

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS  
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERIA ZOOTECNISTA



**“EFECTO DEL NIELEN COMO  
SUSTITUTO PARCIAL Y TOTAL DEL  
MAÍZ AMARILLO SOBRE EL  
RENDIMIENTO PRODUCTIVO, PESO DE  
ÓRGANOS INTERNOS Y  
CARACTERÍSTICAS DE CARCASA DEL  
POLLO CRIOLLO MEJORADO EN LA  
FASE DE FINALIZACIÓN”**

Para optar el título de:  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Presentado por el Bachiller:  
**VALERA SALDAÑA, MARIELA DE JESUS**

Asesor:  
**Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA**

**Cajamarca - Perú**

**2025**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. Investigador:

MARIELA DE JESÚS VALERA SALDAÑA

DNI: 72793506

Escuela Profesional/Unidad UNC:

INGENIERIA ZOOTECNISTA

2. Asesor:

Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Facultad/Unidad UNC:

INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

3. Grado académico o título profesional

- Bachiller
- Título profesional
- Segunda especialidad
- Maestro
- Doctor

4. Tipo de Investigación:

- Tesis
- Trabajo de investigación
- Trabajo de suficiencia profesional
- Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

EFFECTO DEL NIELÉN COMO SUSTITUTO PARCIAL Y TOTAL DEL MAIZ AMARILLO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, PESO DE ORGANOS INTERNOS Y CARACTERISTICAS DE CARCASA DEL POLLO CRIOLLO MEJORADO EN LA FASE DE FINALIZACIÓN

6. Fecha de evaluación: 20 / 08 / 2025

7. Software antiplagio:  TURNITIN  URKUND (OURIGINAL) (\*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 18 %

9. Código Documento: 01: 3117: 485070630

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

- APROBADO
- PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 20 / 08 / 2025

Firma y/o Sello  
Emisor Constancia

*(Firma manuscrita)*  
Manuel Eber Paredes Arana  
Nombres y Apellidos  
DNI: 26733001



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

## FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



### ACTA QUE PRESENTA EL JURADO CALIFICADOR DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, se reunieron en el Auditorio de la FICP, siendo las .11. horas con .05 minutos del día 03 de julio del 2025..., los siguientes Miembros del Jurado y el (los) Asesores.

- |  |            |
|--|------------|
| ➤ Dr. José Antonio Mantilla Guerra             | Presidente |
| ➤ M.Cs. Ing. Javier Alejandro Perinango Gaitán | Secretario |
| ➤ Mg. Sc. Ing. Raúl Alberto Cáceres Cabanillas | Vocal      |

#### ASESOR:

- Dr. Manuel Eber Paredes Arana

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada:

*Efecto del Nielén como sustituto parcial y total del maíz amarillo sobre el rendimiento productivo, peso de órganos internos y características de carcasas del pollo criollo mejorado en la fase de finalización*

La misma que fue realizada por el (la) Bachiller Manuela de Jesús Valeta Saldaña

A continuación el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando al Bachiller a sustentar dicha tesis.

Concluida la exposición, los Miembros del Jurado formularon las preguntas pertinentes, luego el Presidente del Jurado invita a la participación de los asesores y de los asistentes.

Después de las deliberaciones de estilo el Jurado anunció su aprobación por unanimidad con la nota de diecisiete (17).

Siendo las .12. horas con 10 minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto académico, indicando las correcciones y modificaciones para continuar con los trámites pertinentes.

Dr. José Antonio Mantilla Guerra  
Presidente

M.Cs. Ing. Javier A. Perinango Gaitán  
Secretario

Mg. Sc. Ing. Raúl A. Cáceres Cabanillas  
Vocal

Dr. Manuel Eber Paredes Arana  
Asesor

**EFFECTO DEL NIELEN COMO SUSTITUTO PARCIAL Y  
TOTAL DEL MAÍZ AMARILLO SOBRE EL RENDIMIENTO  
PRODUCTIVO, PESO DE ÓRGANOS INTERNOS Y  
CARACTERÍSTICAS DE CARCASA DEL POLLO  
CRIOLLO MEJORADO EN LA FASE DE FINALIZACIÓN**

## **DEDICATORIA**

Dedico este estudio a mis abuelos, Cemirames y Pedro, quienes siempre influyeron y estuvieron presentes en mi formación profesional.

A mi madre, Rosario por ser mi pilar más importante, ejemplo de vida, por demostrarme su apoyo incondicional para lograr cada uno de mis objetivos.

A mi hija, Amber por ser mi mayor impulso a ser una mejor profesional.

A mi pareja, Anthony por su motivación y paciencia a lo largo de esta investigación.

A mi amiga Tamara, quien siempre estuvo presente apoyándome en mi carrera profesional y que desde el cielo ha sabido guiarme.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Cajamarca, referente de calidad académica que ha contribuido significativamente al fortalecimiento de mi pensamiento crítico y a una visión analítica frente a los retos contemporáneos.

A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Al Dr. Manuel Eber Paredes Arana, mi asesor de tesis, por su guía constante, estímulo y paciencia, elementos clave en mi formación como investigador.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, por compartir generosamente sus conocimientos y por su valioso aporte en mi desarrollo profesional.

A mis compañeros de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, les expreso mi gratitud por su compañerismo, respaldo y disposición, que hicieron más llevadero mi recorrido académico.

A mi familia, quienes siempre han estado presentes en cada meta que he logrado.

A mi padre, quien siempre me inculcó el estudio y la investigación, permitiéndome fortalecer mis aptitudes académicas.

A mis amigos por su apoyo emocional y motivación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Enunciado del problema .....	1
1.3. Justificación e importancia .....	1
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1.1. Objetivo general.....	2
2.1.2. Objetivo específico.....	2
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>3</b>
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	<b>3</b>
3.1.1. Hipótesis general .....	3
3.1.2. Hipótesis estadística.....	3
3.2. Variables e indicadores.....	3
3.2.1. Variable independiente .....	3
3.2.2. Variables dependientes .....	3
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>4</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
4.1. Antecedentes .....	4
4.2. Bases teóricas .....	8
4.2.1. Pollos criollos mejorados .....	8
4.2.2. Nielen .....	8
4.2.3. Principios nutritivos para el pollo .....	9
4.2.4. Fase de finalización .....	10
4.3. Definición de términos básicos .....	10
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>15</b>
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
5.1. Procedencia de las aves .....	15
5.2. Lugar de ejecución (ubicación) .....	15
5.3. Duración de la investigación .....	15
5.4. Materiales y equipos .....	16
5.5. Herramientas .....	16
5.6. Insumos – Medicamento .....	16
5.7. Materiales de oficina .....	16

5.8.	Periodo de estudio .....	17
5.9.	Tipo de estudio y diseño estadístico .....	17
5.10.	Modelo estadístico .....	18
5.11.	Toma de datos .....	18
5.12.	Análisis de datos .....	19
5.13.	Dietas experimentales.....	19
<b>CAPITULO VI.....</b>		<b>21</b>
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>21</b>
6.1.	Rendimiento del pollo criollo en fase de finalización.....	21
6.2.	Rendimientos de carcasa y sus componentes.....	22
6.3.	Pigmentación de la piel.....	23
<b>CAPITULO VII.....</b>		<b>25</b>
<b>7. CLONCLUSIONES.....</b>		<b>25</b>
<b>CAPITULO VIII.....</b>		<b>26</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>		<b>26</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>27</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>		<b>32</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Fórmulas alimenticias y contenido nutricional de las dietas según tratamientos .....	20
<b>TABLA 2.</b> Efectos del nivel dietario en diferentes niveles de inclusión sobre el desempeño del pollo criollo peruano de 70 a 112 días de edad <sup>21</sup>	
<b>TABLA 3.</b> Efectos del nivel dietario en diferentes niveles de inclusión sobre los pesos y rendimientos de la carcasa del pollo criollo peruano sacrificado a los 112 días de edad .....	22
<b>TABLA 4.</b> Efectos del arroz partido dietario en diferentes niveles de inclusión sobre la pigmentación de la piel de la pechuga del pollo criollo peruano sacrificado a los 112 días de edad.....	24

## ÍNDICE DE FOTOS

**FOTO 1.** Efectos del arroz partido dietario en diferentes niveles de, inclusión sobre la pigmentación de la piel de la carcasa del pollo criollo peruano..... 24

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. DATOS DE PESO INICIAL (kg) .....	32
ANEXO 2. ANAVA DE PESOS INICIALES .....	32
ANEXO 3. PESOS FINALES (kg) .....	32
ANEXO 4. ANAVA DE LOS PESOS FINALES .....	32
ANEXO 5. GANANCIA MEDIA DIARIA (g).....	32
ANEXO 6. ANAVA DE LA GANANCIA MEDIA DIARIA .....	33
ANEXO 7. INGESTA MEDIA DIARIA(g) .....	33
ANEXO 8. ANAVA DE LA INGESTA MEDIA DIARIA .....	33
ANEXO 9. INDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....	33
ANEXO 10. ANAVA DEL INDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....	33
ANEXO 11. PESOS DE SACRIFICIO (kg).....	34
ANEXO 12. ANAVA DE LOS PESOS DE SACRIFICIO .....	34
ANEXO 13. PESOS DE CARCASA (kg) .....	34
ANEXO 14. ANAVA DE PESOS DE CARCASA .....	34
ANEXO 15. RENDIMIENTO DE CARCASA (%).....	34
ANEXO 16. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE CARCASA .....	35
ANEXO 17. PESOS DE MUSLO + PIERNA + PATAS (kg) .....	35
ANEXO 18. ANAVA DE LOS PESOS DE MUSLO + PIERNA + PATAS .....	35
ANEXO 19. RENDIMIENTO DE LOS PESOS DE MUSLO + PIERNA + PATAS .....	35
ANEXO 20. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE LOS PESOS DE MUSLO + PIERNA + PATAS .....	35
ANEXO 21. PESOS DE LA PECHUGA .....	35
ANEXO 22. ANAVA DE LOS PESOS DE LA PECHUGA .....	36
ANEXO 23. RENDIMIENTO DE LA PECHUGA.....	36
ANEXO 24. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE LA PECHUGA.....	36
ANEXO 25. PESOS DEL ESPINAZO .....	36
ANEXO 26. ANAVA DE LOS PESOS DEL ESPINAZO .....	36
ANEXO 27. RENDIMIENTO DEL ESPINAZO.....	37
ANEXO 28. ANAVA DEL RENDIMIENTO DEL ESPINAZO.....	37
ANEXO 29. PESOS DE ALAS .....	37
ANEXO 30. ANAVA DEL PESO DE LAS ALAS .....	37
ANEXO 31. RENDIMIENTO DE LAS ALAS.....	37
ANEXO 32. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE LAS ALAS.....	38

ANEXO 33. PESOS DE LA GRASA ABDOMINAL.....	38
ANEXO 34. ANAVA DE LOS PESOS DE LA GRASA ABDOMINAL .....	38
ANEXO 35. RENDIMIENTO DE GRASA ABDOMINAL .....	38
ANEXO 36. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE GRASA ABDOMINAL .....	38
ANEXO 37. PESOS DE HÍGADO .....	39
ANEXO 38. ANAVA DE LOS PESOS DE HÍGADO .....	39
ANEXO 39. RENDIMIENTO DEL PESO DE HÍGADO.....	39
ANEXO 40. ANAVA DEL RENDIMIENTO DEL PESO DEL HUEVO .....	39
ANEXO 41. PESOS DE LA MOLLEJA.....	39
ANEXO 42. ANAVA DE PESOS DE LA MOLLEJA.....	40
ANEXO 43. RENDIMIENTO DE MOLLEJA.....	40
ANEXO 44. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE MOLLEJA .....	40
ANEXO 45. LUMINOSIDAD DE LA PIEL.....	40
ANEXO 46. ANAVA DE LA LUMINOSIDAD DE LA PIEL .....	40
ANEXO 47. ENROJECIMIENTO DE LA PIEL.....	40
ANEXO 48. ANAVA DEL ENROJECIMIENTO DE LA PIEL.....	41
ANEXO 49. AMARILLEZ DE LA PIEL.....	41
ANEXO 50. ANAVA DE LA AMARILLEZ DE LA PIEL .....	41

## RESUMEN

El objetivo principal fue determinar cómo influye el reemplazo parcial o total del maíz por nielén sobre el rendimiento productivo, peso de órganos internos y características de carcasa del pollo criollo mejorado en la fase de finalización. Se utilizaron 80 pollos machos criollos de 70 días de edad, distribuidos aleatoriamente en cinco grupos alimentados durante 42 días con dietas que contenían 0, 15, 30, 45 y 60% de nielén, reemplazando al maíz en las mismas proporciones. Se evaluó el rendimiento productivo mediante la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad; las características de la carcasa, incluyendo el rendimiento de carcasa, la luminosidad, enrojecimiento y amarillamiento de la piel, así como el peso de la grasa abdominal; y el peso de los órganos internos, considerando específicamente la molleja, el corazón, los intestinos y el hígado. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza de un diseño completamente al azar. Los pollos alimentados con dietas que contenían 60% de nielén presentaron menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia. La mayor acumulación de grasa abdominal se observó en el grupo con 30% de nielén. No se hallaron diferencias significativas en los pesos de la carcasa ni de sus componentes entre los grupos. Sin embargo, los grupos con 0, 15 y 30% de nielén mostraron mayor coloración amarilla en la piel, en comparación con los grupos de 45 y 60%. En conclusión, el nielén puede mejorar la eficiencia alimenticia en el engorde de pollos criollos, aunque incrementa la grasa abdominal y reduce la pigmentación amarilla de la piel.

