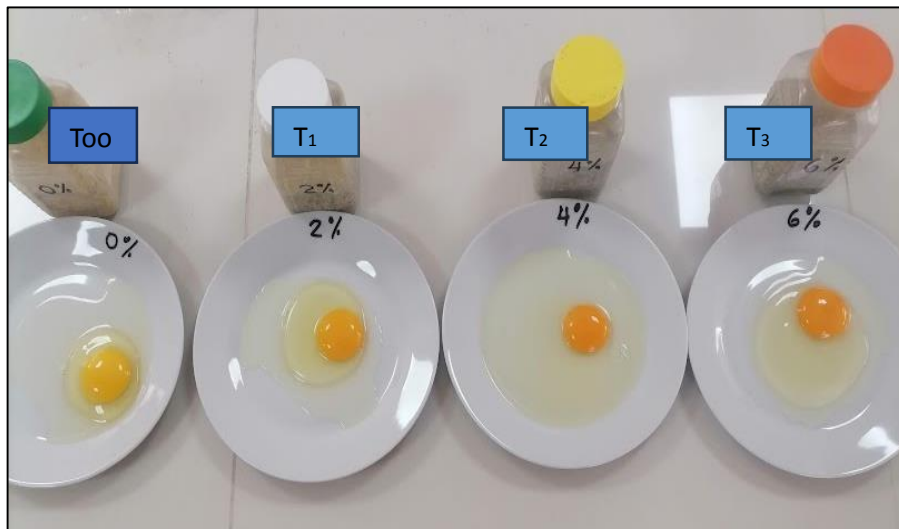
Unidad de huevo común entero



Nota: Elaboración propia

Figura 16

*Fotos de las unidades de huevos, según tratamientos (T_0 , T_1 , T_2 , T_3) con 0 %, 2, 4, y 6% de *Arthrospira platensis*. Replica 1*



Nota: Elaboración propia

Figura 17

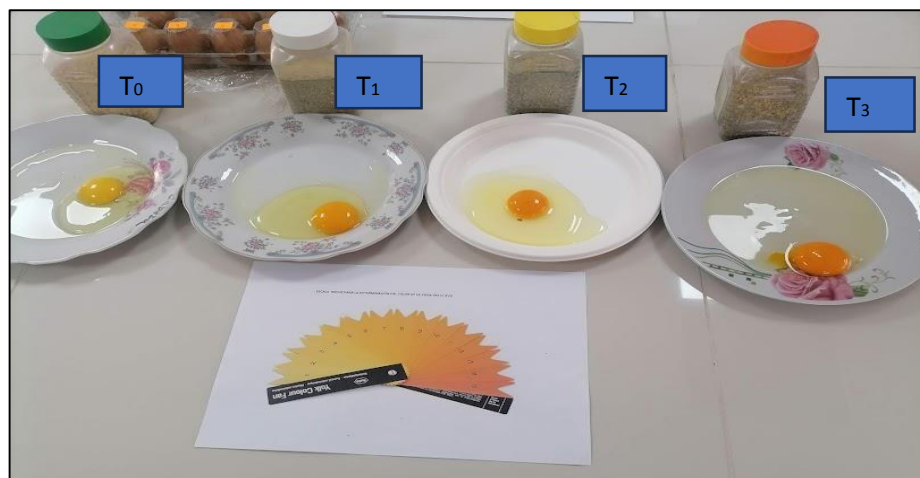
Fotos de las unidades de huevos, según tratamientos (T_0 , T_1 , T_2 , T_3) con 0 %, 2, 4, y 6% de *Arthrospira platensis*. Replica 2.



Nota: Elaboración propia

FIGURA 18

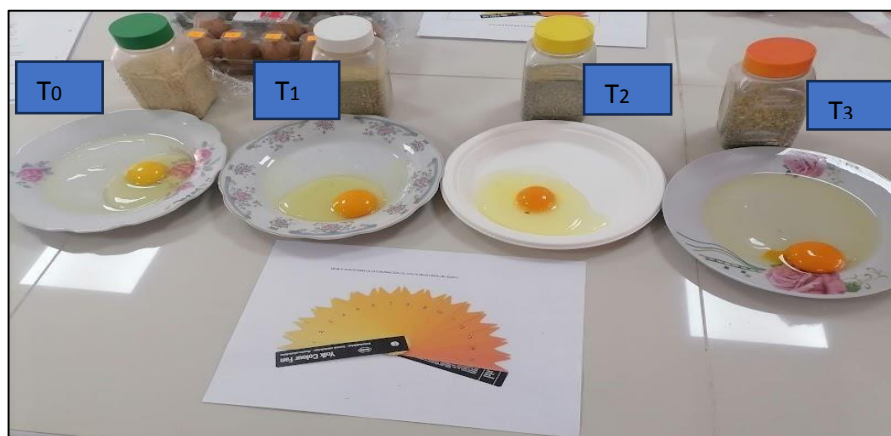
FOTOS DE LAS UNIDADES DE HUEVOS, SEGÚN TRATAMIENTOS (T_0 , T_1 , T_2 , T_3) CON 0 %, 2, 4, Y 6% DE *ARTHROSPIRA PLATENSIS*. REPLICA 3



Nota: Elaboración propia

Figura 19

Fotos de las unidades de huevos, según tratamientos (T_0 , T_1 , T_2 , T_3) con 0 %, 2, 4, y 6% de *Arthrospira platensis*. Replica 4.



