

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**“Efecto de la inclusión de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de pavos (*Meleagris gallopavo*) sobre los parámetros productivos y mérito económico durante las etapas de crecimiento y engorde en Cajamarca - 2024”**

## **T E S I S**

Para Optar el Título Profesional de:

**MÉDICO VETERINARIO**

Presentado por el Bachiller:

**HAROLD CHRISTOPHER CORTEZ CERCADO**

Asesor:

**Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2025**

**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. **Investigador:** Harold Christopher Cortez Cercado  
**DNI:** 75862201  
**Escuela Profesional:** Medicina Veterinaria
2. **Asesor:** Dr. José Fernando Coronado León
3. **Facultad:** Ciencias Veterinarias
4. **Grado académico o título profesional:** Título Profesional
5. **Tipo de Investigación:** Tesis
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "Efecto de la inclusión de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de pavos (*Meleagris gallopavo*) sobre los parámetros productivos y mérito económico durante las etapas de crecimiento y engorde en Cajamarca - 2024"
7. **Fecha de Evaluación:** 10/06/2025
8. **Software Anti plagio:** Turnitin
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 19 %
10. **Código del Documento:** oid: 3117:466159286
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** Aprobado



Universidad Nacional de Cajamarca  
Facultad de Ciencias Veterinarias  
  
Dr. Wilder Quispe Urteaga  
Director de la Unidad de Investigación

Fecha Emisión: 12 de junio del 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA  
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De febrero De 1962  
UNIVERSIDAD LICENCIADA  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS  
DECANATO  
Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las dieciséis horas del día veintisiete de mayo del dos mil veinticinco, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “César Bazán Vásquez” de la Universidad Nacional de Cajamarca los integrantes del jurado calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis titulada: “Efecto de la inclusión de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de pavos (*Meleagris gallopavo*) sobre los parámetros productivos y mérito económico durante las etapas de crecimiento y engorde en Cajamarca - 2024”, asesorada por el docente Dr. José Fernando Coronado León y presentado por el Bachiller en Medicina Veterinaria: **HAROLD CHRISTOPHER CORTEZ CERCADO**.

Acto seguido el presidente del jurado procedió a dar por iniciada la sustentación y para los efectos del caso se invitó al sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del jurado calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el jurado calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el calificativo final obtenido de **DIECISÉIS (16)**.

Siendo las diecisiete horas y treinta minutos del mismo día, el presidente del jurado calificador dio por concluido el proceso de sustentación.

  
Dr. JOSÉ ANTONIO NIÑO RAMOS  
PRESIDENTE

  
Dr. GILBERTO FERNÁNDEZ IDROGO  
SECRETARIO

  
M.Sc.M.V. FERNANDO ADOLFO BARRANTES MEJÍA  
VOCAL

  
Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN  
ASESOR

## DEDICATORIA

Al trayecto del tiempo y al Señor, por  
permitirme seguir construyendo en mí  
las condiciones necesarias para  
entender el camino de la vida y dejar  
un sentido histórico en el corto viaje  
que esta representa.

Sin necesidad de buscar, se encuentra el sentido  
del caminar. Y mientras más se cae al fondo, más  
se acrecienta el espíritu de lucha por un mundo  
mejor, sin estigmas ni etiquetas. Porque hoy  
seremos dos, pero mañana, miles. Llegaremos a  
hacer retumbar los diminutos pasos de nuestra  
existencia para ser creación heroica.

**Harold C. Cortez Cercado**

## **AGRADECIMIENTO**

A los elementos de la vida que, en el andar —ya sea con pedradas o caminos planos— me permitieron llegar a terminar este peldaño. Agradezco al Dr. José Fernando Coronado León, quien por cosas de la vida se ha convertido en un gran amigo y apoyo como asesor; y al Dr. José Antonio Niño Ramos, por apostar en las ideas vagas del saber para concretarlas en un bosque lleno de conocimiento. Porque este trabajo no solo enriqueció el saber, sino también sembró la semilla para incentivar a más.

A quien es y será como una madre: María de Lourdes Pereyra Medina, quien resumió la bondad y la sabiduría en actos tan simples, pero con un efecto profundo, que hasta el día de hoy me demuestra que la vida es más que solo respirar, y mucho más que esas otras cosas que nos enseñaron años atrás.

A todos los no mencionados, gracias. Si los nombrara uno por uno, esta tesis quedaría como el Quijote, y esa no es la intención. Sin embargo, cada uno fue importante; cada quien me alcanzó un ladrillo para la construcción.

Con gratitud,

**Harold Cortez**

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                          |             |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <i>DEDICATORIA</i> .....                                                 | <i>iv</i>   |
| <i>AGRADECIMIENTO</i> .....                                              | <i>v</i>    |
| <i>ÍNDICE GENERAL</i> .....                                              | <i>vi</i>   |
| <i>ÍNDICE DE TABLAS</i> .....                                            | <i>viii</i> |
| <i>ÍNDICE DE FIGURAS</i> .....                                           | <i>x</i>    |
| <i>ÍNDICE DE ANEXOS</i> .....                                            | <i>xi</i>   |
| <i>RESUMEN</i> .....                                                     | <i>xii</i>  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                    | <i>xiii</i> |
| <i>INTRODUCCIÓN</i> .....                                                | <i>1</i>    |
| <i>CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO</i> .....                                    | <i>2</i>    |
| 1.1.    Antecedentes de la investigación .....                           | <i>2</i>    |
| 1.2.    Bases teóricas .....                                             | <i>9</i>    |
| 1.3.    Definición de términos básicos .....                             | <i>32</i>   |
| <i>CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO</i> .....                              | <i>34</i>   |
| 2.1.    Ubicación geográfica .....                                       | <i>34</i>   |
| 2.2.    Diseño de la investigación .....                                 | <i>34</i>   |
| 2.3.    Métodos de investigación .....                                   | <i>35</i>   |
| 2.4.    Población, muestra y unidad de análisis.....                     | <i>43</i>   |
| 2.5.    Técnicas e instrumentos de recopilación de datos .....           | <i>44</i>   |
| 2.6.    Técnicas para el procesamiento y análisis de la información..... | <i>46</i>   |

|                                                                            |                  |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 2.7. Equipos, materiales e insumos.....                                    | 46               |
| <b><i>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</i></b>                     | <b><i>48</i></b> |
| 3.1. Evaluación del peso vivo de pavos de la línea Nicholas.....           | 48               |
| 3.2. Evaluación de la ganancia de peso .....                               | 49               |
| 3.3. Análisis del consumo de alimento en pavos .....                       | 50               |
| 3.4. Conversión alimenticia según niveles de inclusión de espirulina ..... | 51               |
| 3.5. Mérito económico.....                                                 | 51               |
| 3.6. Análisis, interpretación y discusión de resultados .....              | 52               |
| 3.7. Contrastación de hipótesis .....                                      | 54               |
| <b><i>CAPÍTULO IV CONCLUSIONES .....</i></b>                               | <b><i>55</i></b> |
| <b><i>CAPÍTULO V SUGERENCIAS.....</i></b>                                  | <b><i>56</i></b> |
| <b><i>REFERENCIAS .....</i></b>                                            | <b><i>57</i></b> |
| <b><i>ANEXOS .....</i></b>                                                 | <b><i>62</i></b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Tabla 1. Clasificación taxonómica de los pavos .....</i>                                                                                                    | 13 |
| <i>Tabla 2. Pavos de carne – Línea Nicholas (machos) .....</i>                                                                                                 | 15 |
| <i>Tabla 3. Pavos de carne – Línea Hybrid (machos) .....</i>                                                                                                   | 15 |
| <i>Tabla 4. Requerimientos nutricionales (machos y hembras) .....</i>                                                                                          | 19 |
| <i>Tabla 5. Requerimientos nutricionales (engorde mixto de 14 semanas).....</i>                                                                                | 19 |
| <i>Tabla 6. Valores nutricionales de los insumos utilizados en dietas de pavos .....</i>                                                                       | 20 |
| <i>Tabla 7. Cantidad de proteínas de espirulina y otros alimentos.....</i>                                                                                     | 30 |
| <i>Tabla 8. Composición nutricional de la espirulina .....</i>                                                                                                 | 31 |
| <i>Tabla 9. Composición de ácidos grasos del polvo de Spirulina platensis .....</i>                                                                            | 32 |
| <i>Tabla 10. Composición porcentual de la ración sin espirulina .....</i>                                                                                      | 39 |
| <i>Tabla 11. Aporte nutricional de la ración control (Testigo T0).....</i>                                                                                     | 40 |
| <i>Tabla 12. Composición porcentual de la ración T1 con 1% de espirulina .....</i>                                                                             | 40 |
| <i>Tabla 13. Aporte nutricional de la ración experimental (T1) .....</i>                                                                                       | 41 |
| <i>Tabla 14. Composición porcentual de la ración T2 con 2% de espirulina .....</i>                                                                             | 41 |
| <i>Tabla 15. Aporte nutricional de la ración experimental (T2) .....</i>                                                                                       | 42 |
| <i>Tabla 16. Cronograma de ración en pavos: Control y tratamientos con espirulina (1% y 2%).....</i>                                                           | 43 |
| <i>Tabla 17. Efecto de la inclusión de espirulina en la dieta sobre el peso vivo en la etapa de crecimiento y acabado en pavos (Meleagris gallopavo) .....</i> | 48 |
| <i>Tabla 18. Ganancia de peso por etapa de desarrollo (crecimiento y acabado) en pavos tratados con espirulina .....</i>                                       | 49 |
| <i>Tabla 19. Consumo de alimento por etapa (crecimiento y acabado) en pavos alimentados con espirulina.....</i>                                                | 50 |



|                                                                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabla 20. Conversión alimenticia por etapa (crecimiento y acabado) en pavos según el tratamiento con espirulina .....</i> | <i>51</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabla 21. Evaluación del mérito económico de los pavos de la línea Nicholas por tratamiento.....</i> | <i>51</i> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## ÍNDICE DE FIGURAS

*Figura 1. Vista microscópica de la microalga Spirulina (Cyanobacteria) (42). ..... 29*

*Figura 2. Vista macroscópica de la espirulina y presentación en polvo (44). ..... 31*

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Anexo 1. Análisis de la varianza de la etapa de crecimiento .....</i> | 62 |
| <i>Anexo 2. Análisis de la varianza de la etapa de acabado .....</i>     | 63 |

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de la inclusión de espirulina (*Spirulina platensis*) al 1% y 2% en la dieta de pavos (*Meleagris gallopavo*) de la línea Nicholas, durante un ciclo productivo de nueve semanas, dividido en dos etapas: crecimiento (0–6 semanas) y acabado (7–9 semanas). Se analizaron variables productivas como peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mérito económico. Los resultados mostraron que la inclusión al 1% mejoró significativamente el peso y la ganancia durante la etapa de crecimiento, sin diferencias en la etapa de acabado. No se hallaron diferencias significativas en la conversión alimenticia. El tratamiento con espirulina al 2% no mostró beneficios productivos ni económicos. Desde el punto de vista económico, solo la inclusión al 1% fue viable. Se concluye que el efecto de la espirulina depende del nivel de inclusión y de la etapa del ciclo productivo, siendo más efectivo durante el crecimiento temprano.

**Palabras clave:** Espirulina, pavos, parámetros productivos, ración, dieta, mérito económico.

## ABSTRACT

This study evaluated the effect of including *Spirulina platensis* at 1% and 2% in the diet of Nicholas-line turkeys (*Meleagris gallopavo*) over a nine-week production cycle, divided into two phases: growth (weeks 0–6) and finishing (weeks 7–9). Productive variables analyzed included live weight, weight gain, feed intake, feed conversion ratio, and economic merit. Results showed that the 1% spirulina inclusion significantly improved live weight and weight gain during the growth phase, with no differences observed during the finishing phase. No significant differences were found in feed conversion. The 2% spirulina treatment did not produce productive or economic benefits. From an economic standpoint, only the 1% inclusion proved to be viable. It is concluded that the effects of spirulina depend on the inclusion level and production stage, being most effective during early growth.

**Keywords:** Spirulina, turkeys, productive parameters, feed, diet, economic merit.

## INTRODUCCIÓN

Las aves domésticas contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria. El crecimiento poblacional, el aumento del poder adquisitivo y la urbanización han favorecido la expansión del sector avícola, donde la carne de pavo destaca por su alta demanda estacional y su valor nutricional como carne blanca baja en grasa (1–4). La apertura de nuevos nichos de mercado impulsa la producción de pavos de carne, exigiendo una gestión más eficiente para mejorar la rentabilidad (4,5).

Diversos estudios han demostrado que la inclusión de espirulina en la dieta de aves puede mejorar parámetros como el peso vivo, la conversión alimenticia y la pigmentación natural, además de reforzar el sistema inmunológico (6–8). En este contexto, la espirulina (*Arthrospira platensis*), rica en nutrientes y compuestos bioactivos, ha ganado interés como suplemento dietético en aves. Sin embargo, su efecto en pavos durante el crecimiento y engorde sigue siendo poco explorado en la región, lo que justifica su evaluación en términos productivos y sanitarios. (9,10).

Por tanto, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de pavos (*Meleagris gallopavo*) sobre los parámetros productivos y el mérito económico durante las etapas de crecimiento y engorde. Este estudio buscó determinar si la espirulina puede representar una alternativa nutritiva y rentable para mejorar la eficiencia, la calidad del producto final y la sostenibilidad de la producción avícola en Cajamarca.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes de la investigación**

#### **1.1.1. Internacionales**

En el 2015, en Egipto, se llevó a cabo una importante investigación titulada: “Efecto del uso de algas *Spirulina platensis* y/o *Chlorella vulgaris* como aditivos alimentarios sobre el desempeño productivo de pollos de engorde”. El estudio, tuvo por objetivo, analizar el efecto de la inclusión de estas algas en la dieta de pollos de engorde comerciales sobre su rendimiento productivo. Se utilizaron 420 pollos de la línea Cobb, distribuidos en siete grupos experimentales, y se les administraron dietas con diferentes niveles de estas algas. Los resultados mostraron que los pollos que consumieron 2g de espirulina por kilogramo de dieta presentaron un mejor rendimiento en términos de ganancia de peso, peso corporal y conversión alimenticia, en comparación con los demás grupos. Esto destaca el potencial de la espirulina como un aditivo alimenticio beneficioso en la producción avícola (11).