**Palabras clave:** Nielén, pollo criollo, desempeño productivo, calidad de la carne.

## **ABSTRACT**

The main objective was to determine how the partial or total replacement of corn with nielen affects the productive performance, internal organ weights, and carcass characteristics of improved creole chickens during the finishing phase. A total of 80 male creole chickens, 70 days old, were randomly distributed into five groups and fed during 42 days with diets containing 0%, 15%, 30%, 45%, and 60% nielen, replacing corn in the same proportions. Productive performance was evaluated through weight gain, feed intake, feed conversion ratio, and mortality rate; carcass characteristics were assessed by measuring carcass yield, skin lightness, redness, and yellowness, as well as abdominal fat weight; and internal organ weights were measured, specifically the gizzard, heart, intestines, and liver. Data were analyzed using analysis of variance under a completely randomized design. Chickens fed diets containing 60% nielen showed lower feed intake and improved feed conversion. The greatest accumulation of abdominal fat was observed in the group fed 30% nielen. No significant differences were found in carcass weights or their components among the groups. However, the groups with 0%, 15%, and 30% nielen showed greater yellow pigmentation in the skin compared to the 45% and 60% groups. As a conclusion, nielen can improve feed efficiency in the fattening of creole chickens, although it increases abdominal fat and reduces yellow skin pigmentation.

**Keywords:** Nielen, creole chicken, productive performance, meat quality

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, el pollo es un alimento de fácil acceso para los consumidores, pero la industria avícola debe adaptarse a nuevas exigencias como el bienestar animal, la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y la calidad del producto. A pesar de que la producción avícola se ha centrado en aves mejoradas por su rápido crecimiento, los pollos criollos siguen siendo importantes, especialmente en comunidades rurales y para consumidores que valoran productos más naturales, saludables y sabrosos.

Sin embargo, estos pollos criollos presentan una baja eficiencia productiva, influenciada por el uso de alimentos poco nutritivos o de alto costo. Una posible solución es el uso de ingredientes locales que mejoren tanto el rendimiento como la calidad del producto, respondiendo a la creciente demanda de alimentos funcionales.

Se han probado distintas alternativas nutricionales: harinas vegetales como la de zapallo para mejorar la pigmentación, extractos de maíz morado con beneficios para la salud, y el uso de plantas como la cúrcuma y la flor de Marigold para modificar características del producto final. También se ha evaluado el uso de algas marinas, aunque sin mejoras significativas.

En zonas rurales peruanas, es común alimentar a los pollos criollos en su fase final solo con maíz amarillo, con la intención de lograr una mejor calidad sensorial, aunque se desconoce su impacto real en la productividad. El maíz es un ingrediente clave en la dieta avícola por su alto valor energético, pero su valor nutritivo varía según el tipo y las condiciones del grano.

Algunas variedades de maíz contienen flavonoides y carotenoides con propiedades antioxidantes y beneficios digestivos, además de aceites fácilmente digeribles con alto contenido de ácidos grasos insaturados.

Dado que aún no se conocen con precisión los requerimientos nutricionales del pollo criollo mejorado en el Perú, es necesario seguir evaluando diferentes estrategias de alimentación. En ese marco, se llevó a cabo un estudio sobre el reemplazo parcial y total de la dieta finalizadora con maíz amarillo, para observar su efecto sobre el rendimiento productivo de estos animales.

## **CAPITULO I**

### **1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

Uno de los graves problemas en la avicultura son los altos costos en la alimentación, en especial el costo del maíz, que es uno de los principales insumos utilizados, hasta el 70% en la ración de pollos de carne, lo cual influye directamente en los precios de la carne de pollo, por lo que se tienen que incluir algunos subproductos de bajo costo como el nielen, que es un sub producto del descascarillado de arroz, y que por lo general tiene un costo menor al del maíz (Del Pino, 2009).

Tradicionalmente, la industria avícola se ha centrado principalmente en la producción eficiente de aves mejoradas genéticamente, dejando de lado las razas de pollos locales (Nhlane LT, 2021), debido a que los pollos nativos crecen lentamente, tienen una baja eficiencia alimenticia y alcanzan el peso comercial mucho más tarde que las aves mejoradas (Atela JA, 2019).

De otro lado, las variedades locales constituyen la mayor parte de la diversidad genética avícola del mundo y siguen siendo importantes en los países en desarrollo (Duah KK, 2018). Por lo tanto, se vio por conveniente evaluar una fuente alimenticia para pollos criollos de crecimiento lento a fin de conocer sus efectos en el desempeño productivo y desarrollar dietas eficientes en una zona donde los requerimientos nutricionales de los pollos criollos en crecimiento no son muy conocidos, y los pollos son alimentados con dietas basadas en formulaciones empíricas (Manuel Paredes, 2023).

#### **1.2. Enunciado del problema**

¿Cuál es el efecto del Nielen como sustituto parcial y total del maíz amarillo sobre el rendimiento productivo, peso de órganos internos y características de carcasa del pollo criollo mejorado en la fase de finalización?

#### **1.3. Justificación e importancia**

La presente investigación pretende buscar nuevas alternativas alimenticias para la optimización de la producción de pollos de engorde, utilizando subproductos del arroz como es el caso del nielen, con la finalidad de elevar los parámetros productivos, disminuyendo los costos de producción, además de obtener información que pueda ser aprovechada por pequeños, medianos y grandes industriales dedicados a esta actividad.

## **CAPITULO II**

### **2. OBJETIVOS**

#### **2.1.1. Objetivo general**

- Determinar el efecto del Nielen como sustituto parcial y total del maíz amarillo sobre el rendimiento productivo, peso de órganos internos y características de carcasa del pollo criollo mejorado en la fase de finalización

#### **2.1.2. Objetivo específico**

- Determinar el efecto del Nielen como sustituto parcial y total del maíz amarillo sobre el rendimiento productivo del pollo criollo mejorado en la fase de finalización.
- Determinar el efecto del Nielen como sustituto parcial y total del maíz amarillo sobre el peso de los órganos internos del pollo criollo mejorado en la fase de finalización.
- Determinar el efecto del Nielen como sustituto parcial y total del maíz amarillo sobre las características de carcasa del pollo criollo mejorado en la fase de finalización.

## CAPITULO III

### 3. HIPÓTESIS

#### 3.1.1. Hipótesis general

Los niveles del Nielen mejoran significativamente el rendimiento productivo, el peso de órganos internos y las características de carcasa del pollo criollo mejorado en la fase de finalización.

#### 3.1.2. Hipótesis estadística

##### a) Hipótesis nula (Ho)

Ha:  $\mu_1 = \mu_2 \dots \mu_5$

##### b) Hipótesis alternativa

Ha: Al menos una media es diferente

#### 3.2. Variables e indicadores

##### 3.2.1. Variable independiente

Niveles de sustitución del maíz por nielén

###### • Parcial

- T1 = 0%
- T2 = 15%
- T3 = 30%
- T4 = 45%

###### • Total

- T5 = 60%

##### 3.2.2. Variables dependientes

###### • Rendimiento productivo

- Ganancia de peso (g)
- Consumo de alimento (g)
- Conversión alimenticia
- Porcentaje de mortalidad (%)

###### • Peso de los órganos internos

- Peso de la molleja (g)
- Peso del corazón (g)
- Peso de los intestinos (g)
- Peso del hígado (g)

###### • Características de carcasa

- Rendimiento de carcasa (%)
- Luminosidad de piel (L\*)
- Enrojecimiento de piel (a\*)
- Amarillamiento de piel (b\*)
- Peso de grasa abdominal (g)

## CAPITULO IV

### 4. MARCO TEÓRICO

#### 4.1. Antecedentes

Sittiya et al. (2005) realizaron un estudio para investigar la sustitución del maíz por arroz con cáscara (WPR) y arroz integral (BR) en dietas de pollos de engorde y su efecto sobre el rendimiento del crecimiento y las estructuras histológicas de las vellosidades intestinales. Los pollitos machos (14 días de edad) se dividieron en cinco grupos con cuatro réplicas de cuatro pollitos cada uno. En los tratamientos dietéticos, el maíz en la dieta basal se reemplazó con WPR y BR. Los pollos recibieron cinco dietas experimentales que consistían en maíz, WPR y BR en proporciones de 100:0:0 (Control), 50:0:50 (50Maíz + 50BR), 50:25:25 (50Maíz + 25WPR + 25BR), 25:50:25 (25Maíz + 50WPR + 25BR) y 0:50:50 (50WPR + 50BR) respectivamente. El alimento y el agua se proporcionaron ad libitum durante 35 días. No se encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento, la ganancia de peso corporal y la eficiencia alimentaria entre los grupos de tratamiento. Los pesos relativos de la molleja en los grupos 50maíz + 25WPR + 25BR, 25maíz + 50WPR + 25BR y 50WPR + 50BR fueron significativamente mayores que los de los grupos Control y 50maíz + 50BR ( $p < 0,05$ ). El pH de la molleja de los grupos experimentales fue menor que el de los grupos Control ( $p < 0,05$ ). La cripta ileal de las aves con las dietas Control fue más profunda ( $p < 0,05$ ) que la observada en las aves experimentales. Además, la altura de las vellosidades ileales: profundidad de la cripta aumentó ( $p < 0,05$ ) en el grupo 50WPR + 50BR ( $p < 0,05$ ) en comparación con el grupo Control. No se observaron cambios específicos en las células epiteliales de la superficie apical del duodeno entre los grupos, excepto que las vellosidades del grupo 25Corn + 50WPR + 25BR tenían agrupaciones de células. La superficie apical de las vellosidades del yeyuno e íleon de los grupos experimentales mostró una morfología similar a la del grupo de control. Estos hallazgos sugieren que WPR y BR pueden reemplazar totalmente al maíz en las dietas para pollos de engorde sin afectar negativamente el rendimiento del crecimiento.

Zhang et al. (2021) determinaron la energía digestible ileal (IDE), EM y EMn del arroz, arroz partido y salvado de arroz. Las aves fueron alimentadas con una dieta de inicio estándar desde el día 0 al 14 y dietas experimentales desde el día 15 al 21 después de la eclosión. Un total de 336 aves fueron agrupadas por peso corporal y asignadas a 7 dietas, cada dieta comprendía 8 réplicas con 6 aves por réplica. Las dietas comprendían una dieta de referencia (RD) y 6 dietas de prueba (TD). La TD contenía 2 niveles de arroz, arroz partido o salvado de arroz que reemplazaban parcialmente las fuentes de energía en la RD a 120 o 240 g/kg (arroz y arroz partido) o 150 o 300 g/kg (salvado de arroz). La adición de arroz o arroz partido a la dieta de prueba aumentó linealmente ( $P, 0,01$ ) la digestibilidad ileal de la materia seca, la energía, así como la metabolizabilidad total del tracto

gastrointestinal de la materia seca, la energía y la energía corregida con N en la dieta de prueba. La inclusión de salvado de arroz en la dieta de prueba disminuyó linealmente ( $P, 0,01$ ) la digestibilidad y utilización de energía en la dieta de prueba. En ese sentido, la evaluación energética del arroz y sus subproductos, como el arroz partido y el salvado de arroz, demuestra su alto potencial como ingredientes alternativos en la alimentación de aves, especialmente en regiones con alta disponibilidad como China. A pesar de su uso creciente, aún existe una limitada base de datos que respalde sus valores nutricionales precisos, lo que resalta la necesidad de estudios continuos que consideren factores como la variedad del arroz, el clima y los métodos de procesamiento. El presente estudio, centrado en muestras de la provincia de Hunan y aplicado a pollos de engorde, contribuye significativamente al conocimiento sobre el contenido de energía digestible ileal (IDE), metabolizable (ME) y metabolizable corregida por nitrógeno (ME<sub>N</sub>), fortaleciendo las bases para una formulación más eficiente y sostenible de dietas avícolas.