Nota: Elaboración propia

Figura 20

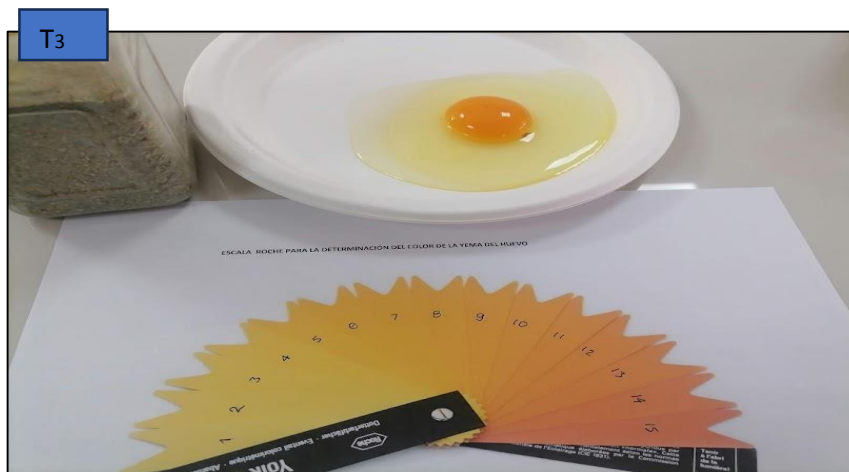
Foto de la unidad de huevo, tratamiento (T_3) con 6% de *Arthrospira platensis*. Intensidad de la tabla Roche 13 a 14 unidades de color, de 0 a 15. Replica 1



Nota: Elaboración propia

Figura 21

Foto de la unidad de huevo, tratamiento (T₃) con 6% de *Arthrospira platensis*. Intensidad de la tabla Roche 13 a 14 unidades de color, de 0 a 15. Réplica 2.



Nota: Elaboración propia

Figura 22

Foto de la unidad de huevo, tratamiento (T₃) con 6% de *Arthrospira platensis*. Intensidad de la tabla Roche 13 a 14 unidades de color, de 0 a 15. Réplica 3.



Nota: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Valor sensorial

Uno de los objetivos de esta investigación fue determinar el efecto del empleo de dosis de Spirulina (*A. platensis*) en cantidades de 0 (Testigo), 2, 4 y 6% en la dieta de gallinas ponedoras con la finalidad de observar su influencia en la calidad sensorial del huevo. En relación a ello, en los tratamientos empleados, en nuestra investigación, frente al testigo se obtuvo que el color de la yema de los huevos, medido mediante la escala colorimétrica de Roche las dosis empleadas de los tratamientos T₂ y T₃ (con 4 y 6 % de Spirulina) marcaron una notable diferencia en la intensidad del color comparados con los tratamientos T₀ y T₁ (testigo y 2% de Spirulina) virando de un amarillo pálido hacia un color naranja intenso, sin afectar los parámetros productivos; esto coincide lo experimentado y señalado por (Bezares et al., 1977), quien señala que, el uso de algunas algas incrementa el color de la yema, Al aplicar en la dieta de gallinas Leghorn Blanca de 30 semanas dosis de 0%; 2,5%; 5,0%; 7,5% y 10% de spirulina en sustitución de la torta de soya, la pigmentación de la yema aumentó a 8.8, 13,2; 14,0; 15,3; y 15,5; respectivamente, según la escala colorimétrica de Roche, sin afectar los parámetros productivos.

Así mismo (Zahroojian *et al.*, 2011); lo demostraron para gallinas Hy-line W36 sin afectar dichos parámetros productivos (Gil, 2016). El color de la yema de los huevos aumentó linealmente ($P < 0,05$) a medida que se incrementaba el nivel de spirulina en las dietas. Los niveles de 7,5% y 10% de spirulina lograron un color superior al número 15 en la escala colorimétrica de Roche. En ambos experimentos, las dietas de control contenían una combinación de carotenoides sintéticos.

Al examinar los parámetros productivos tales como peso del huevo, grosor de la cáscara, unidades Haugh no puede señalarse que exista mejoras entre los tratamientos de 2, 4, y 6% comparados con la dieta testigo de 0% de espirulina.

Por otro lado, (Poveda, 2020) al ensayar con Spirulina máxima, Los resultados no mostraron un efecto significativo de ningún nivel de inclusión sobre el rendimiento productivo, el peso del huevo, el grosor de la cáscara ni las unidades Haugh. Sin embargo, a medida que aumentaba el nivel de inclusión, se observó una mayor coloración de la yema, alcanzando valores de 11 a 12 en la escala Roche, tanto por el porcentaje de inclusión como por el tiempo. Asimismo, se determinó que la inclusión de biomasa microalgal no afectó la concentración de ácidos grasos ni de colesterol en la yema del huevo.

En investigación ***“Inclusión de *Arthrospira maxima* como fuente de carotenoides en la dieta de gallinas ponedoras y su evaluación sobre la calidad del huevo”***, suplementando con 3% de *Arthrospira* en la dieta de gallinas ponedoras, (Parra *et al.*, 2017) obtuvo un aumento en el contenido de proteínas (7,46%), potasio (35,07%), hierro (31,85%) y fósforo (16,77%). También se observó una reducción del 8,59% en el contenido de lípidos y una mejora significativa en el índice de coloración según la escala Roche. Se demostró que la inclusión de esta microalga en la dieta de gallinas ponedoras mejora notablemente la calidad nutricional y funcional de los huevos.

(Silerio, 1976) en el trabajo de investigación de tesis ***“Evaluación del alga espirulina (*Spirulina geitleri*) como fuente de pigmento en dietas para pollos de engorda, obtuvo que el*** alga espirulina era la mejor fuente de xantofilas.

(El-Ghany, 2020), en un Review Article resumió que varios tipos de microalgas *Spirulina*, *Chlorella* y otras se han utilizado con seguridad en humanos, animales y aves de corral, demostrando tener una influencia positiva en la nutrición de las aves de corral. citado por (Deza y Mendiola, 2019), el consumo de spirulina en pollos de engorde ha resultado beneficioso, ya que fortalece el sistema inmunológico y mejora el sistema reproductor, el FCR Feed conversion Ratio (Ratio de conversión

alimenticia) y el aumento de peso. Además, su consumo favorece la absorción de minerales, protege a los animales contra la diarrea y mejora la digestión de nutrientes.

