

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**TESIS**

**EVALUACION DE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS,  
MEDIDAS ALOMETRICAS Y CALIDAD DE LA CARNE EN  
POLLOS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO DE LA LÍNEA  
HUBBARD**

**PRESENTADA POR:**

Br. VANESSA YAURE YUPANQUI

**PARA OPTAR AL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO  
ZOOTECNISTA**

**ASESOR:**

Mgt. JESUS CAMERO DE LA CUBA

**CUSCO- PERÚ**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Mg. Ing. Zoot. Jesus Camero de la Cuba,  
quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACION DE LOS PARAMETROS  
PRODUCTIVOS, MEDIDAS ALOMETRICAS Y CALIDAD DE LA  
CARNE EN POLLOS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO  
DE LA LÍNEA HUBBARD

Presentado por: VANESSA YAURE YUPANQUI DNIN° 72579516,  
presentado por: ..... DNIN°: .....  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERA ZOOTECNISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de  
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 19 de enero de 2026

Firma

Post firma JESUS Camero de la Cuba


Nro. de DNI 92705425

ORCID del Asesor 0000-0002-5575-0242

### Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 272595547377094

# EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, MEDIDAS ALOMETRICAS Y CALIDAD DE LA CARNE EN POLLOS DE CRE...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:547377094

102 páginas

Fecha de entrega

19 ene 2026, 10:20 a.m. GMT-5

20.204 palabras

115.573 caracteres

Fecha de descarga

19 ene 2026, 10:52 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS FINAL -VANESSA.pdf

Tamaño del archivo

1.6 MB

## 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

**A DIOS** que ha sido mi guía, fortaleza y fuente de sabiduría en cada paso de este camino, iluminando mi mente en los momentos de duda, brindándome paz en los días de ansiedad y mostrándome siempre el camino correcto. Este logro es testimonio de su amor y gracia infinita, por lo que le agradezco profundamente.

A mis queridos padres, Antero y Estefanía, por la vida que me dieron, su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme siempre a luchar por mis sueños. Gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí; son los mejores padres.

A mis queridos abuelos, Dolores y Lucio, gracias por su amor, sabiduría y ejemplo, que han sido una fuente constante de inspiración en mi vida. Su cariño incondicional, sus valiosas enseñanzas y su apoyo constante han sido fundamentales en mi crecimiento. Me siento afortunada de tenerlos como pilares, y cada momento compartido con ustedes es un tesoro que llevaré siempre en mi corazón.

A mi querido hermano Miguel Ángel, gracias por ser siempre mi compañero y apoyo incondicional. Tu presencia en mi vida ha sido una fuente constante de fortaleza, risas y momentos inolvidables. Estoy profundamente agradecida por tenerte a mi lado.

A mi familia Yauri Ccoyllulli y Yupanqui Vallejo, les agradezco profundamente por sus sabios consejos y por motivarme siempre a alcanzar mis sueños. Su apoyo incondicional ha sido fundamental en los momentos cruciales de mi vida, guiándome con sus enseñanzas y experiencias. Su sabiduría ha iluminado mi camino, mostrándome que la dedicación y el esfuerzo constante son claves para el éxito. Gracias a su aliento, aprendí a enfocarme en mis metas y a trabajar con disciplina y perseverancia. Su ejemplo de entrega y compromiso me ha enseñado a nunca rendirme y a luchar siempre por la excelencia en todo lo que hago.

**VANESSA YAURE YUPANQUI**

## AGRADECIMIENTO

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia, quienes, con su sabiduría y dedicación, nos brindaron enseñanzas valiosas y experiencias enriquecedoras, quiero expresar mi más sincero agradecimiento. Cada uno de ustedes ha sido fundamental en mi formación, no solo en el ámbito académico, sino también en el desarrollo personal y profesional. Gracias a su compromiso y orientación, pude cumplir mis metas y avanzar con confianza en el camino hacia el éxito.

Al Ing. Mgt. Jesús Camero de la Cuba, quien me asesoró y me brindó su apoyo incondicional en la realización de este trabajo. Aprecio enormemente su disposición, su voluntad de trabajo y, sobre todo, la calidad profesional que demuestra en cada una de sus acciones. Su dedicación y compromiso no solo han sido clave para el desarrollo de este proyecto, sino que también ha dejado una huella significativa en mi formación académica y personal.

A Ronald Gustavo Huayllani, le agradezco profundamente por su apoyo incondicional en la ejecución de este trabajo de investigación y por los momentos compartidos a lo largo de este proceso. Su colaboración ha sido clave para superar desafíos y lograr mis metas.

A mi querida amiga Rosario Hanco, quien me acompañó y alegró mi vida universitaria, Su amistad y apoyo fueron fundamentales para hacer más llevadero y especial este viaje académico. Gracias por estar siempre a mi lado, aportando alegría y brindándome su compañía en cada momento.

Y, por último, a todos mis amigos del código 2017-2 de la Escuela Profesional de Zootecnia, que fueron mis compañeros de clase, con quienes compartí gratos momentos en nuestra etapa estudiantil.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	3
2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN 3	
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
III. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....	7
3.1 OBJETIVOS .....	7
3.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3.2 JUSTIFICACIÓN.....	8
IV. HIPÓTESIS.....	10
4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	10
4.1.1 HIPÓTESIS ESPECIFICO .....	10
V. MARCO TEÓRICO.....	11
5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
5.2 BASES TEÓRICAS.....	14
5.2.1 AVICULTURA ALTERNATIVA Y REALIDAD EN ZONAS ALTOANDINAS .....	14

5.2.2	BASES ZOOTÉCNICAS DEL CRECIMIENTO DIFERENCIADO.	15
5.2.3	LÍNEA GENÉTICA HUBBARD: ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS	16
5.2.4	PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO.....	19
5.2.5	MEDIDAS ALOMÉTRICAS EN POLLOS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO.....	19
5.2.6	CALIDAD DE LA CARNE EN LÍNEAS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO.....	21
5.2.7	FACTORES QUE AFECTAN LA VARIABILIDAD PRODUCTIVA, MORFOLÓGICA Y DE CALIDAD EN POLLOS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO.....	23
VI.	MATERIALES Y METODOS.....	26
6.1	LUGAR DEL EXPERIMENTO .....	26
6.1.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	26
6.1.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	26
6.1.3	DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	27
6.2	MATERIALES Y EQUIPOS .....	27
6.2.1	MATERIALES DEL CAMPO .....	27
6.2.2	MATERIAL DEL GABINETE.....	28
6.3	MATERIAL BIOLÓGICO .....	28
6.4	INSTALACIONES .....	29
6.5	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	31
6.6	ALIMENTACIÓN Y SUMINISTRO DE AGUA.....	31
6.7	SANIDAD Y BIOSEGURIDAD.....	32
6.8	DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS EVALUACIONES.	33
6.9	MANEJO EXPERIMENTAL .....	35
6.10	PARÁMETROS A EVALUAR .....	35



6.10.1	PARÁMETROS PRODUCTIVOS .....	35
6.10.2	MEDIDAS DIGESTIVAS INTERNAS .....	36
6.10.3	CALIDAD DE LA CARNE .....	37
6.10.4	PROCEDIMIENTOS DE SACRIFICIO Y MUESTREO .....	38
6.10.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	39
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	41
7.1	INDICADORES PRODUCTIVOS DE POLLOS DE LA LÍNEA HUBBARD .....	41
7.1.1	PESO VIVO .....	41
7.1.2	GANANCIA DE PESO SEMANAL .....	44
7.1.3	CONSUMO DE ALIMENTO .....	47
7.1.4	CONVERSIÓN ALIMENTICIA SEMANAL .....	50
7.1.5	MORTALIDAD .....	54
7.1.6	RENDIMIENTO AL BENEFICIO .....	56
7.2	MEDIDAS A FÍSICOQUÍMICAS DE LA CARNE DE POLLO DE LA LÍNEA HUBBARD .....	58
7.3	CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA CARNE DE POLLO DE LA LÍNEA HUBBARD .....	62
7.3.1	PH DE LA CARNE .....	62
7.3.2	PÉRDIDA POR GOTEIO EN CARNE DE PECHUGA Y MUSLO ...	64
7.3.3	PÉRDIDA POR EBULLICIÓN EN CARNE DE PECHUGA Y MUSLO .....	66
7.3.4	PÉRDIDA POR HORNEADO .....	68
VIII.	CONCLUSIONES .....	71
IX.	RECOMENDACIONES .....	73
X.	BIBLIOGRAFÍA .....	74
XI.	ANEXOS .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Parámetros productivos promedio en pollos de la línea genética Hubbard según literatura técnica .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2. Parámetros de calidad de carne en pollos de la línea Hubbard .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 3. Peso promedio, desviación estándar y rangos estimados (mínimo y máximo) en pollos Hubbard (0–12 semanas). .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 4. Ganancia de Peso promedio, desviación estándar y rangos estimados (mínimo y máximo) en pollos Hubbard (0–12 semanas). .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 5. Consumo semanal de alimento en pollos de la línea Hubbard .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 6. Conversión alimenticia semanal en pollos de la línea Hubbard.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 7. Mortalidad semanal registrada en pollos Hubbard durante el periodo experimental.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 8. Rendimiento al beneficio de pollo Hubbard por sexo .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 9. Peso de órganos internos (mediciones alométricas) por sexo día 64 y 84. 61</b>	
<b>Tabla 11. Ph y temperatura final (24) en carne de pechuga y muslo según sexo ...</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 12. Pérdida por goteo (%) en carne de pechuga y muslo de pollos Hubbard según sexo .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 13. Pérdida por ebullición en carne de pechuga y muslo según sexo (g y %) .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 14. Pérdida por horneado de carne de pechuga y pierna según el sexo .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Ubicación de la instalación de la unidad de aves del sector de leticia .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 2. Fotografía de distribución de los boxes de crianza .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3. Evolución del peso promedio semanal en pollos Hubbard (0 a 12 semanas) .....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Anexo 1. Fotografía de acondicionamiento del galpón .....	80
Anexo 2. Fotografía de distribución de pollitos de un día de nacido .....	80
Anexo 3. Fotografía de registro y pesado de los pollitos .....	81
Anexo 4. Fotografía del beneficio .....	81
Anexo 5. Fotografía de pesado de carcasa.....	82
Anexo 6. Fotografía del pesado de los órganos digestivos internos .....	82
Anexo 7. Fotografía de órganos digestivos internos .....	83
Anexo 8. Fotografía de pesado y registro para la calidad de carne .....	83
Anexo 9. Fotografía de medición de pH .....	84
Anexo 10. Fotografía de cocción al horno para calidad de carne .....	84
Anexo 11. Fotografía de equipo de tesis .....	85
Anexo 12. Peso semanal de la línea Hubbard .....	85
Anexo 13. Ganancia de peso semanal de la línea Hubbard .....	86
Anexo 14. Consumo de alimento (ave/semana) de la línea Hubbard.....	87
Anexo 15. Conversión alimenticia semanal de la línea Hubbard.....	88
Anexo 16. Mortalidad semanal de la línea Hubbard.....	88
Anexo 17. Rendimiento al beneficio a los 84 días de la línea Hubbard .....	89
Anexo 18. Ph y temperatura final (24) en carne de pechuga y muslo según sexo .	89
Anexo 19. Perdida por goteo (%) en carne de pechuga y muslo de pollos .....	89
Anexo 20. Pérdida por ebullición en carne de pechuga y muslo según sexo .....	90
Anexo 21. Pérdida por horneado de carne de pechuga y pierna.....	90
Anexo 22. Peso de órganos internos (mediciones alométricas).....	91

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los parámetros productivos, medidas alométricas y calidad fisicoquímica de la carne en pollos de crecimiento diferenciado de la línea genética Hubbard, criados bajo condiciones de altitud (3,220 m s.n.m.) en el distrito de San Jerónimo, Cusco. Se emplearon 100 pollos BB sin sexar, criados hasta los 84 días de edad en un diseño experimental de tipo exploratorio, sin tratamientos diferenciados. Se evaluaron semanalmente el peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. Asimismo, se analizaron variables de rendimiento al beneficio, desarrollo de órganos digestivos (medidas alométricas) y calidad de carne, mediante determinación del pH post mortem y pruebas de pérdida de agua por goteo, ebullición y horneado. Los resultados indicaron un peso vivo promedio final de 3.591 kg, ganancia de peso total de 3.543 kg, consumo acumulado de 11.149 kg y una conversión alimenticia de 2.90. La tasa de mortalidad fue baja (3 %), reflejando una adecuada adaptabilidad de las aves a condiciones de altitud. En cuanto a las medidas alométricas, los machos presentaron mayor desarrollo de órganos viscerales (hígado, corazón e intestinos) y un rendimiento de canal superior (82 %) frente a las hembras (79 %). Las características fisicoquímicas de la carne mostraron valores normales de pH, sin alteraciones tecnológicas; las pérdidas por goteo oscilaron entre 1.33 % y 2.00 %, por ebullición entre 19.43 % y 21.66 %, por horneado entre 13.72 % y 14.48 %. Se concluye que la línea Hubbard presenta un desempeño productivo eficiente.

**PALABRAS CLAVE:** Pollos, Hubbard, Parámetros, Calidad.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to evaluate the productive parameters, allometric measurements, and physicochemical meat quality in slow-growing broiler chickens of the Hubbard genetic line, raised under high-altitude conditions (3,220 m a.s.l.) in the district of San Jerónimo, Cusco. A total of 100 unsexed day-old chicks were raised until 84 days of age under an exploratory experimental design, without differentiated treatments. Weekly assessments were conducted for live weight, weight gain, feed intake, feed conversion ratio, and mortality. Additionally, carcass yield, development of digestive organs (allometric measurements), and meat quality were analyzed through postmortem pH determination and tests for water loss by drip, boiling, and roasting. The results showed a final average live weight of 3.591 kg, a total weight gain of 3.543 kg, accumulated feed intake of 11.149 kg, and a feed conversion ratio of 2.90. The mortality rate was low (3%), indicating good adaptability of the birds to high-altitude conditions. Regarding allometric measurements, males exhibited greater development of visceral organs (liver, heart, and intestines) and higher carcass yield (82%) compared to females (79%). The physicochemical characteristics of the meat showed normal pH values with no technological defects; drip loss ranged from 1.33% to 2.00%, boiling loss from 19.43% to 21.66%, and roasting loss from 13.72% to 14.48%. It is concluded that the Hubbard genetic line demonstrates efficient productive performance.

**KEYWORDS:** Chickens, Hubbard, Productive, Quality

## **I. INTRODUCCIÓN**

La avicultura peruana ha experimentado un crecimiento sostenido en las últimas décadas, consolidándose como uno de los pilares más dinámicos del sector agropecuario nacional. En 2022, la producción avícola representó el 25.1 % del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria, posicionando a la carne de pollo como la principal fuente de proteína animal consumida en el país (MIDAGRI, 2024). Este crecimiento ha sido impulsado por la implementación de sistemas de producción intensivos y la incorporación de líneas genéticas de alto rendimiento, como Cobb 500 o Ross 308, adaptadas a condiciones tecnificadas en la costa central del país.

Sin embargo, en los últimos años ha emergido una tendencia creciente hacia modelos de producción avícola alternativos, orientados a la sostenibilidad, bienestar animal y la diferenciación del producto. En este marco, la crianza de pollos de crecimiento lento o diferenciado, bajo sistemas semi-intensivos o de pastoreo, se ha posicionado como una estrategia viable para atender la demanda de nichos de mercado que valoran atributos sensoriales, origen natural y trazabilidad del producto (Petracci y Cavani, 2012; Fanatico et al., 2007).

Una de las líneas genéticas más representativas de este tipo de producción es la línea Hubbard, reconocida por su rusticidad, crecimiento moderado y alta calidad cárnica. En el año 2022, se reportó a nivel nacional la producción de aproximadamente 1.814 mil pollos BB diferenciados, con especial concentración en regiones altoandinas como Cusco, donde los sistemas convencionales enfrentan limitaciones técnicas y ambientales (MINAGRI, 2023).

En este contexto, en nuestra región la crianza de pollos de crecimiento diferenciado ha mostrado un avance significativo, gracias a su adaptación a condiciones de altitud y a sistemas productivos con menor tecnificación. No obstante, persisten brechas técnicas importantes, especialmente en lo referido al conocimiento del comportamiento productivo, desarrollo morfofisiológico y calidad de la carne bajo condiciones de altura. Estas limitaciones se traducen en resultados variables en cuanto a conversión alimenticia, rendimiento de canal y propiedades fisicoquímicas del producto final, dificultando la estandarización de protocolos de manejo, nutrición y beneficio (Ccana, 2023).

Por tanto, la presente investigación propone una evaluación integral de los parámetros productivos, medidas alométricas y calidad fisicoquímica de la carne en pollos de la línea genética Hubbard criados bajo condiciones altoandinas, estos indicadores permitirán generar evidencia técnica para optimizar los sistemas de crianza de esta línea. Además, los resultados obtenidos podrán contribuir al fortalecimiento de modelos avícolas sostenibles, orientados a mejorar la rentabilidad, eficiencia y calidad del producto destinado al mercado regional y nacional.