Shanmugapriya (12), también en 2015, realizó una investigación titulada: “Administración dietética de *Spirulina platensis* como probiótico sobre el rendimiento del crecimiento y la histopatología en pollos de engorde”. Se realizó con el fin de investigar los efectos de la suplementación dietética de *Spirulina platensis* sobre el rendimiento de los pollos de engorde y la histopatología. Se asignaron al azar ochocientos pollos de engorde de un

día (Ross 308) a uno de los cuatro tratamientos dietéticos, que consistían en ocho réplicas de 25 aves cada una. Las dietas comerciales de inicio y finalización en harina se complementaron con 0%, 0,5%, 1% y 1,5% de *Spirulina platensis*. La ganancia de peso corporal, la tasa de conversión alimenticia y la longitud de las vellosidades aumentaron significativamente con la inclusión en la dieta del 1% de *Spirulina platensis* en comparación con los pollos de engorde alimentados con control. En conclusión, la suplementación con 1% de *Spirulina platensis* aumentó significativamente la ganancia de peso corporal, disminuyó las tasas de conversión alimenticia y aumentó la altura de las vellosidades. *Spirulina platensis* ofrece una buena alternativa natural para mejorar la producción avícola.

En 2020, Gómez, en España, presentó un trabajo bibliográfico titulado “Aplicación de *Spirulina* en el desarrollo de la alimentación humana y animal”. Este trabajo bibliográfico se realizó con el fin de explorar el uso de algas (*Spirulina*), para la alimentación humana y animal en base a conocimientos actuales y antecedentes generales, relacionados con la alimentación, y el remplazo de proteínas provenientes de otras fuentes como son la ganadería. El estudio destacó la creciente relevancia de las algas en la industria alimentaria, ya que investigaciones recientes sugieren que pueden utilizarse para prevenir enfermedades. Existen diversas especies de algas que pueden ser consumidas por humanos o empleadas en concentrados para animales. Gómez resaltó la importancia de considerar los hábitos nutricionales actuales y el impacto de las algas en la industrialización alimentaria. Entre las algas comestibles, la *espirulina* se distingue por su alto



contenido proteico, su facilidad de cultivo y bajos costos, lo que la convierte en un "súper alimento". Además, satisface los requerimientos nutricionales para un mejor desarrollo motriz en humanos. Debido a estas cualidades, la espirulina ha despertado un interés creciente como alternativa alimenticia, promoviendo nuevos patrones de consumo (13).

La investigación reciente realizada por Fernandes et al. (14), 2024, bajo el título: "Impacto de la inclusión de un 15% de espirulina (*Limnospira platensis*) en la dieta sobre el desempeño productivo y las características de la carne en líneas de pollos de engorde de crecimiento lento, de cuello desnudo y con plumas completas" evaluó el impacto de una dieta con 15% de espirulina (*Limnospira platensis*) en pollos de engorde de crecimiento lento, comparando dos líneas: cuello desnudo (NN) y completamente emplumados (FF). Se alimentaron 40 pollos machos durante 84 días, y los resultados mostraron que los pollos alimentados con la dieta de control superaron en rendimiento a los alimentados con espirulina en peso corporal, ganancia diaria, consumo de alimento y tasa de conversión alimenticia. Sin embargo, la espirulina incrementó la longitud del tracto gastrointestinal y la viscosidad de la digesta, así como la amarillez de la carne. También aumentó las concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA) en la carne de pechuga, lo que mejoró ciertos aspectos de su calidad, aunque redujo la capacidad de retención de agua en la línea NN. La espirulina mostró efectos positivos en los perfiles de ácidos grasos, pero afectó negativamente el crecimiento de los animales de la línea NN.

Además, Alghamdi et al. (15), 2024, nos brinda un aporte sustancial en la investigación titulada “El potencial de *Spirulina platensis* para sustituir a los antibióticos en las dietas de codornices japonesas: impactos en el crecimiento, características de la carcasa, estado antioxidante, parámetros bioquímicos sanguíneos y microorganismos cecales”. El objetivo fue analizar el impacto del extracto de *Spirulina platensis* como alternativa a los antibióticos en el crecimiento, estado antioxidante, parámetros sanguíneos y microbiota cecal de codornices japonesas (*Coturnix japonica*). Se trabajó con 150 codornices, divididas en cinco grupos experimentales, donde el grupo control (G1) no recibió *Spirulina* y los otros grupos (G2-G5) fueron suplementados con diferentes dosis de extracto de *Spirulina* (1 a 4 cc/kg de dieta). Los resultados mostraron que las codornices alimentadas con 4 cc de *Spirulina* (G5) tuvieron mejoras significativas en peso corporal, ganancia de peso, conversión alimenticia, salud digestiva, parámetros sanguíneos, funciones hepáticas y renales, así como en el perfil antioxidante e inmunológico. No hubo diferencias significativas en el porcentaje de carcasa, hígado y menudillos, salvo un aumento en la molleja en G2. También, el pH intestinal disminuyó en G2 y G5 comparado con el grupo control. En conclusión, el extracto de *Spirulina platensis* puede ser una alternativa efectiva a los antibióticos en la dieta de codornices, con beneficios para el crecimiento y la salud general.

También, Mahmoud et al. (16), 2024, nos ilustra con la investigación titulada “La *espirulina platensis* en la dieta es un prometedor promotor del crecimiento y estimulante inmunológico en pollos de engorde”. Este estudio tuvo por objetivo apreciar el impacto de la dieta *Spirulina platensis* (SP) en

los patrones de crecimiento y como estimulante inmunológico en pollos de engorde. Los pollitos alimentados con SP en dosis de 0,5, 1 y 2 g/kg mejoraron significativamente los índices hematológicos. La histopatología del intestino mostró vellosidades bien desarrolladas. En conclusión, *Spirulina platensis* en dosis de hasta 2 g/kg mejora la inmunidad, el perfil de ácidos grasos, la función hepática, las propiedades antiinflamatorias y la absorción intestinal de los pollos de engorde.

### **1.1.2. Nacionales**

Pango (17) nos brinda una importante investigación, titulada “Efecto de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en parámetros productivos, morfometría intestinal y de tibia en pollos de engorde”. El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto de la espirulina en la dieta de pollos de la línea Ross 308 durante 21 días. Se utilizaron 40 pollos machos divididos en dos grupos: uno recibió una dieta control sin espirulina y el otro una dieta con 0.15% de espirulina. Durante el estudio, se midieron semanalmente el peso corporal, la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia. Al final del experimento, se analizaron las características morfológicas de órganos internos, como el corazón y el hígado, así como la morfometría intestinal y de la tibia. Los resultados de inclusión de espirulina al 0.15% no mostró efectos significativos en los parámetros productivos ni en las características morfológicas intestinales o de la tibia. Sin embargo, hubo diferencias significativas en el peso del corazón, hígado y patas. En conclusión, la espirulina en este nivel de inclusión no tuvo un impacto significativo en el rendimiento productivo de las aves.

Al respecto, en 2023, Fuentes et al. (18) investigaron los efectos de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de pollos de engorde a través del estudio titulado “Rendimiento productivo y morfometría intestinal del pollo de engorde sometido a dietas con inclusión de espirulina (*Arthrospira platensis*)”. El objetivo era evaluar el impacto de estos niveles sobre el rendimiento productivo (ganancia de peso, conversión alimenticia) y la morfometría intestinal (longitud y ancho de vellosidades, profundidad de criptas). Se utilizaron 240 pollos machos de la línea Cobb 500, distribuidos en cuatro grupos con distintas proporciones de espirulina en sus dietas: sin espirulina (control), 0.25%, 0.5% y 1%. En cuanto a la morfometría intestinal, los niveles crecientes de espirulina no influyeron en la longitud ni el ancho de las vellosidades, pero sí en la profundidad de las criptas y la relación longitud/profundidad en ciertas partes del intestino. En resumen, la espirulina mejora el rendimiento productivo de los pollos, aunque sus efectos en la morfometría intestinal no fueron concluyentes.

### **1.1.3. Regionales**

Balcázar (4), en el año 2019, llevó a cabo un trabajo de investigación titulado “Evaluación de parámetros productivos y mérito económico en la crianza de pavos de la línea Hybrid en Cajamarca”. Se utilizaron 80 pavipollos de la línea Hybrid, de un día de nacidos, provenientes de la Avícola San Fernando. El objetivo del estudio fue comparar el desempeño productivo de estos pavos con los parámetros establecidos en la guía de manejo de PRODUSS “San Fernando”, y se desarrolló a lo largo de 14 semanas. Los resultados fueron los siguientes: el peso promedio alcanzó los 10.439 kg, la ganancia promedio de peso acumulada fue de 10.380 kg, el

consumo de alimento promedio fue de 19.519 kg, la conversión alimenticia promedio se situó en 1.88 y el mérito económico promedio fue del 48%. Se concluye entonces, que a pesar de que los parámetros de peso y ganancia de peso fueron similares a los de la guía de manejo de pavos San Fernando, se observó que el consumo de alimento y la conversión alimenticia fueron superiores.

Por último, en Cajamarca, en el año 2023. Cercado (5) realizó un estudio titulado “Evaluación de dos insumos energéticos en la etapa de crecimiento y acabado sobre las variables productivas en pavos de la línea Nicholas en Cajamarca”. El estudio evaluó el impacto de dos fuentes energéticas, maíz (SEM) y cebada (SEC), en el rendimiento de 800 pavos de la línea Nicholas durante las etapas de crecimiento y acabado. Durante el acabado, los machos llegaron a 14,56 kg en SEM y 13,9 kg en SEC, mientras que las hembras alcanzaron 10,44 kg en SEM y 9,69 kg en SEC. Los machos mostraron ganancias semanales de 1,07 kg en ambas dietas, y las hembras presentaron 0,69 kg en SEC y 0,74 kg en SEM. El consumo de alimento fue de 11,8 kg para machos en SEC y 11,4 kg en SEM, y en el acabado, fue de 10,9 kg en SEC y 9,4 kg en SEM. Las mejores conversiones alimenticias se observaron en machos en SEC, y el mérito económico fue del 40,16% para machos en SEM y del 40,48% para machos en SEC. En conclusión, un mayor uso de maíz mejora el rendimiento productivo y económico de los pavos.

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Generalidades del pavo**

Las aves crecen y se multiplican muy fácilmente si se las compara con otras especies de animales. Su crianza no demanda grandes costos de inversión, de mantenimiento ni de espacio y representa una buena alternativa para la producción familiar, rápida y permanente, de alimentos de origen animal (huevos y carne). La crianza de aves, como gallinas, pavos, patos y gansos es conocida en el país desde muy antiguo, al igual que en el resto de países en vías de desarrollo en Latinoamérica (19).

La crianza de pavos constituye un importante apoyo económico-alimenticio para las poblaciones rurales y suburbanas, así como un recurso genético pecuario propio de las granjas avícolas, el interés económico de la explotación actual del pavo se apoya en su enorme rendimiento en carne, su bajo costo de producción, y la calidad nutritiva por el bajo contenido de grasa de su carne (20).

La carne del pavo es un 2% más rica en proteínas y tiene entre 50% y 60% de kilocalorías menos que el pollo porque tiene menos grasa. A causa de este mayor nivel de pechuga y de proteína, la relación de proteína y energía en la primera semana de vida es mayor en el pavo en comparación con el pollo. Además, presenta mayores niveles de calcio, fósforo y selenio (21).

El pavo presenta una cabeza con piel desnuda, roja pálida con variaciones azuladas, recubierta de verrugas y carúnculas de diferentes tamaños de color rojo más o menos intenso. Sobre la frente, un apéndice carnosos eréctil

(moco), varía su longitud de acuerdo al estado de excitación, particularmente desarrollado en el macho. En la parte superior del pecho presenta un penacho, de hasta 15 cm en el macho, menor en la hembra. El color del plumaje varía entre negro y marrón con tintes metálicos en los domésticos, siendo más claros o blancos en las líneas comerciales (19,20).

### 1.2.2. Origen y evolución del pavo

El pavo pertenece a la familia Phasianidae, subfamilia Meleagridinae. Los hábitats naturales de las aves pertenecientes a el género *Meleagris* eran bosques mixtos, bosques abiertos y las sabanas de América del Norte y Central. Los primeros fósiles conocidos datan del período Mioceno, alrededor de 8 a 15 millones de años. Se cree que, entre los Galliformes, *Meleagris* es el pariente más cercano a los faisanes, de los que se separó hace unos 11 millones de años (24).

Las subespecies que existieron en América se distinguieron por su plumaje y ubicación geográfica y fueron 7: Subespecie Mexicana (*M. g. gallopavo*); Río grande (*M. g. intermedia*); Merriam (*M. g. merriami*); Gould (*M. g. mexicana*); Eastern (*M. g. silvestris*) y Florida (*M. g. osceola*). De todas ellas, tres son importantes en el desarrollo de la domesticación del pavo (25).

Mucho antes del descubrimiento de América los pavos ya eran alimento predilecto de los indígenas norteamericanos. Los pavos domésticos se originaron en la forma salvaje. Según autores el pavo fue domesticado en México entre los años 2.000 A.C. y 700 D.C. El antepasado salvaje sería la subespecie mexicana *M. g. gallopavo*. Después del descubrimiento de

América estas aves fueron llevadas prontamente a Europa, probablemente el año 2.500. Debido a la rápida difusión que tuvieron los pavos en ese continente, se infiere que se debe haber introducido un número relativamente grande de aves (4,17).

La fecha precisa de introducción del pavo en Europa no está clara, pero podrían haber sido llevados por Colón en 1498 o por Cortez a principios de 1500. Existen evidencias de que los primeros pavos fueron introducidos en España en 1498, provenientes de México. En Inglaterra hacia 1521 se introdujeron juntos pavos y gallinas de Guinea, el hecho que estas últimas llegaran de África vía Turquía, sería la razón por la cual los pavos recibieron la denominación de “Turkey” en Inglaterra. En este país, medio siglo después era tan popular su cría, que fue la “carne elegida” para la cena de Navidad. Los colonizadores ingleses reintrodujeron el pavo en Norteamérica. En la región de Nueva Inglaterra, siglos después, seleccionaron la raza Bronceada a partir de cruzamientos entre el pavo doméstico y el salvaje que habitaba los bosques en los Apalaches (17,18).

Las razas criadas intensivamente suelen tener plumaje blanco, mientras que las criadas por productores avícolas familiares tienen plumaje negro (2). En el Perú, recién a inicios del siglo XX, con la influencia de las tradiciones navideñas de Estados Unidos, se popularizó masivamente el consumo de pavo. Sin embargo, los antecedentes históricos nos llevan a Jauja, pueblo que constituyó abundancia y riqueza, donde Juan de León en 1534 acusa el deslumbramiento que produce la llegada de la primera remesa del Perú.



Desde entonces las alusiones a las riquezas y abundancia de la vida americana, donde se cree se comenzó el consumo de este animal (26).

El pavo domestico continúa mejorando sus resultados de producción, medidos en términos de ganancia de peso y eficiencia alimenticia. Actualmente se puede esperar un crecimiento en los machos de 0.75-0.90 Kg/semana, como promedio durante la crianza siendo esto muy variable puesto que entran a tallar una multitud de factores tales como la genética, alimentación, sanidad, etc. Además, hoy en día hay una tendencia mundial de producir un pavo de alto peso corporal. Sin embargo, la crianza de este tipo de ave está acompañada principalmente de problemas de patas y acumulación de grasa (27).