Murai et al. (2018) manifiestan que, el arroz con cáscara es un grano de alimentación potencial para los pollos, cuyas mollejas fuertes pueden aplastar la cáscara. Investigaron si el arroz con cáscara rico en fibra dietética insoluble en agua derivada de la cáscara estimula la secreción y producción de mucina intestinal, así como la posible participación del arroz con cáscara en la función de barrera intestinal. Los pollitos machos ponedores a los 7 días de edad se dividieron en cuatro grupos según la dieta: maíz, arroz pulido, arroz integral o arroz con cáscara (650 g / kg de dieta), que comieron durante 14 días consecutivos. A los 21 días de edad, las aves volvieron a alimentarse con sus dietas experimentales y se recolectaron fracciones de mucina del intestino delgado para determinar el contenido de mucina intestinal. La secreción de mucina del intestino delgado se indujo con mayor fuerza en el grupo del arroz con cáscara (Experimento 1). El orden de clasificación de la secreción de mucina inducida por la dieta fue arroz con cáscara > maíz = arroz integral > arroz pulido. La expresión del gen MUC2 ileal y el número ileal de células caliciformes fueron más altos en el grupo del arroz con cáscara (Experimento 1). Un estudio de la absorción de bromodesoxi-U en las células epiteliales del íleon indicó que el aumento de las células caliciformes en el grupo del arroz con cáscara estaba relacionado con la aceleración de la migración de las células epiteliales (Experimento 2). Una única suplementación de cáscaras de arroz aisladas sin granos aumentó la expresión del gen MUC2 y el número de células caliciformes (Experimento 3), lo que sugiere la importancia de la capacidad de formación de masa de la cáscara en la producción de mucina. Finalmente, a los pollos alimentados con maíz o arroz con cáscara se les administró por vía oral sulfato de dextrano sódico (DSS) para alterar la función de la barrera intestinal. En las aves tratadas con DSS, la permeabilidad intestinal del dextrano isotiocianato de fluoresceína en los sacos intestinales evertidos fue mucho menor en el grupo del arroz con cáscara que en el grupo del maíz

(Experimento 4), lo que demuestra que el arroz con cáscara protege contra la alteración de la mucosa. En conclusión, la ingestión de arroz con cáscara aumenta la secreción y producción de mucina intestinal a través de una mayor expresión del gen MUC2 y la renovación epitelial y previene los defectos de la barrera intestinal inducidos por DSS en los pollos.

Yu et al. (2022) investigaron los efectos del arroz paddy dietético sobre el rendimiento del crecimiento, las características de la carcasa, el color de la piel desnuda y la digestibilidad de los nutrientes en los gansos. Un total de 300 gansos machos de veintiocho días de edad se dividieron aleatoriamente en 5 grupos de tratamiento con 6 corrales que contenían 10 gansos cada uno. Los gansos se criaron durante 42 días con alimento con 0% (control), 13, 26, 39 o 52% de inclusión de arroz paddy dietético. El peso corporal y el consumo de alimento por corral se registraron desde la llegada de los gansos hasta el final del ensayo. El día 70, se seleccionaron dos gansos de cada corral, uno de los cuales se utilizó para medir el rendimiento de sacrificio, la calidad de la carne, la composición proximal de la carne y el color de la piel desnuda, y uno se utilizó para determinar la utilización de nutrientes. Los resultados mostraron que los gansos alimentados con una dieta que contenía 26, 39 y 52% de arroz paddy tuvieron un mayor peso corporal final, consumo diario promedio de alimento y ganancia diaria promedio que aquellos del grupo de control ( $P < 0,05$ ). El rendimiento de grasa abdominal en los grupos de arroz paddy dietético fue mayor que el del grupo de control ( $P < 0,05$ ). No hubo efectos en los contenidos de humedad, proteína y grasa del músculo de la pechuga y el muslo entre los cinco tratamientos ( $P > 0,05$ ). En comparación con el grupo de control, el músculo de la pechuga de los gansos alimentados con arroz paddy tuvo un valor  $L^*$  menor y un valor  $a^*$  mayor ( $P < 0,05$ ). El arroz paddy dietético disminuyó la puntuación del pico de los gansos ( $P < 0,05$ ). Los gansos en los grupos de arroz paddy exhibieron una mayor digestibilidad del almidón total que los gansos en el grupo de control ( $P < 0,05$ ). La digestibilidad de la energía, la proteína cruda, la grasa cruda, la fibra cruda, la FDN y la FDA no difirieron entre los grupos ( $P > 0,05$ ). En conclusión, el arroz con cáscara es una excelente fuente de energía en las dietas de los gansos y podría mejorar el rendimiento del crecimiento, el color del músculo de la pechuga y la utilización del almidón total, pero aumentar el rendimiento de la grasa abdominal y disminuir el color del pico de los gansos.

Tuesta (2018) realizó en la ciudad de Pucallpa, el cual, geográficamente está situado a  $08^{\circ} 24' 38,9''$  de latitud sur y  $74^{\circ} 35' 49,4''$  de longitud oeste a 174 m.s.n.m., desarrollándose entre la segunda semana de noviembre y la cuarta semana de diciembre del 2016, teniendo una duración de 41 días; con el objetivo de determinar efectos de la inclusión de Nielen de arroz en el rendimiento productivo de los pollos de engorde bajo condiciones de Pucallpa, en las etapas de inicio, crecimiento y acabado. Se tuvo un tratamiento T0, Alimento formulado sin inclusión de nielen y los tratamientos

T 1 Alimento formulado con inclusión del 10% de nielen, T 2 Alimento formulado con inclusión del 20% de nielen y T 3 Alimento formulado con inclusión del 20% de nielen. Se utilizó un diseño completo al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones (con 10 pollos por repetición), concluyéndose que: los tratamientos T 1, T2 y T3, presentaron resultados variables en cada momento de evaluación para la ganancia de peso de pollos, notándose una mayor ganancia de peso en los tratamientos T 2 y T3, así mismo, la tasa de conversión alimenticia, no mostró diferencias significativas en ninguno de los tratamientos estudiados. Finalmente, para la evaluación económica, se observó el mejor resultado, en el tratamiento T 2, seguido del testigo y finalmente los tratamientos T 1 y T3, mostraron menores ganancias económicas.

Escalante (2021) realizó una investigación en la cual tuvo un tratamiento testigo T0, sin inclusión de nielen de arroz y los tratamientos T1 con inclusión del 15%, T2 con inclusión del 20% y T3 con inclusión del 100% de nielen de arroz. Se utilizó un diseño completo al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones (con 14 pollos por repetición), concluyéndose que: los tratamientos T1, T2 y T3, presentaron resultados variables en cada momento de evaluación para la ganancia de peso de pollos, notándose una mayor ganancia de peso en el tratamiento T1, así mismo, el tratamiento T1, presentó el mayor consumo de alimento balanceado y agua, seguido del tratamiento T2. La tasa de conversión alimenticia, no mostró diferencias significativas en ninguno de los tratamientos estudiados. Finalmente, para la evaluación económica, se observó el mejor resultado, en el tratamiento T1, seguido del T2 y finalmente los tratamientos T3 y T0, mostraron menores ganancias económicas.

En otro estudio que tuvo como objetivo evaluar cinco niveles de sustitución del alimento de finalización con maíz amarillo en la dieta de pollos criollos y su efecto en el comportamiento productivo. Se distribuyeron aleatoriamente 96 pollos criollos machos mejorados de 70 días de edad en 6 tratamientos, cada uno con 4 repeticiones de 4 aves. Los pollos recibieron dietas con 0 (dieta control), 20, 40, 60, 80 y 100% maíz amarillo en sustitución del alimento finalizador. Los pollos de los tratamientos 0, 20 y 40%, en la fase de 70 a 112 días de edad, obtuvieron mayor ganancia de peso corporal y mejor conversión alimenticia. El rendimiento de carcasa del pollo disminuyó con 40, 60, 80 y 100% de sustitución con maíz amarillo en la dieta. La carcasa contenía menos grasa abdominal y peso de hígado con los tratamientos 0, 20 y 40%. En conclusión, el alimento de finalización para pollos criollos podría ser sustituido hasta en un 40% por maíz amarillo sin afectar el peso corporal, y hasta en un 20% sin disminuir el rendimiento de carcasa. (Paredes, 2023)

## **4.2. Bases teóricas**

### **4.2.1. Pollos criollos mejorados**

Los pollos autóctonos, llamados criollos, son una fuente importante de proteína animal en las comunidades de escasos recursos, de allí la importancia de desarrollar la producción sostenible de estas aves, así como el uso de alimentos disponibles localmente con potencial para mejorar la eficiencia alimenticia y la calidad de la carne (Granato D, 2020).

### **4.2.2. Nielen**

El nielen, también denominado nielen o polvillo de arroz, es un subproducto generado durante el proceso de molienda y pulido del arroz. Su origen se encuentra en las etapas de refinado del grano, específicamente durante el pulido abrasivo y por fricción, donde se remueven las capas externas del arroz integral (salvado, aleurona y fragmentos del endospermo) mediante fricción mecánica. Estos residuos finos son posteriormente separados mediante cribas vibratorias y aspirados en ciclones, conformando lo que se conoce como nielen (MIDAGRI, 2021; Escobal, 2018).

El proceso comienza con la limpieza y descascarado del arroz paddy para obtener el arroz integral. Luego, mediante pulido con piedras abrasivas y posterior fricción con agua atomizada, se elimina progresivamente el salvado y se produce el blanqueado del grano. En este procedimiento, las partículas más finas que se desprenden y que incluyen restos de almidón, fibra y pequeñas fracciones de germen son recolectadas como nielen (Perales & Guevara, 2022).

Dado su alto contenido de carbohidratos (alrededor del 75,85 %) y su bajo nivel de fibra cruda (inferior al 1 %), el nielen es considerado un subproducto energético altamente digestible (Escobal, 2018). Sin embargo, su uso en alimentación animal requiere de un proceso de estabilización térmica inmediata, ya que su contenido lipídico puede volverse rancio en pocas horas debido a la acción de enzimas como las lipasas (Díaz & Gamarra, 2020). Este proceso puede realizarse mediante vaporización o secado rápido a alta temperatura.

El uso del nielen no solo permite diversificar las fuentes de energía en alimentación animal, sino que también contribuye a la valorización de residuos agroindustriales, aportando sostenibilidad a la cadena productiva del arroz.

### 4.2.3. Principios nutritivos para el pollo

Svihus et al. (2005) manifiesta acerca del almidón de los granos de cereales, que este se organiza en capas semicristalinas y amorfas alternas concéntricas en gránulos de diversos tamaños dentro del endospermo. La cantidad de amilosa en el almidón varía normalmente entre 200 y 300 g/kg, pero los cereales céreos pueden contener cantidades insignificantes y el almidón de variedades con alto contenido de amilosa puede contener hasta 700 g/kg. Un alto contenido de amilosa se asocia con una digestibilidad reducida. La grasa y la proteína se encuentran en la superficie de los gránulos de almidón, y estos componentes pueden actuar como barreras físicas para la digestión. El tratamiento térmico con suficiente agua presente provocará gelatinización que aumentará la susceptibilidad a la degradación del almidón en el tracto digestivo, aunque no se ha encontrado una relación lineal entre el grado de gelatinización debido al procesamiento y la digestibilidad. El bajo contenido de agua durante el procesamiento del alimento limita el grado de gelatinización, pero la temperatura de gelatinización y el grado de gelatinización se verán afectados por las propiedades del almidón, que a su vez pueden afectar la digestibilidad. Se discute el efecto de las propiedades del almidón y el procesamiento del alimento sobre la digestión en animales no rumiantes y rumiantes.

Araújo (1998) menciona que las aves buscan ajustar el consumo de ración para alcanzar un mínimo de consumo de energía de las dietas conteniendo diferentes niveles energéticos, ese ajuste no es preciso. Los datos concernientes a 34 experimentos, demostraron que las aves consumen además de lo necesario para atender su requerimiento energético, cuando les son ofrecidas, raciones con elevados niveles energéticos, mostrando todavía que el consumo fue mayor en aquellas aves con características genéticas para alto consumo de energía. Pocos son los trabajos que muestran los reales efectos de las variaciones en el consumo cuando se comparan raciones con diferentes niveles energéticos. Pero, se sabe que las grasas, además de fuentes de energía, son también estimuladoras del apetito, por sus efectos extra calóricos, mejorando la palatabilidad y la textura de la ración. En un estudio conducido por (Soares, 1981), con pollos de engorde criados hasta los 63 días de edad, mostraron que la ganancia de peso a los 21, 42, 49, 56 y 63 días de edad, fue aumentando a medida que se elevó el contenido energético de la ración, observándose que la mayor ganancia a los 21 y 42 días de edad ocurrió cuando las aves se alimentaron con ración conteniendo 3267 Kcal/kg.