## **II. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

En los últimos años, la región del Cusco ha mostrado un incremento sostenido en la crianza de pollos de crecimiento diferenciado, impulsada por una demanda regional que prioriza productos cárnicos con mejor calidad organoléptica, origen sustentable y procedencia de sistemas alternativos de producción. A diferencia del pollo industrial, estas aves se crían bajo condiciones de menor densidad poblacional, mayor libertad de movimiento y dietas más naturales, lo que se traduce en carne con mejor textura, sabor y perfil nutricional (Fanatico et al., 2007). No obstante, la implementación de este modelo enfrenta desafíos importantes, particularmente en contextos de altitud, donde la hipoxia relativa, las oscilaciones térmicas y la baja presión atmosférica inciden directamente en la fisiología y eficiencia productiva de las aves.

A pesar del creciente interés por la producción avícola diferenciada, existe una marcada ausencia de información técnica y científica sobre el comportamiento productivo, el desarrollo morfofisiológico y la calidad de carne de pollos de la línea genética Hubbard criados bajo condiciones altoandinas. La carencia de datos objetivos respecto a indicadores como la ganancia de peso, la conversión alimenticia, el rendimiento de canal y las proporciones alométricas de órganos digestivos limita el diseño de protocolos de manejo nutricional y sanitario eficientes. Esta situación conlleva a una producción heterogénea, costos elevados de alimentación, y variabilidad en la calidad final del producto, dificultando su competitividad en el mercado regional.

Asimismo, la falta de estudios integrales que evalúen simultáneamente las medidas alométricas y las propiedades fisicoquímicas de la carne, tales como el pH post mortem, la pérdida de agua por goteo y las pérdidas por cocción (ebullición y horneado), constituye una limitante crítica. Estos parámetros son esenciales para estandarizar la calidad del producto, sobre todo en cadenas cortas de comercialización orientadas al consumo directo y mercados de valor agregado. Sin evidencia técnica, los sistemas de crianza bajo confinamiento en altura permanecen poco optimizados, desaprovechando su potencial productivo y económico, especialmente en periodos de alta demanda estacional.

Frente a este panorama, se plantea la necesidad de evaluar de manera sistemática y multidimensional los parámetros productivos, las medidas alométricas y la calidad fisicoquímica de la carne en pollos de crecimiento diferenciado de la línea Hubbard, criados bajo condiciones de altitud. La información generada permitirá establecer estándares técnicos de manejo, formulación alimenticia y procesamiento, adaptados a las condiciones ecológicas y socioeconómicas de la región Cusco. A su vez, estos aportes contribuirán al fortalecimiento del sector avícola regional, mediante el desarrollo de sistemas de producción más sostenibles, eficientes y con mayor valor agregado.

## **2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La creciente demanda del mercado regional por carne de ave de mayor calidad sensorial, obtenida bajo sistemas alternativos de producción, ha promovido el interés por la crianza de pollos de crecimiento diferenciado, como los de la línea genética Hubbard. Esta tendencia responde a un consumidor cada vez más exigente, que prioriza productos con mejor sabor, textura y origen sustentable. Sin embargo, en la región del Cusco, la implementación de estos sistemas enfrenta múltiples limitaciones, principalmente relacionadas con la escasez de información técnica sobre el comportamiento productivo, morfofisiológico y la calidad de la carne bajo condiciones de altitud.

El ambiente altoandino, caracterizado por la hipoxia relativa, las bajas temperaturas nocturnas y una radiación solar elevada, influye directamente en el metabolismo y desarrollo fisiológico de las aves. Estos factores pueden afectar negativamente la eficiencia alimenticia, el crecimiento, el rendimiento de carcasa y la calidad del producto final Castellini et al., (2002). Ante esta realidad, los productores aplican sistemas de manejo adaptados del modelo industrial, sin considerar las particularidades genéticas ni fisiológicas de estas aves, lo que conlleva a resultados inconsistentes en productividad y rentabilidad.

Además, los estudios relacionados con la evaluación de medidas alométricas y parámetros de calidad cárnica en aves criadas bajo condiciones de altitud son escasos o inexistentes a nivel local. Esta carencia de datos impide tomar decisiones técnicas fundamentadas en evidencia, afectando la eficiencia del sistema de producción y limitando su sostenibilidad a largo plazo. Sumado a ello, la falta de estandarización en el

sacrificio y en las condiciones de evaluación Post mortem genera variabilidad en la calidad del producto, dificultando su posicionamiento en el mercado regional y nacional. En este contexto, surge la necesidad de responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influyen las condiciones de altitud y el sistema de confinamiento en los parámetros productivos, las medidas alométricas y la calidad de la carne en pollos de crecimiento diferenciado de la línea Hubbard?

### **III. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN**

#### **3.1 OBJETIVOS**

##### **3.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los parámetros productivos, medidas alométricas y características fisicoquímicas de la carne en pollos de crecimiento diferenciado de la línea genética Hubbard, criados bajo condiciones de altitud y sistema de confinamiento.

##### **3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los indicadores productivos (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y rendimiento de canal) en pollos de la línea Hubbard.
- Evaluar las medidas alométricas (peso relativo de órganos internos como hígado, bazo, corazón, molleja, páncreas, intestinos, grasa abdominal y bolsa de Fabricio, así como la longitud del tracto intestinal) en pollos de la línea Hubbard a los 63 y 84 días de edad.
- Analizar la calidad físico-química de la carne (pH, pérdida de agua por goteo, asado y ebullición) en muestras de pechuga y muslo de pollos de la línea Hubbard.

### 3.2 JUSTIFICACIÓN

La avicultura nacional se encuentra en un proceso de diversificación productiva, orientado hacia modelos más sostenibles, diferenciados y adaptados a las exigencias del consumidor moderno. En este contexto, la crianza de pollos de crecimiento lento o diferenciado representa una alternativa viable frente al sistema industrial convencional, al ofrecer productos cárnicos de mejor calidad sensorial, mayor valor nutricional y menor impacto ambiental (Petracci y Cavani, 2012). Sin embargo, su aplicación en zonas altoandinas como el Cusco aún enfrenta desafíos técnicos, dada la escasa información científica sobre el comportamiento de líneas genéticas como la Hubbard en condiciones de altitud.

La línea genética Hubbard, reconocida por su rusticidad, crecimiento equilibrado y alta calidad cárnica, ha sido seleccionada en países europeos para su uso en sistemas de producción alternativos, como el sistema "Label Rouge" en Francia (Hubbard Breeders, 2023). No obstante, su evaluación bajo condiciones ambientales extremas, como las encontradas en la región del Cusco, es limitada. Esta ausencia de datos impide establecer recomendaciones nutricionales, de manejo y sacrificio ajustadas a los requerimientos fisiológicos reales de esta línea genética en altura.

En tal sentido, la presente investigación busca generar evidencia técnica sobre el desempeño productivo, morfofisiológico y cárnico de los pollos Hubbard criados bajo confinamiento en altitud. Desde el punto de vista práctico, los resultados obtenidos serán fundamentales para orientar a productores, técnicos y formuladores de políticas agropecuarias en la implementación de estrategias más eficientes y adaptadas a la realidad regional. Asimismo, esta investigación contribuirá a fortalecer la competitividad del sector avícola diferenciado en Cusco, brindando herramientas para mejorar la rentabilidad, reducir la

variabilidad en la calidad del producto y consolidar el posicionamiento del pollo de crecimiento diferenciado en mercados de valor agregado.

## **IV. HIPÓTESIS**

### **4.1 HIPÓTESIS GENERAL**

Los pollos de la línea genética Hubbard, criados bajo condiciones de altitud y sistema de confinamiento, presentan un desempeño productivo eficiente, medidas alométricas equilibradas y características fisicoquímicas de la carne que cumplen con los estándares de calidad exigidos por el mercado.

#### **4.1.1 HIPÓTESIS ESPECIFICO**

- Los pollos Hubbard criados bajo condiciones de altitud presentan mejor ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de canal, en comparación con los parámetros estándar de líneas comerciales en otras condiciones ecológicas.
- Las medidas alométricas (peso de órganos internos y longitud intestinal) en pollos Hubbard reflejan un crecimiento armónico y saludable bajo condiciones de confinamiento a más de 3,000 m s. n. m.
- La carne de los pollos Hubbard criados bajo condiciones de altitud presenta un pH adecuado, baja pérdida de agua por goteo y pérdida por cocción controlada, lo que garantiza su calidad sensorial y aceptación en el mercado regional.



## **V. MARCO TEÓRICO**

### **5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

**Paredes y Vásquez (2020)**, evaluaron el comportamiento productivo, el peso de los órganos internos y la calidad de la carne de seis genotipos de pollos criados bajo un sistema intensivo. Se incluyeron razas criollas (pura y mejorada) y estirpes comerciales como Hubbard Colorado y Blanco, utilizando un total de 600 aves alimentadas sin restricción y sacrificadas a las 13 semanas de edad. Los resultados evidenciaron que las líneas Hubbard alcanzaron pesos significativamente mayores al sacrificio, sin diferencias importantes en la proporción de cortes (muslo, alas, cabeza) respecto a las líneas criollas.

Asimismo, el rendimiento de canal, el peso de la pechuga y la grasa abdominal fueron menores en los genotipos criollos. Aunque no se encontraron diferencias significativas en el pH, la pérdida por goteo ni la cocción entre los genotipos, la carne de pechuga de las aves criollas presentó menor contenido graso, lo que sugiere diferencias en el perfil lipídico entre líneas. Este estudio destaca el buen rendimiento de las líneas Hubbard bajo condiciones de altura, aunque no aborda con profundidad la evaluación alométrica de órganos internos ni el análisis físico-químico completo de la carne.

**Vásquez (2020)** comparó el rendimiento productivo, la canal y la calidad de la carne en tres genotipos de pollos de crecimiento lento: Hubbard, Nativo Francés y Criollo Peruano mejorado. El experimento se desarrolló en condiciones intensivas, y permitió observar que los pollos de la línea Hubbard alcanzaron mayores pesos finales y presentaron el mejor rendimiento de canal entre los grupos evaluados. Sin embargo, las líneas criollas mostraron mejores índices de conversión alimenticia, lo cual resalta una mayor eficiencia en el uso del alimento.

En cuanto a la calidad de carne, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en parámetros como el pH ni en las pérdidas por cocción. Sin embargo, se reportó una menor pérdida por asado en la carne de pechuga de los Hubbard, lo que podría atribuirse a una mayor retención de humedad. El estudio recomienda mejorar la ventilación durante la crianza de esta línea, debido a su susceptibilidad al síndrome de ascitis, lo que representa un aspecto clave en regiones de altura.

**Ccana Maqqe (2023)** realizó una investigación enfocada en el desempeño productivo y la evaluación económica de dos líneas de pollo de crecimiento lento (Carne de color y Frances) criadas en condiciones de altitud. Utilizando un diseño completamente al azar para variables como peso y ganancia de peso, y análisis descriptivos para consumo, conversión alimenticia y rendimiento de canal, se identificó que la línea Carne de color superó en desempeño a la Frances. Estos hallazgos evidencian que la adaptación genética a la altitud es clave para obtener buenos resultados productivos.

Adicionalmente, en la evaluación económica, la línea Carne de color reportó mayor rentabilidad frente a la línea Frances, debido a un mejor índice de conversión y mayor peso final. No obstante, el estudio no consideró parámetros de calidad cárnica ni mediciones alométricas, lo cual limita la caracterización integral de las líneas bajo estudio. Este vacío justifica la necesidad de investigaciones que integren evaluaciones morfofisiológicas y fisicoquímicas en sistemas de altura.

**Castellini, Mugnai y Dal Bosco (2002)**, evaluaron el efecto del sistema de crianza orgánico sobre la calidad de la canal y la carne de pollos de crecimiento lento. Las aves criadas en condiciones semi-extensivas presentaron una carne con textura más firme, coloración más

intensa y un mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados. Estos atributos se asociaron al mayor ejercicio físico realizado por las aves y al mayor tiempo de crecimiento hasta el sacrificio.

El estudio concluyó que el sistema alternativo de crianza mejora no solo la calidad organoléptica de la carne, sino también su perfil nutricional. Aunque los pollos de crecimiento lento no alcanzan los niveles de eficiencia productiva de las líneas industriales, su carne es valorada en mercados diferenciados por su calidad sensorial. Esta evidencia internacional refuerza la necesidad de evaluar el comportamiento de líneas como la Hubbard bajo esquemas alternativos adaptados al contexto altoandino.

**Fanatico *et al.* (2007)** compararon genotipos de crecimiento lento y rápido, criados bajo dietas estándar y con acceso al pasto, evaluando variables productivas y de calidad de carne. Los pollos de crecimiento lento mostraron menor rendimiento productivo, pero destacaron por la calidad sensorial y el perfil saludable de su carne. Se identificó mayor retención de humedad, mejor textura y mayor presencia de ácidos grasos poliinsaturados en aves criadas al aire libre.

A pesar de la menor eficiencia en la conversión alimenticia, las aves de crecimiento lento se orientan a nichos de mercado que priorizan el bienestar animal y el valor agregado. Este estudio evidencia que la elección del genotipo y del sistema de manejo afecta de forma directa la calidad final del producto, siendo necesario adaptar estas variables al contexto productivo local, como el que se presenta en zonas de altura del Perú.

## **5.2 BASES TEÓRICAS**

### **5.2.1 AVICULTURA ALTERNATIVA Y REALIDAD EN ZONAS ALTOANDINAS**

En el Perú, la producción avícola ha mostrado una evolución significativa en las últimas décadas, siendo el pollo de carne el componente más dinámico del sistema pecuario nacional. Sin embargo, la mayor parte de esta producción se concentra en la costa central del país, donde las condiciones ambientales son óptimas para la crianza intensiva de líneas genéticas comerciales como Cobb 500 o Ross 308 (MINAGRI, 2023). En contraste, las zonas altoandinas, ubicadas por encima de los 2,500 m s. n. m., enfrentan desafíos específicos que limitan la replicación de estos sistemas intensivos, entre los que se incluyen la hipoxia relativa, bajas temperaturas, baja presión atmosférica y acceso limitado a insumos balanceados (Khajali y Fahimi, 2020).

Ante esta situación, ha emergido el interés por implementar sistemas de producción avícola alternativos, también conocidos como avicultura familiar, agroecológica o sostenible. Estos sistemas buscan el aprovechamiento de recursos locales, el respeto al bienestar animal y fomentan la obtención de productos diferenciados, como carne de sabor más intenso, producción libre de antibióticos y alimentación sin promotores de crecimiento (Petracci y Soglia, 2018). Las aves criadas en estas condiciones se desarrollan principalmente en corral abierto, con alimentación parcial basada en forrajes, residuos agroindustriales o cereales locales, lo que reduce significativamente los costos de producción y favorece la inclusión de familias rurales en circuitos productivos.

El empleo de líneas genéticas de crecimiento lento o diferenciado, como la línea Hubbard, se perfila como una alternativa viable en estos sistemas. Estas aves presentan una mayor adaptabilidad a condiciones climáticas extremas, una menor susceptibilidad a enfermedades metabólicas asociadas a la velocidad de crecimiento y una mejor calidad de canal

(Fanatico *et al.*, 2007). Además, permiten a los productores acceder a mercados especializados interesados en productos más naturales, éticos y de mejor perfil nutricional. En este contexto, evaluar parámetros como productividad, alometría y calidad de la carne en estas líneas genéticas se vuelve fundamental para optimizar su aprovechamiento en regiones como Cusco, Apurímac o Puno.

### **5.2.2 BASES ZOOTÉCNICAS DEL CRECIMIENTO DIFERENCIADO**

El concepto de crecimiento diferenciado en pollos de carne hace referencia a líneas genéticas que han sido seleccionadas para desarrollarse a un ritmo más lento y equilibrado que las estirpes industriales. Este tipo de aves alcanza el peso comercial entre los 70 a 90 días, a diferencia de los híbridos convencionales que lo logran entre los 35 y 42 días. Esta selección responde a criterios zootécnicos que priorizan no solo la eficiencia productiva, sino también la salud fisiológica, el bienestar animal, la adaptabilidad ambiental y la calidad del producto final (Fanatico *et al.*, 2007; Castellini *et al.*, 2002).

Desde un punto de vista fisiológico, las aves de crecimiento diferenciado presentan una menor hipertrofia muscular, un desarrollo más armónico del aparato esquelético y menor susceptibilidad a enfermedades metabólicas como la ascitis, el síndrome de muerte súbita o las miopatías de pechuga (Petracci *et al.*, 2015). Además, al mantener un metabolismo más pausado, requieren menor cantidad de oxígeno por unidad de peso corporal, lo que las hace más tolerantes a condiciones de hipoxia propias de regiones por encima de los 2,500 m s. n. m. (Khajali y Fahimi, 2020).

Zootécnicamente, estas líneas están diseñadas para adaptarse a sistemas de crianza alternativos como el semi-intensivo, el pastoreo rotacional o el sistema agroecológico. Su comportamiento activo mejora el bienestar animal, reduce el estrés y favorece la expresión de conductas naturales como escarbar, picotear o explorar (Guzmán *et al.*, 2021). Aunque su

eficiencia alimenticia (FCR) es menor en comparación con líneas de crecimiento rápido, presentan un mayor aprovechamiento de dietas fibrosas o no convencionales, lo cual es ventajoso en zonas rurales donde el acceso a insumos balanceados es limitado.

Finalmente, desde la perspectiva de calidad de carne, el crecimiento diferenciado permite un mayor desarrollo de fibras musculares rojas, generando un producto con mejor textura, color, sabor y retención de agua. Estas características responden a las exigencias de consumidores que priorizan la calidad organoléptica, el origen ético del producto y los procesos sostenibles de producción (Ponte *et al.*, 2008). En conjunto, estos fundamentos técnicos justifican la creciente incorporación de líneas de crecimiento diferenciado como la Hubbard en zonas altoandinas y otros entornos productivos alternativos.