La spirulina puede ser utilizada de manera segura en las dietas de gallinas ponedoras, mejorando su rendimiento productivo y reproductivo. No se detectaron efectos negativos en las pruebas de olor y sabor de los huevos frescos y almacenados, con una dosis de 0,20% de spirulina en la dieta. (Mariey *et al.*, 2012), citados por (Gil, 2016).

Valor nutricional

Los resultados obtenidos señalan inicialmente, en la materia prima empleada (dieta preparada) , ver tabla 6 y 7, de análisis proximal dieta para gallina ponedora (con 6% de Spirulina) obtuvo un **relativo elevado nivel de proteína 18%, bajo contenido de lípidos 3,5%, minerales o cenizas 10,6%** y un alto nivel de carbohidratos 57,5%; fibra cruda 2,3%: todo ello nos proporcionó huevos de las gallinas ponedoras en 24 a 31 semanas, con las siguientes características, según los tratamientos empleados (T₀, T₁, T₂, y T₃), 0%, 2, 4, y 6% de Spirulina:

Proteínas de 12,77; 12,85; 12,91 a 13%; lípidos de 7,4 a 8,8; 9,06; a 9,3%, cenizas 0,9; 0,96; 0,97 a 0,9 %; carbohidratos 1,77; 1,49; 1,08 a 0 %; fibra cruda 0,0 % en todos los casos.

Como es de verse la cantidad de proteínas disminuyó en todos los casos, lo cual significa una asimilación y conversión proteica de la dieta hacia los huevos.

Respecto al contenido de lípidos contrariamente se notó un aumento en todos los casos, lo cual muestra una conversión bioquímica de los elementos grasos de la dieta en grasa del contenido de los huevos.

Respecto al empleo de los carbohidratos de la dieta, relativamente altos 57,5% se aprecia una notable disminución a un nivel cercano a 1%, lo que señala también la conversión bioquímica de estos carbohidratos a otras fuentes orgánicas.

En el empleo de fibra, en todos los casos fue totalmente asimilada.

Respecto al contenido de minerales o cenizas estos también fueron asimilados desde un nivel de 10% hacia 0,9%, lo cual significa que estos se han asimilado e integrado a la cáscara de cada unidad de huevo.

Muchas investigaciones han demostrado, según (Applegate, 2000) que los huevos aportan cantidades significativas de carotenoides, quienes cumplen un rol en la prevención de enfermedades; siendo una fuente de formas altamente biodisponibles de luteína y zeaxantina.

Un estudio de investigación, según (Toyomizu, 2010); proporcionó la primera evidencia concluyente de que la espirulina de la dieta influye tanto en el amarilleo como en el enrojecimiento de la carne de los pollos de engorde y que los incrementos en el amarilleo con el contenido de espirulina en la dieta posiblemente se reflejen en el pigmento amarillo común relacionado con la acumulación de zeaxantina dentro de la carne.

(Englmaierová, 2014); concluyó que las fuentes de carotenoides aumentan la concentración de carotenoides beneficiosos en las yemas y aumentan la calidad de los huevos, por tanto, son una alternativa adecuada a los carotenoides sintéticos comerciales.

En nuestro trabajo los parámetros productivos se mantuvieron sin una mayor variación, lo cual coincide plenamente con (Bezares *et al.*, 1977) y (Zahroojian *et al.*, 2011), quienes señalan no haber mejoras en los parámetros productivos en las dietas con espirulina respecto al testigo (0%).

Respecto al consumo de alimentos, este se mantuvo constante durante las 8 semanas de evaluación productiva en 120 gramos de alimento, para una producción de 112 huevos por semana de las gallinas ponedoras, para todos los tratamientos.

Respecto al porcentaje de huevos tipo "A", este se mantuvo dentro de ciertos márgenes desde 95,1 (T0%) a 85,7 (6% de espirulina).

El peso de cada unidad de los huevos en los tratamientos (T₀, T₁, T₂, y T₃), 0%, 2, 4, y 6% de Spirulina: se mantuvo dentro de rangos bastante estrechos, es decir desde 65,6; 68,0; 67,6; a 70,0 gramos.

En lo relacionado a las unidades HAUGH, también se observó muy poca variación, siendo los valores para todos los tratamientos (T₀, T₁, T₂, y T₃), 0%, 2, 4, y 6% de Spirulina: 83,4; 84,7; 89,4; y 86,6; lo que se califica, según la escala de valoración HAUGH en huevos de gallina como MUY BUENA.

CONCLUSIONES

Se logró emplear Spirulina (*A. platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras como mejora de la calidad nutritiva del huevo y su calidad sensorial, ensayando durante las semanas 24 a 31 de producción de huevos.

El efecto del empleo de dosis de Spirulina (*A. platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras en la calidad nutricional del huevo se vio reflejado en un ligero aumento del nivel proteico y en un mejor nivel de lípidos, respecto los tratamientos (T₀, T₁, T₂, y T₃), 0%; 2; 4; y 6% de Spirulina, siendo el tratamiento con 6% de Spirulina mejor respecto a los otros niveles en nivel proteico y lípidos.

El efecto del empleo de dosis de Spirulina (*A. platensis*) en la dieta de gallinas ponedoras en la calidad sensorial del huevo se apreció, midiendo la intensidad del color Roche, de manera apreciable en las dietas que tuvieron 4 y 6% de Spirulina (color naranja intenso Roche de 13 a 14) respecto al testigo con 0% de Spirulina, cuya intensidad alcanzó un grado de baja intensidad, (color amarillo pálido, grado Roche 1 a 2)

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la ESIP seguir profundizando trabajos conjuntos con otras especialidades como Veterinaria y Zootecnia para investigar acerca de la disponibilidad y aporte de pigmentos carotenoides.

