

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TESIS**

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ALMIDÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN  
LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS**

**PRESENTADA POR:**

Br. JOSUE CORONADO QUISPE

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

**ASESORES:**

ING. ZOOT. MGT. JESÚS CAMERO DE LA  
CUBA

ING. ZOOT. DAVID LUCIANO CASTRO  
CÁCERES

**CUSCO - PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ALMIDÓN DE PAPA (Solanum tuberosum) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS.

presentado por: JOSUE CORONADO GUIPE con DNI Nro.: 45395688 presentado por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGROPECUARIO.

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de 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 se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 18 de Marzo de 2025

Firma

Post firma JESUS CAMERO DE LA CUBA

Nro. de DNI 42705425

ORCID del Asesor 0000-0002-5575-0292

ORCID del Asesor: 0000-0002-1755-4523

Nro. de DNI 23836881

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:440464699

# JOSUE CORONADO QUISPE

## EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ALMIDÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PARRILLER

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:440464699

Fecha de entrega

18 mar 2025, 11:06 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

18 mar 2025, 11:50 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

REDACCION JOSUE CORONADO.pdf

Tamaño de archivo

1.8 MB

85 Páginas

19.778 Palabras

104.988 Caracteres

# 9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

## Exclusions

- ▶ 250 Excluded Matches

---

## Top Sources

- 8%  Internet sources
- 2%  Publications
- 7%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags

### 1 Integrity Flag for Review

-  **Hidden Text**  
45 suspect characters on 25 pages  
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## **DEDICATORIA**

Principalmente, agradezco la realización de este logro a Dios, por llenarme de vida, darme salud y colmarme de la fortaleza necesaria para continuar, a pesar de cada obstáculo encontrado. A Jesús, por ser la inspiración que brinda luz a mi existir.

También, dedico este trabajo con profundo amor a mis amados padres, Herminio Coronado Zamora y Anita Quispe Acosta. Gracias por su amor infinito; la vida no me alcanzará para agradecer su entrega. Gracias por ser un ejemplo de superación, sacrificio, humildad, fe y amor.

A mis hermanas, Miriam Coronado Quispe y Rocío Coronado Quispe, mi eterno agradecimiento por su apoyo incondicional, por ser mis amigas y por estar siempre a mi lado en todas las situaciones.

A mi prima, Margot Coronado Salazar, agradezco por estar siempre presente con sus buenos consejos y por ser mi soporte en los momentos difíciles.

## AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a mi creador celestial, Dios, quien siempre está conmigo.

También, mi profundo agradecimiento:

A mi casa de estudios, por permitirme desarrollar este proceso formativo en sus aulas y brindarme todos sus conocimientos.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, quienes transmitieron excelentes aprendizajes y grandiosas vivencias para mi formación profesional como Ingeniero Agropecuario.

Asimismo, expreso mi profundo agradecimiento al Ing. Zoot. David L. Castro Cáceres, al M.Sc. Juan Moscoso y al Ing. Zoot. Mgt. Jesús Camero de la Cuba, quienes brindaron su invaluable apoyo en la elaboración de esta tesis académica; sus asesorías y orientaciones precisas fueron fundamentales para consolidar este trabajo.

A la estimada Ing. Zoot. M.Sc. Gardenia Tupayachi Solórzano, profesional de gran conocimiento y calidad humana, agradezco especialmente por su guía en cada momento de duda, mostrándome el camino hacia la culminación de esta tesis. ¡Gracias, Ingeniera!

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO.....	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1. Objetivos.....	3
2.1.1. Objetivo general.....	3
2.1.2. Objetivos específicos.....	3
2.2. Justificación.....	3
III. HIPÓTESIS.....	5
3.1.1. Hipótesis general.....	5
3.1.2. Hipótesis específicas.....	5
IV. MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL.....	6
4.1. Antecedentes de la investigación.....	6