### **5.2.3 LÍNEA GENÉTICA HUBBARD: ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS**

La línea genética Hubbard, ha sido desarrollada para sistemas de producción alternativos, donde la eficiencia zootécnica debe equilibrarse con el bienestar animal, la calidad del producto y la adaptabilidad al entorno. Su origen se encuentra en programas de mejoramiento genético europeo, específicamente en Francia, orientados a satisfacer las exigencias del sistema de certificación Label Rouge, que prioriza ciclos de crianza más largos (mínimo 81 días), crianza al aire libre y alimentación sin promotores de crecimiento (Hubbard Breeders, 2023). En este contexto, la línea Hubbard fue seleccionada por su crecimiento moderado, estructura corporal balanceada y alta rusticidad, convirtiéndose en una de las líneas de crecimiento diferenciado más difundidas en el mundo.

Desde el punto de vista productivo, los machos de la línea Hubbard pueden alcanzar pesos vivos de 2.5 a 3.2 kg en 70 a 84 días, dependiendo del sistema de alimentación, condiciones climáticas y densidad poblacional. Su conversión alimenticia (FCA) oscila entre 2.7 y 3.2, con un rendimiento en canal de 70 a 72 %, valores que, aunque menores a los

reportados por líneas industriales (FCR <1.8, 73–76 % rendimiento), son compensados por su menor mortalidad, mejor comportamiento locomotor y tolerancia a condiciones de crianza extensiva (Fanatico *et al.*, 2008; Castellini *et al.*, 2002). Esta línea muestra una menor incidencia de desórdenes metabólicos, como ascitis, síndrome de muerte súbita y miopatías musculares, que suelen agravarse en altitud en aves de rápido crecimiento (Khajali y Fahimi, 2020).

Además, la adaptabilidad de la línea Hubbard a condiciones de altitud ha sido confirmada en estudios realizados en países como Ecuador, Colombia y Perú, donde las aves mostraron un desempeño estable por encima de los 2,500 m s. n. m. En el contexto peruano, especialmente en regiones como Cusco y Apurímac, la implementación de esta línea ha sido favorable en sistemas semi-intensivos, donde los recursos alimenticios son limitados y los galpones no cuentan con control ambiental total. Gracias a su metabolismo menos exigente en oxígeno, la línea Hubbard tolera la hipoxia relativa mejor que los híbridos convencionales como Ross o Cobb, lo cual se refleja en menores tasas de mortalidad y mejor ganancia de peso diaria (Ccana Maqqe, 2023; Melo *et al.*, 2022).

Respecto a la calidad de carne, diversos estudios han demostrado que la línea Hubbard presenta características organolépticas superiores a las líneas industriales: su carne es más oscura, más firme y con mejor sabor, debido a una mayor proporción de fibras musculares rojas, mejor pH final y mayor capacidad de retención de agua (Petracci y Soglia, 2018; Fanatico *et al.*, 2007). Estas cualidades han sido reconocidas en mercados gourmet y agroecológicos, y en zonas rurales donde los consumidores perciben esta carne como “natural” o “tradicional”, incrementando su valor de mercado. Adicionalmente, el comportamiento activo de estas aves durante la crianza favorece el desarrollo muscular, disminuye la grasa abdominal y mejora el perfil lipídico de la carne.

Desde el punto de vista económico, si bien el costo de producción por kilogramo de carne puede ser ligeramente mayor, su mayor valor agregado y la posibilidad de acceder a nichos de mercado diferenciados compensan esta diferencia. Por ello, la Hubbard se considera una línea estratégica para fortalecer modelos de producción sostenibles y diversificados, permitiendo a pequeños productores en zonas altoandinas insertarse en cadenas de valor con enfoque ético, ambiental y nutricional.

**Tabla 1. Parámetros productivos promedio en pollos de la línea genética Hubbard según literatura técnica**

<b>Parámetro</b>	<b>Rango observado</b>	<b>Fuente</b>
<b>Peso vivo final (kg)</b>	2.5 – 3.2	Hubbard Breeders (2023)
<b>Edad al sacrificio (días)</b>	70 – 84	Hubbard Breeders (2023)
<b>Conversión alimenticia (FCR)</b>	2.7 – 3.2	Fanatico <i>et al.</i> (2008)
<b>Rendimiento en canal (%)</b>	70 – 72	Castellini <i>et al.</i> (2002)
<b>Mortalidad (%)</b>	3 – 5	Khajali & Fahimi (2020)
<b>Ganancia diaria de peso (g/d)</b>	35 – 45	Melo <i>et al.</i> (2022)
<b>Consumo diario de alimento (g/d)</b>	95 – 110	Melo <i>et al.</i> (2022)

**Fuente:** Hubbard Breeders, (2023)



#### **5.2.4 PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO.**

Los parámetros productivos son fundamentales para evaluar la eficiencia biológica y económica de cualquier línea genética avícola. En el caso de los pollos de crecimiento diferenciado, como la línea Hubbard, estos parámetros permiten contrastar su desempeño frente a líneas industriales, especialmente en sistemas semi-intensivos, de libre pastoreo o en condiciones altoandinas. Entre los principales indicadores zootécnicos se encuentran el peso vivo final, la conversión alimenticia (FCA), el rendimiento en canal, la ganancia diaria de peso, la mortalidad y el consumo diario de alimento, los cuales reflejan el potencial productivo bajo distintos esquemas de manejo.

Según guías técnicas y estudios comparativos, el peso vivo final de los machos Hubbard oscila entre 2.5 y 3.2 kg a una edad de 70 a 84 días, con una FC entre 2.7 y 3.2 dependiendo de la dieta y el ambiente (Hubbard Breeders, 2023; Fanatico et al., 2008). El rendimiento en canal varía entre 70 y 72 %, con tasas de mortalidad generalmente inferiores al 5 % en sistemas adecuados de manejo. Aunque la conversión alimenticia es menor a la observada en híbridos de crecimientos rápidos, la rusticidad y adaptabilidad de la Hubbard compensan esta diferencia, permitiendo un desempeño técnico favorable en sistemas de baja tecnificación (Khajali y Fahimi, 2020).

#### **5.2.5 MEDIDAS ALOMÉTRICAS EN POLLOS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO**

Las medidas alométricas permiten evaluar la relación proporcional entre el tamaño corporal del ave y el desarrollo de sus órganos internos, ofreciendo indicadores clave sobre la eficiencia metabólica, la salud fisiológica y el rendimiento zootécnico en pollos de crecimiento

diferenciado. En contextos de producción alternativa, especialmente en regiones de altitud como el Cusco, estas variables adquieren especial importancia para entender cómo las condiciones ambientales afectan la morfología interna y la adaptación funcional de las aves (Khajali y Fahimi, 2020).

La alometría en avicultura se refiere comúnmente al análisis del peso relativo de órganos como hígado, corazón, molleja, bazo, páncreas e intestinos, en relación con el peso corporal total. Asimismo, se considera la longitud del tracto intestinal como un indicador del aprovechamiento nutricional, dado que un intestino más largo puede favorecer la digestión de dietas fibrosas o de baja densidad energética, frecuentes en sistemas no intensivos (Tejeda *et al.*, 2022).

En líneas de crecimiento diferenciado como la Hubbard, se ha observado un desarrollo proporcional más equilibrado de los órganos digestivos en comparación con híbridos industriales. Según Castellini *et al.* (2002), los pollos de crecimiento diferenciado muestran un mayor peso relativo de la molleja y del intestino delgado, lo cual se asocia a una mejor eficiencia en la digestión de alimentos no convencionales. Esta adaptación morfofisiológica es especialmente relevante en zonas altoandinas, donde las dietas suelen incluir subproductos locales o forrajes de bajo contenido energético.

Por otro lado, Fanatico *et al.* (2007) encontraron que el hígado de los pollos de crecimiento lento representa un mayor porcentaje del peso corporal total, lo cual se relaciona con un metabolismo más activo en sistemas de pastoreo. Sin embargo, esta mayor proporción también puede estar influenciada por factores como el tipo de dieta, la edad al sacrificio y la exposición al ejercicio físico. Estas variaciones deben ser interpretadas con cautela, especialmente en altitudes elevadas, donde el metabolismo basal de las aves puede alterarse por la hipoxia relativa.

Estudios peruanos como los de (Vásquez 2020) y (Ccana Maqqe 2023) también han documentado el comportamiento alométrico en aves de crecimiento diferenciado criadas en altura, observando diferencias significativas entre sexos y entre edades. En particular, (Vásquez 2020) señala que las hembras tienden a acumular más grasa abdominal y a desarrollar un intestino más largo, lo que sugiere una estrategia adaptativa orientada a la eficiencia digestiva y energética en condiciones ecológicas adversas.

Desde una perspectiva productiva, la caracterización de las medidas alométricas permite no solo comprender el desarrollo fisiológico de las aves, sino también establecer recomendaciones de manejo y nutrición más precisas. La inclusión de estas variables en protocolos de evaluación zootécnica resulta fundamental para optimizar el rendimiento de líneas como la Hubbard en regiones de altura, donde las respuestas morfofisiológicas pueden diferir considerablemente respecto a condiciones de crianza a nivel del mar (Petracci *et al.*, 2015).

#### **5.2.6 CALIDAD DE LA CARNE EN LÍNEAS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO**

La calidad de la carne aviar es una característica compleja que depende de múltiples factores genéticos, fisiológicos y ambientales. En líneas de crecimiento diferenciado, como la Hubbard, esta calidad adquiere especial relevancia por el valor agregado que ofrece en comparación con líneas de crecimiento rápido. Estas aves suelen desarrollarse bajo sistemas menos intensivos, lo que repercute directamente en la estructura muscular, el contenido lipídico y el perfil organoléptico de la carne (Petracci y Soglia, 2018).

Desde el punto de vista físico-químico, se ha documentado que la carne de pollos de crecimiento diferenciado presenta un pH final más alto (5.9–6.2), lo que favorece la capacidad de retención de agua (CRA) y reduce la pérdida por cocción. Asimismo, se observa una coloración más intensa debido a la mayor proporción de fibras musculares rojas, asociadas a un metabolismo oxidativo más activo (Fanatico *et al.*, 2007). Estas propiedades se relacionan también con una mayor firmeza del músculo, lo que contribuye a una mejor textura al paladar.

En términos sensoriales, la carne de la línea Hubbard es descrita como más jugosa, con sabor más pronunciado y textura más fibrosa, características apreciadas en mercados gourmet o agroecológicos. Estas cualidades se explican por el tiempo prolongado de crecimiento, la actividad física constante de las aves y la dieta más variada en sistemas de crianza extensiva (Castellini *et al.*, 2002; Ponte *et al.*, 2008). En condiciones altoandinas, estas características pueden incluso potenciarse por la menor presión atmosférica y temperaturas moderadas, que influyen en la fisiología metabólica y muscular del ave.

Estos resultados refuerzan la idea de que la carne proveniente de líneas de crecimiento diferenciado como la Hubbard no solo cumple con criterios técnicos de calidad, sino que también responde a las exigencias de consumidores diferenciados, que priorizan la procedencia, el sabor y los valores asociados a la producción ética y sostenible. Así, evaluar estas características en condiciones altoandinas aporta evidencia valiosa para el desarrollo de modelos de producción más diversificados y resilientes.

La siguiente tabla presenta un resumen de los parámetros físico-químicos y sensoriales más relevantes en la evaluación de la calidad de carne de pollos de crecimiento diferenciado, basados en estudios reales con la línea Hubbard o similares.

**Tabla 2. Parámetros de calidad de carne en pollos de la línea Hubbard**

<b>Parámetro evaluado</b>	<b>Valor típico (rango)</b>	<b>Fuente</b>
<b>pH final del músculo</b>	5.9 – 6.2	Petracci & Soglia (2018)
<b>Color L* (luminosidad)</b>	50 – 55	Fanatico et al. (2007)
<b>Color a* (rojo)</b>	3.5 – 5.5	Ponte et al. (2008)
<b>Pérdida por cocción (%)</b>	20 – 25	Castellini et al. (2002)
<b>Capacidad de retención de agua (%)</b>	65 – 75	Fanatico et al. (2007)
<b>Sabor (evaluación sensorial)</b>	Intenso – agradable	Ponte et al. (2008)
<b>Textura (sensorial)</b>	Firme – jugosa	Castellini et al. (2002)

### **5.2.7 FACTORES QUE AFECTAN LA VARIABILIDAD PRODUCTIVA, MORFOLÓGICA Y DE CALIDAD EN POLLOS DE CRECIMIENTO DIFERENCIADO.**

La expresión de los parámetros zootécnicos, morfológicos y de calidad de carne en pollos de crecimiento diferenciado, como la línea Hubbard, no es homogénea ni estática. Por el contrario, está influenciada por una compleja interacción de factores genéticos, nutricionales, ambientales, de manejo y sanitarios, cuya comprensión es fundamental para interpretar adecuadamente los resultados experimentales y diseñar estrategias de mejora en sistemas semi-intensivos o agroecológicos (Petracci *et al.*, 2015).

Desde el componente genético, se reconoce que la línea Hubbard posee una arquitectura más rústica y equilibrada, lo que le permite expresar características favorables bajo condiciones menos controladas. Sin embargo, dentro de la misma línea, pueden existir variaciones por sexo, linaje y condiciones de crianza, las cuales afectan la ganancia de peso, la conversión alimenticia y el rendimiento en canal. Por ejemplo, los machos suelen presentar mayor crecimiento muscular, mientras que las hembras desarrollan mayor proporción de grasa subcutánea (Fanatico *et al.*, 2007).

El factor nutricional también influye notablemente. En sistemas de crianza alternativos, donde la dieta puede incluir ingredientes locales o no convencionales, la biodisponibilidad de nutrientes, especialmente aminoácidos esenciales, energía metabolizable y minerales traza, incide directamente en la expresión de características alométricas y la calidad del músculo. La proteína insuficiente o el desequilibrio energético puede conducir a una subexpresión del potencial genético, comprometiendo la textura, el color y la retención de agua en la carne (Khajali y Fahimi, 2020).

El entorno ambiental y altitudinal, particularmente relevante en zonas como Cusco o Apurímac, introduce una serie de restricciones fisiológicas. La hipoxia relativa, la baja presión atmosférica y las oscilaciones térmicas impactan el metabolismo basal, el consumo de alimento y la eficiencia de crecimiento. En condiciones altoandinas, aves no adaptadas pueden sufrir retraso en el desarrollo o presentar mayor incidencia de miopatías y mortalidad (Melo *et al.*, 2022). No obstante, la línea Hubbard ha mostrado un desempeño más estable en estas zonas, especialmente cuando se implementan estrategias de adaptación como densidades moderadas, techos térmicos, ventilación natural y suplementos antioxidantes.

Otros factores igualmente determinantes son las prácticas de manejo (densidad, espacio por ave, programa de luz, tipo de cama) y la sanidad del lote, dado que enfermedades respiratorias, entéricas o deficiencias inmunológicas afectan la uniformidad del lote,

modificando tanto las mediciones productivas como las morfométricas. De igual forma, la manipulación post mortem, el tiempo de ayuno previo al sacrificio y el manejo del estrés pre-faena condicionan las propiedades finales de la carne, particularmente el pH, la textura y el color (Petracci y Soglia, 2018).

En resumen, para realizar una evaluación integral y comparativa de la línea Hubbard en condiciones altoandinas, es necesario reconocer la multifactorialidad de los resultados. Solo así se podrá diseñar estrategias experimentales sólidas y proponer modelos productivos sustentables que integren genética, nutrición, ambiente y manejo como pilares de un sistema avícola alternativo eficiente y ético.

## **VI. MATERIALES Y METODOS**

### **6.1 LUGAR DE EJECUCION**

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicada en el distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco, a una altitud de 3,230 metros sobre el nivel del mar (msnm). El área presenta un clima templado altoandino, caracterizado por una temperatura media anual de 15 °C, humedad relativa promedio del 65 % y un fotoperiodo natural de aproximadamente 12 horas diarias. Estas condiciones representan un entorno fisiológicamente exigente para la avicultura, debido a la hipoxia relativa, la menor presión atmosférica y las oscilaciones térmicas entre el día y la noche, lo que influye directamente en el metabolismo y crecimiento de las aves.

#### **6.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Longitud: 71°53 Oeste

Latitud: 13°26 Sur

Sur Altitud: 3 230 msnm 5. 1. 2.