A la ESIP en trabajos con otras Escuelas profesionales, Economía Agraria, etc., realizar estudios económicos con la finalidad de evaluar la rentabilidad del empleo de espirulina en la inclusión de dietas de gallinas ponedoras y su aporte nutricional.

A ESIP se recomienda ensayar este tipo de investigaciones con otros tipos de microalgas como Chllorela, tretasomis, etc. Para evaluar la posibilidad técnica de su inclusión en las dietas de gallinas ponedoras, motivo del presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, C., Chacón, C., Cárdenas, C., Morales, E. (2006). Remoción de nitrógeno y fósforo de aguas residuales urbanas por la microalga *Chlorella* sp. en condiciones de laboratorio. *Ciencia*, 14(1), 56-63.
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/98181661/9297-libre.pdf?1675423868=&response-content->
- AOAC, (2017), Association of Official Agricultural Chemist, Official Methods of Analysis, Ed., Washington, D.C.
- Applegate, E. (2000) Introduction: Nutritional and functional roles of eggs in the diet. *Journal of the American College of Nutrition*. 19(sup5), 495S-498S.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07315724.2000.10718971>
- AQUAE, fundación. (2021). Las principales características del agua.
<https://www.fundacionaquae.org/wiki/caracteristicas-agua->
- Avila, G. y Cuca, G. 1974). Efecto de la alga *Spirulina* geitleri sobre la pigmentación de la yema del huevo, *Tec. Pec Mex.* 26; 47- 48.
- Batista, A., Gouveia, L., Bandarra, N., Franco, J., Raymundo, A. (2013). Comparison of microalgal biomass profiles as novel functional ingredient for food products. *Algal Research*, 2(2), 164-173.
<https://doi.org/10.1016/j.algal.2013.01.004>.
- Becker, E. y Ventakatamaran L. (1982). Biotechnology and exploitation of algae. The Indian Approach : a Comprehensive Report on the Cultivation and Utilization of Microalgae Performed at the Central Food Technological Research Institute, Mysore, India.
- Becker, W. (2004). Microalgae in human and animal nutrition. In: A. Richmond (ed.) Handbook of microalgal culture. Blackwell. Publ., Oxford, UK, pp 312- 351.
- Bezares, S., Areteaga, C., Avila, E. (1976). Valor pigmentante y nutritivo del alga espirulina en dietas para gallinas en postura. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, (30), 30-34.

<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2698>

- Caiña, P., Icochea, E., Reyna, S., Chavez, A., Casas, E., Salinas, E. (2001). Recuento de ooquistes de eimeria sp. en cama nueva y su relación con la pigmentación en pollos de carne. *Rev Inv Vet Perú*. Vol. 12 • Nº 1 • 2001.
- Casas, S., Guerra, L., Rizo, A., Izquierdo, F. (2016). Empleo de los diámetros del huevo para el cálculo del volumen y superficie y su correlación con otras características externas e internas en tres propósitos de gallinas reproductoras. *Revista de producción animal* 28 33- 38.
- Ciferri, O. (1983). Spirulina, the edible microorganism. *Microbiological reviews*, 47(4), 551-578.
<https://journals.asm.org/doi/pdf/10.1128/mr.47.4.551-578.1983>
- CriadeAvescom. (2021). *Como Calcular la Conversión Alimenticia en Aves de Postura*. <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/calcular-la-conversion-alimenticia-en-aves-de-postura/>
- Deza, E. y Mendiola, L. (2019). *Plan de negocio para cultivo de microalga Arthrospira Platensis como aditivo alimenticio para pollos de engorde*. ESAN. Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener el grado de Maestro en Administración
- El-Ghany, W. (2020) Microalgae in poultry field: A comprehensive perspectives. Review Article. *Poultry Diseases Department, Faculty of Veterinary Medicine*, Cairo University, 12211 Giza, Egypt.
- Englmaierová, M. (2014). *Carotenoides y calidad del huevo*. Institución y departamento. Instituto de Ciencia Animal, Praga Departamento de Fisiología de la Nutrición y Calidad de Productos Animales. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/314778885_Carotenoids_and_egg_quality

- EPS Tacna, (2023). Informe del análisis físico químico del agua de la región Tacna. Empresa Prestadora de Servicio Tacna Perú.
- Escuela de Postgrado de Medicina y Sanidad (2022). ¿Qué es el valor nutricional?
<https://postgradomedicina.com/valor-nutricion-definicion-importancia/>
- Fernández, A., Alvítez, E., Rodríguez, E. (2019). Taxonomía e importancia de “spirulina” *Arthrospira jenneri* (Cyanophyceae: Oscillatoriaceae). *Arnaldoa* 26 (3): 1091-1104 2019. Universidad Nacional de Trujillo.
<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26316>
- Fisher, R. y Navarro, J. (2024). Estadística Basica para Educadores Físicos. Fórmula de Fisher y Navarro.
<https://estadisticaedufisica.blogspot.com/2024/>
- Furmaniak, M., Misztak, A., Waleron, K. (2017) Edible cyanobacterial genus *Arthrospira*: Actual state of the art in cultivation methods, genetics, and application in medicine. Review Article.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.02541/full>
- García, R. (2014). Producción de biomasa de microalgas rica en hidratos de carbono acoplada a la eliminación fotosintética de CO₂. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. <https://digital.csic.es/handle/10261/101928>.
- Gil, M. (2016) Algas como una alternativa en la nutrición avicultura. Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario. UNMSM.
- Gómez, L. (2007). Microalgas: Aspectos Ecológicos Y Biotecnológicos. *Revista Cubana de Química*, XIX(2), 3-20.
- Ginzberg, A., Cohen, M., Sod-Moriah, U., Shany, S., Rosenshtrauch, A., Arad, S. (2000). Chickens fed with biomass of the red microalga *Porphyridium* sp. Have reduced blood cholesterol level and modified fatty acid composition in egg yolk. *Journal of Applied Phycology* 12: 325–330.
- Greenfacts, (2018). “Hechos sobre la Salud y el medioambiente”
<https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/dosis.htm>
- Guía de Manejo, (2023). Manual de Crianza de las gallinas ponedoras comerciales Hy-line BROWN.