Según (Damrom, 2002) el agua tiene una gran importancia en la digestión y metabolismo del ave. Forma parte del 55 a 75% del cuerpo del ave y cerca del 65% del huevo. Existe una fuerte correlación entre el alimento y el agua ingerida. La investigación ha demostrado que la ingesta de agua es aproximadamente dos veces la ingesta del alimento en base a su peso. El agua suaviza el alimento en el buche y lo prepara para ser molido en la

molleja. Muchas reacciones químicas necesarias en el proceso de digestión y absorción de nutrientes son facilitadas o requieren agua. Como el mayor componente de la sangre (90%) sirve como acarreador, moviendo material digerido del tracto digestivo a diferentes partes del cuerpo, y tomando productos de desecho hacia los puntos de eliminación. Como sucede con humanos y otros animales, el agua enfría el cuerpo del ave a través de evaporación. Tomando en cuenta que las aves no tienen glándulas sudoríparas, una porción mayor de la pérdida de calor por evaporación ocurre en los sacos aéreos y en los pulmones debido a la rápida respiración.

#### **4.2.4. Fase de finalización**

La fase de finalización es la última etapa en el ciclo productivo del pollo de engorde, comprendida generalmente entre los 35 y 42-49 días de edad, dependiendo del sistema de producción y del peso comercial objetivo. Su finalidad es maximizar el peso corporal, mejorar el rendimiento en canal y garantizar la calidad del producto final, manteniendo una óptima conversión alimenticia y condiciones adecuadas de bienestar animal (Mateos & Jiménez-Moreno, 2019).

Durante esta fase, los animales consumen raciones formuladas con alta densidad energética (3100–3300 kcal/kg) y contenido moderado de proteína cruda (16–18 %). Entre los ingredientes energéticos más utilizados se encuentran el maíz, el aceite vegetal y subproductos como el nielen, que aportan energía fácilmente disponible. En cuanto a la proteína, se emplean fuentes como la harina de soya y, en menor proporción, la harina de pescado o de girasol (Rostagno et al., 2021).

El manejo ambiental y sanitario en esta etapa es crucial, ya que los pollos alcanzan su mayor peso y, por tanto, son más susceptibles a estrés térmico, acumulación de amoníaco y enfermedades metabólicas como ascitis o dermatitis. Se requiere un control riguroso de la ventilación, densidad poblacional, humedad de cama y temperatura (Aviagen, 2023).

Aunque representa una etapa breve, la fase de finalización es la de mayor impacto económico, ya que el consumo de alimento es máximo, y los resultados obtenidos en esta fase definen el rendimiento y la calidad del producto comercializable (Mateos & Jiménez-Moreno, 2019).

### **4.3. Definición de términos básicos**

#### *Rendimiento productivo*

##### **• Ganancia de peso**

Es el indicador que determina el peso parcial o final de los animales en ceba (Bazan, 2008).

#### •Consumo de alimento

Es la cantidad de alimento que se consume durante una semana, los animales que tienen alto consumo de alimento son los que al final de su ciclo productivo presentan los mejores índices económicos y técnicos (Bazan, 2008).

#### •Conversión alimenticia

Es una medida de la productividad de un animal y se define como relación entre el alimento consumido y la ganancia de peso que incremento. La conversión alimenticia en la producción animal significa la transformación de carne o masa muscular a partir del alimento suministrado al animal de producción (August, 2020).

#### •Porcentaje de mortalidad

Puede variar según diversos factores, como la genética de las aves, las condiciones de manejo, la calidad de la alimentación, la presencia de enfermedades y el entorno en el que se encuentran. No hay un porcentaje único que sea aplicable a todas las situaciones, ya que cada granja o criadero puede experimentar diferentes tasas de mortalidad. En sistemas de producción avícola bien manejados, se espera que las tasas de mortalidad sean relativamente bajas. Por lo general, se considera que las tasas de mortalidad aceptables están en el rango del 2 al 5% anual. Sin embargo, estos valores pueden variar y algunos productores pueden lograr tasas aún más bajas (Ramírez, 2022).

#### Características de carcasa

##### •Rendimiento de carcasa

Porcentaje del peso vivo del ave que corresponde a la canal eviscerada, es decir, la parte utilizable del cuerpo del animal después del sacrificio, desplume y extracción de vísceras. Este parámetro es un indicador clave de eficiencia productiva, ya que refleja la capacidad del ave para transformar el alimento en tejido comercializable (carne). En el contexto peruano, un rendimiento promedio aceptable en pollos de engorde oscila entre el 70 % y 75 %, aunque este valor puede variar según factores genéticos, nutricionales, sanitarios y de manejo pre-sacrificio (Vásquez et al., 2021).

Según García & Torres (2019), el uso de dietas balanceadas con insumos energéticos de alta digestibilidad (como el nielen o el maíz) y un manejo adecuado del ambiente en la fase de finalización mejora significativamente el rendimiento de carcasa, al favorecer el crecimiento muscular y reducir el contenido de grasa abdominal.

##### •Luminosidad de piel

La luminosidad de piel en pollos de engorde hace referencia al grado de brillo, claridad o blancura de la piel del ave una vez faenada. Es un atributo sensorial importante que influye directamente en la aceptación comercial del producto, especialmente en mercados como el peruano, donde el

consumidor prefiere piel clara, limpia y de aspecto fresco (Flores & Córdova, 2020).

Este parámetro se puede medir objetivamente mediante escalas de color o dispositivos colorimétricos, que registran valores de luminosidad en la escala L\* del sistema CIE Lab, donde valores cercanos a 100 indican mayor luminosidad (blancura) y valores bajos representan colores más oscuros o amarillentos.

Según Chacón et al. (2019), una adecuada luminosidad está relacionada con un buen manejo pre y post sacrificio, así como con el uso de ingredientes que no pigmenten excesivamente la piel, como el nielen, que aporta energía sin alterar el color.

#### •Enrojecimiento de piel

Presencia anormal de coloración rojiza o congestiva en la piel del ave después del sacrificio. Este fenómeno puede afectar la aceptación comercial del producto, ya que el consumidor peruano prefiere piel limpia, clara y sin tonalidades rojizas, que comúnmente se asocian con mal manejo, estrés o enfermedad (Zapata & Gutiérrez, 2018).

Según Gonzales & Salazar (2021), el enrojecimiento también puede intensificarse en aves criadas bajo altas densidades o en ambientes con mala ventilación, lo que genera hipoxia y estrés metabólico.

Aunque no representa un riesgo sanitario directo, el enrojecimiento reduce el valor comercial, ya que afecta la apariencia estética y puede generar rechazo por parte del consumidor final.

#### •Amarillamiento de piel

Presencia de una tonalidad amarilla o dorada en la piel del ave, visible tras el sacrificio y procesamiento. Esta característica es comúnmente influenciada por la dieta, especialmente por la inclusión de pigmentos naturales como xantofilas, luteína y zeaxantina presentes en ingredientes como el maíz amarillo, la yuca o las caléndulas (Rostagno et al., 2021).

En el mercado peruano, el color amarillo de la piel tiene una percepción variable: mientras algunos consumidores lo asocian con crianza natural o alimentación tradicional, otros lo perciben como indicador de grasa o exceso de pigmentación. Por ello, el grado de amarillamiento debe ser controlado según las preferencias del mercado objetivo (Flores & Córdova, 2020).

Este parámetro se mide utilizando escalas de color (como la escala DSM), y los valores ideales varían entre 6 y 10 puntos, dependiendo del nicho comercial. El amarillamiento también puede ser potenciado o reducido según la fuente energética utilizada en la dieta. Por ejemplo, el nielen, subproducto del arroz, no contiene pigmentos amarillos, por lo que su uso como fuente energética tiende a reducir el amarillamiento de piel cuando sustituye parcialmente al maíz (García & Torres, 2019).

Desde el punto de vista técnico, el control del amarillamiento es parte de la estrategia de calidad sensorial del producto final, ya que influye en la aceptación visual del consumidor.

### •Peso de grasa abdominal

Cantidad de tejido adiposo depositado en la cavidad abdominal, especialmente alrededor de las vísceras, en áreas como los intestinos, la cloaca y los riñones. Este valor se expresa comúnmente en gramos o como porcentaje del peso corporal vivo o peso de la canal, y es un indicador importante del metabolismo energético del ave (Gonzales & Salazar, 2021). Un exceso de grasa abdominal es generalmente no deseado en la industria avícola, ya que reduce el rendimiento comercial, afecta la conversión alimenticia y es eliminado durante el proceso de eviscerado, lo cual representa una pérdida económica. Según estudios realizados en Perú, un rango aceptable para el peso de grasa abdominal oscila entre el 1.2 % y el 2.5 % del peso vivo, dependiendo de la dieta utilizada (Vásquez et al., 2020).

Además, la inclusión de ingredientes energéticos alternativos como el nielen, que aporta energía, pero con menor impacto lipogénico que el maíz, puede contribuir a reducir la acumulación de grasa abdominal, mejorando la eficiencia metabólica sin comprometer el crecimiento (García & Torres, 2019).

### Peso de órganos internos

#### • Peso de la molleja (g)

Peso en gramos del ventrículo gástrico o molleja después del sacrificio. La molleja es un órgano muscular ubicado en el sistema digestivo del ave, cuya función principal es triturar mecánicamente el alimento, especialmente si la dieta contiene ingredientes con mayor fibra o menor grado de molienda (Mateos et al., 2020).

En pollos de engorde comerciales, el peso de la molleja suele oscilar entre 15 y 35 gramos, aunque este valor puede incrementarse cuando se suministran dietas con mayor contenido de fibra insoluble o grano entero (Rostagno et al., 2021). El uso de subproductos como el nielen, que pueden contener cáscaras o fibras residuales del arroz, podría generar un aumento en la actividad de la molleja, incrementando su tamaño y peso.

De acuerdo con Huamán & Gutiérrez (2019), un adecuado desarrollo de la molleja se asocia con una mejor digestibilidad de nutrientes y puede tener un impacto positivo en la conversión alimenticia si está acompañada de una dieta equilibrada.

#### • Peso del corazón (g)

Peso en gramos del órgano cardíaco extraído post mortem, usualmente limpio de tejidos adyacentes. Este parámetro es considerado un indicador fisiológico del desarrollo del sistema cardiovascular del ave, y puede asociarse con su estado de salud, adaptación al crecimiento acelerado y eficiencia metabólica (Vargas et al., 2020).

Un peso cardíaco proporcional al crecimiento corporal es deseable, ya que un corazón subdesarrollado puede no abastecer adecuadamente las demandas metabólicas, aumentando el riesgo de mortalidad súbita o problemas como hipertrofia ventricular o ascitis (Ríos & Martínez, 2018).

El estudio del peso del corazón también se utiliza en investigaciones sobre eficiencia alimenticia, ya que dietas altamente energéticas con escaso contenido de fibra o pobres en oxígeno ambiental pueden generar estrés metabólico, afectando el desarrollo cardiovascular. Dietas con subproductos energéticos como el nielen pueden modificar levemente el peso del corazón dependiendo de su composición final y balance nutricional (García & Torres, 2019).

#### •Peso de los intestinos (g)

Peso total del intestino delgado y grueso, una vez retirados del ave y vaciados de su contenido, generalmente expresado en gramos. Este parámetro es un indicador del desarrollo del sistema digestivo y puede relacionarse con la capacidad de absorción de nutrientes, el tipo de dieta, y la eficiencia alimenticia del ave (Mateos et al., 2020).

Un peso intestinal excesivo puede representar un mayor gasto energético para el mantenimiento de tejidos no productivos, lo que podría disminuir la eficiencia de conversión alimenticia (García & Torres, 2019). Por otro lado, una adecuada proporción intestinal permite una mejor digestión y absorción, especialmente si se utilizan alimentos ricos en fibra moderada, que estimulan el desarrollo de vellosidades intestinales (Huamán & Gutiérrez, 2019).

En pollos de engorde de línea comercial, el peso de los intestinos suele ubicarse entre 70 y 150 gramos, dependiendo del peso corporal final y el manejo nutricional.