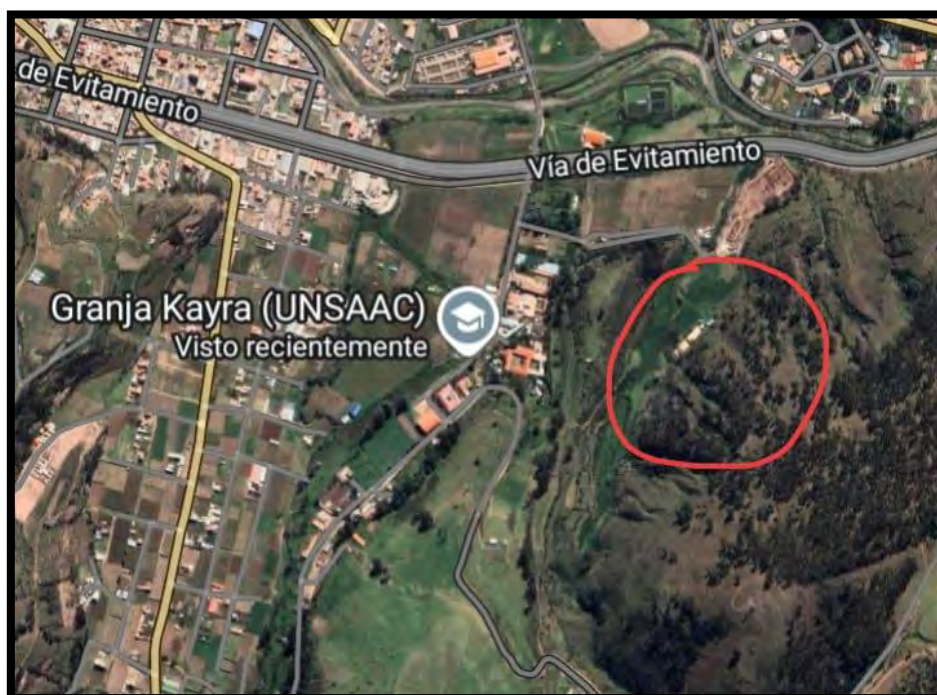
#### **6.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Cuenca: Vilcanota

Sub cuenca: Huatanay

Micro cuenca: Huanacaure





**Figura 1. Ubicación de la instalación de la unidad de aves del sector de leticia**

**Fuente: Google Earth, (2025)**

### **6.1.3 DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La fase experimental del presente estudio tuvo una duración total de tres meses consecutivos, iniciando en abril y finalizando en mes de julio. Durante este período se desarrollaron las actividades de recolección de datos productivos, el monitoreo de los parámetros evaluados y el control de las condiciones experimentales, asegurando la rigurosidad metodológica y la continuidad del proceso investigativo.

## **6.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **6.2.1 MATERIALES DEL CAMPO**

- Malla arpillera
- Extractor industrial
- Comederos iniciales
- Comederos tipo tolva

- Bebederos automáticos
- Desinfectantes
- Cascarilla de arroz
- Malla metálica
- Criadoras de gas
- Balanza digital de precisión de 5000 g/1
- Balanza digital de precisión de 30000 g/5g
- Termómetros digitales
- Termómetro laser
- Equipo de disección
- Cinta métrica 20 cm
- Lanza llama
- Mochilla fumigadora
- Cocina a gas
- Horno eléctrico
- Refrigerador
- Ph metro

### **6.2.2 MATERIAL DEL GABINETE**

- Laptop para ingreso y procesamiento de datos
- USB
- Cámara fotográfica
- Fichas para registro de evaluación

### **6.3 MATERIAL BIOLÓGICO**

Para la fase experimental se utilizaron 100 pollos BB de la línea genética Hubbard, sin sexar, de un día de edad, con un peso promedio inicial de 49 gramos. Esta línea ha sido seleccionada genéticamente para sistemas de producción alternativos y de crecimiento diferenciado, destacando por su rusticidad, adaptabilidad a condiciones no convencionales y una calidad de carne superior en comparación con líneas comerciales de crecimiento rápido (Fanatico *et al.*, 2007; Petracci y Soglia, 2018).

Las aves fueron adquiridas a la empresa ISAMISA, ubicada en Lima, Perú, reconocida por la distribución nacional de líneas genéticas alternativas. El traslado de los pollitos desde Lima hasta la ciudad del Cusco se realizó por vía aérea, cumpliendo con los protocolos establecidos de transporte animal, bienestar y bioseguridad. Durante el proceso se garantizó la ventilación adecuada, protección térmica y manipulación cuidadosa para minimizar el estrés postnatal, lo cual es crucial durante las primeras 24 horas de vida para la expresión del potencial productivo de las aves (Khajali y Fahimi, 2020).

La crianza se extendió hasta los 84 días de edad, abarcando las fases de inicio, crecimiento y acabado, conforme al ciclo biológico estándar de esta línea genética bajo sistemas de crianza intensiva. Este periodo permitió la evaluación integral de los parámetros productivos, alométricos y de calidad de la carne, en concordancia con los objetivos del estudio.

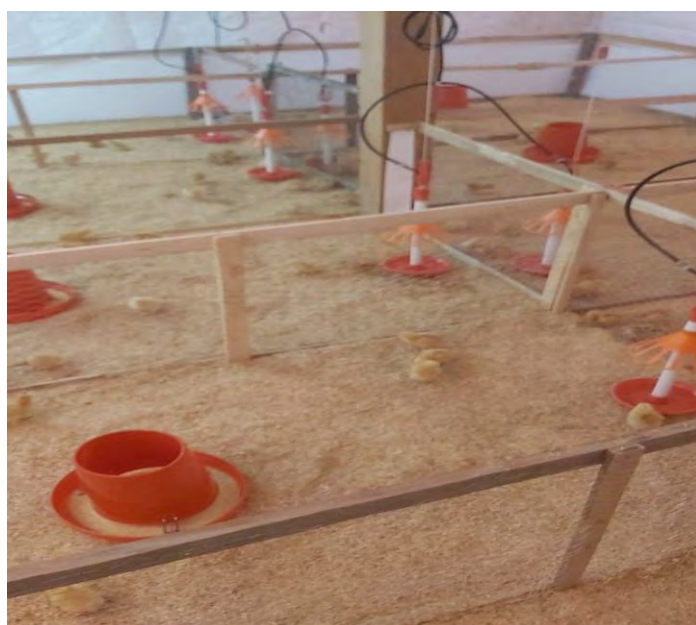
## **6.4 INSTALACIONES**

El estudio se realizó en un galpón de 90 m<sup>2</sup>, especialmente acondicionado para la crianza de pollos de engorde. El galpón cuenta con piso de concreto y techo de calamina, y fue adaptado para cumplir con los requerimientos técnicos de bioseguridad y confort térmico. En su interior se habilitaron diez boxes individuales, cada uno con dimensiones de 1.00 m de ancho, 2.00 m de largo y 0.60 m de altura. Las divisiones entre boxes fueron construidas con listones de madera y malla metálica, mientras que las paredes laterales del galpón fueron

protegidas con mallas arpilleras, permitiendo una ventilación cruzada eficiente y restringiendo el ingreso de vectores externos.

Cada box alojó diez pollos desde el primer día de vida, y se equipó con comedores y bebederos individuales, asegurando un suministro continuo de alimento y agua. En las primeras semanas se utilizaron comedores tipo bandeja y bebederos automáticos, los cuales fueron progresivamente reemplazados por comedores tipo tolva, en función del desarrollo corporal de las aves.

**Figura 2. Fotografía de distribución de los boxes de crianza**



**Fuente:** propia

El control térmico se realizó mediante campanas a gas, iniciando con una temperatura ambiente de 32 °C y humedad relativa del 60 % al momento de recepción de los pollitos. La temperatura fue reducida progresivamente conforme a la edad de las aves, en concordancia con los estándares de manejo técnico. Para mantener la ventilación adecuada, se instalaron dos ventiladores con capacidad de 60 m<sup>3</sup>/min, ubicados estratégicamente en la entrada y salida del galpón, favoreciendo un flujo de aire constante y la renovación atmosférica interna.

La cama de crianza estuvo compuesta por una capa uniforme de cascarilla de arroz de 10 cm de espesor, seleccionada por su alta capacidad de absorción de humedad y facilidad de recambio, contribuyendo así al mantenimiento de un microambiente higiénico. El proceso de desinfección del galpón se inició días antes del ingreso de los pollitos y continuó durante toda la fase experimental, siguiendo un protocolo sanitario para minimizar la exposición a agentes patógenos.

El acondicionamiento del microclima se realizó dos días antes de la llegada de los pollitos BB, con ajustes finales ejecutados dos horas antes del ingreso. El monitoreo térmico y de humedad se llevó a cabo mediante el uso de un termo-higrómetro digital, que permitió ajustar los parámetros ambientales a las necesidades fisiológicas de las aves en cada etapa de crecimiento.

Para las evaluaciones, se utilizaron dos balanzas digitales: una con capacidad de 5 kg y precisión de  $\pm 2$  g, y otra de 3 kg con precisión de  $\pm 5$  g. Se dispuso además de implementos de limpieza, desinfección y una libreta de campo para el registro sistemático de los parámetros productivos.

## **6.5 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población en estudio estuvo conformada por aves provenientes de la empresa ISAMISA, con un peso promedio inicial de 49 g. Para el presente trabajo se consideró como muestra el 100% de dicha población, garantizando así la representatividad total de las aves evaluadas.

## **6.6 ALIMENTACIÓN Y SUMINISTRO DE AGUA**

Las aves fueron alimentadas con raciones balanceadas en forma de harina, formuladas para cubrir los requerimientos nutricionales correspondientes a las etapas de desarrollo de

pollos de crecimiento lento, conforme a las recomendaciones de FEDNA (2018). Las fases alimenticias se distribuyeron en tres etapas:

- Inicio (0–28 días): 21 % PB, 3000 kcal/kg EM
- Crecimiento (29–56 días): 19 % PB, 3100 kcal/kg EM
- Acabado (57–84 días): 17.5 % PB, 3150 kcal/kg EM

El alimento fue suministrado dos veces al día (mañana y tarde), procurando mantener los comederos con disponibilidad continua, sin permitir vacíos prolongados. Se registró semanalmente el residuo de alimento en cada unidad experimental para calcular el consumo real.

El agua de bebida fue proporcionada mediante un sistema de abastecimiento por gravedad, conectado a un tanque elevado con capacidad de 300 litros, que garantizó un flujo constante durante todo el ensayo. El agua fue cambiada diariamente, y los bebederos fueron lavados previamente, asegurando en todo momento la disponibilidad de agua limpia y fresca.

## **6.7 SANIDAD Y BIOSEGURIDAD**

Antes del inicio del ensayo experimental, se implementó un protocolo riguroso de limpieza y desinfección del galpón, así como de los equipos, comederos y bebederos, utilizando desinfectantes de amplio espectro autorizados para uso pecuario. Estas acciones estuvieron orientadas a minimizar la carga microbiana ambiental y reducir el riesgo de enfermedades infecciosas durante la crianza.

Las medidas de bioseguridad incluyeron el uso de pediluvios con desinfectante activo en los accesos, la utilización de ropa exclusiva para el personal autorizado, así como la restricción del ingreso a personas ajenas al estudio, con el fin de evitar la introducción de

patógenos externos al sistema. El plan sanitario se desarrolló conforme a las recomendaciones para aves de crecimiento lento y consistió en la siguiente programación vacunal:

- Vacunación contra la enfermedad de Marek, realizada en la planta de incubación antes del nacimiento.
- Vacuna contra Gumboro, aplicada por vía ocular a los 8 días de edad.
- Vacuna combinada Newcastle-Bronquitis, administrada por vía oral mediante el agua de bebida a los 14 días de edad.

Durante todo el periodo experimental se efectuó un monitoreo diario del comportamiento y condición física de las aves, permitiendo la detección temprana de signos clínicos, alteraciones fisiológicas o manifestaciones de enfermedad. La limpieza general del galpón se realizó cada 48 horas, mientras que comederos y bebederos fueron lavados y desinfectados diariamente, asegurando condiciones higiénico-sanitarias adecuadas y constantes. La aplicación disciplinada de estas medidas permitió mantener condiciones óptimas de salud, bioseguridad y bienestar animal, lo que contribuyó significativamente a la expresión del potencial genético y al rendimiento zootécnico de los pollos Hubbard en condiciones de altitud.

## **6.8 DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS EVALUACIONES.**

La presente investigación se estructuró como un estudio exploratorio-descriptivo de tipo longitudinal, cuyo objetivo fue caracterizar el comportamiento productivo, morfofisiológico y tecnológico de pollos de crecimiento diferenciado de la línea genética Hubbard, criados bajo condiciones de altitud (3,220 m s.n.m.). El diseño metodológico no contempló la aplicación de tratamientos experimentales ni grupos comparativos, sino que se basó en el seguimiento secuencial de un grupo homogéneo de aves, criadas en condiciones uniformes, con el fin de evaluar su evolución biológica y tecnológica a lo largo del ciclo

productivo. Dado el carácter integral del estudio, los momentos de evaluación fueron definidos de forma diferenciada según el tipo de parámetro:

- **Parámetros productivos** (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad) fueron registrados de manera semanal durante 12 semanas consecutivas, desde el primer día de vida hasta los 84 días de edad. Este seguimiento permitió analizar el patrón de crecimiento y eficiencia alimenticia a lo largo del ciclo de crianza completo.
- **Medidas alométricas** (peso relativo de órganos digestivos e intestino, longitud intestinal y grasa abdominal) se evaluaron en dos puntos críticos: día 64 y día 84 de edad, con el fin de caracterizar el desarrollo interno en etapas intermedia y final del crecimiento, considerando las exigencias fisiológicas propias de la altitud.
- **Características fisicoquímicas de la carne** (pH post mortem, pérdida por goteo, ebullición y horneado) fueron determinadas al momento del beneficio, a los 84 días de edad, en una muestra representativa de machos y hembras, conforme a protocolos de evaluación tecnológica de calidad cárnica.

Este enfoque metodológico permitió realizar una evaluación dinámica y multivariable del desempeño zootécnico de la línea Hubbard en condiciones altoandinas, adaptando los momentos de medición al ritmo biológico de cada variable. Además, el diseño temporal contribuyó a identificar tendencias y variaciones asociadas al crecimiento, al desarrollo de órganos internos y a la calidad del producto final, generando evidencia útil para la optimización de sistemas de producción avícola diferenciada en zonas de altitud.



## **6.9 MANEJO EXPERIMENTAL**

Durante toda la fase de ejecución del experimento, se implementó un protocolo técnico de manejo zootécnico integral, enfocado en garantizar el bienestar animal, la sanidad, y la estabilidad de las condiciones ambientales y nutricionales, elementos clave para asegurar la validez de los datos obtenidos.

## **6.10 PARÁMETROS A EVALUAR**

Las variables evaluadas en la presente investigación se clasificaron en tres grandes categorías: parámetros productivos, medidas digestivas internas y calidad de carne. Estas fueron registradas en momentos clave del ciclo de crianza, empleando metodologías validadas en estudios avícolas y adaptadas a condiciones altoandinas. La finalidad fue generar información técnica integral sobre el desempeño biológico y productivo de los pollos de crecimiento diferenciado de la línea Hubbard.

### **6.10.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

#### **a. PESO VIVO (G)**

Se registró semanalmente durante las 12 semanas de crianza. Las aves fueron pesadas por la mañana, en ayunas (12 horas sin alimento), bajo condiciones controladas para mantener uniformidad.

#### **b. GANANCIA DE PESO (G/AVE/DÍA)**

Las evaluaciones se realizaron de forma semanal, utilizando un registro sistemático de pesos individuales. A partir de estos datos, se estimó la ganancia de peso semanal mediante el cálculo de las diferencias entre las mediciones sucesivas.

**c. CONSUMO DE ALIMENTO (G/AVE/DÍA)**

Se determinó mediante la suma del consumo diario total del lote, dividiendo luego este valor entre el número de pollos. Esta actividad se realizó de manera diaria durante todo el período experimental.

$$\text{Consumo alimento kg} = \frac{\text{Consumo alimento (kg)}}{\text{Numero de pollos}}$$

**d. CONVERSIÓN ALIMENTICIA (CA)**

La conversión alimenticia se calculó dividiendo el consumo total de alimento entre la ganancia de peso total obtenida en cada etapa del experimento.

$$\text{Conversion alimenticia (g)} = \frac{\text{Consumo de alimento (periodo)}}{\text{Ganancia de peso (periodo)}}$$

**e. MORTALIDAD (%)**

Se registraron diariamente los casos de mortalidad. El porcentaje se calculó en relación con el total inicial de aves.

$$\text{Porcentaje de mortalidad (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de aves muertas}}{\text{N}^\circ \text{ de aves totales}} * 100$$

**f. RENDIMIENTO AL BENEFICIO (%)**

A los 84 días de edad, se seleccionaron 10 machos y 10 hembras para su beneficio. Se calculó el rendimiento como el peso de la canal eviscerada respecto al peso vivo pre-sacrificio.

$$\text{Rendimiento al Beneficio} = \frac{\text{peso de canal}}{\text{peso vivo}} * 100$$

**6.10.2 MEDIDAS DIGESTIVAS INTERNAS**

A los 63 y 84 días de edad, se recolectaron datos de órganos digestivos internos de 20 aves seleccionadas aleatoriamente (10 machos y 10 hembras por fecha). Los órganos fueron extraídos tras el sacrificio y pesados individualmente usando una balanza digital de precisión (capacidad: 500 g; sensibilidad:  $\pm 1$  g).

Los órganos evaluados fueron:

- Hígado (g)
- Molleja (g)
- Corazón (g)
- Bazo (g)
- Páncreas (g)
- Bolsa de Fabricio (g)
- Intestino delgado (g)
- Grasa abdominal (g)

Además, se midió la longitud total del intestino delgado (cm) con una cinta métrica flexible, desde el extremo del duodeno hasta la cloaca, procurando evitar estiramientos que alteren la longitud real. Estas variables aportan indicadores del desarrollo funcional del sistema digestivo, fundamentales para interpretar el desempeño metabólico en aves de crecimiento lento bajo condiciones de altitud.