### **1.2.3. Razas de pavos**

Las distintas razas de pavos se caracterizan por la coloración de su plumaje y por el peso que alcanzan en la edad adulta. Existen pavos blancos, negros o rojizos y pueden pesar hasta 20 kg las razas más grandes y hasta la mitad las más pequeñas (28).

De las distintas razas de pavo que existen en el mundo, la FAO reconoce 34; de ellas, las más importantes son el Bronceado Americano, el Blanco de Holanda, el Blanco de Belstville, el Rojo de Bourbon, el Ardesia (Slate), el Narragansett, el Negro y el Blanco gigante (24).

La raza criolla de pavos, comúnmente criada en el norte del Perú, se caracteriza por tener un menor desarrollo en la producción de carne, particularmente en el área del pecho, y un engorde más lento en

comparación con otras razas comerciales. Estos pavos destacan por su rusticidad y su buen sabor, con un plumaje predominantemente negro. Por otro lado, las líneas mejoradas o “híbridos comerciales” resultan del cruce de diferentes líneas genéticas, enfocándose en mejorar su fertilidad, crecimiento rápido y volumen de pechuga. Criados principalmente en explotaciones industriales, estos pavos se identifican por su plumaje blanco y el desarrollo de la doble pechuga, lo que los hace altamente eficientes para la producción de carne (29).

#### 1.2.4. Taxonomía del pavo

A continuación, mostramos la clasificación taxonómica del pavo doméstico

**Tabla 1. Clasificación taxonómica de los pavos**

| Clasificación taxonómica de los pavos |                      |                                                                |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------|
| Categoría                             | Taxon                | Descripción                                                    |
| Reino                                 | <i>Animalia</i>      | Animales: sistemas multicelulares que se nutren por ingestión. |
| Filo                                  | <i>Chordata</i>      | Cordados: animales con médula espinal, o cordón nervioso.      |
| Subfilo                               | <i>Vertebrata</i>    | Vertebrados: cordados con columna vertebral.                   |
| Superclase                            | <i>Gnathostomata</i> | Vertebrados con mandíbulas.                                    |
| Clase                                 | <i>Aves</i>          | Aves: vertebrados con plumas                                   |
| Subclase                              | <i>Neornithes</i>    | Aves verdaderas: Vértebras de la cola fundidas                 |
| Superorden                            | <i>Neognathae</i>    | Aves de vuelo                                                  |
| Orden                                 | <i>Galliformes</i>   | Gallos y aves afines                                           |
| Familia                               | <i>Phasianidae</i>   | Gallos                                                         |
| Subfamilia                            | <i>Meleagridinae</i> | Pavos                                                          |

Fuente: (30).

### 1.2.5. Clasificación de pavos

Los pavos según Escalante (29) se pueden clasificar de la siguiente manera:

#### 1.2.5.1. Pesados:

- Principalmente criados en EE.UU. y Canadá.
- La raza más común es el **Nicholas**.
- En Perú, su crianza es limitada.

#### 1.2.5.2. Medianamente pesados:

- En Perú, la crianza de pavos se orienta principalmente a esta categoría.
- Las dos líneas más comunes son **Hybrid** y **Buta**.

### 1.2.6. Pavos de engorde en el Perú

Su crianza es estacional en el Perú, está regido por fechas festivas de fin de año y fiestas patrias, su población se concentra prácticamente en el departamento de Lima (31).

#### 1.2.6.1. Hibro Nicholas

Es considerada como una línea pesada para producción de carne. Tiene una buena conversión alimenticia y precocidad en el crecimiento. Su población representa el 42.2 % de la población de pavos en sistemas intensivos. Presenta un plumaje de color blanco (31).

**Tabla 2. Pavos de carne – Línea Nicholas (machos)**

| Edad (semanas) | Peso vivo | Consumo semanal | Conversión alimenticia |
|----------------|-----------|-----------------|------------------------|
| 1              | 155       | 181             | 1.17                   |
| 4              | 1,203     | 1,664           | 1.38                   |
| 8              | 4,198     | 7,139           | 1.70                   |
| 12             | 8,302     | 16,853          | 2.03                   |
| 16             | 11,877    | 27,591          | 2.32                   |

Fuente: MIDAGRI (31).

#### 1.2.6.2. Hybrid

Es una línea semipesado para producción de carne. Presenta plumaje blanco.

Su población representa el 57.8% de la población de pavos en sistemas intensivos (31).

**Tabla 3. Pavos de carne – Línea Hybrid (machos)**

| Edad (semanas) | Peso vivo | Consumo semanal | Conversión alimenticia |
|----------------|-----------|-----------------|------------------------|
| 1              | 135       | 136             | 1.01                   |
| 4              | 968       | 1,261           | 1.30                   |
| 8              | 3,456     | 5,543           | 1.60                   |
| 12             | 7,006     | 13,696          | 1.95                   |
| 16             | 10,958    | 25,434          | 2.32                   |

Fuente: MIDAGRI (31).

#### 1.2.7. Nutrición en los pavos

La cría rentable de cualquier especie es la meta de todo productor. Para lograr ese objetivo, es necesario analizar los diferentes factores que participan en el proceso. Pues la alimentación es uno de esos factores que representa el 70% de los costos totales de producción avícola, por lo que se debe buscar la eficiencia en el empleo de los recursos. Además, los

alimentos concentrados se clasifican en dos grupos: energéticos y proteicos; se utilizan como complemento de la dieta básica de animales para altos niveles de producción (28).

La elección de los alimentos está condicionada por las características visibles de estos (forma y color), antes que por las olfativas o gustativas que son de menor importancia para el pavo. Ellos regulan por sí mismos la cantidad de alimento consumido de acuerdo al contenido energético. En forma de harina, se aumenta la cantidad ingerida hasta un 75%, pero el tiempo que utiliza para hacerlo es el triple respecto del granulado (23).

#### 1.2.7.1. Objetivos de la nutrición

Una de las diferencias particulares del pavo es la composición de su carne y que tiene un mejor rendimiento de pechuga que el pollo. Dependiendo del peso puede ser entre un 5% y un 10% más (21). Según Ruiz (21) el nutricionista debe centrarse en cuatro aspectos clave para optimizar el rendimiento de la carne en pavos:

- **Potencial genético:** Asegurar que la nutrición y el manejo permitan una alta deposición de masa muscular.
- **Salud intestinal:** Mantener un buen estado inmunitario en el ave.
- **Crecimiento óseo:** Fomentar un desarrollo óseo adecuado para soportar un correcto desarrollo muscular.
- **Rentabilidad:** Equilibrar el costo del alimento y la conversión alimenticia para maximizar los beneficios económicos.

### **1.2.7.2. Características nutricionales en el pavo**

Los pavos son aves de mucho cuidado, por cuanto se necesita garantizar la calidad de los alimentos que consumirán. El uso indebido de materias primas en mal estado o de baja calidad, genera rendimientos productivos bajos (28).

Los pavos son alimentados con alimentos compuestos, una mezcla de materias primas que cubre sus necesidades nutricionales, y se les suministra de manera constante para que coman según su apetito. Estos animales tienden a consumir más alimento si su contenido energético es bajo, ya que su hambre está asociada a su necesidad de energía. Sin embargo, el consumo de proteínas, vitaminas y minerales no se ajusta de la misma manera, por lo que la falta de estos nutrientes en la dieta puede causar deficiencias que afecten su productividad e incluso llevar a la muerte. Por eso es vital que la alimentación esté bien balanceada, con los nutrientes adecuados en proporción al valor energético del alimento. Aunque los ingredientes utilizados en las raciones de pavos son similares a los de los pollos, los requerimientos nutricionales de los pavos son considerablemente más altos, lo que exige una formulación especial para garantizar su desarrollo adecuado (23).

### **1.2.7.3. Conversión alimenticia**

Por lo que se refiere a la conversión de alimento en pavos una de las características de la alimentación, es la condición del pélet, debido que es

muy sensible, dado que la conversión alimenticia se puede llegar a afectar en un 3% y el peso corporal en un 6% (21).

#### **1.2.7.4. Programas de alimentación**

La etapa de iniciación en los pavos requiere especial atención debido al estrés causado por el despique y la vacunación. Durante esta fase, es crucial que los pavitos tengan acceso continuo a alimento de alta calidad en forma de pélet y agua limpia, lo que maximiza el consumo y favorece el desarrollo de los sistemas digestivo y respiratorio. En esta etapa, hay una mayor necesidad de proteína y una adecuada relación proteína-energía. La grasa utilizada debe ser altamente digestible y no saturada (21).

En la etapa de crecimiento y desarrollo, los pavos manifiestan su potencial genético en términos de crecimiento muscular y ganancia de peso, respondiendo bien a los niveles de energía. Sin embargo, al aumentar el contenido de grasa en la dieta, es importante cuidar que no se comprometa la calidad del pélet (21).

**Tabla 4. Requerimientos nutricionales (machos y hembras)**

| <b>Aporte nutricional</b> | <b>Inicio</b> |       | <b>Crecimiento</b> |       | <b>Desarrollo</b> | <b>Acabado</b> |
|---------------------------|---------------|-------|--------------------|-------|-------------------|----------------|
|                           | 1             | 2     | 3                  | 4     | 5                 | 6              |
| Proteína %                | 28            | 26    | 23                 | 21    | 18                | 16             |
| Energía (Kcal EM/kg)      | 2,900         | 3,000 | 3,050              | 3,100 | 3,200             | 3,300          |
| Calcio %                  | 1.40          | 1.30  | 1.30               | 1.20  | 1.0               | 0.90           |
| Fosforo %                 | 0.70          | 0.60  | 0.60               | 0.50  | 0.50              | 0.40           |
| Lisina %                  | 1.70          | 1.60  | 1.50               | 1.30  | 1.15              | 1.00           |
| Metionina %               | 0.62          | 0.55  | 0.50               | 0.47  | 0.42              | 0.34           |
| Met + Cistina %           | 1.00          | 0.90  | 0.80               | 0.76  | 0.67              | 0.58           |

Fuente: Unidad experimental UNALM (29).

**Tabla 5. Requerimientos nutricionales (engorde mixto de 14 semanas)**

| Nutrientes           | Inicio<br>0 – 3<br>semanas | Crecimiento<br>4 – 10<br>semanas | Acabado<br>11 – 14<br>semanas |
|----------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Energía (Kcal EM/kg) | 2,800                      | 2,950                            | 3,250                         |
| Proteína %           | 26                         | 22                               | 18                            |
| Lisina %             | 1.45                       | 1.40                             | 1.00                          |
| Metionina %          | 0.54                       | 0.48                             | 0.40                          |
| Met + Cistina %      | 0.94                       | 0.84                             | 0.71                          |
| Calcio %             | 1.30                       | 1.20                             | 0.95                          |
| Fosforo %            | 0.80                       | 0.70                             | 0.50                          |

Fuente: Unidad experimental UNALM (29).



**Tabla 6. Valores nutricionales de los insumos utilizados en dietas de pavos**

| <b>Insumos</b>      | <b>Energía<br/>Kcal<br/>EM/kg</b> | <b>Proteína<br/>%</b> | <b>Metionina<br/>%</b> | <b>Lisina<br/>%</b> | <b>Calcio<br/>%</b> | <b>Fósforo<br/>%</b> |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Harina de pescado   | 3,060                             | 65                    | 1.90                   | 4.82                | 3.62                | 2.54                 |
| Harina soya         | 2,240                             | 47                    | 0.70                   | 2.85                | 0.30                | 0.22                 |
| Soya integral       | 2,880                             | 38                    | 0.42                   | 2.00                | 0.15                | 0.28                 |
| Maíz amarillo       | 3,430                             | 8                     | 0.18                   | 0.26                | 0.02                | 0.10                 |
| Aceite vegetal      | 7,200                             | -                     | -                      | -                   | -                   | -                    |
| Polvillo arroz      | 2,000                             | 14                    | 0.29                   | 0.60                | 0.12                | 0.30                 |
| Subproducto trigo   | 1,800                             | 15                    | 0.17                   | 0.57                | 0.15                | 0.30                 |
| Hominy feed         | 2,888                             | 10                    | 0.16                   | 0.22                | 0.02                | 0.10                 |
| Fosfato dicálcico   | -                                 | -                     | -                      | -                   | 21.00               | 18.00                |
| Carbonato de calcio | -                                 | -                     | -                      | -                   | 38.00               | -                    |

Fuente: Unidad experimental UNALM (29).

#### **1.2.7.5. El concentrado**

El concentrado es un alimento combinado con otro para mejorar el balance nutritivo del producto y que será posteriormente diluido y mezclado para producir un suplemento o un alimento completo (32).

El concentrado de crecimiento para pavos debe ser un gránulo duradero y consistente para optimizar el consumo, limitando las partículas finas a menos del 10%. Los ingredientes de la dieta deben ser de alta calidad y fácil digestión, prestando especial atención a las materias primas ricas en proteínas. La inclusión de harina de pescado, donde sea permitido, aporta aminoácidos esenciales y disminuye la dependencia de la soja como fuente

principal de proteína. Es fundamental mantener una consistencia en los ingredientes para evitar problemas digestivos durante la transición entre dietas (33).

Los comederos deben mantenerse limpios y libres de contaminantes, evitando el crecimiento de partículas finas. Como estrategia de manejo, apagar brevemente la línea de comederos dos veces por semana puede motivar a los pavos a limpiar y estimular su apetito. Es importante no dejar a los pavos sin acceso al concentrado por más de una hora (33).

#### **1.2.7.6. El agua como nutriente**

Los pavos se caracterizan por un alto consumo de agua, con una relación de hasta 2.8 entre agua y alimento, que puede llegar a 3.5 en las fases iniciales debido a su rápida tasa de crecimiento y altos niveles de proteína en la dieta. Es esencial que el agua sea de buena calidad y siempre esté disponible. Se deben verificar todas las líneas de agua, la presión, y la adecuación de los bebederos. Además, es importante controlar el pH, sulfatos, nitratos y dureza del agua, asegurando que las tuberías estén libres de biofilm mediante un programa de limpieza adecuado (21).

#### **1.2.7.7. Requerimientos nutricionales del pavo moderno**

##### **a. Requerimientos energéticos**

La energía es el nutriente más crucial para optimizar el crecimiento y la conversión alimenticia. Durante las primeras tres semanas, se recomienda utilizar aceites de alta digestibilidad, como los de soya, maíz o girasol, que superan el 80% de digestibilidad. El menor costo de

producción no necesariamente se relaciona con un menor contenido energético del alimento, aunque puede ser relevante según el mercado (21). La nutrición de pavos solo es eficiente cuando la dieta mantiene una exacta proporción entre los aminoácidos, vitaminas y minerales con la energía; cualquier cambio en el nivel de energía debe tomar en cuenta los niveles del resto de nutrientes esenciales (34).