4.1.1.	Antecedentes internacionales .....	6
4.1.2.	Antecedentes nacionales.....	8
4.2.	Bases teóricas.....	10
4.2.1.	Importancia de la alimentación en avicultura.....	10
4.2.2.	Anatomía del sistema digestivo del pollo.....	11
4.2.3.	Enzimas y secreciones digestivas .....	12
4.2.4.	Factores que afectan la digestión.....	12
4.2.5.	Alimentación de pollos Broilers .....	13
4.2.6.	Principios nutritivos.....	14
4.2.7.	Almidón de papa.....	15
4.3.	Bases conceptuales.....	19
4.3.1.	Pollos parrilleros.....	19
4.3.2.	Parámetros productivos en pollos.....	19
4.3.3.	Merito económico.....	21
4.3.4.	Etapas de crecimiento y acabado.....	21
V.	METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
5.1.	Lugar del experimento .....	23
5.2.	Materiales.....	23
5.2.1.	Equipos de trabajo .....	23
5.2.2.	Material de trabajo.....	23
5.3.	Enfoque de la investigación .....	24
5.4.	Tipo de investigación.....	24
5.5.	Material biológico.....	24
5.6.	Instalaciones.....	25
5.7.	Tratamientos .....	25

5.8.	Preparación de dietas experimentales .....	25
5.9.	VARIABLES EN ESTUDIO .....	27
5.9.1.	Variable independiente .....	27
5.9.2.	VARIABLES DEPENDIENTES .....	27
5.9.3.	Evaluaciones .....	27
5.10.	ANÁLISIS DE DATOS .....	28
5.10.1.	Diseño de la investigación y comparación de medias .....	28
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	30
6.1.	Indicadores zootécnicos el rendimiento productivo de los pollos en las etapas de crecimiento y acabado .....	30
6.1.1.	Peso vivo .....	30
6.1.2.	Ganancia de peso .....	31
6.1.3.	Consumo de alimento .....	32
6.1.4.	Conversión alimenticia .....	35
6.2.	Prueba de normalidad y homocedasticidad .....	38
6.3.	ANÁLISIS DE VARIANZA Y COMPARACIÓN DE MEDIAS .....	39
6.3.1.	Peso vivo .....	39
6.3.2.	Ganancia de peso .....	43
6.3.3.	Consumo de alimento .....	45
6.3.4.	Conversión alimenticia .....	49
6.4.	Merito económico .....	52
VII.	CONCLUSIONES.....	54
VIII.	RECOMENDACIONES.....	55
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
X.	ANEXOS.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Requerimiento nutricional del pollo broiler .....	13
<b>Tabla 2.</b> Comparación con otros tipos de almidones .....	17
<b>Tabla 3.</b> Dieta experimental para la etapa de crecimiento.....	26
<b>Tabla 4.</b> Contenido nutricional de las dietas de estudio .....	26
<b>Tabla 5.</b> Peso vivo ( $\bar{x}\pm D.S$ ) por etapas de crianza (g/pollo).....	30
<b>Tabla 6.</b> Ganancia de peso vivo ( $\bar{x}\pm D.S$ ) por etapa de crianza (g/pollo).....	31
<b>Tabla 7.</b> Consumo de alimento por tratamiento y etapas de crianza (g/pollo) .....	33
<b>Tabla 8.</b> Conversión alimenticia por etapa de crianza .....	36
<b>Tabla 9.</b> Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el peso vivo del pollo .....	38
<b>Tabla 10.</b> Prueba de homocedasticidad de los datos para el peso vivo del pollo .....	38
<b>Tabla 11.</b> Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para la ganancia de peso.....	39
<b>Tabla 12.</b> Prueba de homocedasticidad para la ganancia de peso .....	39
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza del peso inicial .....	40
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Duncan para peso inicial.....	40
<b>Tabla 15.</b> Análisis de Varianza para el peso a los 42 días.....	40
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Duncan para el peso a los 42 días.....	41
<b>Tabla 17.</b> Análisis de Varianza para el peso a los 49 días.....	41
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Duncan para peso a los 49 días.....	41
<b>Tabla 19.</b> Análisis de Varianza para el peso a los 56 días.....	42
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Duncan para peso a los 56 días.....	42
<b>Tabla 21.</b> Análisis de Varianza para ganancia de peso a los 42 días.....	43
<b>Tabla 22.</b> Prueba de Duncan para ganancia de peso a los 42 días.....	43
<b>Tabla 23.</b> Análisis de Varianza para ganancia de peso a los 49 días.....	44
<b>Tabla 24.</b> Prueba de Duncan para ganancia de peso a los 49 días.....	44