www.hyline.com

- Gutton, M. (1970). Etude sur poulet jaune des algues spirulines de I.F.P., Union des Fabricants des Aliments Composes, Vigny, France.
- Hernández-Pérez, A. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. . *Revista de biología marina y oceanografía*, 49(2), 157-173. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572014000200001>.
- INCAP, (2020). Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- Jaramillo, J. (2011). Evaluación tecno-económica de la producción de biocombustibles a partir de microalgas. (Doctoral dissertation). Universidad Nacional de Colombia. <http://bdigital.unal.edu.co/6751/1/8110005.2012.pdf>.
- Jones, D. y Mscrove, M. (2005). Effect of extended storage on egg quality factors. *Poultry science* 84: 1774- 7. doi: 10.1093/ps/84.11.1774.
- Kilcast, D. y Taylor, A. (2000). "Sensory Analysis of Food: A Practical Guide" Una guía práctica que proporciona información sobre los métodos de evaluación sensorial y sus aplicaciones en la industria alimentaria.
- Kosaric, N. (1974). Growth of Spirulina maxima algae effluents from secondary waste water treatment plants. *Biotechnology and Bioengineering* 14:881-896.
- Lavens, P. (1996). Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture (FAO Fisheries Technical Paper No. 361). https://www.researchgate.net/publication/285237285_Manual_on_the_Production_and_Use_of_Live_Food_for_Aquaculture.
- Lisett, B. (2014). *Crecimiento y composición bioquímica de Arthrospira platensis (division cyanophyta) cultivada a diferentes salinidades y fuentes de nitrógeno. Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA)*
- Maguregui, E. (2020) *El color de la yema del huevo y los pigmentantes. Veterinaria digital.* <https://www.veterinariadigital.com>

- Maldonado, Z. (2015). Evaluación de tres niveles de achiote (*Bixa orellana* L.) en la pigmentación de piel de pollos parrilleros ross 308 en el departamento de la Paz. Tesis de Grado. UNSA Bolivia.
- Mariey, Y., Samak, H., Ibrahim, M. (2012). Effect of using spirulina platensis algae as a feed additive for poultry diets: 1- productive and reproductive performances of local laying hens. Egypt. Poult. Sci. 32 (1):201-215
- Oliveira, G., Figueiredo, T., Souza, M., Oliveira, A. (2009). Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. poult.
- Palacios, D. (2016). *Efecto de los espectros de luz azul, roja y verde en la multiplicación celular y síntesis bioquímica de Rhodomonas spp. y Tetraselmis spp. en condiciones in vitro*. Tesis de Bachiller. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/13308>.
- Pareja, M., Vasco, L., Torres, M., Betancur, L. (2010). Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 23(2): 183- 190.
- Parra, J., Torres, A., Rojas, D. (2017). Inclusión de la cianobacteria *Arthrospira maxima* como fuente de carotenoides en la dieta de gallinas ponedoras y su evaluación sobre la calidad del huevo. Artículo Original. Revista Latinoamericana investigación algal. Fundación Instituto de Estudios Avanzados, Centro de Biotecnología. Carretera Nacional Hoyo de la Puerta, Valle de Sartenejas, Baruta, Estado Miranda, Caracas, Venezuela.
- https://www.researchgate.net/profile/Parra-Jose/publication/317951513_Inclusion_de_la_cianobacteria_Arthrospira_maxima_como_fuente_de_carotenoides_en_la_dieta_de_gallinas_ponedoras_y_su_evaluacion_sobre_la_calidad_del_huevo/links/5d3f6a624585153e592cf3fb/Inclusion-de-la-cianobacteria-Arthrospira-maxima-como-fuente-de-carotenoides-en-la-dieta-de-gallinas-ponedoras-y-su-evaluacion-sobre-la-calidad-del-huevo.pdf

- Poveda, V. (2020). *Evaluación de la inclusión de la microalga Arthrospira maxima en la alimentación de gallinas ponedoras comerciales y su efecto en el desempeño productivo de las aves y las características del huevo*. Tesis título de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Universidad de Costa Rica.
- Ramirez-Moreno (2006). Uso tradicional y actual de spirulina sp. (Arthrospira sp.). *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Instituto Politécnico Nacional (IPN), México. Becaria del Programa Institucional de Formación de Investigadores, IPN, México.*
- Rimber II. 2007. Why seaweeds. Degree Diss.Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia.
- Romo, A. (2002). Manual para el cultivo de microalgas. Disponible en: <http://biblio.uabcs.mx/tesis/TE1366.pdf>.
- Saranraj, P. y Sivasakthi, S. (2014). Spirulina platensis – food for future: a review. *Asian Journal of Pharmaceutical Science & Technology*
- Scott, T., Silversides, F. (2000). The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult Sci.* 79(12): 1525- 1729, doi: 10.1093/79.12. 1725.
- Silerio, V., Mendoza de flores, C., Avila, G. (1976) *Evaluacion del alga espirulina (spirulina geitleri) como fuente de pigmento en dietas para pollos de engorda*. Tesis profesional para Ing. Agronomo en la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, (31), 47-54.
<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2678>.
- Silversides, F. y Burgell, K. (2004). The relationships Among Measures of egg Albumen Height, pH. and Whipping Volumen 01. *Poultru Science* 83 (10).
- SUNARP. (2024). Superintendencia Nacional de los Registros Publicos.
- Torres, A. y Schulz, A. (2017) *Extra Heavy Crude Oil Upgrading by Fungal Exoenzymes View project Andean microalgae of Ecuador and its*

potential use for agricultural, industrial and human health activities. View project

Toyomizu, M. (2010). Efectos de la espirulina dietética sobre el color de la carne en el músculo de pollos de engorde. *British Poultry Science. Ciencia avícola británica. Volumen 42, 2001 - Número 2*

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071660120048447>

Universidad de Murcia, (2019). Práctica - huevos - haugh. Unidades Haugh. Unidad de innovación docente.