#### •Peso del hígado (g)

Peso total del órgano hepático, expresado en gramos, medido tras el sacrificio y extracción, sin vesícula biliar ni tejidos grasos adheridos. El hígado es un órgano clave en el metabolismo aviar, encargado de la síntesis de proteínas, metabolismo lipídico, detoxificación y almacenamiento de nutrientes (Rostagno et al., 2021).

En condiciones normales, el peso del hígado oscila entre 30 y 60 gramos en pollos de engorde de 42 días. Sin embargo, un aumento anormal del tamaño hepático puede indicar lipidosis hepática o estrés metabólico, especialmente cuando se usan dietas altamente energéticas o pobres en fibra (García & Torres, 2019). Por el contrario, un hígado subdesarrollado puede reflejar deficiencias nutricionales o enfermedades crónicas.

La inclusión de fuentes energéticas alternativas como el nielen, si no están balanceadas adecuadamente, puede inducir cambios en la actividad lipogénica hepática, afectando directa o indirectamente el tamaño del órgano (Vásquez et al., 2020).

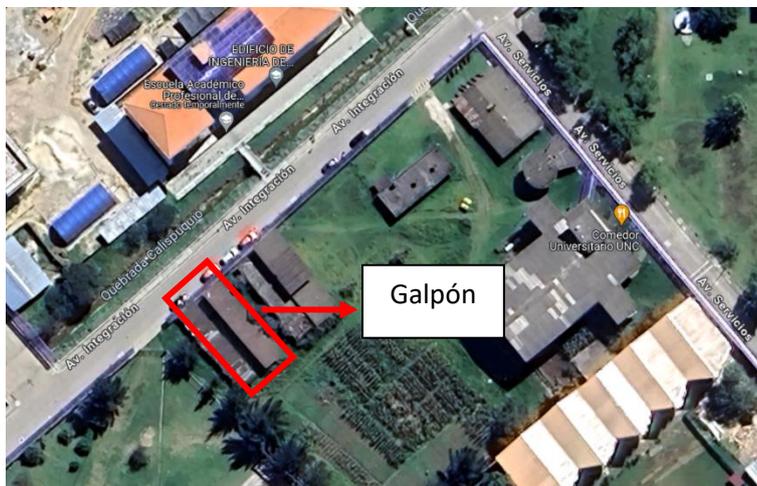
## CAPITULO V

### 5. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 5.1. Procedencia de las aves

Los Pollos Criollos Mejorados fueron criados en la misma granja FICP-UNC, adquiridos sin sexar en la Planta de incubación Rodríguez, Trujillo, trasladados de un día de edad, vía terrestre a la ciudad de Cajamarca. A las 10 semanas de edad las aves fueron sexadas por morfología externa (desarrollo de la cresta y barbilla), seleccionados 80 machos de pesos homogéneos y alojados en pequeños corrales a razón de 4 aves/ corral.

#### 5.2. Lugar de ejecución (ubicación)



FUENTE: Google Maps

El presente trabajo se realizó en los galpones de la Facultad de Ingeniería de Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, cuyos datos de altitud y clima son los siguientes:

- Altitud: 2643 msnm
- Humedad relativa – promedio anual: 58-78%
- Temperatura promedio anual: 24°C a 7°C
- Topografía: Llano
- Precipitación pluvial: 600mm y 720mm

FUENTE: SENAMHI – Cajamarca

#### 5.3. Duración de la investigación

La presente investigación, tuvo una duración de seis semanas experimentales en la fase de finalización (febrero - marzo), luego de haber criado y recriado los pollitos durante 10 semanas.

#### **5.4. Materiales y equipos**

- Focos eléctricos
- Bebederos automáticos
- Comederos tipo tolva
- Comederos circulares
- Alambre
- Cable de electricidad
- Balanza gramera BEL, modelo ES 2201, max 2200
- Balanza electrónica, marca OPALUX, capacidad 40 kg
- Balanza electrónica, marca TCS – 500 kg PRICE SCALE
- Campanas a gas
- Galones de gas
- Complejo B CHEMI STRESS
- Malla de alambre
- Desinfectante Vanodine
- Viruta de madera
- Papel periódico
- Cal
- Agua

#### **5.5. Herramientas**

- Palana
- Pinzas de corte
- Martillo
- Wincha
- Clavo
- Sierra de mano
- Alicata

#### **5.6. Insumos – Medicamento**

- Alimentos
- Vitaminas
- Vacunas
- Antibióticos

#### **5.7. Materiales de oficina**

- Computadora.
- Archivador.
- Cuaderno de registro.
- Pizarra.
- Plumones acrílicos.

## **5.8. Periodo de estudio**

### **Etapa de pre experimental**

Durante esta fase inicial, se gestionaron los permisos correspondientes ante la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias (FICP) de la Universidad Nacional de Cajamarca para el uso de las instalaciones. Una vez aprobados, se procedió con la adecuación y mejora de los galpones, con el objetivo de acondicionarlos adecuadamente para albergar a los sujetos de prueba, en este caso, pollos criollos mejorados. Posteriormente, se realizó la adquisición de las aves sin sexar, provenientes de la planta de incubación Rodríguez, ubicada en Trujillo. Los pollos, con un día de edad, fueron trasladados por vía terrestre hasta la ciudad de Cajamarca, asegurando condiciones de transporte adecuadas para mantener su viabilidad.

### **Etapa experimental**

Durante la etapa experimental, se implementó un protocolo de vacunación acorde al desarrollo de las aves, las cuales fueron alimentadas durante 70 días según sus requerimientos nutricionales. A las 10 semanas de edad, se realizó el sexaje mediante evaluación morfológica externa, considerando características como la cresta y las barbillas. Paralelamente, se formularon semanalmente cinco dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión de nielén (0%, 15%, 30%, 45% y 60%) y se emplearon 80 pollos criollos mejorados, distribuidos en cinco tratamientos dietéticos, cada uno con cuatro repeticiones de cuatro aves, totalizando 20 unidades experimentales. La recolección de datos productivos fue semanal e incluyó variables como la ganancia de peso y el consumo de alimento. Al finalizar el ensayo, las aves fueron sacrificadas para evaluar características de la carcasa (rendimiento, coloración de la piel y grasa abdominal) y pesos de órganos internos (molleja, corazón, intestinos e hígado). El análisis estadístico se realizó mediante el modelo lineal general en SAS (v9.2), utilizando ANOVA y la prueba de Duncan para determinar diferencias significativas.

## **5.9. Tipo de estudio y diseño estadístico**

El diseño de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo de tipo experimental porque se administraron tratamientos siendo este un experimento puro ya que existió la manipulación de las variables dependientes además de su evaluación, medición, control y validación. Los tratamientos también cumplieron con el requisito de la aleatorización.

## 5.10. Modelo estadístico

En el estudio se utilizó el diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro réplicas para un total de 20 unidades experimentales. El modelo aditivo lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media general

$t_i$  = Efecto del i-esimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado a la i-esima unidad experimental

## 5.11. Toma de datos

### Rendimiento Productivo

Se registró semanalmente el peso corporal e ingesta de alimento de los pollos por corral mediante una balanza electrónica de precisión. Se calculó la ganancia media diaria (GMD) por ave y el promedio de ingesta diaria (IDA) por ave y por tratamiento. El índice de conversión alimenticia (ICA) se calculó mediante la relación IDA/GMD.

### Carcasa y Vísceras

Al final del estudio (día 112 de edad) se seleccionaron aleatoriamente un ave por corral (4 aves por tratamiento) para evaluar las características de la carcasa. Las aves fueron pesadas y luego sacrificadas mediante corte de la vena yugular para garantizar la máxima y rápida pérdida de sangre después de 10 h de privación de alimento y agua. Se retiraron las plumas y se obtuvo la carcasa total y se seccionó en cabeza, cuello, muslos + piernas, pechugas, alas, patas, vísceras (corazón, hígado y molleja lavada) y grasa abdominal.

Se registró el peso de la carcasa y demás partes seccionadas de la carcasa. El rendimiento porcentual de carcasa se calculó a partir del peso de la carcasa caliente sobre el peso vivo final. Los pesos relativos de las piezas de la carcasa, grasa abdominal y demás órganos fueron determinados mediante su respectivo peso sobre el peso de la carcasa y multiplicado por 100. Asimismo, el peso relativo de los órganos internos se determinó con relación al peso vivo final del ave.

### Color de Piel

En los pollos beneficiados, la pigmentación de la piel de la pechuga y muslos se determinó en cada ave después de 45 minutos de oreo de la carcasa, utilizando un medidor de color Konica Minolta CR-400 (Camera Co, Japón). El color de la piel se expresó en dimensiones de luminosidad ( $L^*$ ), enrojecimiento ( $a^*$ ) y amarillez ( $b^*$ ), de acuerdo con el sistema de color CIE (Commission Internationale de l'Eclairage, 1978).

### **5.12. Análisis de datos**

Se utilizó el procedimiento del modelo lineal general del software SAS (Instituto SAS, versión 9.2, 2009) para el análisis de datos sometidos a ANOVA. Las diferencias significativas entre tratamientos fueron detectadas mediante pruebas de rango múltiple de Duncan. Los datos se presentan como el valor medio y el error estándar de las medias (SEM). Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando  $p < 0.05$ .

### **5.13. Dietas experimentales**

T1= 0% Nielén

T2= 15% Nielén

T3= 30% Nielén

T4= 45% Nielén

T5= 60% Nielén

**TABLA 1.** Fórmulas alimenticias y contenido nutricional de las dietas según tratamientos

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
Maíz amarillo	60	45	30	15	0
Nielén	--	15	30	45	60
Torta de soya	10	10	10	10	10
Polvillo de arroz	22	22	22	22	22
Harina de pescado	4	4	4	4	4
Aceite de palma	1	1	1	1	1
Carbonato de calcio	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Fosfato dicálcico	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sal común	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
DL metionina	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Lisina HCl	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Premezcla V y M	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Anticoccidial	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
BMD	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Antimicótico	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Contenido nutricional</b>					
Materia seca, %	88.01	88.14	88.25	88.37	88.49
Proteína cruda, %	14.54	14.54	14.54	14.54	14.54
Fibra cruda, %	3.61	3.44	3.28	3.11	2.95
Calcio, %	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96
P disponible, %	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29
Lisina, %	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83
Metionina, %	0.42	0.43	0.43	0.44	0.44
EM, Kcal/kg	3007	3029	3052	3074	3097

**FUENTE:** Elaboración propia según los requerimientos de FEDNA

## CAPITULO VI

### 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 6.1. Rendimiento del pollo criollo en fase de finalización

El peso corporal, GMD, CMD e ICA de pollos criollos alimentados con inclusiones incrementales de nielén en la dieta se muestran en el TABLA 2. Los pollos alimentados con una dieta que contenía 0 y 15% de nielén tuvieron un mayor CMD que aquellos de los tratamientos con 30, 45 y 60% ( $p < 0,05$ ). De la misma manera los pollos que consumieron dietas con 30 y 45% tuvieron mayor consumo que los pollos del tratamiento con 60%. Sin embargo, el aumento del nielén en la dieta no afectó la GMD durante todo el período experimental ( $p > 0,05$ ). Consecuentemente, se determinó un mejor ICA en los pollos que consumieron una dieta con 60% de nielén.

**TABLA 2.** Efectos del nielén dietario en diferentes niveles de inclusión sobre el desempeño del pollo criollo peruano de 70 a 112 días de edad

	0%	15%	30%	45%	60%	SEM	p
Peso inicial (kg)	1,98	2,01	2,03	2,02	1,99	0,008	0,814
Peso final (kg)	3,35	3,19	3,32	3,34	3,33	0,030	0,126
Ganancia media diaria (g)	32,66	28,15	30,80	31,31	31,70	0,756	0,072
Consumo medio diario (g/ave)	175,64 <sup>a</sup>	177,25 <sup>a</sup>	165,63 <sup>b</sup>	161,72 <sup>b</sup>	155,64 <sup>c</sup>	4,114	0,014
Índice de conversión alimenticia	5,42 <sup>b</sup>	6,29 <sup>a</sup>	5,39 <sup>b</sup>	5,19 <sup>b</sup>	4,92 <sup>c</sup>	0,05	0,039

<sup>a,b</sup> Las medias dentro de la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ )

En el presente estudio, el peso corporal final y la GMD de los pollos criollos no se vieron afectados negativamente por ninguno de los niveles de inclusión de nielén en la dieta, lo que significaría que el maíz podría ser reemplazado totalmente en la alimentación del pollo criollo peruano de 70 a 112 días de edad. Estos resultados son concordantes con los ensayos realizados por Sittiya et al (2015), quienes reemplazaron totalmente al maíz con arroz parcialmente pulido en las dietas de pollos de engorde, sin afectar negativamente el rendimiento en crecimiento. Adicionalmente, en el presente experimento, los pollos con una dieta que contenía 60% de arroz, tuvieron menor CMD que los pollos de los demás tratamientos, posiblemente debido a que el arroz aporta mayor energía que el maíz, tal como lo determinaron Zhang et al (2021) quienes encontraron un mayor contenido de EM y EMAn en el arroz, en comparación con la energía del maíz amarillo. De otro lado,

Murai et al (2018) encontró que la ingesta de arroz aumenta la secreción y producción de mucina intestinal y previene los daños y permeabilidad de la barrera intestinal en pollos. Estos posibles beneficios del arroz pudieron generar mayor eficiencia en la absorción de los nutrientes. Por consiguiente, la inclusión en la dieta finalizadora del pollo criollo peruano, hasta 60% de nielén, mejoró la conversión alimenticia. De acuerdo con los resultados del presente estudio se puede concluir, que el nielén en la dieta finalizadora del pollo criollo puede incluirse hasta 60%, constituyéndose el nielén o arroz partido en una fuente potencial de energía para sustituir al maíz en las dietas para pollos criollos luego de las 10 semanas de edad.