<b>Tabla 25.</b> Análisis de varianza para ganancia de peso a los 56 días.....	44
<b>Tabla 26.</b> Prueba de Duncan para ganancia de peso a los 56 días.....	45
<b>Tabla 27.</b> Análisis de varianza para consumo de alimento a los 42 días.....	45
<b>Tabla 28.</b> Prueba de Duncan para consumo de alimento a los 42 días.....	45
<b>Tabla 29.</b> Análisis de varianza para consumo de alimento a los 49 días.....	46
<b>Tabla 30.</b> Prueba de Duncan para consumo de alimento a los 49 días.....	46
<b>Tabla 31.</b> Análisis de Varianza para consumo de alimento a los 56 días.....	47
<b>Tabla 32.</b> Prueba de Duncan para consumo de alimento a los 56 días.....	47
<b>Tabla 33.</b> Análisis de varianza para consumo de alimento total.....	48
<b>Tabla 34.</b> Prueba de Duncan para consumo de alimento total.....	48
<b>Tabla 35.</b> Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 42 días.....	49
<b>Tabla 36.</b> Prueba de Duncan para conversión alimenticia a los 42 días.....	49
<b>Tabla 37.</b> Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 49 días.....	49
<b>Tabla 38.</b> Prueba de Duncan para conversión alimenticia a los 49 días.....	50
<b>Tabla 39.</b> Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 56 días.....	50
<b>Tabla 40.</b> Prueba de Duncan para conversión alimenticia a los 56 días.....	51
<b>Tabla 41.</b> Análisis de varianza para conversión total .....	51
<b>Tabla 42</b> Prueba de Duncan para conversión total .....	51
<b>Tabla 43.</b> Evaluación del mérito económico de los tratamientos .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Anatomía digestiva del pollo .....	11
<b>Figura 2.</b> Esquema del diseño de la investigación.....	24
<b>Figura 3.</b> Consumo semanal de materia seca por tratamiento (g/pollo) .....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Pesos semanales por tratamiento y repetición (g/pollo) .....	61
<b>Anexo 2.</b> Promedio de ganancia por tratamientos y repeticiones (g/pollo) .....	65
<b>Anexo 3.</b> Conversión alimenticia por tratamiento y repetición.....	66
<b>Anexo 4.</b> Consumo de alimento semanal por tratamiento y repetición (g/pollo).....	66
<b>Anexo 5.</b> Preparación del galpón .....	67
<b>Anexo 6.</b> Instalación de comederos y beberos .....	67
<b>Anexo 7.</b> Instalación de comederos y beberos .....	68
<b>Anexo 8.</b> Distribución de las pozas de crianza.....	69
<b>Anexo 9.</b> Sacrificio de pollos para evaluar el rendimiento de carcasa .....	69
<b>Anexo 10.</b> Evaluación de carcasas de pollos del trabajo experimental.....	70
<b>Anexo 11.</b> Control de peso semanal.....	70
<b>Anexo 12.</b> Evaluación de pollos por cada tratamiento experimental .....	71

## RESUMEN

El estudio plantea evaluar el efecto de la inclusión de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) en la alimentación de pollos parrilleros criados en condiciones de altura a 3,216 msnm, en la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNSAAC. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de almidón de papa sobre los parámetros productivos en pollos parrilleros en las etapas de crecimiento y acabado. Se emplearon un total de 160 pollos machos de la línea Cobb 500, con un día de nacidos, distribuidos al azar en 4 tratamientos (T1: 0% de almidón de papa, T2: 5% de almidón de papa, T3: 10% de almidón de papa, T4: 15% de almidón de papa), con 4 repeticiones de 10 pollos cada una. El periodo de evaluación fue de 56 días, dividido en las etapas de 42, 49 y 56 días, evaluándose las variables de crecimiento y acabado. Los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticas significativas en el peso final y la conversión alimenticia entre los tratamientos. La mayor ganancia de peso se obtuvo con el T2 (5%), con 1,806.50 g; el mayor consumo de alimento se registró con el T4 (15%), con 4,060.00 g. El mayor mérito económico se alcanzó con el T2 (5%), con un 34.42% y un ingreso por pollo de S/ 5.89. Se concluyó que la inclusión de almidón de papa es conveniente como alimento alternativo para la nutrición de los pollos en condiciones de altura.