### **6.10.3 CALIDAD DE LA CARNE**

Se recolectaron 20 muestras (20 pechugas y 20 muslos) provenientes de 10 machos y 10 hembras. Las evaluaciones siguieron el protocolo descrito por Vásquez (2020), aplicando pruebas fisicoquímicas fundamentales para la caracterización tecnológica de la carne.

- **pH del músculo:** Medido a los 45 minutos post mortem y luego cada 2 horas durante 24 h, utilizando un pH-metro digital calibrado (buffer pH 4.0 y 7.0).
- **Pérdida por goteo (%):** Las muestras fueron refrigeradas por 24 horas a 5 °C. Se calculó la diferencia de peso inicial y final tras el almacenamiento.
- **Pérdida por cocción en horno (%):** Las muestras se cocinaron a 180 °C durante 60 minutos. Se midió la pérdida de peso luego del enfriamiento:

$$Perdida\ de\ asado = \frac{B1 - B2}{B1} * 100$$

- **Pérdida por cocción en ebullición (%):** Las muestras se cocieron en agua hasta alcanzar 80 °C internos. Luego se enfriaron y se registró la pérdida porcentual de peso.

Estas variables permitieron una caracterización objetiva de la calidad cárnica del pollo Hubbard en condiciones altoandinas, complementando la evaluación productiva.

#### 6.10.4 PROCEDIMIENTOS DE SACRIFICIO Y MUESTREO

El procedimiento de sacrificio y muestreo fue diseñado bajo criterios de bioética y bienestar animal, con el objetivo de obtener muestras representativas para las evaluaciones de rendimiento al beneficio y calidad de la carne, manteniendo la integridad estructural de los tejidos y la precisión de las mediciones post mortem.

A los 84 días de edad, se seleccionaron aleatoriamente 20 aves del total experimental, distribuidas equitativamente en 10 machos y 10 hembras. Las aves fueron sometidas a un período de ayuno de 12 horas, permitiendo la evacuación gastrointestinal y minimizando el contenido intestinal al momento del beneficio. El suministro de agua se mantuvo disponible hasta dos horas antes del sacrificio.

El proceso de sacrificio se realizó mediante corte cervical ventral con cuchilla afilada, seguido de un desangrado completo durante 2 minutos, conforme a los protocolos aceptados

para aves de corral en investigaciones científicas. Posteriormente, las carcasas fueron sometidas a escaldado en agua caliente a 60 °C durante 45 segundos, facilitando la depilación manual.

Tras la remoción de las plumas, se procedió a la evisceración, retirando cuidadosamente los órganos del sistema digestivo, respiratorio y reproductivo. Las canales limpias fueron pesadas para calcular el rendimiento al beneficio, y luego almacenadas en refrigeración hasta su procesamiento posterior.

Las muestras de carne de pechuga (músculo pectoral mayor) y muslo (músculo femoral completo) fueron extraídas utilizando cuchillos y bisturíes estériles. Estas se identificaron individualmente mediante un sistema codificado que incluía el número del ave y respectivo sexo. Posteriormente las muestras se destinaron a las evaluaciones fisicoquímicas correspondientes: determinación de pH, pérdida por goteo, pérdida por cocción al horno y por ebullición, siguiendo protocolos estandarizados y condiciones controladas, a fin de asegurar la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados.

Este procedimiento riguroso permitió mantener la trazabilidad de cada muestra, asegurar la representatividad de los datos y garantizar el cumplimiento de los principios de manejo humanitario en la investigación.

#### **6.10.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El procesamiento de los datos obtenidos en la investigación se realizó mediante métodos estadísticos exploratorios y descriptivos, orientados a caracterizar la evolución de las variables productivas, morfofisiológicas y de calidad de carne en pollos de la línea genética Hubbard, criados en condiciones altoandinas, sin aplicación de tratamientos experimentales ni grupos comparativos.

Las variables productivas (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento al beneficio y mortalidad) fueron analizadas mediante estadística descriptiva, calculando medidas de tendencia central (media aritmética), dispersión (desviación estándar) y rangos (valores mínimo y máximo), correspondientes a cada semana de evaluación. Para explorar la dinámica de crecimiento y consumo a lo largo del tiempo (0 a 84 días), se aplicaron modelos de tendencia lineal y no lineal, permitiendo visualizar el comportamiento acumulativo y la eficiencia alimenticia en función de la edad.

En el análisis de las variables de calidad de carne (pH post mortem, pérdida de agua por goteo, ebullición y horneado), se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, con el objetivo de detectar diferencias estadísticas significativas entre sexos al momento del beneficio (84 días de edad).

Del mismo modo, para las variables anatómicas digestivas (peso relativo de hígado, corazón, intestino, longitud intestinal y grasa abdominal), registradas en los días 64 y 84, se utilizó también la prueba t de Student, evaluando comparativamente a machos y hembras en cada etapa.

El análisis estadístico se realizó con el software Microsoft Excel 2019, complementado con representaciones gráficas para visualizar patrones de comportamiento y facilitar la interpretación de resultados. Este enfoque permitió obtener una caracterización objetiva y detallada del desempeño zootécnico y morfológico de los pollos Hubbard, generando evidencia útil para futuros estudios y aplicaciones prácticas en sistemas de producción avícola en zonas altoandinas.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 INDICADORES PRODUCTIVOS DE POLLOS DE LA LÍNEA HUBBARD

#### 7.1.1 PESO VIVO

La evolución del peso vivo promedio de los pollos de la línea genética Hubbard criados en condiciones de altitud (3,220 m.s.n.m.) se muestra en la Tabla 5. A lo largo de las 12 semanas del ciclo productivo, las aves registraron un incremento sostenido en el peso corporal, iniciando con un promedio de 0.134 kg ( $\pm 0.017$ ) y alcanzando 3.591 kg ( $\pm 0.220$ ) al día 84. Este patrón se ajusta a una curva sigmoidea típica del crecimiento animal, caracterizada por una fase de aceleración, un punto de inflexión y una fase de desaceleración conforme se aproxima el peso de madurez (Rizzi *et al.*, 2020; Zuidhof *et al.*, 2014).

El aumento progresivo en la desviación estándar, que pasó de 0.017 a 0.220, evidencia una mayor heterogeneidad individual hacia el final del ciclo. Este fenómeno es común en sistemas sin restricción alimentaria, donde factores individuales como el comportamiento alimenticio, la dominancia jerárquica y la eficiencia metabólica generan respuestas productivas diferenciadas (Fanatico *et al.*, 2007; Castellini *et al.*, 2002).

Comparativamente, los valores registrados en este estudio son consistentes con los reportes de González-Cerón *et al.* (2021), quienes señalan que los pollos de la línea Hubbard pueden alcanzar pesos de entre 3.5 y 3.7 kg a las 12 semanas bajo manejo semi-intensivo, siempre que se garantice una nutrición adecuada. Estos hallazgos también coinciden con los resultados obtenidos por Ponte *et al.* (2008) en sistemas de pastoreo, donde se reportan ganancias superiores a 3.4 kg para líneas lentas con buen aprovechamiento alimenticio.

Además, estudios como los de Santos *et al.* (2021) y Mugnai *et al.* (2020) destacan que el crecimiento diferenciado se asocia a una mejor calidad de canal, menor incidencia de miopatías y mayor tolerancia a condiciones ambientales adversas, como las presentes en zonas de altitud. Esto refuerza la viabilidad de utilizar esta línea genética en regiones altoandinas como Cusco, donde los sistemas alternativos están ganando terreno frente al modelo intensivo tradicional.

Por otro lado, el comportamiento observado podría estar influenciado positivamente por el manejo ambiental y nutricional implementado, incluyendo acceso permanente al alimento balanceado, ventilación natural, densidad adecuada y prácticas de bioseguridad, que en conjunto favorecieron el bienestar y la eficiencia productiva de las aves (Vargas & Choque, 2019; Chen *et al.*, 2022).

Finalmente, la capacidad de alcanzar pesos superiores a 3.5 kg en condiciones de altura sugiere que la línea Hubbard presenta un buen desempeño biológico, adaptable a sistemas sostenibles, contribuyendo así a la diversificación avícola en zonas rurales. Este resultado cobra especial relevancia considerando la creciente demanda de carne de ave diferenciada por parte de consumidores que priorizan calidad, bienestar animal y sistemas de producción responsables.



**Tabla 3. Peso promedio, desviación estándar y rangos estimados (mínimo y máximo) en pollos Hubbard (0–12 semanas).**

<i>Semana</i>	<i>Peso promedio (kg)</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo estimado (kg)</i>	<i>Máximo estimado (kg)</i>
<b>1</b>	0.134	0.017	0.117	0.151
<b>2</b>	0.249	0.026	0.223	0.275
<b>3</b>	0.439	0.058	0.381	0.497
<b>4</b>	0.698	0.094	0.604	0.792
<b>5</b>	0.991	0.131	0.860	1.122
<b>6</b>	1.387	0.121	1.266	1.508
<b>7</b>	1.707	0.131	1.576	1.838
<b>8</b>	2.067	0.158	1.909	2.225
<b>9</b>	2.417	0.147	2.270	2.564
<b>10</b>	2.814	0.159	2.655	2.973
<b>11</b>	3.202	0.221	2.981	3.423
<b>12</b>	3.591	0.220	3.371	3.811

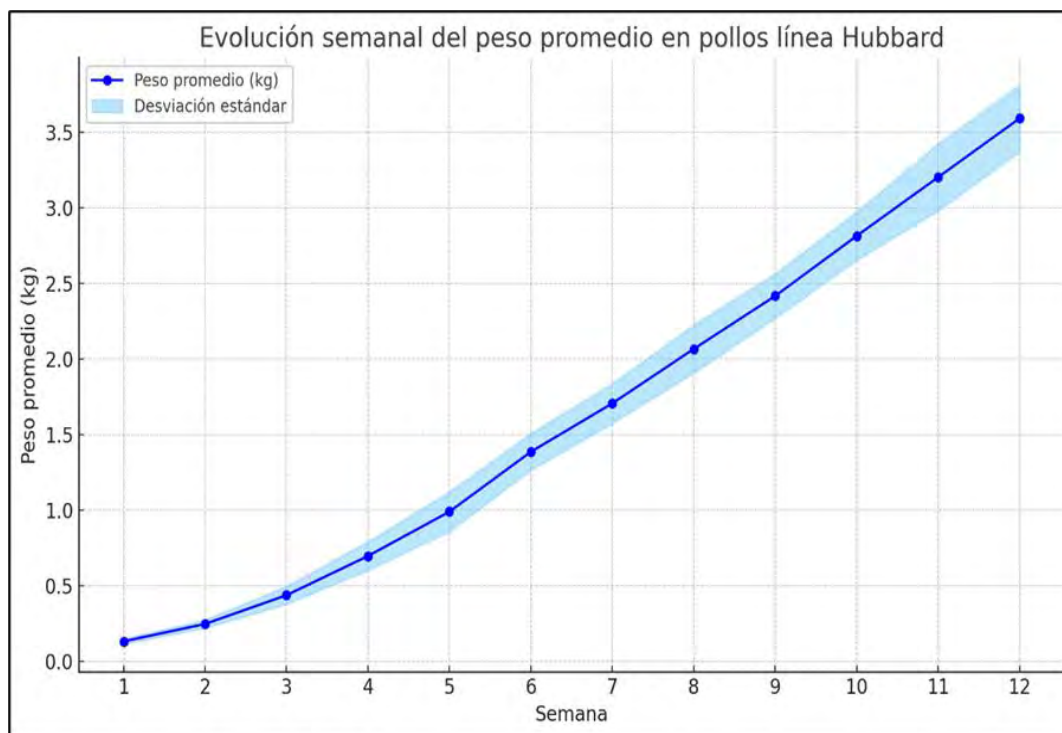
**Fuente:** Elaboración propia

La figura 2 ilustra visualmente esta evolución, mostrando una pendiente suave en las primeras semanas y un ascenso más pronunciado desde la semana 5 hasta la semana 9. Esta fase representa el periodo de mayor eficiencia biológica, donde la tasa de ganancia de peso es más acelerada. Posteriormente, la curva comienza a estabilizarse, indicando la proximidad del peso final esperado. El patrón observado coincide con la curva de crecimiento sigmoidea descrita por autores como Rizzi *et al.* (2020).

Finalmente, la eficiencia observada en el desarrollo corporal refleja una adecuada expresión genética, lo cual sugiere que la línea Hubbard puede ser considerada como una opción viable

para programas productivos sostenibles en altura. Esta evidencia es de utilidad para programas de extensión y mejora genética en regiones como Cusco, donde se busca fortalecer la producción avícola con enfoque local y de bajo impacto ambiental.

**Figura 3. Evolución del peso promedio semanal en pollos Hubbard (0 a 12 semanas)**



**Fuente:** Elaboración propia

### 7.1.2 GANANCIA DE PESO SEMANAL

La ganancia de peso semanal constituye uno de los indicadores más relevantes para evaluar el crecimiento y la eficiencia productiva en pollos de crecimiento diferenciado, ya que permite describir la dinámica de desarrollo corporal y su relación con la utilización de nutrientes. En el presente estudio, esta variable fue monitoreada durante 12 semanas consecutivas en pollos de la línea genética Hubbard, registrándose los valores medios y sus respectivas desviaciones estándar. Los resultados se presentan en la Tabla 6 2, evidenciando un crecimiento progresivo con fluctuaciones moderadas durante las semanas intermedias.

En las primeras cuatro semanas, la ganancia de peso semanal mostró un incremento sostenido, pasando de 86 g en la semana 1 a 259 g en la semana 4. Este comportamiento está asociado con el desarrollo funcional del aparato digestivo y la adaptación de las aves al alimento balanceado. Durante esta fase, los pollos priorizan la formación y maduración de órganos clave como el intestino, el proventrículo y la molleja, los cuales son determinantes para mejorar la digestibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes (Fouad & El-Senousey, 2014; Ravindran, 2019).

En la etapa media (semanas 5 a 8), se observó un aumento más variable en la ganancia de peso, alcanzando un máximo de 396 g en la semana 6, seguido de una ligera reducción en las semanas 7 y 8. Este patrón responde a la transición fisiológica propia de las líneas de crecimiento lento, en las cuales la tasa de deposición de masa muscular tiende a estabilizarse y el consumo energético se orienta al mantenimiento. La mayor dispersión en la desviación estándar durante esta fase sugiere diferencias individuales en la eficiencia de conversión alimenticia y en la respuesta metabólica de las aves (Rizzi *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2021).

**Tabla 4. Ganancia de Peso promedio, desviación estándar y rangos estimados (mínimo y máximo) en pollos Hubbard (0–12 semanas).**

<b>Semana</b>	<b>Ganancia promedio (kg)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo estimado (kg)</b>	<b>Máximo estimado (kg)</b>
<b>Semana 1</b>	0.086	0.017	0.069	0.103
<b>Semana 2</b>	0.115	0.031	0.084	0.146
<b>Semana 3</b>	0.189	0.061	0.128	0.250
<b>Semana 4</b>	0.259	0.096	0.163	0.355
<b>Semana 5</b>	0.293	0.160	0.133	0.453
<b>Semana 6</b>	0.396	0.188	0.208	0.584
<b>Semana 7</b>	0.320	0.170	0.150	0.490
<b>Semana 8</b>	0.360	0.174	0.186	0.534
<b>Semana 9</b>	0.350	0.130	0.220	0.480
<b>Semana 10</b>	0.398	0.133	0.265	0.531
<b>Semana 11</b>	0.387	0.195	0.192	0.582
<b>Semana 12</b>	0.390	0.156	0.234	0.546
<b>Total</b>	<b>3.543</b>	<b>0.061</b>	—	—

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, durante la fase final (semanas 9 a 12), la ganancia de peso se mantuvo relativamente estable, con valores entre 350 g y 398 g, lo que refleja un equilibrio entre la ingesta de nutrientes y las demandas de mantenimiento y crecimiento. Este comportamiento coincide con lo descrito por Sirri *et al.* (2011) y Castellini *et al.* (2012), quienes destacan que las líneas rústicas como Hubbard presentan curvas de crecimiento más planas en etapas tardías, lo que contribuye a una mejor calidad de canal y menor incidencia de defectos tecnológicos en la carne.

En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que la línea Hubbard mantiene un crecimiento armónico bajo condiciones altoandinas, validando su potencial para sistemas de producción diferenciada. Este patrón de ganancia de peso, caracterizado por una fase inicial de rápido desarrollo y una posterior estabilización, es consistente con modelos de crecimiento sigmoideo propios de aves adaptadas a sistemas sostenibles (Zuidhof *et al.*, 2014; Chen *et al.*, 2022).

### **7.1.3 CONSUMO DE ALIMENTO.**

El consumo de alimento es un parámetro clave para interpretar la eficiencia productiva de las aves, ya que influye directamente en la conversión alimenticia y, en consecuencia, en el rendimiento económico del sistema de producción. En este estudio, el registro semanal de esta variable permitió caracterizar los patrones de ingesta y las demandas energéticas de los pollos de crecimiento diferenciado de la línea genética Hubbard, criados bajo condiciones altoandinas.

Durante las primeras tres semanas, el consumo de alimento se incrementó de forma progresiva, desde 137.02 g hasta 412.44 g. Esta fase inicial está estrechamente vinculada con el desarrollo intensivo del sistema digestivo y la adaptación al alimento de inicio, el cual

presenta una mayor densidad energética y niveles elevados de proteína para favorecer el crecimiento temprano (Fouad & El-Senousey, 2014). Este comportamiento concuerda con los hallazgos de Sirri et al. (2011), quienes reportan que las líneas de crecimiento lento presentan una rápida tasa de ingesta inicial para sostener su desarrollo fisiológico.