Los alimentos energéticos se distinguen por su alto contenido de energía que es de fácil digestión (entre un 60 y 80 por ciento), así como por tener un nivel proteico bajo o moderado (entre un 6 y 12 por ciento) y un contenido reducido de fibra cruda (del 2 al 6 por ciento). Los cereales, como el maíz, sorgo, trigo y arroz, son las principales fuentes de esta energía. Además, algunos subproductos de la agroindustria, como el afrecho de trigo, la semolina de arroz, la melaza y los residuos de destilería, también son ricos en energía. (28). No obstante, estos alimentos deben ser proporcionados en cantidades que no afecten negativamente el proceso digestivo o de manera controlada (32,33).

#### **b. Requerimientos proteicos**

La proteína y la lisina son vitales para el crecimiento y desarrollo muscular, y se deben formular en niveles ideales, evitando excesos o deficiencias en aminoácidos. Los aminoácidos sintéticos, como lisina y metionina, son esenciales en la formulación, permitiendo reducir la proteína cruda y minimizar la excreción de nitrógeno (21).

Los pavos necesitan una dieta con alto contenido de proteínas en sus primeras etapas para favorecer su rápido crecimiento. A medida que envejecen, sus necesidades nutricionales cambian: disminuye la

cantidad de proteínas, vitaminas y minerales requeridos, mientras que la demanda de energía aumenta (36).

En la alimentación de animales monogástricos, como las aves, es crucial que la proteína sea de buena calidad, prestando especial atención a su composición en aminoácidos y la proporción de aminoácidos esenciales. Los concentrados proteicos se caracterizan por un alto contenido de proteína (20-45 por ciento), por una riqueza media de carbohidratos solubles (35-50 por ciento) y bajo nivel relativo de fibra cruda (5 -11 por ciento). Las semillas de leguminosas como la soya constituyen la mayor fuente de alimento rico en proteína de origen vegetal. Otras fuentes proteínicas se encuentran en subproductos no proteicos y en las harinas de origen mineral, como residuos de la industria de la carne, del pescado y de la leche (32,33).

**c. Requerimientos de vitaminas y minerales**

Los minerales son necesarios para la mineralización ósea, y los pavos requieren más fósforo, calcio y vitamina D en comparación con los pollos, pudiendo utilizar fitasas para mejorar la absorción. Además, el balance electrolítico debe ser considerado, ya que los pavos son menos tolerantes a altas concentraciones de sodio, pudiendo sufrir mortalidad por edema y ascitis con niveles del 1% de cloruro de sodio (21).

Las vitaminas son elementos orgánicos que, a pesar de que se requieren en cantidades pequeñas, son fundamentales para el desarrollo y el metabolismo de los animales. Por lo tanto, es necesario poner especial atención en la incorporación de estos elementos en las raciones, en

niveles adecuados, ya que tanto su carencia como su exceso pueden causar alteraciones orgánicas (35).

#### 1.2.8. Sanidad

Es preferible prevenir que curar, por lo tanto, es de carácter obligatorio tomar medidas preventivas para evitar problemas con los animales a causa de malas prácticas de manejo. Los pavos tienen el inconveniente de ser animales muy susceptibles a enfermedades, principalmente bajo esquemas de producción intensiva. En esas condiciones su resistencia natural no los protege lo suficiente. Este hecho afecta la sostenibilidad del proyecto (28).

Las enfermedades en los pavos pueden ser provocadas por causas únicas o múltiples, y su desarrollo frecuentemente se ve agravado por diversos factores. Las causas directas incluyen (23):

- **Bacterias:** como Salmonelosis y E. coli.
- **Virus:** como la Influenza y la Viruela.
- **Hongos:** tales como Aspergilosis y Candidiasis.
- **Protozoos:** como Coccidiosis.
- **Vermes:** como Ascaridiosis.
- **Deficiencias nutricionales:** que abarcan la falta de aminoácidos, vitaminas y minerales.
- **Venenos químicos:** como los residuos de pesticidas, metales pesados y micotoxinas.
- **Lesiones mecánicas.**

Además, existen factores indirectos que pueden predisponer a las aves a enfermedades, como las condiciones climáticas, la sobrepoblación, estados de carencia y predisposición genética. Las enfermedades pueden manifestarse de manera aguda, subaguda o crónica, causando mortalidad, síntomas y lesiones, así como una disminución en la eficiencia productiva. En explotaciones intensivas, esto puede resultar en un crecimiento reducido, un aumento en el índice de conversión y un mayor descarte de aves, incluso en ausencia de síntomas patológicos evidentes. Debido a la sutileza de estos problemas, es crucial llevar a cabo análisis de laboratorio para un diagnóstico preciso y confirmar las causas que afectan la eficiencia productiva (23).

#### **1.2.9. Bioseguridad**

Para proteger la salud de los pavos y de los consumidores, los productores deben implementar un programa de bioseguridad riguroso que impida la exposición de las aves a enfermedades infecciosas. Este programa debe prevenir la propagación de patógenos en el sistema, identificando las fuentes más probables de enfermedades y estableciendo prácticas para evitar su introducción y difusión entre lotes. Además, es crucial educar a los empleados sobre los procedimientos de bioseguridad y los riesgos asociados con las enfermedades (33).

#### **1.2.10. Reglamento interno de unidad avícola**

Hernández (37), nos propone a continuación, el siguiente reglamento para efectuar las actividades avícolas de manera óptima:

- a. Utilizar overol o bata y botas de trabajo o de hule.
- b. Utilizar el tapete sanitario cada vez que se entre o salga de la unidad.
- c. Trabajar con orden y limpieza.
- d. Cuidar el equipo y materiales de trabajo.
- e. Manejar medicamentos y productos químicos de acuerdo a las instrucciones en el envase.
- f. Depositar los desechos orgánicos y material utilizado en el lugar designado para cada uno de ellos.
- g. Tratar con cuidado y respeto a los animales.
- h. Hacer buen uso de la información que se maneja en la unidad.
- i. Dirigirse al encargado de la unidad y a los trabajadores con respeto.

#### **1.2.11. Parámetros productivos**

Los parámetros productivos son indicadores esenciales para medir la rentabilidad y eficiencia de los procesos en una explotación pecuaria. Se determinan a partir de datos extraídos de registros fiables y actualizados sobre el comportamiento productivo, como el peso corporal, el porcentaje de producción, la tasa de mortalidad y el índice de conversión alimenticia, entre otros. Estos parámetros son cruciales en toda explotación pecuaria, ya que sin ellos es difícil tomar decisiones, lo que puede llevar a un sistema de producción ineficiente y poco rentable. Asimismo, las decisiones deben basarse en registros precisos y oportunos (38).

Es fundamental mantener un orden en la recopilación de los datos o registros de producción para que sean fáciles de entender y faciliten su captura y

análisis posterior. Esta información puede ser registrada en cuadernos, libros de campo o en plantillas personalizadas diseñadas por cada empresa (38).

#### **1.2.12. Espirulina (*Arthrospira platensis*)**

##### **1.2.12.1. Origen**

El consumo de la microalga azulada Spirulina tiene sus raíces en diversas culturas antiguas. Según las crónicas de los conquistadores españoles, los aztecas recolectaban Spirulina de la superficie del lago de Tenochtitlán, la secaban y la vendían en los mercados. Era un alimento básico para los corredores que transportaban pescado fresco desde la costa hasta los palacios aztecas, quienes recorrían más de 300 km con una resistencia extraordinaria, ayudados por esta alga (39).

La Spirulina se recolectaba en canoas con redes finas, se secaba al sol y se convertía en tortillas que, según los cronistas, tenían un sabor similar al queso. Era parte importante de la dieta junto con frejoles, cebollas, ají y maíz. Sin embargo, durante la colonia española, el consumo de esta alga se fue olvidando. Por otro lado, en África, los habitantes de las riberas del lago Chad también consumían Spirulina, lo que les proporcionaba una salud robusta, buena estatura y gran resistencia física (39).

Esta microalga, que ha estado presente en la Tierra por unos 3,500 millones de años, es conocida por sus dos principales variedades: *Spirulina Máxima* y *Spirulina Platensis*. Bajo condiciones ideales, puede duplicarse cada 7 horas, lo que teóricamente permite una producción de hasta 15,000 kg/ha anuales de material seco, aunque los rendimientos mejoran con la tecnología

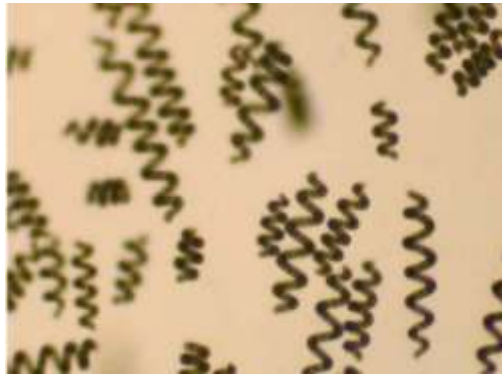


adecuada. Spirulina prospera en ambientes difíciles, lo que le permite absorber los nutrientes esenciales para sobrevivir. Además, es una de las primeras algas en realizar fotosíntesis, con gran capacidad de almacenamiento de nutrientes. Tiene una estructura en espiral y sus células cilíndricas varían en tamaño entre 3 a 13 micras de diámetro y 100 a 200 micras de largo (39).

#### **1.2.12.2.Generalidades**

La espirulina (una cianobacteria, *Arthrospira*) es una planta multicelular, de forma espiral y con una estructura celular procariota (clase: Cyanophyceae, orden: Nostocales), propiedad que comparte con las bacterias; crece en agua salada o salobre (40).

Es conocida comúnmente como espirulina (*Arthrospira platensis*) es un microorganismo filamentoso de gran interés en el área de la biotecnología, ya que se cultiva en muchas regiones del mundo debido a su alto valor nutricional. Este valor se atribuye principalmente a su contenido proteico elevado (aproximadamente del 60-70% de su peso seco) y a la presencia de un lípido especial, el ácido gammalinolénico (GLA) (41). Todas estas características indican que la espirulina puede ser utilizada en diversas aplicaciones, como la elaboración de complementos alimenticios para animales o la producción de productos de alto valor añadido dirigidos a los sectores nutracéutico, cosmético y farmacéutico (41).



***Figura 1. Vista microscópica de la microalga Spirulina (Cyanobacteria) (42).***

La Spirulina tiene cualidades inmunológicas, antioxidantes, antiviral, protector contra el cáncer, retiene metales pesados por lo que es un antitóxico. Se ha demostrado que es un regulador contra la hiperglicemia y la hiperlipidemia (10). Además, la absorción de espirulina es muy eficiente por parte del sistema digestivo, entre 85 y 95% (43).

Actualmente, en muchos países se extrae en forma tecnificada en grandes piscinas de cultivo. Los principales productores son EE.UU., Japón, India, China, entre otros (39).

Por su gran resistencia se piensa que deberían ser las primeras algas en servir de alimento para colonias fuera del planeta, teniendo la ventaja de generar oxígeno en grandes cantidades y absorber CO<sub>2</sub>, tal como ocurrió en los comienzos de la vida en la Tierra (39).

#### **1.2.12.3.Composición nutricional**

Es rica en vitamina E (agente de antienvjecimiento celular) y vitamina B1 (tiamina), importante para producir acetilcolina (un neurotransmisor). La vitamina B12 es necesaria para un normal funcionamiento del tejido nervioso, ayudando a mantener la vaina de mielina que rodea a los axones

neuronales. La microalga aporta dosis de hierro, zinc, cobre y germanio, siendo este último un semiconductor que conserva los contactos eléctricos a través del sistema neurológico (43).

***Tabla 7. Cantidad de proteínas de espirulina y otros alimentos***

| <b>Tipo de comida</b>    | <b>Proteína cruda (%)</b> |
|--------------------------|---------------------------|
| Polvo de espirulina      | 65                        |
| Huevo de gallina         | 47                        |
| Levadura de cerveza      | 45                        |
| Carne de pollo           | 24                        |
| Leche en polvo desnatada | 37                        |
| Queso                    | 36                        |
| Carne de res             | 22                        |
| Pescado                  | 22                        |

Fuente: (43).

La Spirulina contiene 65% de proteínas y aminoácidos; 55 de lípidos, 7% de minerales; 20% de hidratos de carbono y 3% de humedad. Dentro de los aminoácidos esenciales esta microalga tiene: isoleucina 5,6%; leucina 8,7%; lisina 4,7%, metionina 2,3%; fenilalanina 4,5%; treonina 5,2%; triptófano 1,5% y valina 6,5%. Las vitaminas aportadas por 10 g de Spirulina en función de la dieta diaria recomendada, son: vitamina A betacaroteno 4,60 veces; vitamina B1 tiamina 0,21; vitamina B2 riboflavina 0,21; vitamina B3 (niacina) 0,07; vitamina B6 (piridoxina) 0,04; vitamina B12 5,33 veces; vitamina E alfa-tocoferol 0,03 (43).



**Figura 2. Vista macroscópica de la espirulina y presentación en polvo (44).**

**Tabla 8. Composición nutricional de la espirulina**

| <b>Composición general</b>  | <b>Cantidad (por 100 g de peso seco)</b> |
|-----------------------------|------------------------------------------|
| Humedad                     | 3.5 g.                                   |
| Proteína                    | 63.5 g.                                  |
| Grasa (lípidos)             | 9.5 g.                                   |
| Fibra                       | 3.00 g.                                  |
| Ceniza                      | 6.70 g                                   |
| Extracto libre de nitrógeno | 15 g.                                    |
| Colorantes                  |                                          |
| Ficocianina                 | 15.6 g.                                  |
| Carotenoides                | 456.00 mg                                |
| Clorofila-a                 | 1.30 g                                   |
| <b>Vitaminas</b>            |                                          |
| Provitamina A               | 213.00 mg                                |
| Tiamina (V.B1)              | 1.92 mg                                  |
| Riboflavina (V.B2)          | 3.44 mg                                  |
| Vitamina B6                 | 0.49 mg                                  |
| Vitamina B12                | 0.12 mg                                  |
| Vitamina E                  | 10.40 mg                                 |
| Niacina                     | 11.30 mg                                 |
| Ácido fólico                | 40 µg                                    |
| Ácido pantoténico           | 0.94 mg                                  |
| Inositol                    | 76.00 mg                                 |
| <b>Minerales</b>            |                                          |
| Fósforo                     | 916.00 mg                                |
| Hierro                      | 53.60 mg                                 |
| Calcio                      | 168 mg                                   |
| Potasio                     | 1.83 g                                   |
| Sodio                       | 1,09 g                                   |
| Magnesio                    | 250 mg                                   |

Fuente: (45).