**Palabras clave:** almidón de papa, condiciones de altura, conversión alimenticia, pollos broilers.

## ABSTRACT

The study aims to evaluate the effect of including potato starch (*Solanum tuberosum*) in the feeding of broiler chickens raised in high altitude conditions at 3,216 meters above sea level, at the Faculty of Agronomy and Zootechnics of the UNSAAC. The objective of the research was to evaluate the effect of the inclusion of potato starch on the productive parameters in broiler chickens in the growth and finishing stages. A total of 160 male chickens of the Cobb 500 line, one day old, randomly distributed in 4 treatments (T1: 0% potato starch, T2: 5% potato starch, T3: 10% potato starch) were used. potato starch, T4: 15% potato starch), with 4 repetitions of 10 chickens each. The evaluation period was 56 days, divided into stages of 42, 49 and 56 days, evaluating the growth and finishing variables. The results obtained did not show significant statistical differences in final weight and feed conversion between treatments. The greatest weight gain was obtained with T2 (5%), with 1,806.50 g; The highest food consumption was recorded with T4 (15%), with 4,060.00 g. The highest economic merit was achieved with T2 (5%), with 34.42% and an income per chicken of S/ 5.89. It was concluded that the inclusion of potato starch is convenient as an alternative food for the nutrition of chickens in high altitude conditions.

**Keywords:** potato starch, high altitude conditions, feed conversion, broilers.

## INTRODUCCIÓN

La Asociación Peruana de Avicultura (2018) sostiene que en el país, el consumo de pollo por habitante se registra en una cantidad de 45.2 kilogramos anuales. Esta cifra seguirá incrementándose, según las proyecciones para los siguientes años, debido al crecimiento poblacional y al acceso a estas carnes en todos los sectores sociales. Se ha determinado, entonces, que la mayor fuente de proteínas de los peruanos proviene del pollo de engorde, lo cual podría deberse a su accesibilidad y costo monetario en el mercado en comparación con otros tipos de carne. Esto ha incentivado su demanda en muchas personas, resultando en una alta producción y la aparición de nuevos productores en las regiones del Perú.

Dentro de estos insumos, el más importante es el maíz, el cual también se utiliza en la industria alimentaria, lo que genera una escasez en determinadas épocas del año y un aumento en el precio, desestabilizando la producción avícola. Para compensar esta problemática, se deben identificar nuevos ingredientes alimenticios que puedan sustituir el maíz, de forma parcial o total, sin generar efectos adversos en la eficiencia de los parámetros productivos. En este contexto, se destaca que los principales ingredientes para la formulación de los complementos alimenticios de las aves, entre los cuales se mencionan el maíz, la torta de soya y la harina de pescado, no satisfacen la demanda de la producción avícola nacional. Esto implica una búsqueda de fuentes alimenticias no tradicionales, siendo las harinas de yuca una alternativa empleada (López & Santos, 1989), así como los camotes (Ravindran & Sivakanesan, 1996; González, 1997) y las harinas de papa (Hulan, 1982).

Por tal motivo, la presente investigación tiene como finalidad generar información sobre el uso del almidón de papa como alternativa alimentaria en la dieta de pollos parrilleros (pollos broilers), como una opción para sustituir el maíz parcialmente, siendo este un insumo de mayor aporte energético. Esto servirá para aminorar los precios del proceso productivo en los periodos de escasez de maíz, cuando los costos se elevan; de este modo, se generará una

alternativa para los productores de la región, ya que en la misma se cuenta con numerosas zonas de producción de papa, de la cual se puede obtener la base principal para la elaboración de las mencionadas dietas.

## **I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

### **1.1. Identificación del problema objeto de investigación**

La industria avícola peruana ha experimentado un crecimiento sostenido, aumentando la demanda de maíz para la alimentación de pollos de engorde. Sin embargo, la producción nacional de maíz no es suficiente para cubrir esta demanda, generando un déficit en el mercado interno que ha llevado a un incremento de las importaciones de este grano. Este escenario plantea varios problemas, ya que las empresas avícolas nacionales deben competir en un mercado global, donde la demanda de maíz es elevada, lo que aumenta los costos de producción y afecta la competitividad del sector avícola nacional. Esta dependencia de importaciones vulnera al sector frente a fluctuaciones de precios y disponibilidad en el mercado internacional, limitando la sostenibilidad a largo plazo (INEI, 2023).

Frente a este contexto, surge la necesidad de buscar alternativas locales al maíz para la alimentación de los pollos, que reduzcan la dependencia externa y aporten a la economía nacional. Una alternativa prometedora es la harina de papa, un recurso abundante en Perú debido a la alta producción de papa en ciertas épocas del año. Durante las temporadas de sobreproducción, el precio de la papa disminuye significativamente, y en algunos casos, el exceso de oferta lleva a que los agricultores tengan que descartar parte de su cosecha al no contar con suficientes canales de venta. Esto presenta una oportunidad para transformar la papa en harina y utilizarla como insumo en la alimentación animal.