<https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higieneinspeccion-y-control-alimentario/practicas/unidades>

Urbach, E., Robertson, D., Chsholm, S. (1992). Multiple evolutionary origins of prochlorophytes within the cyanobacterial radiation. *Research gate. Nature (Lond.) 355: 267-270.*

https://www.researchgate.net/publication/21425013_Multiple_evolutionary_origins_of_Prochlorophytes_within_the_cyanobacterial_radiation

Wang, L., Min, M., Li, Y., Chen, P., Chen, Y., Liu, Y., Ruan, R. (2010). Cultivation of green algae *Chlorella* sp. in different wastewaters from municipal wastewater treatment plant. *Applied biochemistry and biotechnology*, 162, 1174-1186.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12010-009-8866-7>

Zahroojian, N., Moravej, H., Shivazad, M. (2011). *Comparison of marine algae (Spirulina platensis) and synthetic pigment in enhancing egg yolk colour of laying hens.* *British poultry science* 52(5) 584-588.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071668.2011.610779>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EFECTO DEL EMPLEO DE SPIRULINA (*Arthrospira platensis*) EN LA DIETA DE GALLINAS PONEDORAS Y SU EVALUACIÓN EN LA CALIDAD NUTRITIVA Y SENSORIAL DEL HUEVO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES:	INDICADORES
<p><u>Problema general.</u></p> <p>¿Será posible el empleo de spirulina (<i>A. platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras como mejora de la calidad nutricional y la calidad sensorial del huevo?</p> <p><u>Problemas específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál será el efecto del empleo de dosis de spirulina (<i>A. platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras en la calidad nutricional? ¿Cuál será el efecto del empleo de dosis de spirulina (<i>A. platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras en la calidad sensorial del huevo? 	<p><u>Objetivo general.</u></p> <p>Ensayar el empleo de espirulina (<i>A. platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras como mejora de la calidad nutritiva del huevo y su calidad sensorial.</p> <p><u>Objetivos específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluar el efecto del empleo de dosis de spirulina (<i>A. platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras en la calidad nutricional del huevo Determinar el efecto del empleo de dosis de spirulina (<i>A. platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras en la calidad sensorial del huevo 	<p><u>Hipótesis general.</u></p> <p>El empleo de espirulina (<i>A. platensis</i>) a los niveles empleados en el presente estudio, en la dieta de gallinas ponedoras mejora significativamente la calidad nutritiva del huevo y la calidad sensorial</p> <p><u>Hipótesis específicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Las dosis de spirulina (<i>A. platensis</i>) empleadas en la dieta de gallinas ponedoras mejora significativamente la calidad nutricional del huevo de las gallinas ponedoras estudiadas El empleo de dosis de spirulina (<i>A. platensis</i>) en la dieta de gallinas ponedoras, a los niveles usados en la presente mejora la calidad sensorial del huevo 	<p>V.INDEPENDIENTE</p> <p>NIVEL DE SPIRULINA</p> <p>V. DEPENDIENTE</p> <p>CALIDAD NUTRITIVA Y</p> <p>CALIDAD SENSORIAL DEL HUEVO</p>	<p>FÍSICO:</p> <p>ANÁLISIS QUÍMICO</p> <p>ANÁLISIS FÍSICOS</p> <p>PRODUCCIÓN DE HUEVO</p> <p>ANÁLISIS SENSORIAL</p> <p>ANÁLISIS ESTADÍSTICOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de espirulina (T) Temperatura pH Iluminación (horas luz) Granulometría de calcio Calidad de agua Composición proximal Consumo de alimento Conversión alimenticia Peso del huevo % HUEVO TIPO A Unidades haugh Color de la cáscara Color de la yema Variabilidad .

Nota: elaboración propia.

ANEXO 2

UNIDADES HAUGH

Práctica - huevos - Haugh

FUNDAMENTO

De todas las técnicas de medida de la calidad interior del huevo abierto, las Unidades Haugh (U.H.) representan una unidad de medida objetiva y precisa, y su valor para cada huevo está en función del peso total del huevo y de la altura de la clara densa. Este método fue propuesto en 1937 por Raymond Haugh es utilizado en los Estados Unidos como método de referencia, aunque no se utiliza de modo rutinario

Las U.H. nos vienen dadas para cada huevo, por la siguiente expresión matemática, donde A es la altura de la clara densa y P el peso del huevo en gramos:

$$\mathbf{U.H. = 100 \log (A = 7'57 - 1'7 P 0'37)}$$

Hay que tener en cuenta al realizar la medición el tiempo, ya que las U.H. declinan linealmente con el logaritmo del tiempo transcurrido después de abrir el huevo. También se ven afectadas por la temperatura ya que la temperatura interna de los huevos en el momento de realizar la medición

debe estar comprendida entre 7° y 15° C. Cada 10° C más de temperatura supone 1'15 U.H. menos.

MATERIAL

- Micrómetro para medir la altura de la clara densa.
- Ménsula con plano de cristal superior y espejo inferior (para permitir la observación de la cara inferior del huevo)
- Balanza
- Calculador de Unidades Haugh

PROCEDIMIENTO

Asegurar que la temperatura del huevo está comprendida entre 7 y 15° C. Pesar el huevo completo y anotar su peso. Una vez pesado romper el huevo cuidadosamente sin lesionar la clara densa o saco albuminoso y vaciarlo lo más cerca posible de la superficie de la ménsula. El contenido del huevo debe ser vertido suavemente. A continuación, medir con el micrómetro la altura de la clara densa, para ello seleccionar el punto de medida en la superficie más extensa. Es recomendable obtener la medida de dos lecturas de cada huevo, evitando al tomar la medida las áreas donde existan chalazas o burbujas de aire.