**Tabla 9. Composición de ácidos grasos del polvo de *Spirulina platensis***

| Composición                         | Ácidos grasos (%)  |                      |
|-------------------------------------|--------------------|----------------------|
|                                     |                    |                      |
| (C14) Ácido mirístico               | 0.23 <sup>a</sup>  | 1.6-1.7 <sup>b</sup> |
| (C16) Ácido palmítico               | 46.07 <sup>a</sup> | 18-38 <sup>b</sup>   |
| (C16:1) Δ9 Ácido palmitoleico       | 1.26 <sup>a</sup>  | 5-7 <sup>b</sup>     |
| (C18:1) Δ9 Ácido oleico             | 5.26 <sup>a</sup>  | 5-6 <sup>b</sup>     |
| (C18:2) Δ9,12 Ácido linoleico       | 17.43 <sup>a</sup> | 6-15 <sup>b</sup>    |
| (C18:3) Δ9,12,15 Ácido γ-linolénico | 8.87 <sup>a</sup>  | 4-22 <sup>b</sup>    |
| Otros                               | 20.88 <sup>a</sup> | 10-68 <sup>b</sup>   |

Fuente: (34,35).

### 1.3. Definición de términos básicos

**Espirulina (*Arthrospira platensis*):** Microalga filamentosa de color verde-azulado, rica en proteínas, vitaminas, minerales y antioxidantes. Se utiliza como suplemento en alimentación animal por sus propiedades nutricionales y funcionales.

***Meleagris gallopavo*:** Nombre científico del pavo doméstico, ave de corral criada principalmente por su carne, cuya producción ha cobrado importancia en diversas regiones del Perú, incluyendo Cajamarca.

**Parámetros productivos:** Conjunto de indicadores que evalúan el desempeño zootécnico de un animal, tales como el peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

**Conversión alimenticia:** Relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso del animal. Un valor menor indica mayor eficiencia en la utilización del alimento.

**Etapas de crecimiento:** Fase del desarrollo del pavo comprendida entre el inicio del engorde y la madurez, caracterizada por un incremento acelerado de peso corporal.

**Etapas de acabado:** Fase final del ciclo productivo en la que se busca maximizar el peso final y la calidad de la canal antes de la comercialización.

**Mérito económico (ME):** Indicador que refleja la rentabilidad de un sistema de producción animal, considerando el ingreso por la venta del animal y los costos involucrados, especialmente en la alimentación.

**Dieta balanceada:** Mezcla de ingredientes que proporciona los nutrientes necesarios en las proporciones adecuadas para el crecimiento, mantenimiento y producción de los animales.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Ubicación geográfica**

El presente trabajo se llevó a cabo en el galpón de la “Granja Don José”, ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Esta ciudad se encuentra situada en el norte del Perú, entre los meridianos 78° 42' 27" y 77° 44' 20" de longitud oeste, y los paralelos 4° 33' 7" y 8° 2' 12" de latitud sur. Las condiciones climáticas de la zona, según datos del SENAMHI (2021), indican una temperatura promedio anual de 15.5 °C, con máximas de 22 °C y mínimas de 7 °C. La precipitación anual varía entre 650 y 700 mm, con una humedad relativa media del 60 % (46).

#### **2.2. Diseño de la investigación**

Investigación correspondiente a las ciencias aplicadas, con un nivel o profundidad de carácter experimental y de corte longitudinal (47).

La investigación se llevó a cabo en las siguientes fases:

**Fase 1.** Solicitud de pavipollos y acondicionamiento de instalaciones experimentales.

**Fase 2.** Recepción de pavipollos y manejo uniforme de los animales hasta la etapa de crecimiento.

**Fase 3.** Distribución y desarrollo del experimento en las etapas de crecimiento y engorde.

**Fase 4.** Venta y distribución de los pavos.

Se utilizaron 300 pavipollos de la línea Nicholas provenientes de la Avícola San Fernando. Hasta la etapa de crecimiento se alimentaron con una misma ración, para luego, dividirse en tres grupos (control, alimentados con concentrado + espirulina al 1% y concentrado + espirulina al 2%). Cada grupo estuvo conformado por 100 animales, 50 hembras y 50 machos respectivamente por cada grupo experimental.

**2.3. Métodos de investigación****2.3.1. Fase 1. Solicitud de pavipollos y acondicionamiento de instalaciones experimentales****2.3.1.1. Solicitud de pavipollos**

Se llevó a cabo la coordinación y solicitud de los pavipollos de la avícola San Fernando de la ciudad de Lima, la coordinación fue rápida y precisa.

**2.3.1.2. Acondicionamiento de instalaciones**

Para el desarrollo del estudio, se acondicionó un primer corral circular utilizando planchas de nordex, con un diámetro de 3 metros y una altura de 0.60 metros (29). La calefacción fue proporcionada mediante campanas de gas hasta los 28 días de edad, ubicadas a una altura de entre 0.8 y 1.0 metros, teniendo como fin mantener una temperatura de 32 °C. La iluminación se mantuvo durante las 24 horas en los primeros 5 días, para luego ser regulada progresivamente (29).



Previo al ingreso de los pavipollos, se realizó el acondicionamiento y limpieza total de las instalaciones experimentales. Todos los implementos necesarios (comederos, bebederos, entre otros) fueron desmontados, limpiados y desinfectados con Viroguard® 6 (amonio cuaternario) en una concentración de 0.25–0.5% (dilución 1:400 a 1:200). Adicionalmente, se aplicó la misma solución desinfectante sobre las superficies estructurales y del piso, a razón de 1 litro por cada 4 m<sup>2</sup>, utilizando una mochila aspersora (48,49). El galpón fue ventilado hasta la completa absorción o secado del producto antes de introducir a los animales. Asimismo, se adecuó una habitación destinada al almacenamiento ordenado de los materiales a utilizar, procurando mantenerlos libres de humedad o cualquier factor que pudiera comprometer su integridad sanitaria. La bioseguridad se mantuvo alerta por cada etapa, en especial para las experimentales (crecimiento y acabado).

Para las etapas experimentales (crecimiento y acabado), se dividieron tres espacios separados para cada grupo experimental. Las camas fueron constituidas por una capa inicial de cal y viruta con un grosor de 5 a 10 cm (29). El ambiente del galpón contó con buena ventilación, una temperatura de 20 a 21 °C y adecuada iluminación nocturna (50).

El galpón experimental contó con un área total de 300 m<sup>2</sup> (10 metros de ancho por 30 metros de largo). Considerando el aumento progresivo en los requerimientos de espacio durante el crecimiento de los pavos, se estableció una densidad de 5 pavos por metro cuadrado en la etapa de crecimiento y de 3 pavos por metro cuadrado en la etapa de acabado (29).

### **Bioseguridad y Sanidad**

Se instaló un pediluvio sanitario a la entrada del galpón con Viroguard® 6 (amonio cuaternario) de 1 a 2% (1:100 - 1:50), y se repuso 2 veces/semana (49). Respecto al manejo de la cama, se volteó por lo menos dos veces semanal, utilizándose siempre cal y viruta respectivamente.

Una semana después de la llegada de los pavos, se llevó a cabo la vacunación, en coordinación con el SENASA, contra la enfermedad de Newcastle, así como también se vacunó contra Gumboro.

Al comenzar la etapa de crecimiento, se procedió a vacunar a los pavos contra la difteroviruela aviar en el pliegue del ala, ya que se identificaron arbustos alrededor del galpón que pudieron favorecer la proliferación de vectores, como los mosquitos de los géneros Culex y Aedes. Además, se incorporó un multivitamínico (complejo B) al agua, proporcionándose de manera semanal a los pavos cuyo fin fue fortalecer su sistema inmunológico (48).

### **2.3.2. Fase 2. Recepción de pavipollos y manejo uniforme de los animales hasta la etapa de crecimiento**

#### **2.3.2.1. Recepción**

Los pavipollos fueron trasladados de la ciudad de Lima por vía aérea, los mismos que a su llegada a la ciudad de Cajamarca fueron transportados y manipulados cuidadosamente con el fin de evitar el estrés. Posteriormente, a los 300 pavipollos se les ubicaron dentro del cerco de cría debidamente iluminados con una temperatura ambiente de 32 °C. Los animales fueron

alimentados con una misma ración hasta el comienzo de la primera etapa experimental (crecimiento).

### **2.3.3. Fase 3. Distribución y desarrollo del experimento en las etapas de crecimiento y engorde**

#### **2.3.3.1. Distribución de los pavos según tipo de ración**

Los pavos se distribuyeron en tres grupos, cada uno con 100 individuos (50 hembras y 50 machos) de la línea Nicholas. El grupo control (T0) no recibió espirulina en su ración. En el tratamiento experimental T1, se agregó espirulina al 1% en la ración, mientras que en el tratamiento experimental T2 se incluyó espirulina al 2%.

#### **2.3.3.2. Desarrollo del experimento en las etapas de crecimiento y engorde.**

- **Alimentación**

En cuanto al concentrado, este fue formulado de acuerdo con la propuesta nutricional diseñada por el autor del proyecto. La Spirulina en polvo que se utilizó para esta investigación fue adquirida de la empresa CAMPO GRANDE PERU E.I.R.L.

Se evaluaron tres programas de alimentación para pavos: T0 (sin espirulina), T1 (con espirulina al 1%) y T2 (con espirulina al 2%). En todos los tratamientos, durante la etapa de crecimiento, el concentrado se suministró dos veces al día, a las 8:00 a.m. y 5:00 p.m., de forma ad libitum, permitiendo que los pavos consuman según sus necesidades. En la etapa de engorde, debido a que el consumo aumenta, el

concentrado se administró en tres horarios: 7:00 a.m., 3:00 p.m. y 9:00 p.m., también ad libitum. La única diferencia entre los tratamientos fue el nivel de inclusión de espirulina en el concentrado: 0% en T0, 1% en T1 y 2% en T2.

- **Material Alimenticio**

- a. **Ración control (Testigo T0)**

**Tabla 10. Composición porcentual de la ración sin espirulina**

| INGREDIENTES                | Tipo de raciones por etapa de desarrollo |         |
|-----------------------------|------------------------------------------|---------|
|                             | Crecimiento                              | Engorde |
| Maíz                        | 46.07                                    | 52.13   |
| Sub producto de trigo       | 10                                       | 2       |
| Soya Integral               | 16.5                                     | 17      |
| Torta de Soya               | 16                                       | 19      |
| Pasta de algodón            | 4                                        | -       |
| Aceite de pepa de algodón   | 2.5                                      | 5       |
| Carbonato de calcio         | 1.36                                     | 1.6     |
| Fosfato Mono Di Cálcico     | 2.8                                      | 2.5     |
| Cloruro de Sodio (NaCl)     | 0.2                                      | 0.25    |
| Bicarbonato de Sodio        | 0.1                                      | 0.1     |
| DI Metionina                | 0.2                                      | 0.18    |
| Colina                      | 0.05                                     | 0.1     |
| Premezcla                   | 0.1                                      | 0.1     |
| Oxitetraciclina             | 0.03                                     | -       |
| Secuestrante de micotoxinas | 0.02                                     | 0.02    |
| Antimicótico                | 0.02                                     | 0.02    |
| Anticoccidial               | 0.05                                     | -       |

**Tabla 11. Aporte nutricional de la ración control (Testigo T0)**

| Nutrientes                | Tipo de raciones por etapa de desarrollo |         |
|---------------------------|------------------------------------------|---------|
|                           | Crecimiento                              | Engorde |
| Energía Met. (Kcal. /Kg.) | 2,900                                    | 3,000   |
| Proteína cruda (%)        | 22                                       | 18      |
| Lisina (%)                | 1.15                                     | 1.1     |
| Metionina (%)             | 0.61                                     | 0.5     |
| Arginina (%)              | 1.6                                      | 1.22    |
| Triptófano (%)            | 0.25                                     | 0.22    |
| Calcio (%)                | 1.29                                     | 1.11    |
| Fósforo Disp. (%)         | 0.63                                     | 0.56    |

**b. Ración experimental (T1)****Tabla 12. Composición porcentual de la ración T1 con 1% de espirulina**

| INGREDIENTES              | Tipo de raciones por etapa de desarrollo |         |
|---------------------------|------------------------------------------|---------|
|                           | Crecimiento                              | Engorde |
| Maíz                      | 45.07                                    | 51.13   |
| Sub producto de trigo     | 10                                       | 2       |
| Soya Integral             | 16.5                                     | 17      |
| Torta de Soya             | 16                                       | 19      |
| Pasta de algodón          | 4                                        | -       |
| Aceite de pepa de algodón | 2.5                                      | 5       |
| Carbonato de calcio       | 1.36                                     | 1.6     |
| Fosfato Mono Di Cálcico   | 2.8                                      | 2.5     |
| Cloruro de Sodio (NaCl)   | 0.2                                      | 0.25    |
| Bicarbonato de Sodio      | 0.1                                      | 0.1     |
| DI Metionina              | 0.2                                      | 0.18    |
| Colina                    | 0.05                                     | 0.1     |

|                             |      |      |
|-----------------------------|------|------|
| Premezcla                   | 0.1  | 0.1  |
| Spirulina                   | 1.00 | 1.00 |
| Oxitetraciclina             | 0.03 | -    |
| Secuestrante de micotoxinas | 0.02 | 0.02 |
| Antimicótico                | 0.02 | 0.02 |
| Anticoccidial               | 0.05 | -    |
| Total                       | 100  | 100  |

**Tabla 13. Aporte nutricional de la ración experimental (T1)**

| Nutrientes                | Tipo de raciones por etapa de desarrollo |         |
|---------------------------|------------------------------------------|---------|
|                           | Crecimiento                              | Engorde |
| Energía Met. (Kcal. /Kg.) | 2,900                                    | 3,000   |
| Proteína cruda (%)        | 22                                       | 18      |
| Lisina (%)                | 1.45                                     | 1.1     |
| Metionina (%)             | 0.61                                     | 0.5     |
| Arginina (%)              | 1.6                                      | 1.22    |
| Triptófano (%)            | 0.25                                     | 0.22    |
| Calcio (%)                | 1.29                                     | 1.11    |
| Fósforo Disp. (%)         | 0.63                                     | 0.56    |

**c. Ración experimental (T2)**

**Tabla 14. Composición porcentual de la ración T2 con 2% de espirulina**

| INGREDIENTES          | Tipo de raciones por etapa de desarrollo |         |
|-----------------------|------------------------------------------|---------|
|                       | Crecimiento                              | Engorde |
| Maíz                  | 44.07                                    | 50.13   |
| Sub producto de trigo | 10                                       | 2       |
| Soya Integral         | 16.5                                     | 17      |
| Torta de Soya         | 16                                       | 19      |
| Pasta de algodón      | 4                                        | -       |

|                             |      |      |
|-----------------------------|------|------|
| Aceite de pepa de algodón   | 2.5  | 5    |
| Carbonato de calcio         | 1.36 | 1.6  |
| Fosfato Mono Di Cálcico     | 2.8  | 2.5  |
| Cloruro de Sodio (NaCl)     | 0.2  | 0.25 |
| Bicarbonato de Sodio        | 0.1  | 0.1  |
| DI Metionina                | 0.2  | 0.18 |
| Colina                      | 0.05 | 0.1  |
| Premezcla                   | 0.1  | 0.1  |
| Spirulina                   | 2.00 | 2.00 |
| Oxitetraciclina             | 0.03 | -    |
| Secuestrante de micotoxinas | 0.02 | 0.02 |
| Antimicótico                | 0.02 | 0.02 |
| Anticoccidial               | 0.05 | -    |
| Total                       | 100  | 100  |

**Tabla 15. Aporte nutricional de la ración experimental (T2)**

| Nutrientes                | Tipo de raciones por etapa de desarrollo |         |
|---------------------------|------------------------------------------|---------|
|                           | Crecimiento                              | Engorde |
| Energía Met. (Kcal. /Kg.) | 2,900                                    | 3,000   |
| Proteína cruda (%)        | 22                                       | 18      |
| Lisina (%)                | 1.45                                     | 1.1     |
| Metionina (%)             | 0.61                                     | 0.5     |
| Arginina (%)              | 1.6                                      | 1.22    |
| Triptófano (%)            | 0.25                                     | 0.22    |
| Calcio (%)                | 1.29                                     | 1.11    |
| Fósforo Disp. (%)         | 0.63                                     | 0.56    |

- **Etapas y entrega de la alimentación**

La duración del experimento fue de 77 días (sin incluir la etapa de inicio). Cabe resaltar, durante la etapa de inicio se brindó un concentrado general para todos. Sin embargo, se llevaron a cabo las siguientes etapas propuestas por la UNALM (29):

- Etapa de crecimiento:** abarca desde la cuarta hasta la décima semana y tiene una duración total de 42 días.
- Etapa de engorde:** comprende desde la undécima hasta la decimocuarta semana y tendrá una duración de 28 días.