## 6.2. Rendimientos de carcasa y sus componentes

Como se muestra en el Cuadro 3, el peso y el rendimiento de la grasa abdominal en el tratamiento con 30% de nielén en la dieta fue mayor que el del grupo 0% nielén ( $p < 0,05$ ). El peso y el rendimiento del hígado de los pollos del tratamiento con 60% de nielén fueron mayores que los demás tratamientos ( $p < 0,05$ ). No hubo efectos sobre los pesos y rendimientos de la carcasa, muslo + pierna + pata, pechuga, espinazo, alas y molleja ( $p > 0,05$ ).

**TABLA 3.** Efectos del nielén dietario en diferentes niveles de inclusión sobre los pesos y rendimientos de la carcasa del pollo criollo peruano sacrificado a los 112 días de edad

	0%	15%	30%	45%	60%	SEM	p
<b>Pesos</b>							
Pollo vivo al sacrificio (kg)	3,22	3,35	3,36	3,45	3,32	0,037	0,518
Carcasa (kg)	2,40	2,48	2,52	2,56	2,49	0,027	0,714
Carcasa (% del pollo vivo)	74,54	73,98	74,89	74,37	75,10	0,196	0,482
Muslo + pierna+ pata (kg)	1,12	1,16	1,19	1,17	1,17	0,012	0,762
Pechuga (kg)	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,007	0,417
Espinazo (kg)	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,007	0,191
Alas (kg)	0,31	0,31	0,32	0,33	0,30	0,005	0,312
Grasa abdominal (g)	43,43 <sup>b</sup>	49,00 <sup>b</sup>	89,98 <sup>a</sup>	35,13 <sup>b</sup>	36,05 <sup>b</sup>	10,137	0,047
Hígado (g)	59,78 <sup>b</sup>	61,28 <sup>b</sup>	63,23 <sup>b</sup>	67,20 <sup>ab</sup>	80,60 <sup>a</sup>	3,758	0,006
Molleja (g)	50,98	52,50	49,25	47,13	49,60	0,857	0,325
<b>Rendimiento (% de la carcasa)</b>							
Muslo + pierna + pata	46,53	46,75	46,94	44,93	46,84	0,372	0,892
Pechuga	17,91	17,65	17,73	17,82	18,85	0,219	0,709
Espinazo	12,88	14,07	12,96	12,96	12,70	0,244	0,514
Alas	12,98	12,57	12,95	12,93	12,08	0,174	0,604
Grasa abdominal	1,83 <sup>b</sup>	1,96 <sup>b</sup>	3,51 <sup>a</sup>	1,38 <sup>b</sup>	1,44 <sup>b</sup>	0,388	0,041
Hígado	2,50 <sup>b</sup>	2,47 <sup>b</sup>	2,55 <sup>b</sup>	2,64 <sup>b</sup>	3,23 <sup>a</sup>	0,141	0,009
Molleja	2,13	2,11	2,01	1,85	2,00	0,049	0,325

*a,b Las medias dentro de la misma fila con letras diferentes son*

*estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

El rendimiento del ave sacrificada es un índice importante para evaluar la capacidad de producción de carne, que puede reflejar directamente las diferencias en la deposición de nutrientes en diferentes partes y tejidos de los animales (Yu et al 2022). En el presente estudio, el rendimiento de la carcasa, el rendimiento de las piezas de la carcasa con base ósea y el rendimiento de la molleja no cambiaron con la inclusión de nielén en la dieta, lo que indica

que la deposición de nutrientes en estas partes estuvo sincronizada con el aumento del peso corporal. En este estudio, sin embargo, la acumulación de grasa abdominal en los pollos del tratamiento dietario con 30% de nielén fue mayor que la de los demás grupos. La razón puede estar relacionada con la diferencia en las proporciones ingestivas de almidón, debido a que el arroz tiene más almidón de fácil digestión que el maíz (Svihus et al 2005). Esto podría explicar, en el presente estudio, porque el grupo de 30% nielén acumuló más grasa abdominal que las aves de los grupos 0 y 15%, sin embargo, no se encontró mayor acumulación de grasa abdominal en los tratamientos con 45 y 60% de nielén, debido a que el consumo de alimento en estos grupos de aves con mayores concentraciones de arroz, disminuyó. Es conocido que el almidón rápidamente digerido determina el alto nivel de glucosa en sangre en las primeras horas después de la alimentación, lo que se asocia con una alta asignación de nutrientes a la deposición de grasa (Bolhuis et al 2008). De otro lado, el hígado alcanzó mayor tamaño, con concentraciones altas de nielén, como se puede observar en los tratamientos con 45 y 60%. En cuanto a una posible disminución del tamaño de la molleja con dietas con nielén, esta merma no se produjo. Es conocido, que el arroz partido contiene ligeramente menos fibra cruda que el maíz, y el peso de la molleja se puede reducir cuando las aves son alimentadas con arroz (González-Alvarado et al 2008). El tratamiento dietético no tuvo efecto sobre el peso de la molleja, pese a que los pollos necesitan una cantidad mínima de fibra en la dieta para estimular el desarrollo del tracto gastrointestinal. La posible influencia de la fibra dietaria no se observó en el peso de la molleja de los pollos criollos de 16 semanas de edad.

### **6.3. Pigmentación de la piel**

Los valores de las evaluaciones colorimétricas en la piel de la pechuga del pollo criollo indican que el nielén en la dieta, en sus diferentes niveles de inclusión, no afectó la luminosidad ( $L^*$ ) y el enrojecimiento ( $a^*$ ) de la piel ( $p > 0,05$ ). Niveles de 45 y 60% de nielén en la dieta disminuyó el amarillamiento ( $b^*$ ) en la piel de la pechuga de pollo ( $p < 0,05$ ). Los grupos con 0, 15 y 30% de nielén en la dieta tuvieron mayores valores de amarillamiento (Foto 1).

**TABLA 4.** Efectos del arroz partido dietario en diferentes niveles de inclusión sobre la pigmentación de la piel de la pechuga del pollo criollo peruano sacrificado a los 112 días de edad

Tratamientos	Luminosidad (L*)	Enrojecimiento (a*)	Amarillamiento (b*)
0%	67,38	4,88	34,70 <sup>a</sup>
15%	65,09	5,56	29,88 <sup>a</sup>
30%	65,95	5,73	28,32 <sup>a</sup>
45%	65,78	6,28	14,04 <sup>b</sup>
60%	67,88	5,07	14,98 <sup>b</sup>
SEM	0,536	0,4227	4,169
p	0,408	0,087	0,001

*a,b, Las medias dentro de la misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ )*



**Fuente propia**

**FOTO 1.** Efectos del arroz partido dietario en diferentes niveles de inclusión sobre la pigmentación de la piel de la carcasa del pollo criollo peruano

La pigmentación de la piel de los pollos de engorde es un aspecto importante de la carne de ave para los consumidores en China, Estados Unidos, México y muchos otros países (Rajput et al 2013). Sin embargo, actualmente va alcanzando mayor importancia la coloración del músculo antes que de la piel. Se considera una carne de mejor calidad, la que tiene mayor enrojecimiento antes que luminosidad y amarillez (Abouelezz et al 2019). En el estudio actual, solamente se evaluó la piel de la pechuga, encontrándose en el grupo de 45 y 60% de nielen, los valores b\* más bajos, que la de los pollos de los tratamientos 0, 15 y 30%. Yu et al 2022 asocian las menores puntuaciones de amarillez en piel del pollo con carnes menos pálidas. Por lo tanto, cuando se utiliza nielen como ingrediente alimenticio para las aves, es importante prestar atención a los cambios de color, ya que los cambios en el color de la piel pueden afectar la intención de compra del consumidor, pero hay que enfatizar también en la importancia del color del músculo, debido a que actualmente existen consumidores que prefieren ingerir carne de pollo sin piel.

## CAPITULO VII

### 7. CLONCLUSIONES

- Rendimiento productivo

- El pollo criollo peruano de 70 a 112 días de edad, alimentado con una dieta conteniendo 60% de nielén, reemplazando parcialmente al maíz amarillo alcanzó mejor conversión alimenticia que en los demás tratamientos.

- Peso de órganos internos

- El 30% de inclusión aumenta la producción de grasa abdominal e hígado. El peso del corazón, molleja e intestinos no presentó diferencias significativas, indicando que el nielén no compromete el desarrollo general de los órganos viscerales en las aves.

- Características de carcasa

- Se determinó que, el nielén, en niveles de inclusión de 45 y 60% disminuye el amarillamiento de la piel a nivel de pechuga.

## CAPITULO VIII

### 8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el nielén como sustituto parcial o total del maíz en dietas para pollos criollos mejorados durante la fase de finalización, priorizando niveles entre (45%–60%) que han demostrado mejorar el índice de conversión alimenticia sin afectar el rendimiento productivo ni la calidad de la canal.
- Dado el incremento significativo del peso del hígado y la grasa abdominal a mayores niveles de inclusión, se sugiere realizar un seguimiento nutricional y metabólico en dietas con alto contenido de nielén, especialmente en sistemas semiintensivos, para evitar posibles efectos hepáticos a largo plazo.
- Se recomienda promover el uso del nielén como insumo alternativo, económico y disponible localmente en zonas arroceras del país, como parte de estrategias de alimentación sostenible en sistemas de producción avícola rural, reduciendo la dependencia del maíz comercial y los costos de alimentación.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- **Araújo L 1998** Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça UNESO Jaboticabal, 50–53
- **Atela JA and Msoffe VM 2019** A multi-strain probiotic administered via drinking water enhances feed conversion efficiency and meat quality traits in indigenous chickens *Animal Nutrition*
- **August C 2020** Qué es la conversión alimenticia y cuál es su importancia económica *Molinos Champion*, 18–24
- **Bazan A 2008** Productivos y económicos de la crianza intensiva de pollos de las líneas Cobb y Ross
- **Damrom S 2002** Nutrición para pequeñas parvadas de pollos
- **Del Pino A 2009** Optimización de producción de pollos de engorde utilizando subproductos de arroz
- **Duah KK and Eliason E 2018** Consumers' acceptability of indigenous cockerel *Poultry Science*
- **Escalante MM 2021** Sustitución del maíz en 3 niveles de nielen de arroz en dietas de pollos parrilleros en Pucallpa Pucallpa
- **Granato D, Branco GF and Cruz AG 2020** Functional foods: product development, technological trends, efficacy testing, and safety *Annu Rev Food Sci*
- **Paredes MD and Manuel M 2023** Substitution of finishing feed with yellow corn in creole chickens *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*
- **Paredes MD and Manuel M 2023** Sustitución del pienso de finalización por maíz amarillo en pollos criollos *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*
- **Nhlane LT and Mnisi CM 2021** Effect of seaweed-containing diets on visceral organ sizes, carcass characteristics, and meat quality and stability of Boschveld indigenous hens *Poultry Science*
- **Díaz, A., & Gamarra, L. (2020).** *Procesamiento y conservación de subproductos del arroz*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- **Escobal, J. (2018).** Subproductos del arroz y su aplicación en sistemas agroindustriales. *Revista Agroindustria y Desarrollo Rural*, 12(2), 55–63.
- **García, L., & Meza, J. (2020).** Evaluación del uso del salvado de arroz estabilizado en dietas para pollos de engorde. *Revista de Producción Animal*, 42(2), 134–140.
- **MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). (2021).** *Manual técnico del procesamiento del arroz*. Lima, Perú.
- **Perales, C., & Guevara, R. (2022).** Aprovechamiento del polvillo de arroz en la industria avícola peruana. *Boletín Agroindustrial Amazónico*, 18(1), 44–49.
- **Vásquez, H., & Moya, R. (2021).** Composición química y digestibilidad del ñelen en la región San Martín. *Boletín Agroindustrial Amazónico*, 15(3), 45–52.
- **Chacón, R., Huamán, J., & Palomino, F. (2019).** Evaluación del color de piel en pollos de engorde alimentados con dietas alternativas. *Revista Peruana de Producción Animal*, 21(2), 115–122.