Una vez tomada la medida en milímetros y décimas de milímetros, fijar en el calculador el peso del huevo (ventana inferior) y la altura de la clara densa en la escala del disco móvil. Las U.H. las obtendremos en la escala del disco externo, en correspondencia con los milímetros de la altura.

INTERPRETACIÓN

Siempre que se trate de estudios o trabajos de investigación, las U.H. se deben utilizar siempre como expresión numérica de la calidad. La tipificación de los huevos debe estar integrada por tres factores: calidad interior, tamaño (en peso) y color de la cáscara. La calidad interior está definida fundamentalmente por las U.H., sin embargo, ni la clasificación del C.A.E. ni la clasificación de la U.E. incluyen esta medida como índice de calidad.

CALIDAD DEL HUEVO Y SU RELACIÓN CON LAS UNIDADES HAUGH

UNIDADES HAUGH	DESCRIPCION CUALITATIVA
100	-
90	EXCELENTE
80	MUY BUENO
70	ACEPTABLE
65	MARGINAL
60	RESISTENCIA DEL CONSUMIDOR
55	POBRE
50	INACEPTABLE

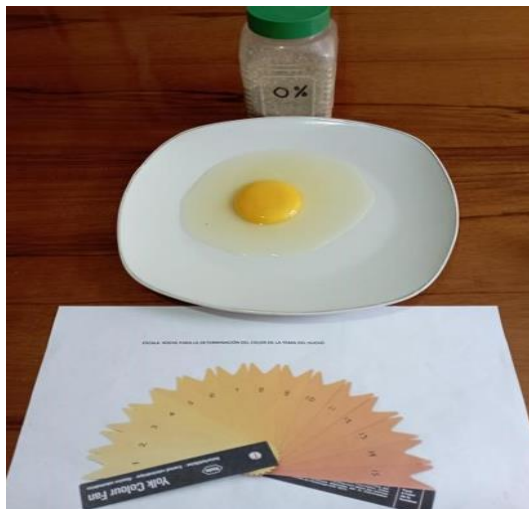
La altura de la clara densa es uno de los métodos objetivos que se utiliza en la valoración de la calidad de frescura del huevo (unidades Haugh, más adelante). Sin embargo, la altura de la clara densa depende de diversos factores. Así el envejecimiento con la consiguiente licuefacción y pérdida de agua por evaporación conducen a una menor clara densa en el huevo. Pero también se conocen que otros factores pueden dar valores de altura de clara densa bajos, aun tratándose de huevos frescos. Estas diferencias se pueden deber a la raza, la alimentación o la edad de las gallinas, aunque nunca se alcanzarán valores de unidades Haugh que determinen el rechazo del huevo por parte del consumidor (< 60 UH). También las condiciones de almacenamiento afectan a las UH, ya que el almacenamiento prolongado a altas temperaturas favorece la disminución de la altura de la clara densa dando lugar a huevos con un aspecto más envejecido o menor grado de frescura. (Universidad de Murcia, 2019).

ANEXO 3

PANEL DE FOTOS

Figura 23

Fotografía de huevo: tratamiento T₀: 0% de spirulina



Nota: Elaboración propia

Figura 24

Fotografía de huevo: tratamiento T₁: 2% de spirulina



Nota: Elaboración propia

Figura 25

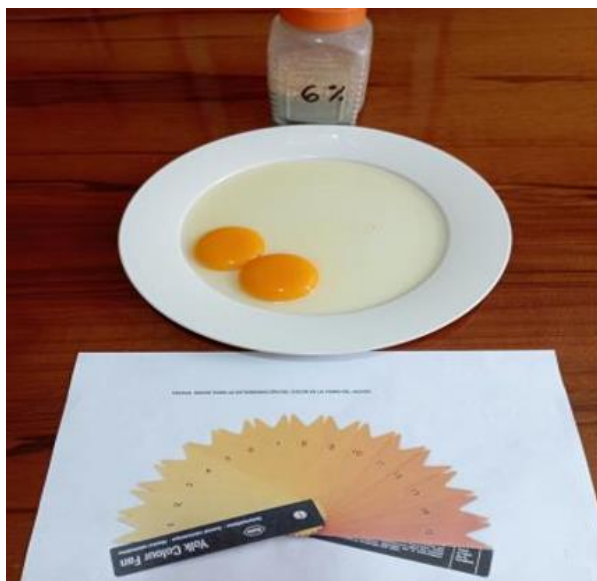
Fotografía de huevo: tratamiento T₂: 4% de spirulina.



Nota: Elaboración propia

Figura 26

Fotografía de huevo: tratamiento T₃: 6% de spirulina.



Nota: Elaboración propia

ANEXO 4

CERTIFICADO DE ANÁLISIS –LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA

ANÁLISIS DE PROTEÍNA: Spirulina EN POLVO

Muestra A (Procedencia China)




UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA




CERTIFICADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Diego Jesús Ramos Luque
MUESTRA: A- Spirulina (*Spirulina platensis*)
FECHA DEL ANÁLISIS: 07 de noviembre del 2023
METODOLOGÍA : Según Norma de la AOAC 2017

PARÁMETRO	RESULTADO
Proteínas totales %	52,24


Lic. Quím. Reyna Calcino Angulo
Encargada del Laboratorio




MSc Leonardo Sheron Ramirez
Jefe del Laboratorio

ANEXO 5

CERTIFICADO DE ANÁLISIS –LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA

ANÁLISIS DE PROTEÍNA: Spirulina EN POLVO

Muestra A (Procedencia USA)