**Tabla 16. Cronograma de ración en pavos: Control y tratamientos con espirulina (1% y 2%)**

| <b>Etapas</b> | <b>Alimento</b>            | <b>Rango</b>    | <b>Total</b> |
|---------------|----------------------------|-----------------|--------------|
| Crecimiento   | Concentrado sin espirulina | 4 – 10 semanas  | 42 días      |
| Engorde       | Concentrado sin espirulina | 11 – 14 semanas | 28 días      |

#### **2.3.1. Fase 4. Venta y distribución de los pavos.**

La venta y distribución estuvo dado finalizando la etapa de engorde. Con la venta se pudo obtener datos para llegar al mérito económico.

#### **2.4. Población, muestra y unidad de análisis**

Población: pavos de la línea Nicholas

Muestra: trescientos pavos (300) de la línea Nicholas

Unidad de análisis: la unidad de análisis será 1 pavo de la línea Nicholas, de aproximadamente 7 semanas de edad.



## 2.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Se registraron los pesos y alimento sobrante, medidos con balanza y registrados en fichas de datos (hojas bond) diseñadas para cada variable, complementadas con registros estructurados, además se documentó la cantidad de pavos muertos y se realizó el diagnóstico correspondiente. Oportunamente, toda la información se ingresó en una hoja de Microsoft Excel 2016. El peso promedio inicial se determinó a partir del 10% de la población (machos y hembras en cada tratamiento) y, a partir de ese momento, se realizó un pesaje semanal de la misma proporción hasta la finalización del estudio (4).

- **Evaluación de los parámetros productivos.**

### **Peso (g)**

Los pesos de los animales de cada una de las unidades experimentales se midieron en una balanza digital y mediante observación directa se anotaron los resultados de cada ejemplar en estudio. Se evaluó el peso inicial, semanal y final por cada tratamiento.

### **Ganancia de peso (g)**

Se determinó la ganancia de peso (g) durante el proceso de evaluación propuesto por cada tratamiento. Se registró semanalmente, siendo la diferencia del peso de cada semana que finalizó con el peso de la semana que le precede (5). Se empleó la siguiente fórmula:

Donde:

Gp = Ganancia de peso

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

|                |
|----------------|
| $Gp = Pf - Pi$ |
|----------------|

### **Consumo de concentrado (g MS)**

Se controló el alimento ofrecido al inicio y el sobrante al final en cada uno de los corrales por semana. Este será calculado de forma diaria, semanal y final.

|                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{Consumo de balanceado} = \text{balanceado ofrecido} - \text{sobrante}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------|

### **Conversión alimenticia**

Cuando se suministra alimento balanceado al pavo, se anticipa un aumento en su peso. Al comparar la cantidad de alimento consumido con la producción obtenida, se busca establecer una fórmula matemática que permita calcular cuántas unidades de concentrado se requieren para obtener una unidad de producto. A esto se le conoce como conversión alimenticia, la cual indica la eficiencia del animal para convertir el alimento ingerido en carne (28). Este valor se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$C.A = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Ganancia de peso vivo (g)}}$$

### **Mérito económico**

El mérito económico en medicina veterinaria es el valor financiero generado a través de servicios eficientes, manejo adecuado de recursos y satisfacción del cliente, orientado a la rentabilidad y sostenibilidad (51,52). El mérito económico se obtuvo mediante fórmula:

$$M.E = \frac{VFA - (VIA + GA)}{VIA + GA} * 100$$

Donde:

ME = Mérito económico

VFA = Valor final del animal

VIA = Valor inicial del animal

GA = Gasto de alimentación

## **2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

Los valores correspondientes al peso (evaluado en 5 machos y 5 hembras), así como la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia (evaluados en tres grupos con 3 repeticiones cada uno), se registraron en formatos físicos, empleando hojas de papel bond, para su posterior organización y análisis estadístico. Se aplicó un diseño factorial y se realizó un análisis de varianza (ANOVA); cuando se encontraron diferencias significativas, se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias. La presentación de los resultados se llevó a cabo mediante tablas y gráficos elaborados con el software Microsoft Excel 2016.

## **2.7. Equipos, materiales e insumos**

En la presente investigación se utilizaron diversos equipos, materiales e insumos que facilitaron tanto la recolección de datos como el manejo operativo durante el desarrollo experimental. En lo referente a los equipos de campo, se dispuso de una balanza digital Ventus B40 con capacidad de hasta 40 kilogramos, la cual fue empleada para el pesaje periódico de los pavos. En cuanto a equipos, se utilizaron una laptop para el registro y análisis de datos, una calculadora para realizar cálculos rápidos en campo, una impresora para la emisión de documentos y una memoria USB Kingston de 8 GB destinada al respaldo y almacenamiento de archivos digitales.

En relación con los materiales de campo, se emplearon herramientas como trinche, carretilla y palanas para el manejo de viruta y residuos, así como baldes plásticos de 20 litros y manta plástica para la protección de insumos. Se

utilizaron también comederos tipo cono de 4 y 8 kilogramos, y bebederos tipo cono de 4 y 6 litros, distribuidos equitativamente entre los grupos experimentales para asegurar la uniformidad en el suministro de alimento y agua.

Para garantizar condiciones adecuadas de higiene y bioseguridad, se contó con materiales como escoba, recogedor, cal viva (presentación de 20 kg), desinfectante Viroguard® 6 (amonio cuaternario, envase de 1 litro), pediluvio, jabón líquido y detergente Patito (140 g). Estos elementos fueron fundamentales para mantener un ambiente limpio y reducir el riesgo de enfermedades infecciosas. En cuanto a los materiales destinados a la sanidad animal, se utilizó alcohol al 70°, alcohol yodado Erza (solución tópica de 120 cc), algodón, guantes estériles talla M y vacunas específicas para Newcastle, Gumboro y Díptero-Viruela, aplicadas según el cronograma sanitario establecido.

Respecto a los materiales de oficina, se empleó papel bond tamaño A4 de 75 g (resma de 500 hojas) para la impresión y archivo físico de datos. En cuanto a los materiales de uso personal, se contó con cuaderno de apuntes, lapiceros, mandil, mameluco, botas de jebe, guantes de neopreno y mascarilla quirúrgica de 3 pliegues (caja de 50 unidades), cumpliendo así con las normas de bioseguridad establecidas para trabajos en campo.

Finalmente, dentro de los insumos experimentales, se consideraron 300 pavos de la línea Nicholas, alimento balanceado (concentrado) en presentación de sacos de 40 kg, y espirulina en polvo, la cual fue incorporada en las dietas experimentales. También se incluyeron servicios complementarios necesarios para el desarrollo del estudio, tales como fotocopias, impresiones.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Evaluación del peso vivo de pavos de la línea Nicholas

**Tabla 17. Efecto de la inclusión de espirulina en la dieta sobre el peso vivo en la etapa de crecimiento y acabado en pavos (*Meleagris gallopavo*)**

| <b>Etapas</b>                        | <b>To</b>    | <b>Espirulina 1%</b> | <b>Espirulina 2%</b> |
|--------------------------------------|--------------|----------------------|----------------------|
| <b>Peso de inicio de tratamiento</b> | 1.53± 0.48 a | 1.37±0.19 a          | 1.36±0.20 a          |
| <b>Crecimiento (peso 6ta semana)</b> | 5.58±0.53 ab | 6.21±0.59 a          | 5.45±0.35 b          |
| <b>Acabado (peso 9na semana)</b>     | 10.11±1.32 a | 10.50±1.73 a         | 9.84±0.70 a          |

*Medias con una letra diferente en una misma fila son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ , Tukey).*

Según la tabla 17, al inicio del experimento no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos evaluados, indicando que todos los grupos empezaron con pesos similares. Condición ideal para comparar tratamientos sin sesgos iniciales.

En la sexta semana (etapa de crecimiento), la inclusión de espirulina al 1% mostró el mayor peso promedio (6.21 kg), el grupo con inclusión de espirulina al 1% presentó el mayor peso promedio (6.21 kg), con diferencia estadísticamente significativa respecto al grupo con inclusión al 2%. El grupo control (To) no mostró diferencias significativas con ninguno de los dos grupos tratados, situándose en un valor intermedio.

En la novena semana (etapa de acabado), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ya que todos los grupos compartieron la misma letra estadística (“a”). Esto indica que, al finalizar el ciclo productivo, los pesos promedio de los animales tendieron a igualarse, independientemente del tratamiento recibido.

La espirulina al 1% mejora significativamente el peso corporal en la etapa intermedia (crecimiento), pero esta ventaja no se mantiene al final del ciclo.

La inclusión de espirulina al 2% parece tener un efecto limitante durante el crecimiento, posiblemente por una sobrecarga proteica, metabolitos no favorables o baja palatabilidad. Al final (9.<sup>a</sup> semana), todos los grupos alcanzan pesos similares, lo cual sugiere que la espirulina no afecta negativamente el peso final, y puede tener efectos temporales favorables.

### 3.2. Evaluación de la ganancia de peso

**Tabla 18. Ganancia de peso por etapa de desarrollo (crecimiento y acabado) en pavos tratados con espirulina**

| <b>Etapas</b>      | <b>To</b>    | <b>Espirulina 1%</b> | <b>Espirulina 2%</b> |
|--------------------|--------------|----------------------|----------------------|
| <b>Crecimiento</b> | 0.81±0.31b   | 0.97±0.17 a          | 0.83±0.30 b          |
| <b>Total</b>       | 39.9         | 42.84                | 34.86                |
| <b>Acabado</b>     | 1.13±1.21 a  | 1.07±0.30 a          | 1.09±1.14 a          |
| <b>Total</b>       | <b>23.73</b> | <b>22.47</b>         | <b>22.89</b>         |

*Medias con una letra diferente en una misma fila son significativamente diferentes en cada fila ( $p < 0.05$ ; Tukey, etapa de crecimiento medidos en 6 semanas y etapa de acabado medida en 3 semanas)*

En la ganancia de peso en la etapa de crecimiento (0 a 6 semanas), la espirulina al 1% muestra una ganancia de peso significativamente mayor (0.97 kg/) en comparación con el testigo y con el grupo de espirulina al 2%. En contraste el grupo con espirulina al 2% no mejora la ganancia respecto al control.

Por lo tanto, la inclusión de espirulina al 1% optimiza el crecimiento temprano, lo que podría ser clave para acortar los tiempos de engorde o reducir costos de crianza. La ganancia total de incluir espirulina al 1% = 42.84 kg, Testigo = 39.90 kg y la inclusión de espirulina 2% = 34.86 kg, confirma que el grupo al 1% logra el mayor crecimiento

acumulado en esta fase, confirmando su efecto positivo en el desempeño productivo temprano.

En la etapa de acabado (7 a 9 semanas), no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos. Todos los grupos alcanzaron tasas de ganancia similares, lo que indica que la espirulina no influye en el engorde final del ciclo productivo.

### 3.3. Análisis del consumo de alimento en pavos

**Tabla 19. Consumo de alimento por etapa (crecimiento y acabado) en pavos alimentados con espirulina**

| Etapa              | To         | Espirulina 1% | Espirulina 2% |
|--------------------|------------|---------------|---------------|
| <b>Crecimiento</b> | 2.2±0.89b  | 2.65±0.7a     | 2.3±0.95b     |
| <b>Total</b>       | 92.4       | 111.3         | 96.6          |
| <b>Acabado</b>     | 3.35±2.7 a | 2.99±0.94a    | 3.07±2.7a     |
| <b>Total</b>       | 70.35      | 62.79         | 64.47         |

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

El grupo con espirulina al 1% consumió significativamente más alimento que el testigo y el grupo con 2%. Esto podría interpretarse de dos maneras, positivamente: mayor consumo asociado a mayor ganancia de peso (lo cual se observó). Negativamente: incremento en el costo por mayor uso de alimento.

Aunque el grupo con espirulina al 1% ganó más peso, también necesitó más alimento por kg ganado, lo que afecta negativamente la eficiencia alimenticia.

En la etapa de acabado (7 a 9semanas), No hay diferencias significativas entre tratamientos. El grupo con espirulina al 1% consumió ligeramente menos alimento (62.79 kg) que el testigo (70.35 kg), pero la diferencia no fue estadísticamente significativa. Esto puede compensar parcialmente el mayor consumo en la fase anterior, pero no mejora significativamente el índice de conversión total.