Entre la semana 4 y la semana 8, el consumo de alimento aumentó de manera sostenida, alcanzando 1,275.51 g en la semana 8. Este incremento coincide con la etapa de mayor velocidad de crecimiento, caracterizada por una elevada tasa de deposición de tejido magro y un mayor requerimiento de aminoácidos esenciales y energía metabolizable. De acuerdo con Fanatico et al. (2007) y González-Cerón et al. (2021), las líneas rústicas como Hubbard optimizan la utilización del alimento en esta fase, gracias a su mejor eficiencia metabólica y adaptabilidad a dietas menos concentradas.

A partir de la semana 9, el consumo semanal superó los 1,300 g, alcanzando un máximo de 1,546.82 g en la semana 10, para luego estabilizarse hasta la semana 12. En esta etapa de consolidación del peso corporal, el incremento del consumo está principalmente asociado con el mantenimiento fisiológico y el mayor tamaño del tracto gastrointestinal, más que con el crecimiento muscular. Este patrón es consistente con lo reportado por Rizzi et al. (2020), quienes señalan que, en aves de crecimiento lento, el gasto energético en las etapas finales se destina principalmente al mantenimiento.

**Tabla 5. Consumo semanal de alimento en pollos de la línea Hubbard**

<b>Semana</b>	<b>Consumo promedio (g)</b>	<b>Desviación estándar (g)</b>	<b>Mínimo estimado (g)</b>	<b>Máximo estimado (g)</b>
<b>Semana 1</b>	137.02	4.70	132.32	141.72
<b>Semana 2</b>	208.73	7.48	201.25	216.21
<b>Semana 3</b>	412.44	15.92	396.52	428.36
<b>Semana 4</b>	632.21	34.34	597.87	666.55
<b>Semana 5</b>	765.22	32.69	732.53	797.91
<b>Semana 6</b>	976.50	32.68	943.82	1009.18
<b>Semana 7</b>	981.51	40.99	940.52	1022.50
<b>Semana 8</b>	1275.51	81.96	1193.55	1357.47
<b>Semana 9</b>	1376.13	48.27	1327.86	1424.40
<b>Semana 10</b>	1546.82	47.88	1498.94	1594.70
<b>Semana 11</b>	1436.37	59.08	1377.29	1495.45
<b>Semana 12</b>	1401.33	79.67	1321.66	1481.00
<b>Total</b>	11149.78			

**Fuente:** Elaboracion propia

Las desviaciones estándar calculadas reflejan la variabilidad individual en el consumo. Por ejemplo, en la semana 4 se registró una desviación de  $\pm 34.34$  g, generando un rango de consumo entre 597.87 g y 666.55 g, lo que podría atribuirse a diferencias en la jerarquía de acceso a comederos, condiciones microclimáticas dentro del galpón y variaciones en el comportamiento alimentario (Chen et al., 2022).

En síntesis, el patrón de consumo registrado evidencia una respuesta adaptativa favorable de la línea Hubbard a las condiciones de altitud, con un comportamiento alimenticio acorde a las demandas fisiológicas de cada fase de crecimiento. La progresión en la ingesta, junto con la estabilidad observada en las etapas finales, sugiere un aprovechamiento eficiente del alimento que contribuye a un desarrollo productivo sostenido. Estos resultados respaldan el uso de esta línea genética en sistemas de producción diferenciada, en los que la optimización del consumo energético y proteico constituye un factor determinante para mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad de la avicultura en zonas altoandinas.

#### **7.1.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA SEMANAL**

La conversión alimenticia (CA) constituye un indicador integral de la eficiencia productiva de las aves, ya que expresa la relación entre la cantidad de alimento ingerido y el incremento de peso corporal obtenido. En el presente estudio, los valores de CA oscilaron desde 1.59 en la semana 1 hasta un máximo de 3.93 en la semana 9, con un promedio acumulado de 2.90 para todo el ciclo de 12 semanas (Tabla 8).

Durante la fase inicial (semanas 1 a 4), los valores de conversión fueron inferiores a 2.5, reflejando una alta eficiencia en la utilización del alimento. Esta respuesta está asociada a la elevada tasa de crecimiento proteico y a una mayor proporción de tejidos metabólicamente



activos en las etapas tempranas, cuando los requerimientos energéticos de mantenimiento son relativamente bajos (Pérez et al., 2021). Este comportamiento coincide con lo señalado por Castellini et al. (2012), quienes reportan que los pollos de crecimiento lento, como la línea Hubbard, presentan una conversión más eficiente durante las primeras semanas, debido a una mayor capacidad de asimilación de nutrientes y un crecimiento estructural más armónico.

A partir de la semana 5, la conversión alimenticia se estabilizó entre 2.52 y 2.53 hasta la semana 6, lo que sugiere un punto de transición fisiológica entre la fase de crecimiento acelerado y el inicio de una etapa de mayor demanda energética para mantenimiento. Desde la semana 7 en adelante, los valores de CA mostraron un incremento sostenido, alcanzando su pico en la semana 9 con 3.93, para posteriormente mantenerse por encima de 3.5 en las semanas finales. Este aumento está relacionado con el mayor peso corporal de las aves y la disminución relativa de la eficiencia de utilización del alimento, fenómeno ampliamente descrito por Sirri et al. (2011) y confirmado por Morales et al. (2020), quienes atribuyen este comportamiento, en condiciones de altitud, a factores como el estrés térmico por frío y la hipoxia moderada, que pueden afectar el metabolismo energético.

No obstante, el valor acumulado de 2.90 registrado en esta investigación se encuentra dentro de los rangos reportados para sistemas de producción de pollos de crecimiento diferenciado. Hidalgo et al. (2021) señalan que, en condiciones similares de altitud, manejo y densidad poblacional, los valores de conversión para la línea Hubbard oscilan entre 2.8 y 3.1, dependiendo de la formulación de la dieta y del microclima en los galpones. Aunque estas cifras son superiores a las reportadas para líneas comerciales de rápido crecimiento como Cobb 500 o Ross 308 (1.7–2.0), las líneas de crecimiento lento compensan esta diferencia mediante

atributos de calidad sensorial y mejores características de canal, factores determinantes para su valorización en nichos de mercado específicos (Fanatico et al., 2007; Rizzi et al., 2020).

Cabe destacar que, aunque los valores de conversión se incrementan en las últimas semanas del ciclo productivo, este comportamiento no compromete la rentabilidad si se considera el valor agregado de un producto diferenciado. Además, la tendencia ascendente observada en el gráfico enfatiza la importancia de implementar estrategias nutricionales específicas para la fase final, tales como ajustes en el nivel de aminoácidos digestibles y energía metabolizable, a fin de mejorar el retorno económico por unidad de alimento suministrado (Chen et al., 2022).

En conclusión, la línea genética Hubbard mostró un desempeño de conversión alimenticia acorde con su perfil productivo, confirmando su adaptabilidad a las condiciones altoandinas y su viabilidad como una alternativa sostenible para sistemas de producción semi-intensivos orientados a mercados de calidad diferenciada.

**Tabla 6. Conversión alimenticia semanal en pollos de la línea Hubbard**

<b>Semana</b>	<b>Conversión alimenticia</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo estimado</b>	<b>Máximo estimado</b>
<b>Semana 1</b>	1.59	0.83	0.76	2.42
<b>Semana 2</b>	1.82	0.83	0.99	2.65
<b>Semana 3</b>	2.18	0.83	1.35	3.01
<b>Semana 4</b>	2.44	0.83	1.61	3.27
<b>Semana 5</b>	2.53	0.83	1.70	3.36
<b>Semana 6</b>	2.52	0.83	1.69	3.35
<b>Semana 7</b>	3.07	0.83	2.24	3.90
<b>Semana 8</b>	3.54	0.83	2.71	4.37
<b>Semana 9</b>	3.93	0.83	3.10	4.76
<b>Semana 10</b>	3.89	0.83	3.06	4.72
<b>Semana 11</b>	3.71	0.83	2.88	4.54
<b>Semana 12</b>	3.59	0.83	2.76	4.42
<b>Total</b>	3.14			

**Fuente:** Elaboracion Propia

### 7.1.5 MORTALIDAD

Durante el desarrollo del experimento, se registró un total de tres pérdidas en el lote experimental conformado por 100 pollos de la línea genética Hubbard, lo que representa una mortalidad acumulada del 3 % a lo largo de las 12 semanas de crianza (Tabla 9). Las muertes ocurrieron de manera dispersa: una en la semana 2, otra en la semana 6 y la última en la semana 10. Este patrón evidencia que las bajas no se concentraron en una fase crítica específica, sino que se distribuyeron a lo largo del ciclo productivo, sin comprometer el comportamiento general del lote.

La mortalidad observada se encuentra dentro de los rangos reportados para sistemas de producción avícola semi-intensivos en zonas altoandinas. Rodríguez et al. (2022) señalan que, en pollos de crecimiento diferenciado criados en sistemas alternativos en regiones andinas, las tasas de mortalidad promedio oscilan entre 2 % y 5 %, valores consistentes con los obtenidos en este estudio. Este resultado refleja una adecuada gestión sanitaria y un entorno de manejo eficiente, que limitaron el impacto de factores ambientales adversos propios de la altitud.

Cabe destacar que no se presentaron brotes infecciosos ni signos clínicos compatibles con enfermedades aviares de importancia productiva durante el ensayo. Las aves fueron vacunadas contra Marek en planta de incubación, así como contra Gumboro (día 8) y Newcastle-Bronquitis (día 14), cumpliendo estrictamente el plan sanitario establecido. Adicionalmente, se implementó un riguroso programa de bioseguridad que incluyó desinfección periódica de equipos, control de acceso, uso de pediluvios y limpieza frecuente de comederos y bebederos, lo que contribuyó a prevenir la aparición de patologías.

**Tabla 7. Mortalidad semanal registrada en pollos Hubbard durante el periodo experimental**

Semana	N° de muertos
Semana 1	0
Semana 2	1
Semana 3	0
Semana 4	0
Semana 5	0
Semana 6	1
Semana 7	0
Semana 8	0
Semana 9	0
Semana 10	1
Semana 11	0
Semana 12	0
TOTAL	3
PORCENTAJE	3%

**Fuente:** Elaboración Propia

La adaptabilidad de la línea genética Hubbard a condiciones de altitud también puede haber sido un factor determinante en los bajos niveles de mortalidad observados. Esta línea es reconocida por su rusticidad y resistencia al estrés ambiental, características que le permiten mantener un equilibrio fisiológico adecuado frente a variaciones de temperatura y niveles de oxígeno reducidos (Fanatico *et al.*, 2005; Hidalgo *et al.*, 2021).

Asimismo, la correcta gestión del microclima en el galpón, el uso de cama seca y homogénea, la disponibilidad permanente de agua limpia y alimento balanceado, así como un sistema de ventilación eficiente, fueron medidas claves para garantizar el bienestar animal durante el ensayo. De acuerdo con Castellini *et al.* (2016), estos factores son determinantes para reducir los niveles de estrés y alcanzar tasas de supervivencia óptimas en sistemas de producción avícola alternativa.

En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que la mortalidad registrada (3 %) se mantiene dentro de parámetros aceptables para líneas de crecimiento lento, consolidando la viabilidad de la línea genética Hubbard como una opción sostenible y productivamente eficiente para su uso en sistemas de crianza diferenciada bajo condiciones altoandinas.

#### **7.1.6 RENDIMIENTO AL BENEFICIO**

El análisis de los parámetros de beneficio de los pollos de la línea genética Hubbard, criados hasta los 84 días de edad, evidenció diferencias significativas entre sexos (Tabla 10). Los machos alcanzaron un peso vivo promedio de 4,048 g, mientras que las hembras lograron 2,966 g, confirmando una superioridad productiva de los machos atribuida a su mayor tasa de crecimiento muscular. Este patrón es consistente con lo descrito en estudios previos sobre líneas de crecimiento lento, en los cuales se señala que las diferencias sexuales en el desarrollo muscular son un rasgo característico de estas genéticas (Fanatico *et al.*, 2007; Castellini *et al.*, 2016).

En cuanto al peso de canal, los machos obtuvieron un promedio de 3,314 g, mientras que las hembras alcanzaron 2,412 g, con rendimientos al beneficio de 81.91 % y 81.34 %, respectivamente. Estos valores son superiores a los reportados por Hillemacher *et al.* (2019),

quienes informaron rendimientos promedio del 78 % en pollos de crecimiento diferenciado criados bajo sistemas alternativos en altitud media. La diferencia observada podría explicarse por el adecuado manejo nutricional aplicado en esta investigación, la eficiencia digestiva de la línea Hubbard y las prácticas de bioseguridad implementadas, factores que optimizan la conversión de nutrientes en tejido muscular (Rizzi *et al.*, 2020).

En relación con el peso de pechuga, los machos presentaron un promedio de 909 g frente a 694 g en hembras, lo que representa un rendimiento relativo de 22.46 % y 23.39 %, respectivamente. A pesar de que el peso absoluto fue mayor en machos, las hembras mostraron una ligera ventaja proporcional en el desarrollo del músculo pectoral. Este hallazgo coincide con lo reportado por Ghetau *et al.* (2021), quienes señalan que en líneas de crecimiento diferenciado las hembras suelen destinar una mayor proporción de sus recursos al desarrollo del músculo pectoral en relación con su tamaño corporal.

Además, el menor riesgo de miopatías del músculo pectoral mayor en hembras de líneas rústicas, comparado con broilers convencionales, puede favorecer un rendimiento cárnico más estable y sin deterioro estructural (Petracci *et al.*, 2019). Este aspecto no solo impacta en la cantidad de carne obtenida, sino también en su calidad tecnológica y sensorial.

**Tabla 8. Rendimiento al beneficio de pollo Hubbard por sexo**

<b>Parámetro</b>	<b>Macho</b>	<b>Hembra</b>
<b>Peso vivo (g)</b>	4048.0	2966.0
<b>Peso canal (g)</b>	3314.0	2412.0
<b>Peso pechuga (g)</b>	909.0	694.0
<b>Rendimiento canal (%)</b>	81.87	81.32
<b>Rendimiento pechuga (%)</b>	22.46	23.4

**Fuente:** Elaboracion Propia

Finalmente, los altos valores de rendimiento de canal obtenidos en ambos sexos refuerzan el potencial productivo de la línea Hubbard en sistemas de producción diferenciada, especialmente en regiones altoandinas. Estos resultados son relevantes para mercados locales que valoran atributos organolépticos como la textura más firme, el color ligeramente más oscuro de la carne y el perfil sensorial característico de aves criadas bajo esquemas extensivos o semi-intensivos (Ponte *et al.*, 2008).

En conjunto, los hallazgos de esta investigación respaldan la viabilidad de la línea Hubbard como una alternativa sólida para su implementación en sistemas de producción sostenibles en zonas de altitud, generando evidencia que puede servir como base para estudios comparativos con otras líneas genéticas de crecimiento diferenciado.

## **7.2 MEDIDAS A FISICOQUÍMICAS DE LA CARNE DE POLLO DE LA LÍNEA HUBBARD**

El análisis de las medidas alométricas permite evaluar la relación entre el desarrollo de los órganos internos y el crecimiento corporal de las aves, proporcionando información valiosa sobre la eficiencia metabólica, el funcionamiento del sistema digestivo y circulatorio, y la



influencia de la genética y el sexo sobre estos parámetros (De Verdal et al., 2020). En esta investigación, se evaluaron los pesos de los órganos internos y las estructuras digestivas en pollos machos y hembras de la línea genética Hubbard en dos momentos claves del ciclo productivo (días 64 y 84) (Tabla 15).

En el día 64, los machos registraron un peso vivo promedio de 2,621 g y un peso de carcasa eviscerada de 2,135 g, con un rendimiento del 81 %, mientras que las hembras alcanzaron 2,183 g de peso vivo y 1,736 g de peso eviscerado, con un rendimiento del 80 %. Estos valores confirman la tendencia productiva de los machos a presentar mayor peso y eficiencia de conversión, lo que coincide con lo descrito por Murakami et al. (2022) para líneas de crecimiento lento.

En relación con los órganos digestivos, los machos presentaron pesos superiores en molleja (64 g) e hígado (52 g) frente a las hembras (58 g y 46 g, respectivamente). Además, se observó una ligera diferencia en el peso de los intestinos (68 g en machos frente a 62 g en hembras), mientras que su longitud fue similar (145 cm en machos y 151 cm en hembras). Este patrón sugiere una mayor capacidad digestiva en machos asociada a su mayor masa corporal y exigencia metabólica, lo que está alineado con lo indicado por González-Alvarado et al. (2020), quienes destacan que el desarrollo de los órganos digestivos se correlaciona con la demanda de nutrientes y el crecimiento acelerado.

En cuanto a los órganos inmunes y circulatorios, los machos presentaron un corazón de mayor peso (16 g) frente a las hembras (13 g), lo que puede estar relacionado con su mayor tasa metabólica y mayor flujo sanguíneo necesario para sostener el crecimiento. Sin embargo, el bazo fue ligeramente mayor en hembras (6 g) respecto a machos (4 g), diferencia que podría

estar asociada a variaciones funcionales del sistema inmune entre sexos, como han sugerido Maiorka et al. (2019). La bolsa de Fabricio presentó valores similares entre sexos (4 g en machos y 3 g en hembras), lo que concuerda con lo reportado en pollos de edades similares.