- **Flores, L., & Córdova, A. (2020).** *Preferencias del consumidor limeño sobre características del pollo fresco. Boletín de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 8(1), 55–62.*
- **García, M., & Torres, F. (2019).** *Evaluación del rendimiento productivo y de canal en pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes energéticas. Revista de Ciencias Veterinarias del Perú, 26(2), 112–120.*
- **Vásquez, L., Quispe, M., & Ríos, J. (2021).** *Efecto del tipo de alimentación sobre el rendimiento de canal en pollos criados en la región San Martín. Boletín Agropecuario de la Selva Alta, 15(1), 28–34.*
- **Aviagen. (2023).** *Manual de manejo del pollo Ross 308. Recuperado de <https://www.aviagen.com>*
- **Mateos, G. G., & Jiménez-Moreno, E. (2019).** *Nutrición práctica del pollo de engorde. Universidad Politécnica de Madrid.*
- **Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Gomes, P. C., Ferreira, A. S., & Barreto, S. L. de T. (2021).** *Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales (4ª ed.). Universidad Federal de Viçosa.*
- **Gonzales, L., & Salazar, J. (2021).** *Factores pre y post sacrificio que afectan la calidad de canal en pollos de engorde. Revista Avícola del Perú, 14(2), 60–68.*
- **Zapata, M., & Gutiérrez, D. (2018).** *Evaluación del impacto del manejo pre-sacrificio en la calidad de piel de pollos comerciales. Boletín Técnico Agropecuario, 10(1), 25–31.*
- **Flores, L., & Córdova, A. (2020).** *Preferencias del consumidor limeño sobre características del pollo fresco. Boletín de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 8(1), 55–62.*
- **García, M., & Torres, F. (2019).** *Evaluación del rendimiento productivo y de canal en pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes energéticas. Revista de Ciencias Veterinarias del Perú, 26(2), 112–120.*
- **Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Gomes, P. C., Ferreira, A. S., & Barreto, S. L. de T. (2021).** *Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales (4ª ed.). Universidad Federal de Viçosa.*
- **Gonzales, L., & Salazar, J. (2021).** *Factores nutricionales que afectan el depósito de grasa abdominal en pollos de engorde. Revista Avícola del Perú, 14(2), 50–58.*
- **Vásquez, L., Quispe, M., & Ríos, J. (2020).** *Evaluación del contenido de grasa abdominal en pollos alimentados con dietas energéticas alternativas. Boletín Técnico Agropecuario, 11(1), 33–40.*
- **García, M., & Torres, F. (2019).** *Evaluación del rendimiento productivo y de canal en pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes energéticas. Revista de Ciencias Veterinarias del Perú, 26(2), 112–120.*
- **García, M., & Torres, F. (2019).** *Evaluación del rendimiento productivo y de órganos internos en pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes energéticas. Revista de Ciencias Veterinarias del Perú, 26(2), 112–120.*
- **Ríos, H., & Martínez, R. (2018).** *Efectos de la genética y la nutrición sobre el desarrollo de órganos internos en pollos de engorde. Revista Avícola del Perú, 12(1), 36–42.*

- **Vargas, J., Cordero, C., & Luján, P. (2020).** *Parámetros fisiológicos cardíacos en aves de crecimiento rápido. Boletín de Producción Animal Andina*, 5(1), 27–33.
- **Huamán, J., & Gutiérrez, D. (2019).** *Efecto del tipo de molienda del alimento sobre el peso de la molleja en pollos de engorde. Revista de Producción Animal del Perú*, 17(1), 44–49.
- **Mateos, G. G., Jiménez-Moreno, E., & Lázaro, R. (2020).** *Nutrición digestiva y desarrollo del tracto gastrointestinal en aves. Revista Española de Ciencia Avícola*, 14(2), 65–72.
- **Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Gomes, P. C., Ferreira, A. S., & Barreto, S. L. de T. (2021).** *Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales (4ª ed.). Universidad Federal de Viçosa.*
- **García, M., & Torres, F. (2019).** *Evaluación del rendimiento productivo y órganos internos en pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes energéticas. Revista de Ciencias Veterinarias del Perú*, 26(2), 112–120.
- **Huamán, J., & Gutiérrez, D. (2019).** *Efecto del tipo de molienda del alimento sobre el desarrollo intestinal en pollos de engorde. Revista de Producción Animal del Perú*, 17(1), 44–49.
- **Mateos, G. G., Jiménez-Moreno, E., & Lázaro, R. (2020).** *Nutrición digestiva y desarrollo del tracto gastrointestinal en aves. Revista Española de Ciencia Avícola*, 14(2), 65–72.
- **Ramírez LA 2022** Caracterización de la mortalidad avícola Sao Paulo
- **Soares C 1981** Alimentación y manejo para mejorar el rendimiento Lima
- **Tuesta GJ 2018** Sustitución parcial del maíz por nielen en la formulación de alimento balanceado para pollos parrilleros criados bajo condiciones de trópico en Pucallpa Pucallpa
- **Zhang Y, Ma T and Liu H 2022** Effects of naturally oxidized corn oil on inflammatory reaction and intestinal health of broilers *Poultry Science*
- **Abouelezz K F M, Wang Y, Wang W, Lin X, Li L, Gou Z, Fan Q and Jiang S 2019** Impacts of Graded Levels of Metabolizable Energy on Growth Performance and Carcass Characteristics of Slow-Growing Yellow-Feathered Male Chickens. *Animals*, 9, 461. doi:10.3390/ani9070461
- **AOAC 2005** Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists. 18th Edition. Virginia, USA. ISBN: 0-935584-77-3.
- **Bolhuis J E, van den Brand H, Staals S T M, Zandstra T, Alferink S J J, Heetkamp M J W and Gerrits W J J 2008** Effects of fermentable starch and straw-enriched housing on energy partitioning of growing pigs. *Animal*, 2(7), 1028-1036. <https://doi.org/10.1017/S175173110800222X>
- **de Blas C, García-Rebollar P, Gorrachategui M and Mateos G G 2021** Tables on the composition and nutritive value of raw materials for the production of compound animal feeds. FEDNA, 4th edition. 572 p.
- **Dei H 2017** Assessment of Maize (*Zea mays*) as Feed Resource for Poultry. In book: *Poultry Science*. doi: 10.5772/65363
- **FEDNA 2018** Necesidades nutricionales para avicultura. 2ª edición. ISBN: 978-84-09-06529-5. 194 p.

- **González-Alvarado J M, Jiménez-Moreno E, Valencia D G, Lázaro R and Mateos G G 2008** Effects of Fiber Source and Heat Processing of the Cereal on the Development and pH of the Gastrointestinal Tract of Broilers Fed Diets Based on Corn or Rice. *Poultry Science*, 87, 1779-1795. doi:10.3382/ps.2008-00070
- **Li K, Bai G, Teng C, Liu Z, Liu L, Yan H, Zhou J, Zhong R, Chen L and Zhang H 2024** *Poultry Science*, 103,103249. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103249>
- **Melo-Duran M, González-Ortiz G, Villagomez-Estrada S, Bedford M R, Farre M, Perez J F and Sola-Oriol D 2024** Using in feed xylanase or stimbiotic to reduce the variability in corn nutritive value for broiler chickens. *Poultry Science*, 103, 103401. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103401>
- **MIDAGRI 2023** Observatorio de Commodities – Arroz. Boletín trimestral N° 02. Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2021-05356.
- **Murai A, Kitahara K, Terada H, Ueno A, Ohmori Y, Kobayashi M and Horio F 2018** Ingestion of paddy rice increases intestinal mucin secretion and goblet cell number and prevents dextran sodium sulfate-induced intestinal barrier defect in chickens. *Poultry Science*, 97, 3577-3586 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey202>
- **Perini F, Cendron F, Lasagna E, Cassandro M and Penasa M 2024** Genomic insights into shank and eggshell color in Italian local chickens. *Poultry Science*, 103,103677. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103677>
- **Rajput N, Naeem M, Ali S, Zhang J F, Zhang L and Wang T 2013** The effect of dietary supplementation with the natural carotenoids curcumin and lutein on broiler pigmentation and immunity. *Poultry Science*, 92, 1177-1185. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02853>
- **Sittiya J, Yamauchi K and Takata K 2015** Effect of replacing corn with whole-grain paddy rice and brown rice in broiler diets on growth performance and intestinal morphology. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(2), 381-390. <https://doi.org/10.1111/jpn.12357>
- **Sittiya J and Yamauchi K 2014** Growth Performance and Histological Intestinal Alterations of Sanuki Cochin Chickens Fed Diets Diluted with Untreated Whole-Grain PaddyRice. *J. Poult. Sci.* 51, 52-57. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0130042>
- **Stefanello C, Vieira S L, Rios H V, Soster P, Simoes C T, Godoy G\* and Fascina V 2024** Corn energy and nutrient utilization by broilers as affected by geographic areas and carbohydrases. *Poultry Science*, 102, 102366. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102366>
- **Svihus B, Uhlen A K and Harstad O M 2005** Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 122(3-4), 303–320. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.02.025>
- **USDA Foreign Agricultural Service 2023** Grain and Feed Annual. Report PE2023-0008.

- **Veluri S, Gonzalez-Ortiz G, Bedford M R and Olukosi O A 2023** Interactive effects of a stimbiotic supplementation and wheat bran inclusion in corn- or wheat-based diets on growth performance, ileal digestibility, and expression of nutrient transporters of broilers chickens. Poultry Science, 103, 103178 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103178>
- **Yu J, Zhang H, Yang HM and Wang Z Y 2022** Effects of dietary paddy rice on growth performance, carcass traits, bare skin color, and nutrient digestibility in geese. Poultry Science, 101, 101865. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101865>
- **Zhang Y C, Luo M, Fang X Y, Zhang F Q and Cao M H 2021** Energy value of rice, broken rice, and rice bran for broiler chickens by the regression method. Poultry Science, 100, 100972 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.069>

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1. DATOS DE PESO INICIAL (kg)

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
2	1.95	2.1	2.1	1.975
1.95	2.05	1.95	2.05	2
2.08	1.95	2.1	1.95	2.05
1.9	2.07	1.95	1.99	1.95
7.93	8.02	8.1	8.09	7.975

### ANEXO 2. ANAVA DE PESOS INICIALES

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.005345	0.00133625	0.282231805	3.06	4.89
ERROR	15	0.07101875	0.00473458			
TOTAL	19	0.07636375				

### ANEXO 3. PESOS FINALES (kg)

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
3.53333333	3.15	3.3	3.3	3.4
3.15	3.2	3.225	3.4	3.35
3.53333333	3.15	3.5	3.35	3.35
3.2	3.25	3.25	3.3	3.2
13.4166667	12.75	13.275	13.35	13.3

### ANEXO 4. ANAVA DE LOS PESOS FINALES

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.07147222	0.01786806	1.260553605	3.06	4.89
ERROR	15	0.21262153	0.01417477			
TOTAL	19	0.28409375				

### ANEXO 5. GANANCIA MEDIA DIARIA (g)

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
36.5079365	28.5714286	28.5714286	28.5714286	33.92857143
28.5714286	27.3809524	30.3571429	32.1428571	32.14285714
34.6031746	28.5714286	33.3333333	33.3333333	30.95238095
30.952381	28.0952381	30.952381	31.1904762	29.76190476
130.634921	112.619048	123.214286	125.238095	126.7857143

**ANEXO 6. ANAVA DE LA GANANCIA MEDIA DIARIA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	45.7509763	11.4377441	2.364883711	3.06	4.89
ERROR	15	72.5473986	4.83649324			
TOTAL	19	118.298375				

**ANEXO 7. INGESTA MEDIA DIARIA(g)**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
183.035714	189.791667	160.416667	168.125	157.5892857
170.952381	167.559524	150.505952	157.767857	149.3452381
175.376984	182.232143	168.839286	161.011905	153.0059524
173.214286	169.434524	182.767857	159.970238	162.6190476