### 3.4. Conversión alimenticia según niveles de inclusión de espirulina

**Tabla 20. Conversión alimenticia por etapa (crecimiento y acabado) en pavos según el tratamiento con espirulina**

| Etapa              | To          | Espirulina 1% | Espirulina 2% |
|--------------------|-------------|---------------|---------------|
| <b>Acabado</b>     | 2.72±0.5 a  | 2.74±0.5 a    | 2.78±0.5 a    |
| <b>Crecimiento</b> | 2.94 ±0.5 a | 2.81±0.5 a    | 2.86±0.49 a   |

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

Todos los grupos presentan CA similares; el grupo con espirulina al 1% muestra una ligera mejora (2.81 vs. 2.94 del control), aunque no significativa. Esta mejora coincide con una mayor ganancia de peso en esta etapa, lo que sugiere un leve beneficio productivo, aunque no concluyente. En la etapa de acabado (7 a 9 semanas), No se observaron diferencias entre tratamientos. La CA es mejor que en la fase de crecimiento, lo cual es típico, ya que los animales crecen más rápido en menos tiempo. La espirulina no aporta ventaja clara en esta etapa.

### 3.5. Mérito económico

El mérito económico se plasmó en los siguientes resultados:

**Tabla 21. Evaluación del mérito económico de los pavos de la línea Nicholas por tratamiento**

| Rubro                               | T0     | T1     | T2      |
|-------------------------------------|--------|--------|---------|
| Precio inicial por pavo (S/)        | 10     | 10     | 10      |
| Precio final por pavo (S/)          | 138.96 | 159.66 | 132.3   |
| Costo de espirulina (S/)            | 0.00   | 42.84  | 81.70   |
| Costo de alimentación por pavo (S/) | 58.54  | 103.32 | 139.37  |
| Mérito económico (%)                | 50.68% | 29.02% | -12.90% |



### 3.6. Análisis, interpretación y discusión de resultados

La inclusión de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de pavos (*Meleagris gallopavo*) mostró efectos diferenciales en función del porcentaje utilizado y de la etapa del ciclo productivo. Los análisis estadísticos realizados (Anexos 1 y 2) revelaron que, si bien no se presentaron diferencias significativas globales entre tratamientos en variables como peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, sí se identificaron interacciones significativas entre el tratamiento y el tiempo, lo que evidencia un comportamiento no lineal a lo largo de las semanas.

En la etapa de crecimiento (hasta la sexta semana), el grupo con 1% de espirulina alcanzó un peso promedio significativamente mayor ( $6.21 \pm 0.59$  kg) en comparación con el grupo tratado con 2% ( $5.45 \pm 0.35$  kg), y ligeramente superior al control ( $5.58 \pm 0.53$  kg), aunque sin diferencia significativa con este último (Tabla 17). Esta tendencia sugiere que una inclusión moderada puede estimular el crecimiento temprano, posiblemente debido al contenido de proteínas, vitaminas y compuestos bioactivos de la espirulina, como también lo refieren Mahmoud et al. (2024) y Shanmugapriya (2015). En contraste, la inclusión al 2% parece tener un efecto limitante, probablemente por reducción en la palatabilidad o sobrecarga de nutrientes, como también sugieren Fuentes et al. (2023).

En la etapa de acabado (semana 7 a 9), los pesos se nivelaron entre tratamientos, sin diferencias estadísticas ( $10.50 \pm 1.73$  kg en T1,  $10.11 \pm 1.32$  kg en T0, y  $9.84 \pm 0.70$  kg en T2). Este comportamiento sugiere que el potencial de la espirulina

se manifiesta en fases específicas, más que en todo el ciclo. La ganancia de peso durante el crecimiento también fue mayor en el grupo T1 ( $0.97 \pm 0.17$  kg/sem), superando significativamente al grupo control ( $0.81 \pm 0.31$  kg/sem) y al grupo T2 ( $0.83 \pm 0.30$  kg/sem), como se aprecia en la Tabla 18. Estas diferencias desaparecen en la etapa final, donde los tres grupos muestran ganancias similares (aproximadamente 1.1 kg/sem).

Respecto al consumo de alimento (Tabla 19), el grupo con espirulina al 1% presentó el mayor consumo durante el crecimiento ( $2.65 \pm 0.7$  kg), con diferencia significativa respecto a los otros dos grupos. Esta relación sugiere una mayor apetencia o aceptación del alimento, pero también un mayor gasto, lo que debe considerarse en la rentabilidad. En la etapa de acabado, el consumo fue similar en los tres grupos. La conversión alimenticia (Tabla 20) no mostró diferencias significativas entre tratamientos en ninguna etapa; sin embargo, se registró una leve mejora numérica en T1 durante la etapa de crecimiento (2.81 frente a 2.94 en el control), lo que refuerza el posible aprovechamiento de los nutrientes en fases iniciales, en línea con lo descrito por Pango (2023) y Fernandes et al. (2024).

Desde el punto de vista económico (Tabla 21), el grupo control (T0) obtuvo el mayor mérito económico (50.68%), seguido por el grupo T1 (29.02%) y finalmente T2 (-12.90%). Aunque el grupo T1 alcanzó el mayor precio final por pavo (S/ 159.66), el alto costo del suplemento (S/ 42.84) redujo su rentabilidad neta. Este hallazgo coincide con lo reportado por Fuentes et al. (2023), quienes alertan sobre el riesgo de pérdidas económicas con niveles elevados de

espirulina, especialmente en contextos de costos variables. El tratamiento con 2% fue económicamente inviable debido al elevado costo del suplemento (S/ 81.70), superando incluso el ingreso final por pavo (S/ 132.30).

En resumen, se puede concluir que la inclusión de espirulina al 1% puede mejorar el desempeño productivo en fases específicas del ciclo de engorde, particularmente en la etapa de crecimiento, sin afectar negativamente el peso final. No obstante, su uso debe evaluarse cuidadosamente en función del costo del suplemento, ya que un mayor consumo no se traduce necesariamente en mayor rentabilidad. La inclusión al 2% no es recomendable bajo las condiciones evaluadas, ni desde el punto de vista productivo ni económico. Estas conclusiones se sustentan tanto en los datos estadísticos (Anexos 1 y 2) como en lo reportado por estudios previos como los de Mahmoud et al. (2024), Alghamdi et al. (2024) y Balcázar (2019).

### **3.7. Contrastación de hipótesis**

Aunque no se encontraron diferencias significativas en los parámetros productivos estudiados, las interacciones detectadas entre tratamiento y etapa del ciclo productivo evidencian que la espirulina tiene un efecto variable según el momento de aplicación, especialmente en el peso, la ganancia y el consumo. Económicamente, solo la inclusión al 1% fue viable respecto a la inclusión al 2%. Por ello, se concluye que la hipótesis alternativa se acepta parcialmente: la espirulina influye en ciertos parámetros productivos y en la rentabilidad, dependiendo del porcentaje utilizado y del costo del suplemento.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES**

- La inclusión de espirulina al 1% en la dieta de pavos de la línea Nicholas mejoró significativamente el peso vivo y la ganancia de peso durante la etapa de crecimiento (0–6 semanas), sin afectar negativamente el peso final, lo que sugiere un efecto positivo limitado a fases específicas del ciclo productivo.
- No se encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia entre los tratamientos, aunque el grupo con espirulina al 1% mostró una leve mejora numérica en la etapa de crecimiento. En la etapa de acabado (7–9 semanas), todos los grupos presentaron rendimientos similares, indicando que la espirulina no genera efectos sostenidos en el engorde final.
- El consumo de alimento fue mayor en el grupo con 1% de espirulina durante la fase de crecimiento, lo que está asociado a su mayor ganancia de peso. Sin embargo, este mayor consumo no se traduce necesariamente en una mejor eficiencia alimenticia, por lo que debe considerarse al evaluar la viabilidad económica del suplemento.
- Desde el punto de vista económico, únicamente la inclusión de espirulina al 1% resultó viable, alcanzando un mérito económico de 29.02%. En cambio, la inclusión al 2% generó un resultado negativo (–12.90%), debido al alto costo del suplemento frente al beneficio obtenido.

## **CAPÍTULO V**

### **SUGERENCIAS**

- Se sugiere utilizar espirulina al 1% como aditivo en dietas para pavos durante la etapa de crecimiento, ya que mostró efectos positivos en el peso y ganancia, sin afectar negativamente el rendimiento final.
- Evitar la inclusión al 2%, debido a que no generó mejoras productivas y resultó económicamente desfavorable.
- Se recomienda realizar evaluaciones económicas más detalladas antes de implementar suplementos como la espirulina, considerando los costos de adquisición y el contexto productivo.
- Para futuros estudios, se propone evaluar otros niveles de inclusión (inferiores o intermedios) y ampliar el periodo de evaluación para observar posibles efectos a largo plazo.
- Sería útil incluir variables fisiológicas o de salud (por ejemplo, perfil sanguíneo o respuesta inmunológica) para entender mejor los efectos de la espirulina más allá del rendimiento productivo.

## REFERENCIAS

1. Mottet A, Tempio G. Producción avícola global: estado actual, perspectivas de futuro y retos [Internet]. Asociación Española de Ciencia Avícola - AECA - WPSA. 2017. Available from: [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/16513\\_wpsvol73number-2-2017-2t.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/16513_wpsvol73number-2-2017-2t.pdf)
2. FAO. Producción y productos avícolas [Internet]. 2024. Available from: <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
3. Angeles Concepción. Evaluación de los índices productivos de tres líneas genéticas de pavos de carne en condiciones comerciales [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2013. Available from: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/74eed8db-21b8-46bf-9487-3696fd12ef51/content>
4. Raquel BF. “Evaluación De Parámetros Productivos Y Mérito Económico En La Crianza De Pavos De La Línea Hybrid En Cajamarca” [Internet]. 2019. Available from: [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4363/Raquel Balcazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4363/Raquel%20Balcazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
5. Cercado LPC. Evaluación de dos insumos energéticos en la Etapa de crecimiento y acabado sobre las variables productivas en pavos de la línea Nicholas en Cajamarca [Internet]. Universidad Nacional de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca; 2021. Available from: [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5745/Tesis Lenin Chuquimango Cercado.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5745/Tesis%20Lenin%20Chuquimango%20Cercado.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
6. Shehata AM, Paswan VK, Attia YA, Abougabal MS, Khamis T, Alqosaibi AI, et al. In ovo Inoculation of *Bacillus subtilis* and Raffinose Affects Growth Performance, Cecal Microbiota, Volatile Fatty Acid, Ileal Morphology and Gene Expression, and Sustainability of Broiler Chickens (*Gallus gallus*). *Front Nutr* [Internet]. 2022;9(May). Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9194610/pdf/fnut-09-903847.pdf>
7. Hernández Sandoval JS. Evaluación de la inclusión de alga *Espirulina Arthrospira platensis* en dietas de pollos de engorda [Internet]. Repositorio UAAAN. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 2020. Available from: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/47348/K66586 Hernández Sandoval%2C Juan Salvador.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/47348/K66586%20Hern%C3%A1ndez%20Sandoval%20Juan%20Salvador.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
8. Bondar A, Horodincu L, Solcan G, Solcan C. Use of *Spirulina platensis* and *Curcuma longa* as Nutraceuticals in Poultry. *Agric*. 2023;13(8):1–23.
9. Becker EW. Micro-algae as a source of protein. *Biotechnol Adv*. 2007;25(2):207–10.

10. Belay A, Berestov V, Bertolin TE, Pilatti D, Cristina A, Varrone V, et al. Factors Affecting Oocyte Quality: Who is Driving the Follicle? *Reprod Domest Anim*. 2008;5(3):809–22.
11. Abou-Zeid A, El-Damarawy S, Mariey Y, El-Mansy M. EFFECT OF USING *Spirulina platensis* AND/OR *Chlorella vulgaris* Algae as Feed Additives on Productive Performance of broiler Chicks. *J Anim Poult Prod* [Internet]. 2015;6(10):623–34. Available from: [https://jappmu.journals.ekb.eg/article\\_52940\\_7e45f6023428cb9cc2c93144f16eaea1.pdf](https://jappmu.journals.ekb.eg/article_52940_7e45f6023428cb9cc2c93144f16eaea1.pdf)
12. B Shanmugapriya, S Saravana Babu, T Hariharan, S Sivaneswaran MA. Dietary administration of *Spirulina platensis* as probiotics on growth performance and histopathology in broiler chicks. *Int J Recent Sci Res* [Internet]. 2015;6(2):2650–3. Available from: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=HrbWHFUAAAAJ&citation\\_for\\_view=HrbWHFUAAAAJ:u-x6o8ySG0sC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=HrbWHFUAAAAJ&citation_for_view=HrbWHFUAAAAJ:u-x6o8ySG0sC)
13. Gomez K. Aplicación De *Spirulina* En El Desarrollo De Alimentación Humana Y Animal [Internet]. 2020. Available from: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158039/Gómez - Aplicación de Spirulina en el desarrollo de alimentación humana y animal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Fernandes EA, Martins CF, Sales JR, Carvalho DFP, Prates JAM, Lordelo MM, et al. Impact of a 15% spirulina (*Limnospira platensis*) dietary inclusion on productive performance and meat traits in naked neck and fully feathered slow-growing broiler strains. *Poult Sci* [Internet]. 2024;103(11). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579124006850>
15. Alghamdi MA, Reda FM, Mahmoud HK, Bahshwan SMA, Salem HM, Alhazmi WA, et al. The potential of *Spirulina platensis* to substitute antibiotics in Japanese quail diets: impacts on growth, carcass traits, antioxidant status, blood biochemical parameters, and cecal microorganisms. *Poult Sci* [Internet]. 2024;103(3):1–15. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579123008702>
16. Mahmoud E, Elsayed G, Hassan A, Ateya A, El-Sayed SAE-S. Dietary spirulina *platensis* a promising growth promotor and immune stimulant in broiler chickens. *Nat Prod Res* [Internet]. 2024 Jun 22;1–7. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2024.2364366>
17. Pango P. Efecto de la Espitulina (*Arthrospira platensis*) en parametros productivos, morfometria intestinal y de Tibia en Pollos de engorde. 2021;0–33.
18. Fuentes NN, Carcelén FC, Gutierrez MT, Ara MG, Nuñez JD. Productive performance and intestinal morphometry of broilers subjected to diets including spirulina (*Arthrospira platensis*). *Rev Investig Vet del Peru* [Internet]. 2023;34(5):1–15. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v34n5/1609-9117-rivep-34-05-e26380.pdf>