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Diego Jesús Ramos Luque
MUESTRA: B- Spirulina (*Spirulina platensis*)
FECHA DEL ANÁLISIS: 07 de noviembre del 2023
METODOLOGÍA : Según Norma de la AOAC 2017

PARÁMETRO	RESULTADO
Proteínas totales %	67,77

Lic. Quim. Reyna Calcino Angulo
Encargada del Laboratorio



MSc Leonardo Sheron Ramirez
Jefe del Laboratorio

ANEXO 6

INFORME DE ENSAYO – UNA LA MOLINA ANÁLISIS FÍSICO/QUÍMICO: ALIMENTO BALANCEADO (6% SPIRULINA)



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 000441 - 2024

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.
DIRECCIÓN LEGAL : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA - TACNA
: TACNA
RUC: 20147796634 Teléfono: 952 913 350
PRODUCTO : ALIMENTO BALANCEADO - DIETA
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 666,3 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-003705 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 27/11/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	10,4
2.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	3,5
3.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	10,6
4.- Fibra Cruda(g / 100 g de muestra original)	2,3
5.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	69,0
6.- % Kcal. proveniente de Grasa	9,4
7.- % Kcal. proveniente de Proteínas	21,6
8.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	333,5
9.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	57,5
10.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	18,0

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- AOAC 930.15 Cap. 4, Pág. 2, 21st Edition 2019
- 2.- AOAC 920.39 Cap. 4, Pág. 40, 21st Edition 2019
- 3.- AOAC 942.05 Cap. 4, Pág. 8, 21st Edition 2019
- 4.- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)
- 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 10.- AOAC 959.01 Cap. 4, Pág. 24, 21st Edition 2019





INFORME DE ENSAYOS

N° 000441 - 2024

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 24/01/2024 Al 01/02/2024.

ADVERTENCIA :

- 1- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 1 de Febrero de 2024



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

Biol. Jorge Antonio Chávez Pérez
Director Ejecutivo (e)
CBP - N° 2503

Pág 2/2

ANEXO 7

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS –LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA
ANÁLISIS PROXIMAL: HUEVO ENTERO
MUESTRA 1 (0% de spirulina)**



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS
ANÁLISIS PROXIMAL**

SOLICITANTE : Diego Jesús Ramos Luque
MUESTRA: Huevo entero – Muestra N° 2
FECHA DEL ANÁLISIS: 13 de febrero del 2024
METODOLOGÍA : Según Normas de la AOAC 2017

PARÁMETROS	RESULTADOS
Humedad %	75,90
Cenizas %	0,96
Proteínas Totales%	12,85
Lípidos Totales %	8,80
Carbohidratos Totales %	1,49



MSc. Leonardo Sheron Ramirez
Jefe del Laboratorio

ANEXO 8

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS –LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA
ANÁLISIS PROXIMAL: HUEVO ENTERO
MUESTRA 2 (2% de spirulina)**



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS
ANÁLISIS PROXIMAL**

SOLICITANTE : Diego Jesús Ramos Luque
MUESTRA: Huevo entero – Muestra N° 2
FECHA DEL ANÁLISIS: 13 de febrero del 2024
METODOLOGÍA : Según Normas de la AOAC 2017

PARÁMETROS	RESULTADOS
Humedad %	75,90
Cenizas %	0,96
Proteínas Totales%	12,85
Lípidos Totales %	8,80
Carbohidratos Totales %	1,49



Sc. Leonardo Sheron Ramírez
Jefe del Laboratorio

ANEXO 9

CERTIFICADO DE ANÁLISIS –LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA

ANÁLISIS PROXIMAL: HUEVO ENTERO

MUESTRA 3 (4% de spirulina)



OFICIO N°076-2024-ESIP/UNJBG
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS
ANÁLISIS PROXIMAL**

SOLICITANTE : **Diego Jesús Ramos Luque**
MUESTRA: **Huevo entero – Muestra N° 3**
FECHA DEL ANÁLISIS: **10 de febrero del 2024**
METODOLOGÍA : **Según Normas de la AOAC 2017**

PARÁMETROS	RESULTADOS
Humedad %	75,98
Cenizas %	0,97
Proteínas Totales%	12,91
Lípidos Totales %	9,06
Carbohidratos Totales %	1,08



[Signature]
MSc. Leonardo Sheron Ramírez
Jefe del Laboratorio

ANEXO 10

INFORME DE ENSAYO – UNA LA MOLINA ANÁLISIS FÍSICO/QUÍMICO: HUEVOS DE GALLINA MUESTRA 4 (6% de spirulina)



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 000442 - 2024

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.
DIRECCIÓN LEGAL : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA - TACNA -
: TACNA
RUC: 20147796634 Teléfono: 952 913 350
PRODUCTO : HUEVOS DE GALLINA
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 1087,5 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada, a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-003706 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 27/11/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	76,8
2.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	9,3
3.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	0,9
4.- Fibra Cruda(g / 100 g de muestra original)	0,0
5.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	0,0
6.- % Kcal. proveniente de Grasa	61,7
7.- % Kcal. proveniente de Proteínas	38,3
8.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	135,7
9.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	0,0
10.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	13,0

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- AOAC 925.30 Cap. 34, Pág. 2, 21st Edition 2019
- 2.- AOAC 925.32 Cap. 34, Pág. 3, 21st Edition 2019
- 3.- AOAC 935.39(B) Cap. 32, Pág. 79, 21st Edition 2019
- 4.- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)
- 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 10.- AOAC 925.31 Cap. 31, Pág. 2, 21st Edition 2019

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 000442 - 2024

Pág 1/2



INFORME DE ENSAYOS
N° 000442 - 2024

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 24/01/2024 Al 01/02/2024.

ADVERTENCIA :

- 1 - El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2 - Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3 - Valido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 1 de Febrero de 2024



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM
Biol. Jorge Antonio Chávez Pérez
Director Ejecutivo (e)
CBP - N° 2503

Pág 2/2