**ANEXO 8. ANAVA DE LA INGESTA MEDIA DIARIA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	1354.17156	338.54289	4.458726083	3.06	4.89
ERROR	15	1138.92247	75.928165			
TOTAL	19	2493.09403				

**ANEXO 9. INDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
5.01358696	6.64270833	5.61458333	5.884375	4.644736842
5.98333333	6.11956522	4.95784314	4.90833333	4.646296296
5.06823394	6.378125	5.06517857	4.83035714	4.943269231
5.59615385	6.03072034	5.90480769	5.12881679	5.464
21.6613081	25.1711189	21.5424127	20.7518823	19.69830237

**ANEXO 10. ANAVA DEL INDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	4.23989741	1.05997435	6.080377066	3.06	4.89
ERROR	15	2.61490613	0.17432708			
TOTAL	19	6.85480354				

**ANEXO 11. PESOS DE SACRIFICIO (kg)**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
3.51	3.42	3.08	3.21	2.97
3.02	3.46	4.03	3.96	3.44
3.24	3.22	3.09	3.5	3.27
3.11	3.31	3.24	3.12	3.61
12.88	13.41	13.44	13.79	13.29

**ANEXO 12. ANAVA DE LOS PESOS DE SACRIFICIO**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.10727	0.0268175	0.279499383	3.06	4.89
ERROR	15	1.439225	0.09594833			
TOTAL	19	1.546495				

**ANEXO 13. PESOS DE CARCASA (kg)**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
2.55	2.62	2.24	2.34	2.29
2.32	2.47	3.07	2.91	2.49
2.39	2.38	2.29	2.63	2.48
2.33	2.45	2.48	2.37	2.71
9.59	9.92	10.08	10.25	9.97

**ANEXO 14. ANAVA DE PESOS DE CARCASA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.05927	0.0148175	0.277750008	3.06	4.89
ERROR	15	0.800225	0.05334833			
TOTAL	19	0.859495				

**ANEXO 15. RENDIMIENTO DE CARCASA (%)**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
72.65	76.61	72.73	72.90	77.10
76.82	71.39	76.18	73.48	72.38
73.77	73.91	74.11	75.14	75.84
74.92	74.02	76.54	75.96	75.07
298.155811	295.926641	299.559175	297.48644	300.3983287

**ANEXO 16. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE CARCASA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	3.07596743	0.76899186	0.226773466	3.06	4.89
ERROR	15	50.8652007	3.39101338			
TOTAL	19	53.9411681				

**ANEXO 17. PESOS DE MUSLO + PIERNA + PATAS (kg)**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
1.17	1.26	1.04	1.08	1.05
1.13	1.14	1.52	1.31	1.23
1.09	1.11	1.05	1.21	1.14
1.07	1.13	1.14	1.09	1.25
4.46	4.64	4.75	4.69	4.67

**ANEXO 18. ANAVA DE LOS PESOS DE MUSLO + PIERNA + PATAS**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.01197	0.0029925	0.191724506	3.06	4.89
ERROR	15	0.234125	0.01560833			
TOTAL	19	0.246095				

**ANEXO 19. RENDIMIENTO DE LOS PESOS DE MUSLO + PIERNA + PATAS**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
45.8823529	48.0916031	46.4285714	46.1538462	45.85152838
48.7068966	46.1538462	49.5114007	41.580756	49.39759036
45.6066946	46.6386555	45.8515284	46.0076046	45.96774194
45.9227468	46.122449	45.9677419	45.9915612	46.12546125
46.5296727	46.7516384	46.9398106	44.933442	46.83558048

**ANEXO 20. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE LOS PESOS DE MUSLO + PIERNA + PATAS**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.69309086	0.17327271	6.43073E-05	3.06	4.89
ERROR	15	40416.7044	2694.44696			
TOTAL	19	40417.3975				

**ANEXO 21. PESOS DE LA PECHUGA**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
0.433	0.515	0.381	0.412	0.389
0.48	0.419	0.565	0.531	0.555
0.406	0.405	0.423	0.447	0.475
0.396	0.416	0.422	0.437	0.46
1.715	1.755	1.791	1.827	1.879

**ANEXO 22. ANAVA DE LOS PESOS DE LA PECHUGA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.0040208	0.0010052	0.281906863	3.06	4.89
ERROR	15	0.05348575	0.00356572			
TOTAL	19	0.05750655				

**ANEXO 23. RENDIMIENTO DE LA PECHUGA**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
16.9803922	19.6564885	17.0089286	17.6068376	16.98689956
20.6896552	16.9635628	18.4039088	18.2474227	22.28915663
16.9874477	17.0168067	18.4716157	16.9961977	19.15322581
16.9957082	16.9795918	17.016129	18.4388186	16.97416974
46.5296727	46.7516384	46.9398106	44.933442	46.83558048

**ANEXO 24. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE LA PECHUGA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.69309086	0.17327271	0.000679484	3.06	4.89
ERROR	15	3825.09327	255.006218			
TOTAL	19	3825.78636				

**ANEXO 25. PESOS DEL ESPINAZO**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
0.332	0.4	0.291	0.304	0.298
0.29	0.321	0.395	0.33	0.294
0.311	0.358	0.298	0.382	0.322
0.303	0.318	0.322	0.308	0.352
1.236	1.397	1.306	1.324	1.266

**ANEXO 26. ANAVA DE LOS PESOS DEL ESPINAZO**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.0037762	0.00094405	0.78060444	3.06	4.89
ERROR	15	0.01814075	0.00120938			
TOTAL	19	0.02191695				

### ANEXO 27. RENDIMIENTO DEL ESPINAZO

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
13.0196078	15.2671756	12.9910714	12.991453	13.01310044
12.5	12.9959514	12.8664495	11.3402062	11.80722892
13.0125523	15.0420168	13.0131004	14.5247148	12.98387097
13.0042918	12.9795918	12.983871	12.9957806	12.98892989
46.5296727	46.7516384	46.9398106	44.933442	46.83558048

### ANEXO 28. ANAVA DEL RENDIMIENTO DEL ESPINAZO

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.69309086	0.17327271	0.003398557	3.06	4.89
ERROR	15	764.76292	50.9841947			
TOTAL	19	765.456011				

### ANEXO 29. PESOS DE ALAS

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
0.318	0.3	0.302	0.327	0.294
0.29	0.329	0.335	0.33	0.285
0.273	0.295	0.341	0.351	0.381
0.362	0.321	0.31	0.311	0.235
1.243	1.245	1.288	1.319	1.195

### ANEXO 30. ANAVA DEL PESO DE LAS ALAS

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.002246	0.0005615	0.461228848	3.06	4.89
ERROR	15	0.018261	0.0012174			
TOTAL	19	0.020507				

### ANEXO 31. RENDIMIENTO DE LAS ALAS

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
12.4705882	11.4503817	13.4821429	13.974359	12.83842795
12.5	13.3198381	10.9120521	11.3402062	11.44578313
11.4225941	12.394958	14.8908297	13.3460076	15.36290323
15.5364807	13.1020408	12.5	13.1223629	8.671586716
46.5296727	46.7516384	46.9398106	44.933442	46.83558048

**ANEXO 32. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE LAS ALAS**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.69309086	0.17327271	0.004436396	3.06	4.89
ERROR	15	585.856376	39.0570917			
TOTAL	19	586.549467				

**ANEXO 33. PESOS DE LA GRASA ABDOMINAL**

## PESO GRASA ABDOMINAL

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
27.6	79.6	62.1	19.5	28.1
43.7	35.6	147	37.3	41.8
56.2	39.5	121.4	34.5	34.5
46.2	41.3	29.4	49.2	39.8
173.7	196	359.9	140.5	144.2

**ANEXO 34. ANAVA DE LOS PESOS DE LA GRASA ABDOMINAL**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	8222.173	2055.54325	2.820270373	3.06	4.89
ERROR	15	10932.6925	728.846167			
TOTAL	19	19154.8655				

**ANEXO 35. RENDIMIENTO DE GRASA ABDOMINAL**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
1.08235294	3.03816794	2.77232143	0.83333333	1.227074236
1.88362069	1.44129555	4.78827362	1.28178694	1.678714859
2.35146444	1.65966387	5.30131004	1.31178707	1.391129032
1.98283262	1.68571429	1.18548387	2.07594937	1.468634686
7.30027068	7.82484164	14.047389	5.50285671	5.765552814

**ANEXO 36. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE GRASA ABDOMINAL**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	12.0702033	3.01755082	3.199459545	3.06	4.89
ERROR	15	14.1471588	0.94314392			
TOTAL	19	26.2173621				

**ANEXO 37. PESOS DE HÍGADO**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
56.2	62	60.4	56.2	71.3
61.2	56.8	60.8	66.2	85.3
59.8	62.4	61.8	72.3	78.4
61.9	63.9	69.9	74.1	87.4
239.1	245.1	252.9	268.8	322.4

**ANEXO 38. ANAVA DE LOS PESOS DE HÍGADO**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	1130.063	282.51575	9.137729441	3.06	4.89
ERROR	15	463.7625	30.9175			
TOTAL	19	1593.8255				

**ANEXO 39. RENDIMIENTO DEL PESO DE HÍGADO**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
2.20392157	2.36641221	2.69642857	2.4017094	3.113537118
2.63793103	2.29959514	1.98045603	2.27491409	3.425702811
2.50209205	2.62184874	2.69868996	2.74904943	3.161290323
2.65665236	2.60816327	2.81854839	3.12658228	3.225092251
10.000597	9.89601936	10.1941229	10.5522552	12.9256225

**ANEXO 40. ANAVA DEL RENDIMIENTO DEL PESO DEL HUEVO**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	1.59143585	0.39785896	5.196547991	3.06	4.89
ERROR	15	1.14843247	0.07656216			
TOTAL	19	2.73986832				

**ANEXO 41. PESOS DE LA MOLLEJA**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
54.4	56.6	58.9	45.7	53.9
47.4	48.2	39.4	47.5	44.6
49.8	54.3	43.8	48.7	48.1
52.3	49.7	54.9	46.6	51.4
203.9	208.8	197	188.5	198

**ANEXO 42. ANAVA DE PESOS DE LA MOLLEJA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	58.753	14.68825	0.580861708	3.06	4.89
ERROR	15	379.305	25.287			
TOTAL	19	438.058				

**ANEXO 43. RENDIMIENTO DE MOLLEJA**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
2.13333333	2.16030534	2.62946429	1.95299145	2.35371179
2.04310345	1.951417	1.28338762	1.63230241	1.791164659
2.08368201	2.28151261	1.91266376	1.85171103	1.939516129
2.24463519	2.02857143	2.21370968	1.96624473	1.896678967
8.50475398	8.42180638	8.03922534	7.40324961	7.981071545

**ANEXO 44. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE MOLLEJA**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	0.19154755	0.04788689	0.551020014	3.06	4.89
ERROR	15	1.3035884	0.08690589			
TOTAL	19	1.49513595				

**ANEXO 45. LUMINOSIDAD DE LA PIEL**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
67.55	65.12	58.76	67.07	70.52
67.67	61.62	67.1	67.09	60.6
66.88	67.42	68.42	68.72	70.52
67.43	66.18	69.53	67.42	69.87
269.53	260.34	263.81	270.3	271.51

**ANEXO 46. ANAVA DE LA LUMINOSIDAD DE LA PIEL**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	23.02867	5.7571675	0.52758991	3.06	4.89
ERROR	15	163.683025	10.9122017			
TOTAL	19	186.711695				

**ANEXO 47. ENROJECIMIENTO DE LA PIEL**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
5.84	5.17	7.62	7.46	4.98
3.89	6.32	3.63	8.46	4.61
4.52	5.04	4.95	7.03	4.97
5.27	5.71	6.72	6.15	5.72
19.52	22.24	22.92	29.1	20.28

**ANEXO 48. ANAVA DEL ENROJECIMIENTO DE LA PIEL**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	14.28152	3.57038	3.307356928	3.06	4.89
ERROR	15	16.1929	1.07952667			
TOTAL	19	30.47442				

**ANEXO 49. AMARILLEZ DE LA PIEL**

100M	75M25A	50M50A	25M75A	0M100A
32.95	31.05	25.31	13.17	15.79
38.73	26.98	29.14	11.31	14.02
34.61	31.84	30.07	14.05	14.73
32.51	29.64	28.75	17.63	15.36
138.8	119.51	113.27	56.16	59.9

**ANEXO 50. ANAVA DE LA AMARILLEZ DE LA PIEL**

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05	F0.01
TRAT	4	1390.39367	347.598418	70.79584948	3.06	4.89
ERROR	15	73.64805	4.90987			
TOTAL	19	1464.04172				