19. USAID. Estudio Técnico Y Financiero Sobre La Capacidad De Producción De Pavos Para Implementar Un Proyecto De Exportación [Internet]. Salvador; 2006. Available from: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnadx538.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadx538.pdf)
20. Macias PY, Briones WA, Vásquez Cortez L, Alvarado Vásquez K. Pavos BIG6 alimentados con balanceado UTEQ + NABO en fase engorde para mejorar las características organolépticas de la carne BIG6 turkeys fed with balanced UTEQ + TURNIP in the fattening phase to improve the organoleptic characteristics of the meat. N° Ciningec Ii [Internet]. 2022;7:2022. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7545127>
21. Ruiz B. 5 aspectos de la nutrición y manejo del alimento en pavos [Internet]. Industria Avícola. 2020. Available from: <https://www.industriaavicola.net/nutricion-y-fabricacion-de-alimentos-balanceados/5-aspectos-de-la-nutricion-y-manejo-del-alimento-en-pavos/>
22. Cervantes KS. Características Fanerópticas y morfológicas del pavo autóctono (*Meleagris gallopavo*) en siete Municipios de Guatemala [Internet]. Vol. 75, Pharmacognosy Magazine. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2021. Available from: [http://www.repositorio.usac.edu.gt/19290/1/19\\_LZ\\_TG-3815-Sancé.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/19290/1/19_LZ_TG-3815-Sancé.pdf)
23. Horacio MV, Ing CA, Jorge S-A, Neuquén IA, Patricia S-A, Neuquén. Cría y Engorde de Pavos Estación Experimental Agopecuaria Alto Valle Centro Regional Patagonia Norte [Internet]. Argentina; 2010. 1–30 p. Available from: [https://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_aves/produccion\\_pavos/09-Cria\\_y\\_engorde\\_de\\_Pavos.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_aves/produccion_pavos/09-Cria_y_engorde_de_Pavos.pdf)
24. FAO. World watch list for domestic animal diversity [Internet]. Vol. 157, Science (New York, N.Y.). 2000. 1263 p. Available from: <http://www.fao.org/3/x8750e/x8750e.pdf%0Ahttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19383991>
25. Concepción U de. Origen y domesticación del pavo [Internet]. <http://www.veterinariaudec.cl>. 2017. Available from: <http://www.veterinariaudec.cl/pavodecampo/index.php/informacion/origen-y-domesticacion-del-pavo/>
26. Doblas IA. El Pavo en el imaginario de la opulencia indiana, vista desde la literatura del siglo de oro [Internet]. España; 2005. Available from: <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-ElPavoEnElImaginarioDeLaOpulenciaIndianaVistoDesde-2042357.pdf>
27. Cea. Crianza de pavos. Grupo Editorial Iberoamérica, editor. 2001. 245–322 p.
28. Cordero R. Especies menores: Pavos [Internet]. Uned. 2009. Available from: [https://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/handle/120809/531/Modulo\\_pavos\\_resumido.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/handle/120809/531/Modulo_pavos_resumido.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
29. Forno AME. «Crianza Tecnificada De Pavos» [Internet]. Trujillo; 2014. Available from: <https://es.scribd.com/document/291067668/Crianza-de-Pavos-Trujillo>



30. Jimenez M. Los Pavos Subfamilia Meleagridinae Taxonomía [Internet]. damisela.com. 2002. p. 1. Available from: <https://www.damisela.com/zoo/ave/otros/gall/phasianidae/meleagridinae/taxa.htm>
31. MIDAGRI. Ralidad y problemática del sector pecuario [Internet]. <https://www.midagri.gob.pe>. Available from: <https://www.midagri.gob.pe/portal/38-sector-agrario/pecuaria/290-situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion>
32. FAO. Procedimientos idóneos en la fabricación de alimentos para la acuicultura. [Internet]. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. 2003. p. 49. Available from: <https://www.fao.org/4/y1453s/y1453s01.htm#fnB2>
33. Aviagen. Manual de Manejo para Pavos Comerciales [Internet]. Vol. 44. 2020. 24 p. Available from: [https://www.aviagenturkeys.com/uploads/2022/03/17/CL23\\_V3\\_Management\\_Guidelines\\_for\\_Growing\\_Commercial\\_Turkeys\\_ESP.pdf](https://www.aviagenturkeys.com/uploads/2022/03/17/CL23_V3_Management_Guidelines_for_Growing_Commercial_Turkeys_ESP.pdf)
34. Bondi AA. Nutrición Animal. Acribia, editor. Zaragoza; 1989. 562 p.
35. Bolaños OEB, Sánchez OD. Elementos básicos para el manejo de animales de granja. Primera. EUNED 1988, editor. San José de Costa Rica; 1988. 122 p.
36. Durán F. Producción de Pavos. Latino G, editor. Biblioteca Agropecuaria “Volvamos al Campo.” Colombia; 2006. 907–935 p.
37. Hernández EA, Quezada MAL, Ph D. Manual de procedimientos Unidad Avícola – Pavo de engorda [Internet]. Chihuahua UA de, editor. Chihuahua; 2008. 1–33 p. Available from: [http://uniquach.mx/documentos/CGTI/SGC/1347dt/1399dt/1521a/INF\\_8.3 IZSP 07.pdf](http://uniquach.mx/documentos/CGTI/SGC/1347dt/1399dt/1521a/INF_8.3 IZSP 07.pdf)
38. Puga F. Parámetros productivos importancia en producción avícola [Internet]. BMEditores. 2020. Available from: <https://bmeditores.mx/avicultura/para-metros-productivos-importancia-en-produccion-avicola/>
39. Ponce López E. Superalimento para un mundo en crisis: Spirulina a bajo costo. Idesia (Arica) [Internet]. 2013;31(1):135–9. Available from: <https://www.scieo.cl/pdf/idesia/v31n1/art16.pdf>
40. Othes S, Pire R. Fatty acid composition of Chlorella and Spirulina microalgae species. J AOAC Int [Internet]. 2001;84(6):1708–14. Available from: <https://academic.oup.com/jaoac/article/84/6/1708/5656907>
41. Hermoso FG. Introducción a la espirulina: Historia, aplicaciones y sistemas de cultivo [Internet]. <https://www.madrimasd.org>. 2015. Available from: <https://www.madrimasd.org/blogs/espirulina/2015/11/17/40/>
42. Diraman H, Koru E, Dibeklioglu H. Fatty Acid Profile of Spirulina platensis Used as a Food Supplement. Isr J Aquac. 2009;61(2):134–42.

43. Henrikson R. Microalga Spirulina - Superalimento del futuro. 1er edició. Ed. Urano, editor. 1994. 224 p.
44. Campo Grande Perú. Espirulina en polvo [Internet]. Campo Grande Perú. Available from: <https://campograndeperu.com/producto/espirlina-en-polvo/>
45. Koru E, Cirik S, Turan G. The use of Spirulina for fish feed production in Turkey, University-Industry Co-Operation Project (USIGEM). Turkey J Agric. 2008;11:133–4.
46. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Datos meteorológicos del distrito de Baños del Inca, Cajamarca. [Internet]. 2021. Available from: <https://www.senamhi.gob.pe>
47. Garcés Paz H. Investigación científica. primera ed. Quito-Ecuador; 2000. 197 p.
48. Javier SA. Evaluación de la ganancia de peso semanal en pavos de engorda, alimentados con dieta comercial y suplementando una parvada con amaranto [Internet]. Universidad Nacional Autónoma de México; 2016. Available from: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000751213/3/0751213.pdf>
49. Agrovvetmarket animalhealth. Ficha Tecnica VIROGUARD® 6 [Internet]. 2020. Available from: <https://www.agrovvetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/desinfectante-de-uso-veterinario>
50. Direccion de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Agroalimentaria-Subdireccion de Inocuidad Agroalimentaria (SENASA). Guía Para La Implementación De Buenas Prácticas Pecuarias (Bpp) En La Produccion De Pollo Y Pavo De Engorde [Internet]. 2020. 1–28 p. Available from: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/GUIA-BP-POLLO-PAVO.pdf>
51. Bassert JM. McCurnin's Clinical Textbook for Veterinary Technicians and Nurses. 10th Editi. Saunders, editor. 2021. 1264 p.
52. Coates CR. Veterinary Practice Management. 2021. 189 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de la varianza de la etapa de crecimiento

#### Ganancia

| Variable | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | Aj   | CV    |
|----------|-----|----------------|----------------|------|-------|
| Ganancia | 360 | 0.07           | 0.07           | 0.07 | 29.18 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) |       |     |      |       |         |
|-------------------------------------------------|-------|-----|------|-------|---------|
| F.V.                                            | SC    | gl  | CM   | F     | p-valor |
| Modelo                                          | 1.92  | 2   | 0.96 | 14.40 | <0.0001 |
| Tratamiento                                     | 1.92  | 2   | 0.96 | 14.40 | <0.0001 |
| Error                                           | 23.75 | 357 | 0.07 | --    | --      |
| Total                                           | 25.66 | 359 | --   | --    | --      |

| <b>Test: Tukey Alfa=0.05      DMS=0.08561</b> |        |    |        |
|-----------------------------------------------|--------|----|--------|
| <b>Error: 0.0065      gl: 357</b>             |        |    |        |
| Tratamiento                                   | Medias | n  | E.E.   |
| Espirulina 1%                                 | 0.97   | 2  | 0.96 A |
| Espirulina 2%                                 | 0.83   | 2  | 0.96 B |
| To                                            | 0.81   | 60 | 0.03 B |

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

#### Consumo

| Variable | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | Aj   | CV    |
|----------|-----|----------------|----------------|------|-------|
| Ganancia | 360 | 0.05           | 0.05           | 0.04 | 34.82 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) |        |     |       |      |         |
|-------------------------------------------------|--------|-----|-------|------|---------|
| F.V.                                            | SC     | gl  | CM    | F    | p-valor |
| Modelo                                          | 13.20  | 2   | 26.60 | 9.22 | 0.0001  |
| Tratamiento                                     | 13.20  | 2   | 26.60 | 9.22 | 0.0001  |
| Error                                           | 255.44 | 357 | 0.72  | --   | --      |
| Total                                           | 268.64 | 359 | --    | --   | --      |

| <b>Test: Tukey Alfa=0.05      DMS=0.28079</b> |        |     |       |
|-----------------------------------------------|--------|-----|-------|
| <b>Error: 0.7155      gl: 357</b>             |        |     |       |
| Tratamiento                                   | Medias | n   | E.E.  |
| Espirulina 1%                                 | 2.65   | 150 | 0.07A |
| Espirulina 2%                                 | 2.30   | 150 | 0.07B |
| To                                            | 2.20   | 60  | 0.11B |

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

### Conversión Alimenticia

| Variable               | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | Aj   | CV    |
|------------------------|-----|----------------|----------------|------|-------|
| Conversión alimenticia | 360 | 2.2            | E-03           | 0.00 | 18.24 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) |       |     |      |      |         |
|-------------------------------------------------|-------|-----|------|------|---------|
| F.V.                                            | SC    | gl  | CM   | F    | p-valor |
| Modelo                                          | 0.20  | 2   | 0.10 | 0.40 | 0.6723  |
| Tratamiento                                     | 0.20  | 2   | 0.10 | 0.40 | 0.6723  |
| Error                                           | 89.80 | 357 | 0.25 | --   | --      |
| Total                                           | 90.00 | 359 | --   | --   | --      |

| <b>Test: Tukey Alfa=0.05      DMS=0.16648</b> |        |     |       |
|-----------------------------------------------|--------|-----|-------|
| <b>Error: 0.2515      gl: 357</b>             |        |     |       |
| Tratamiento                                   | Medias | n   | E.E.  |
| Espirulina 1%                                 | 2.74   | 150 | 0.04A |
| Espirulina 2%                                 | 2.78   | 150 | 0.04A |
| To                                            | 2.72   | 60  | 0.06A |

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

### Anexo 2. Análisis de la varianza de la etapa de acabado

#### Ganancia

| Variable | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | Aj   | CV    |
|----------|-----|----------------|----------------|------|-------|
| Ganancia | 288 | 5.4            | E-04           | 0.00 | 83.25 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) |        |     |      |      |         |
|-------------------------------------------------|--------|-----|------|------|---------|
| F.V.                                            | SC     | gl  | CM   | F    | p-valor |
| Modelo                                          | 0.13   | 2   | 0.06 | 0.08 | 0.9260  |
| Tratamiento                                     | 0.13   | 2   | 0.06 | 0.08 | 0.9260  |
| Error                                           | 233.99 | 285 | 0.82 | --   | --      |
| Total                                           | 234.12 | 287 | --   | --   | --      |

| <b>Test: Tukey Alfa=0.05      DMS=0.33628</b> |        |     |       |
|-----------------------------------------------|--------|-----|-------|
| <b>Error: 0.8210      gl: 285</b>             |        |     |       |
| Tratamiento                                   | Medias | n   | E.E.  |
| Espirulina 1%                                 | 1.07   | 120 | 0.13A |
| Espirulina 2%                                 | 1.09   | 120 | 0.08A |
| To                                            | 1.13   | 48  | 0.08A |

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

## Consumo

| Variable | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | Aj   | CV    |
|----------|-----|----------------|----------------|------|-------|
| Consumo  | 288 | 2.2            | E-03           | 0.00 | 86.78 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) |         |     |      |      |         |
|-------------------------------------------------|---------|-----|------|------|---------|
| F.V.                                            | SC      | gl  | CM   | F    | p-valor |
| Modelo                                          | 4.53    | 2   | 2.27 | 0.32 | 0.7295  |
| Tratamiento                                     | 4.53    | 2   | 2.27 | 0.32 | 0.7295  |
| Error                                           | 2044.76 | 285 | 7.17 | --   | --      |
| Total                                           | 2049.29 | 287 | --   | --   | --      |

| Test: Tukey Alfa=0.05      DMS=0.99408 |        |     |       |
|----------------------------------------|--------|-----|-------|
| Error: 7.1746      gl: 285             |        |     |       |
| Tratamiento                            | Medias | n   | E.E.  |
| Espirulina 1%                          | 2.99   | 120 | 0.24A |
| Espirulina 2%                          | 3.07   | 120 | 0.24A |
| To                                     | 3.35   | 48  | 0.39A |

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

## Conversión Alimenticia

| Variable               | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | Aj   | CV    |
|------------------------|-----|----------------|----------------|------|-------|
| Conversión alimenticia | 288 | 0.01           | 1.3            | E-03 | 17.38 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) |       |     |      |      |         |
|-------------------------------------------------|-------|-----|------|------|---------|
| F.V.                                            | SC    | gl  | CM   | F    | p-valor |
| Modelo                                          | 0.58  | 2   | 0.29 | 1.19 | 0.3060  |
| Tratamiento                                     | 0.58  | 2   | 0.29 | 1.19 | 0.3060  |
| Error                                           | 70.00 | 285 | 0.25 | --   | --      |
| Total                                           | 70.58 | 287 | --   | --   | --      |

| Test: Tukey Alfa=0.05      DMS=0.18392 |        |     |       |
|----------------------------------------|--------|-----|-------|
| Error: 0.2456      gl: 285             |        |     |       |
| Tratamiento                            | Medias | n   | E.E.  |
| Espirulina 1%                          | 2.81   | 120 | 0.05A |
| Espirulina 2%                          | 2.86   | 120 | 0.05A |
| To                                     | 2.94   | 48  | 0.07A |

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