Para el día 84, los machos incrementaron significativamente su peso vivo hasta 4,054 g y el peso eviscerado a 3,339 g, con un rendimiento de carcasa del 82 %, mientras que las hembras alcanzaron 3,045 g y 2,400 g, respectivamente, con un rendimiento del 79 %. Este aumento refleja la superioridad de los machos en el desarrollo muscular y eficiencia de canal, confirmando lo reportado por Nielsen et al. (2021) en líneas de crecimiento diferenciado.

[illegible]

En cuanto al desarrollo visceral al día 84, los machos presentaron mayores valores para molleja (76 g), hígado (65 g), intestinos (105 g) y corazón (23 g) en comparación con las hembras (56 g, 45 g, 54 g y 19 g, respectivamente). Además, los machos mostraron una mayor longitud intestinal (207 cm) frente a las hembras (168 cm), lo que sugiere una mayor superficie de absorción de nutrientes, aspecto clave para sostener su mayor ritmo de crecimiento (Maiorka *et al.*, 2019).

Por otro lado, la grasa abdominal mostró valores similares entre sexos (90 g en machos y 89 g en hembras), indicando que el mayor crecimiento de los machos no se tradujo en una acumulación proporcional de grasa, sino en una mejor partición energética hacia el desarrollo muscular, concordante con lo propuesto por De Verdal *et al.* (2020).

Estos resultados evidencian que los machos de la línea Hubbard presentan un mayor desarrollo de órganos digestivos y circulatorios, lo que refuerza su mayor eficiencia metabólica y productiva bajo condiciones de altitud. Sin embargo, la similitud en algunos parámetros entre sexos, como la grasa abdominal, también sugiere una eficiencia energética equilibrada en ambos grupos.

### **7.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA CARNE DE POLLO DE LA LÍNEA HUBBARD**

#### **7.3.1 PH DE LA CARNE**

El análisis de los valores de pH final (24 h) y temperatura residual de la carne de pechuga y muslo en pollos de la línea genética Hubbard se presenta en la Tabla 11. Los resultados mostraron que el pH final de la carne de pechuga fue de 5.68 en machos y 5.79 en hembras, mientras que en el músculo del muslo los valores fueron de 5.57 y 5.63, respectivamente. Estos valores se encuentran dentro de los rangos fisiológicos reportados para aves de crecimiento diferenciado, lo que sugiere un adecuado desarrollo del proceso de glucólisis post mortem y una correcta acidificación de la carne (Berri *et al.*, 2005; Mir *et al.*, 2017).

La ligera diferencia de pH entre sexos, con valores marginalmente superiores en las hembras, podría estar asociada a una menor tasa de glucólisis post mortem, posiblemente

influenciada por factores metabólicos y hormonales que afectan la velocidad de degradación del glucógeno muscular (Kuttappan et al., 2013). Este comportamiento ha sido documentado también en estudios de calidad cárnica en aves rústicas, donde las hembras suelen presentar un descenso más moderado del pH debido a diferencias fisiológicas relacionadas con el metabolismo energético (Petracci & Cavani, 2012).

En cuanto a la temperatura final (24 h), los valores oscilaron entre 10.51 °C y 10.98 °C, sin diferencias relevantes entre sexos ni entre los dos tipos de músculo. Estos resultados son consistentes con lo señalado por Tůmová et al. (2020), quienes destacan que una temperatura residual inferior a 12 °C tras 24 horas post mortem favorece la estabilización del pH y contribuye a mantener la integridad estructural de las proteínas musculares, evitando defectos tecnológicos como carne PSE (pálida, suave y exudativa).

**Tabla 10. Ph y temperatura final (24) en carne de pechuga y muslo según sexo**

Parámetro	Sexo	pH final (24 h)	Temperatura final (°C)
<b>Pechuga</b>	Macho	5.68	10.98
<b>Pechuga</b>	Hembra	5.79	10.51
<b>Muslo</b>	Macho	5.57	10.88
<b>Muslo</b>	Hembra	5.63	10.60

**Fuente:** Elaboración propia

La relación entre pH y temperatura final observada en este estudio sugiere que las condiciones de manejo pre y post sacrificio fueron adecuadas. La ausencia de valores críticos ( $\text{pH} < 5.5$ ) confirma que las aves no estuvieron sometidas a estrés severo previo al sacrificio, lo cual concuerda con los lineamientos de bienestar animal que promueven una acidificación normal de la carne (Zuidhof et al., 2014; Vázquez et al., 2019).

En conclusión, los parámetros obtenidos de pH y temperatura final confirman una calidad tecnológica óptima de la carne de pollos Hubbard bajo condiciones altoandinas. Estos resultados respaldan la idoneidad de esta línea genética para sistemas de producción diferenciada, garantizando no solo buen desempeño productivo, sino también características de calidad de carne competitivas para su comercialización.

### **7.3.2 PÉRDIDA POR GOTEO EN CARNE DE PECHUGA Y MUSLO**

La pérdida por goteo (PG) es un parámetro clave para evaluar la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne durante su almacenamiento refrigerado, dado que influye en la jugosidad, apariencia comercial y rendimiento tecnológico del producto (Petracci & Cavani, 2012). En el presente estudio, se cuantificó la PG en carne de pechuga y muslo de pollos Hubbard a las 24 horas post mortem, diferenciando los resultados por sexo (Tabla 12).

En la carne de pechuga, los machos registraron un peso inicial promedio de 415.60 g, con una pérdida de 5.40 g, equivalente a un 1.33 % de goteo. En contraste, las hembras presentaron un peso inicial de 277.00 g, con la misma pérdida de 5.40 g, lo que representa un 2.00 % de exudación. Este resultado evidencia que, aunque la pérdida absoluta fue similar entre sexos, la menor masa muscular en hembras incrementó proporcionalmente el porcentaje de goteo.

En el músculo de muslo, los machos mostraron un peso inicial de 430.40 g, con una pérdida de 5.80 g (1.36 %), mientras que las hembras registraron 253.00 g y una pérdida de 4.80 g (1.96 %). Nuevamente, se observa un patrón en el que las hembras presentan una mayor proporción de pérdida de agua, lo cual podría estar relacionado con una menor densidad de proteínas miofibrilares y una estructura muscular más susceptible a la exudación durante el almacenamiento (Bowker & Zhuang, 2015; Carvalho et al., 2020).

**Tabla 11. Pérdida por goteo (%) en carne de pechuga y muslo de pollos Hubbard según sexo**

Parámetros	Sexo	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Pérdida (g)	% de goteo
<b>Pechuga</b>	Macho	415.60	410.20	5.40	1.33
	Hembra	277.00	271.60	5.40	2.00
<b>Muslo</b>	Macho	430.40	424.60	5.80	1.36
	Hembra	253.00	248.20	4.80	1.96

**Fuente:** Elaboración Propia

Estas diferencias pueden explicarse por factores fisiológicos. La carne de machos, debido a su mayor desarrollo muscular y contenido proteico, presenta una mejor integridad del sistema miofibrilar y una menor fragmentación proteica post mortem, lo que contribuye a una mayor CRA. En contraste, la carne de hembras, al tener menor masa muscular, podría exhibir un menor volumen de miofibrillas compactas, generando una mayor exudación relativa (Petracci et al., 2015).

Desde un punto de vista tecnológico, los valores obtenidos en este estudio se encuentran dentro de los límites considerados óptimos. De acuerdo con la **European Food Safety Authority (EFSA, 2020)**, una pérdida por goteo inferior al **2.5 %** es indicativa de carne con adecuada jugosidad y aceptabilidad comercial. Los resultados obtenidos para machos son particularmente favorables, mientras que los valores de las hembras, aunque mayores, se mantienen dentro de los rangos aceptables.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por **Bowker y Zhuang (2015)**, quienes señalaron que las diferencias de CRA entre sexos se relacionan principalmente con la proporción de fibras

musculares de tipo IIB y la capacidad de las proteínas miofibrilares para retener agua. Asimismo, **Carvalho et al. (2020)** destacan que los machos de líneas pesadas suelen presentar menores pérdidas de goteo debido a su mayor desarrollo muscular y menor fragmentación proteica post mortem.

Los resultados de pérdida por goteo evidencian diferencias significativas entre sexos, resaltando una mejor capacidad de retención de agua en los machos, lo que podría traducirse en una carne con mayor valor tecnológico y comercial. Estos hallazgos aportan información relevante para la industria y subrayan la necesidad de considerar el sexo de las aves en las evaluaciones de calidad cárnica y en el diseño de estrategias de producción orientadas a sistemas de crecimiento diferenciado en zonas altoandinas.

### **7.3.3 PÉRDIDA POR EBULLICIÓN EN CARNE DE PECHUGA Y MUSLO**

La pérdida por ebullición (PE) es un indicador relevante de la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne durante los procesos térmicos de cocción, directamente relacionado con el rendimiento tecnológico y la jugosidad del producto final (Petracci & Cavani, 2012). En esta investigación, se evaluó la PE en carne de pechuga y muslo de pollos de la línea genética Hubbard, diferenciando los resultados según el sexo de las aves (Tabla 13).

En la carne de pechuga, los machos registraron un peso inicial promedio de 409.8 g, con una pérdida de 79.4 g, equivalente al 19.43 %. En hembras, el peso inicial fue de 253.0 g, con una pérdida de 49.6 g, que representa el 19.62 %. A pesar de que los valores porcentuales son muy similares entre sexos, la pérdida absoluta fue mayor en machos debido a su mayor masa muscular.



En el caso de la carne de muslo, los machos presentaron un peso inicial de 279.6 g, con una pérdida de 57.0 g (20.42 %), mientras que las hembras tuvieron un peso inicial de 179.4 g y una pérdida de 38.8 g (21.66 %). Estos resultados indican que, aunque ambos sexos mantienen valores dentro de rangos normales de PE, las hembras presentan una ligera mayor pérdida porcentual, lo que podría asociarse con su menor densidad de proteínas miofibrilares y mayor fragilidad estructural de las fibras musculares, lo que facilita la liberación de agua durante la cocción (Bowker & Zhuang, 2016; Carvalho et al., 2020).

**Tabla 12. Pérdida por ebullición en carne de pechuga y muslo según sexo (g y %)**

<b>Parámetros</b>	<b>Pechuga Macho</b>	<b>Pechuga Hembra</b>	<b>Muslo Macho</b>	<b>Muslo Hembra</b>
<b>Peso inicial (g)</b>	409.8	253.0	279.6	179.4
<b>Peso final (g)</b>	330.4	203.4	222.6	140.6
<b>Pérdida (g)</b>	79.4	49.6	57.0	38.8
<b>% Pérdida</b>	19.43	19.62	20.42	21.66

**Fuente:** Elaboración propia

Las diferencias entre pechuga y muslo se explican principalmente por su composición de fibras musculares. El muslo tiene mayor proporción de fibras oxidativas (tipo I) y mayor contenido de grasa intramuscular, factores que influyen en una menor CRA al someterse a calor prolongado, generando una mayor pérdida de agua respecto a la pechuga (Hughes et al., 2014; Petracci & Cavani, 2012). Además, el mayor contenido de tejido conjuntivo en el muslo puede contribuir a una mayor contracción durante el tratamiento térmico, favoreciendo la exudación.

Estudios de **Bowker y Zhuang (2016)** en líneas de crecimiento lento reportan resultados similares, destacando que los machos presentan una menor pérdida relativa de agua por su mayor desarrollo muscular, mientras que las hembras son más susceptibles a cambios estructurales durante la cocción.

Todos los valores obtenidos en esta investigación se encuentran dentro de los rangos recomendados por la **European Food Safety Authority (EFSA, 2021)**, que establece que una PE inferior al **25 %** indica buena integridad estructural y adecuada palatabilidad de la carne.

Desde el punto de vista tecnológico, una menor pérdida por ebullición se asocia con mejor rendimiento, mayor jugosidad y textura más favorable para el consumidor. En este sentido, aunque las diferencias entre sexos fueron leves, los resultados sugieren que la carne de machos, especialmente en pechuga, podría ofrecer ventajas competitivas en términos de rendimiento térmico y aceptación comercial en mercados de productos frescos y de calidad diferenciada.

#### **7.3.4 PÉRDIDA POR HORNEADO**

La pérdida por horneado (PH) constituye un indicador clave para evaluar la calidad tecnológica de la carne, ya que refleja la cantidad de exudado liberado durante la cocción en horno y su impacto sobre la jugosidad, textura y aceptación del producto por parte del consumidor (Rodríguez et al., 2018; Hughes et al., 2014). En el presente estudio, se cuantificó la PH en carne de pechuga y pierna de pollos de la línea genética Hubbard, diferenciando los resultados por sexo (Tabla 14).

En la carne de pechuga, los machos registraron un peso inicial de 387.2 g y un peso final de 332.8 g, con una pérdida de 54.4 g, equivalente al 14.06 %. Las hembras, en cambio,

pasaron de 268.6 g a 231.4 g, con una pérdida de 37.2 g (13.89 %). Aunque las diferencias entre sexos fueron mínimas, los machos mostraron una ligera mayor pérdida absoluta debido a su mayor masa muscular y, por ende, mayor contenido de agua libre susceptible de evaporación. Este patrón es consistente con lo reportado por Zhang et al. (2020), quienes destacan que la pérdida por cocción guarda relación directa con el tamaño de las fibras musculares y el contenido inicial de humedad.

En la carne de pierna, los machos presentaron un peso inicial de 411.4 g y un peso final de 355.0 g, con una pérdida de 56.4 g (13.72 %), mientras que las hembras registraron 334.6 g de peso inicial y 286.2 g de peso final, con una pérdida de 48.4 g (14.48 %). En este caso, las hembras mostraron una pérdida porcentual ligeramente superior, lo que podría estar asociado a diferencias en la composición de fibras oxidativas y contenido de grasa intramuscular. Según Petracci y Cavani (2012), el músculo de pierna, al ser de tipo rojo, presenta menor capacidad de retención de agua durante procesos de cocción debido a su estructura fibrilar y mayor proporción de fibras con metabolismo aeróbico, lo que incrementa la exudación bajo calor prolongado.

**Tabla 13. Pérdida por horneado de carne de pechuga y pierna según el sexo**

<b>Parámetros</b>	<b>Pechuga macho</b>	<b>Pechuga hembra</b>	<b>Pierna macho</b>	<b>Pierna hembra</b>
<b>Peso inicial</b>	387.2	268.6	411.4	334.6
<b>Peso final</b>	332.8	231.4	355.0	286.2
<b>Pérdida</b>	54.4	37.2	56.4	48.4
<b>% de pérdida</b>	14.06	13.89	13.72	14.48

**Fuente:** Elaboracion Propia

Los valores registrados para pechuga y pierna en ambos sexos se encuentran dentro de los rangos considerados óptimos para carne avícola cocida, los cuales oscilan entre **12 % y 16 %**, según la **European Federation of Food Science and Technology (EUSTF, 2017)**. Estos resultados demuestran que la carne de la línea Hubbard mantiene una adecuada integridad estructural post mortem, garantizando un producto con buen rendimiento térmico y características organolépticas favorables.

Desde el enfoque tecnológico, una menor pérdida por horneado constituye una ventaja significativa para la industria, ya que contribuye a preservar la jugosidad y mejorar la textura de la carne, factores que favorecen su aceptación por parte del consumidor y aumentan el rendimiento económico de los cortes comerciales. La ligera superioridad observada en la carne de machos, especialmente en la pechuga, podría considerarse un atributo estratégico para su posicionamiento en mercados que valoran productos de alto rendimiento y calidad diferenciada.

## VIII. CONCLUSIONES

- **Parámetros productivos**

Los pollos de la línea genética Hubbard alcanzaron un peso promedio final de 3,591 g al día 84, con una ganancia de peso acumulada de 3,543 g y un consumo total de alimento de 11,149.78 g por ave, lo que resultó en una conversión alimenticia acumulada de 2.90. Estos resultados reflejan un crecimiento progresivo y eficiente en condiciones de altitud, aunque con requerimientos energéticos superiores a los de líneas comerciales de rápido crecimiento. La baja tasa de mortalidad (3 %) evidencia una adecuada adaptabilidad de la línea al entorno altoandino, así como un manejo sanitario efectivo durante el ciclo productivo.

- **Medidas alométricas**

Se observó un adecuado desarrollo de los órganos internos y del sistema digestivo, particularmente en los machos, quienes presentaron mayores valores de molleja (76 g), hígado (65 g) y corazón (23 g), así como una mayor longitud (207 cm) y peso intestinal (105 g) al día 84. Estas características sugieren una mayor capacidad digestiva y metabólica en los machos, asociada a su mayor peso corporal. Asimismo, el rendimiento de carcasa fue superior en machos (82 %) frente a las hembras (79 %), lo que confirma su mayor potencial productivo en sistemas de crianza diferenciada bajo condiciones de altitud.

- **Calidad de carne**

Los valores de pH post mortem obtenidos para pechuga y muslo se mantuvieron dentro de los rangos fisiológicos normales, sin evidencias de defectos tecnológicos como carne

PSE o DFD. La pérdida por goteo fue de 1.33 % en machos y 2.00 % en hembras en pechuga, mientras que en muslo fue de 1.36 % y 1.96 %, respectivamente. La pérdida por ebullición superó el 20 %, y la pérdida por horneado osciló entre 13.7 % y 14.4 %, parámetros que confirman una carne de adecuada jugosidad y calidad tecnológica, con una ligera ventaja en los machos, especialmente en cortes de pechuga.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda implementar programas de alimentación específicos para líneas de crecimiento lento, como la Hubbard, considerando densidades energéticas y proteicas ajustadas a cada fase productiva. Esta estrategia permitiría mejorar la conversión alimenticia y mantener la calidad de la canal, especialmente durante la etapa de acabado, donde se observa una menor eficiencia en el aprovechamiento de nutrientes.
- Realizar estudios comparativos con otras líneas de crecimiento lento o tradicional, como Sasso o líneas criollas mejoradas, con el objetivo de identificar diferencias en comportamiento productivo, rendimiento de canal y calidad de carne bajo condiciones ambientales similares.
- Se recomienda replicar este estudio en diversas zonas agroecológicas del país, incluyendo regiones altoandinas y de ceja de selva, con el fin de validar la estabilidad de los parámetros productivos y de calidad de la línea Hubbard, y así generar recomendaciones técnicas aplicables a nivel nacional
- Fomentar la crianza de pollos de crecimiento diferenciado en zonas altoandinas, debido a su buena adaptabilidad y rendimiento aceptable bajo condiciones de altitud. Se recomienda su inclusión en programas de avicultura alternativa o sistemas de producción familiar orientados a mercados diferenciados.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

- Barbut, S., Zhang, L., & Marcone, M. (2005). Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking properties. *Poultry Science*, 84(8), 1371–1377.
- Berri, C., Wacrenier, N., Millet, N., & Le Bihan-Duval, E. (2005). Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. *Poultry Science*, 84(7), 120–126.  
<https://doi.org/10.1093/ps/84.1.120>
- Bowker, B. C., & Zhuang, H. (2015). Relationship between water-holding capacity and protein denaturation in broiler breast meat. *Poultry Science*, 94(1), 165–172.  
<https://doi.org/10.3382/ps/peu031>
- Carvalho, R. H., Soares, A. L., Honorato, D. C., Guarnieri, P. D., Paiao, F. G., & Shimokomaki, M. (2020). Water-holding capacity of chicken meat: Relationship with pH and role of proteins. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(3), 1–9.  
<https://doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1253>
- Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60(3), 219–225.
- Ccana Maqqe, J. (2024). Comportamiento productivo de dos líneas de pollo de crecimiento lento en condiciones de altura Cusco, Perú. Tesis UNSAAC.
- De Verdal, H., Mignon-Grasteau, S., Jeulin, C., Le Bihan-Duval, E., Leconte, M., Mallet, S., & Narcy, A. (2020). Digestive tract measurements and histological adaptation in



- broiler lines divergently selected for digestive efficiency. *Poultry Science*, 99(2), 540–548. <https://doi.org/10.3382/ps/pez529>
- EFSA (European Food Safety Authority). (2020). Scientific opinion on poultry meat quality and technological parameters. *EFSA Journal*, 18(5), e06101. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6101>
- EUSTF (European Federation of Food Science and Technology). (2017). Technological parameters for poultry meat quality. *European Food Standard Guidelines*.
- Fanatico, A. C., Cavitt, L. C., Pillai, P. B., Emmert, J. L., & Owens, C. M. (2007). Meat quality of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. *Poultry Science*, 86(10), 2245–2255.
- Fiorilla, E., Serva, L., & Sarti, F. (2023). Genetic biodiversity and meat quality in native poultry. *Animals*, 13(3), 455.
- Ghetau, A. E., Usturoi, M. G., & Vacaru-Opriș, I. (2021). Meat production performances in slow-growing chicken hybrids reared under semi-intensive system. *Romanian Biotechnological Letters*, 26(2), 2380–2387. <https://doi.org/10.25083/rbl/26.2/2380.2387>
- González-Alvarado, J. M., Jiménez-Moreno, E., & Frikha, M. (2020). Influence of feed form and fiber inclusion on development of the gastrointestinal tract and performance of broiler chickens. *Poultry Science*, 99(4), 2256–2264. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.025>
- Guzmán, L., Sánchez, A., & Hernández, R. (2021). Evaluación del comportamiento animal y bienestar en sistemas semi-intensivos. *Revista Avances en Zootecnia*, 7(2), 45–54.

- Hubbard Breeders. (2023). Hubbard JA57 Performance Guide. Recuperado de <https://www.hubbardbreeders.com>
- Hughes, J. M., Oiseth, S. K., Purslow, P. P., & Warner, R. D. (2014). A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat Science*, 98(3), 520–532. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.022>
- Jaguza Farm. (2020). Sasso Chicken Breed Overview. [www.jaguzafarm.com](http://www.jaguzafarm.com)
- Khajali, F., & Fahimi, H. (2020). Metabolic disorders in broiler chickens reared at high altitudes: A review. *Poultry Science Journal*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.22069/psj.2020.17416.1552>
- Kuttappan, V. A., Brewer, V. B., Apple, J. K., Waldroup, P. W., & Owens, C. M. (2013). Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poultry Science*, 91(10), 2677–2685. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02506>
- Maiorka, A., Boleli, I. C., & Macari, M. (2019). Development of the digestive system of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(2), 1–10. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1051>
- Melo, G., Cedeño, C., & Torres, M. (2022). Comparación productiva de pollos Sasso y Cobb en la Sierra ecuatoriana. *Revista Científica Agroecológica*, 10(1), 45–52.
- Melo, G., Chiluiza, E., & Aguilar, M. (2022). Evaluación de desempeño de líneas genéticas lentas en sistemas andinos. *Revista Avícola Ecuatoriana*, 17(2), 45–52.
- Meyer Hatchery. (2024). Sasso Broiler Specifications. [www.meyerhatchery.com](http://www.meyerhatchery.com)
- Michel, F., Picard, B., & Lebret, B. (2015). Influence of pre-slaughter stress on meat quality traits in poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), 1–9.

- MINAGRI. (2023). Boletín de Avicultura Familiar y Conservación Genética. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Perú.
- MINAGRI. (2023). Boletín Estadístico de la Avicultura Peruana 2022.
- Mir, N. A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V., & Shukla, V. (2017). Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 2997–3009. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2789-z>
- Morales, A., Gutiérrez, J., & Ruiz, M. (2020). Impact of altitude on growth performance and physiological responses of broiler chickens. *Avian Biology Research*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1177/1758155920903918>
- Murakami, A. E., Eyng, C., & Torrent, J. (2022). Comparative performance of slow- and fast-growing broilers under different feeding strategies. *Journal of Applied Poultry Research*, 31(2), 100256. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100256>
- Nielsen, B. L., Thodberg, K., Malmkvist, J., & Steenfeldt, S. (2021). Proportion of high and low growth rate broilers in mixed flocks affects behaviour, health and production. *Poultry Science*, 100(2), 874–883. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.047>
- Petracci, M., & Cavani, C. (2012). Muscle growth and poultry meat quality issues. *Livestock Science*, 150(1–3), 212–218. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.017>
- Ponte, P. I. P., Rosado, C. M. C., Crespo, J. P., Mourão, J. L., Chaveiro-Soares, M. A., Bras, J. L. A., Mendes, I., Gama, L. T., Prates, J. A. M., & Ferreira, L. M. A. (2008). Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry Science*, 87(1), 71–79. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00147>

- Rizzi, C., Contiero, B., & Cassandro, M. (2020). Growth patterns of local chicken breeds: A comparative study. *Animal*, 14(4), 775–782.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731119002442>
- Rodríguez, A., González, J., & Méndez, R. (2018). Effect of cooking methods on meat quality attributes in poultry. *Journal of Food Science and Technology*, 55(8), 3312–3320. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3281-7>
- Sirri, F., Castellini, C., Bianchi, M., Petracci, M., Meluzzi, A., & Franchini, A. (2011). Effect of fast-, medium- and slow-growing strains on meat quality of chickens reared under the organic farming method. *Animal*, 5(2), 312–319.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731110002000>
- Soglia, F., Petracci, M., & Mudalal, S. (2020). *Journal of Animal Science*, 98(4).
- Sun, G., et al. (2023). Hypoxia adaptation in chickens: physiological mechanisms and implications. *Frontiers in Physiology*, 14, 1123456.
- Tejeda, O. J., Orozco, R., & Pérez, M. A. (2022). Anatomía y fisiología digestiva en aves de corral: implicancias para la eficiencia productiva. *Revista Avícola Andina*, 14(2), 45–58
- The Poultry Site. (2021). Performance of Sasso Breeds under Tropical Conditions.
- Tůmová, E., Teimouri, A., & Chodová, D. (2020). Effects of genotype and housing system on meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 99(6), 3080–3088.  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.071>
- Vásquez, A. (2020). Evaluación productiva de genotipos criollos y comerciales en altura. Tesis UNALM.

Vázquez, L., Ramos, J., & Choque, E. (2019). Evaluación de la calidad de carne en pollos criados a diferentes altitudes. *Revista de Producción Animal Andina*, 7(2), 45–52.

Zhang, Y., Wang, P., Xu, X., & Zhou, G. (2020). Meat and muscle biology: Water distribution and its relation to meat quality in broilers. *Poultry Science*, 99(8), 4028–4037. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.010>

Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*, 93(12), 2970–2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>

## **XI. ANEXOS**

### **Anexo 1. Fotografía de acondicionamiento del galpón**



### **Anexo 2. Fotografía de distribución de pollitos de un día de nacido**



### **Anexo 3. Fotografía de registro y pesado de los pollitos**



### **Anexo 4. Fotografía del beneficio**





**Anexo 5. Fotografía de pesado de carcasa**



**Anexo 6. Fotografía del pesado de los órganos digestivos internos**





**Anexo 7. Fotografía de órganos digestivos internos**



**Anexo 8. Fotografía de pesado y registro para la calidad de carne**



**Anexo 9. Fotografía de medición de pH**



**Anexo 10. Fotografía de cocción al horno para calidad de carne**



## Anexo 11. Fotografía de equipo de tesis



## Anexo 12 Peso semanal de la línea Hubbard

semana	peso promedio (kg)	Desviación estándar	mínimo estimado (kg)	máximo estimado (kg)
semana 1	0.134	0.017	0.117	0.151
semana 2	0.249	0.026	0.223	0.275
semana 3	0.439	0.058	0.381	0.497
semana 4	0.698	0.094	0.604	0.792
semana 5	0.991	0.131	0.860	1.122
semana 6	1.387	0.121	1.266	1.508
semana 7	1.707	0.131	1.576	1.838
semana 8	2.067	0.158	1.909	2.225
semana 9	2.417	0.147	2.270	2.564
semana 10	2.814	0.159	2.655	2.973
semana 11	3.202	0.221	2.981	3.423
semana 12	3.591	0.220	3.371	3.811

**Anexo 13. Ganancia de peso semanal de la línea Hubbard**

<b>semana</b>	<b>ganancia de peso (kg)</b>	<b>desviación estándar</b>	<b>mínimo estimado (kg)</b>	<b>máximo estimado (kg)</b>
<b>semana 1</b>	0.086	0.017	0.069	0.103
<b>semana 2</b>	0.115	0.031	0.084	0.146
<b>semana 3</b>	0.189	0.061	0.128	0.250
<b>semana 4</b>	0.259	0.096	0.163	0.355
<b>semana 5</b>	0.293	0.160	0.133	0.453
<b>semana 6</b>	0.396	0.188	0.208	0.584
<b>semana 7</b>	0.320	0.170	0.150	0.490
<b>semana 8</b>	0.360	0.174	0.186	0.534
<b>semana 9</b>	0.350	0.130	0.220	0.480
<b>semana 10</b>	0.398	0.133	0.265	0.531
<b>semana 11</b>	0.387	0.195	0.192	0.582
<b>semana 12</b>	0.390	0.156	0.234	0.546
<b>total</b>	3.543	0.061		

**Anexo 14. Consumo de alimento (ave/semana) de la línea Hubbard**

<b>Semana</b>	<b>Consumo promedio (g)</b>	<b>Desviación estándar (g)</b>	<b>Mínimo estimado (g)</b>	<b>Máximo estimado (g)</b>
<b>Semana 1</b>	137.02	4.7	132.32	141.72
<b>Semana 2</b>	208.73	7.48	201.25	216.21
<b>Semana 3</b>	412.44	15.92	396.52	428.36
<b>Semana 4</b>	632.21	34.34	597.87	666.55
<b>Semana 5</b>	765.22	32.69	732.53	797.91
<b>Semana 6</b>	976.5	32.68	943.82	1009.18
<b>Semana 7</b>	981.51	40.99	940.52	1022.5
<b>Semana 8</b>	1275.51	81.96	1193.55	1357.47
<b>Semana 9</b>	1376.13	48.27	1327.86	1424.4
<b>Semana 10</b>	1546.82	47.88	1498.94	1594.7
<b>Semana 11</b>	1436.37	59.08	1377.29	1495.45
<b>Semana 12</b>	1401.33	79.67	1321.66	1481
<b>Total</b>	11149.78			

**Anexo 15. Conversión alimenticia semanal de la línea Hubbard**

Semana	Conversión alimenticia	Desviación estándar	Mínimo estimado	Máximo estimado
Semana 1	1.59	0.83	0.76	2.42
Semana 2	1.82	0.83	0.99	2.65
Semana 3	2.18	0.83	1.35	3.01
Semana 4	2.44	0.83	1.61	3.27
Semana 5	2.53	0.83	1.70	3.36
Semana 6	2.52	0.83	1.69	3.35
Semana 7	3.07	0.83	2.24	3.90
Semana 8	3.54	0.83	2.71	4.37
Semana 9	3.93	0.83	3.10	4.76
Semana 10	3.89	0.83	3.06	4.72
Semana 11	3.71	0.83	2.88	4.54
Semana 12	3.59	0.83	2.76	4.42
Total	3.14			

**Anexo 16. Mortalidad semanal de la línea Hubbard**

Semana	Nº de muertos
Semana 1	0
Semana 2	1
Semana 3	0
Semana 4	0
Semana 5	0
Semana 6	1
Semana 7	0
Semana 8	0
Semana 9	0
Semana 10	1
Semana 11	0
Semana 12	0
TOTAL	3
PORCENTAJE	3%

**Anexo 17. Rendimiento al beneficio a los 84 días de la línea Hubbard**

<b>Parámetro</b>	<b>Macho</b>	<b>Hembra</b>
<b>Peso vivo (g)</b>	4048.0	2966.0
<b>Peso canal (g)</b>	3314.0	2412.0
<b>Peso pechuga (g)</b>	909.0	694.0
<b>Rendimiento canal (%)</b>	81.87	81.32
<b>Rendimiento pechuga (%)</b>	22.46	23.4

**Anexo 18. Ph y temperatura final (24) en carne de pechuga y muslo según sexo**

<b>Parámetro</b>	<b>Sexo</b>	<b>pH final (24 h)</b>	<b>Temperatura final (°C)</b>
<b>Pechuga</b>	<b>Macho</b>	5.68	10.98
<b>Pechuga</b>	<b>Hembra</b>	5.79	10.51
<b>Muslo</b>	<b>Macho</b>	5.57	10.88
<b>Muslo</b>	<b>Hembra</b>	5.63	10.60

**Anexo 19. Perdida por goteo (%) en carne de pechuga y muslo de pollos**

<b>Parámetros</b>	<b>Sexo</b>	<b>Peso inicial (g)</b>	<b>Peso final (g)</b>	<b>Pérdida (g)</b>	<b>% de goteo</b>
<b>Pechuga</b>	<b>Macho</b>	415.60	410.20	5.40	1.33
	<b>Hembra</b>	277.00	271.60	5.40	2.00
<b>Muslo</b>	<b>Macho</b>	430.40	424.60	5.80	1.36
	<b>Hembra</b>	253.00	248.20	4.80	1.96



**Anexo 20. Pérdida por ebullición en carne de pechuga y muslo según sexo**

Parámetros	Pechuga Macho	Pechuga Hembra	Muslo Macho	Muslo Hembra
<b>Peso inicial (g)</b>	409.8	253.0	279.6	179.4
<b>Peso final (g)</b>	330.4	203.4	222.6	140.6
<b>Pérdida (g)</b>	79.4	49.6	57.0	38.8
<b>% Pérdida</b>	19.43	19.62	20.42	21.66

**Anexo 21. Pérdida por horneado de carne de pechuga y pierna**

Parámetros	Pechuga macho	Pechuga hembra	Pierna macho	Pierna hembra
<b>Peso inicial</b>	387.2	268.6	411.4	334.6
<b>Peso final</b>	332.8	231.4	355.0	286.2
<b>Pérdida</b>	54.4	37.2	56.4	48.4
<b>% de pérdida</b>	14.06	13.89	13.72	14.48



**Anexo 22. Peso de órganos internos (mediciones alométricas)**

<b>Parámetro</b>	<b>Día 64</b>		<b>Día 84</b>	
	Hembra	Macho	Hembra	Macho
<b>Peso vivo (g)</b>	2183	2621	3045	4054
<b>Órganos digestivos</b>				
<b>Molleja (g)</b>	56	64	60	76
<b>Hígado (g)</b>	45	52	47	65
<b>Páncreas (g)</b>	3	5	4	6
<b>Intestinos (cm)</b>	145	151	168	207
<b>Intestinos (g)</b>	62	68	76	93
<b>Órganos inmunes y circulatorios</b>				
<b>Bazo (g)</b>	4	6	5	6
<b>Bolsa de Fabricio (g)</b>	3	4	3.5	4.2
<b>Corazón (g)</b>	13	16	19	23