El uso de la harina de papa como sustituto parcial o total del maíz podría ser una estrategia viable que beneficiaría tanto a los productores avícolas como a los agricultores dedicados al cultivo de papa. Esta propuesta permitiría aprovechar un recurso nacional, reducir costos en la alimentación de pollos y brindar una solución sostenible al problema de sobreoferta de papa.

## **1.2. Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de la inclusión de almidón de papa sobre los parámetros productivos en pollos parrilleros en las etapas de crecimiento y acabado?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ✓ ¿Cómo se verá afectada la eficiencia de los pollos en las etapas de crecimiento y acabado sobre los parámetros productivos?
- ✓ ¿Cuál es el nivel óptimo de inclusión de almidón de papa al 5%, 10% y 15% en relación con los parámetros productivos de los pollos en las etapas de crecimiento y acabado?
- ✓ ¿Cuál es el mérito económico óptimo al incluir almidón de papa en la alimentación de los pollos durante las etapas de crecimiento y acabado, considerando su impacto en los parámetros productivos?

## **II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1. Objetivos**

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

Evaluar el efecto de la inclusión de almidón de papa sobre los parámetros productivos en pollos parrilleros en las etapas crecimiento y acabado.

#### **2.1.2. Objetivos específicos**

- ✓ Evaluar la eficiencia de los pollos en las etapas de crecimiento y acabado sobre los parámetros productivos.
- ✓ Determinar el nivel óptimo de inclusión de almidón de papa al 5%, 10% y 15% en relación con los parámetros productivos de los pollos en las etapas de crecimiento y acabado.
- ✓ Determinar el mérito económico óptimo al incluir almidón de papa en la alimentación de los pollos durante las etapas de crecimiento y acabado, considerando su impacto en los parámetros productivos.

### **2.2. Justificación**

La sociedad actual requiere innovaciones en el ámbito alimenticio de los animales, buscando nuevas opciones de aplicabilidad con el fin de reducir costos. La escasez de fuentes energéticas, como el maíz, ha impulsado la búsqueda de alternativas. En ese sentido, el uso de tubérculos como la papa (*Solanum tuberosum*) se vuelve una opción viable, ya que algunos estudios han demostrado que el almidón de papa puede reemplazar en cierta medida al maíz en la alimentación de los pollos de corral, sin alterar sus estándares de productividad ni las características organolépticas de la carne (Sultana et al., 2016).

La papa representa un alimento cuya naturaleza y composición pueden ser empleadas para fortalecer la dieta tanto de humanos como de animales. Anualmente, en ciertos periodos de alta producción, la papa es un producto que a menudo se desperdicia y hasta se desecha por

los campesinos debido a la elevada oferta y la insuficiente demanda en el mercado, lo que repercute en su baja cotización. Por lo tanto, utilizar la papa para complementar la alimentación de aves se presenta como una alternativa viable. Implementar nuevas bases de materia prima para la fabricación de componentes alimenticios para pollos, utilizando el almidón de papa, puede fortalecer la productividad en el sector avícola, logrando calidad y elevados rendimientos en lapsos de tiempo cortos y a bajos costos (Sultana et al., 2016).

Los nutrientes en las dietas avícolas están compuestos en su mayor parte por almidón, siendo este grupo de componentes el más importante. Las dietas avícolas pueden contener hasta un 50% de almidón en base a materia seca, ya que este constituye la mayor fuente de energía. Las aves tienen una alta capacidad para digerir almidón y una limitada absorción de grasas, especialmente en aves jóvenes (Klasing, 2005). El empleo de productos alternativos como el almidón de papa servirá como una fuente de energía en las dietas, generando una opción innovadora y satisfactoria para los avicultores que practican esta actividad a nivel micro y macro en la región de Cusco.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1.1. Hipótesis general**

La inclusión de almidón de papa en la dieta de pollos parrilleros en las etapas de crecimiento y acabado tiene un efecto positivo en los parámetros productivos.

#### **3.1.2. Hipótesis específicas**

- ✓ La inclusión de almidón de papa en la dieta de los pollos en las etapas de crecimiento y acabado mejora la eficiencia productiva en comparación con dietas sin almidón de papa.
- ✓ Existe un nivel óptimo de inclusión de almidón de papa entre el 5%, 10%, y 15% que maximiza los parámetros productivos de los pollos en las etapas de crecimiento y acabado.
- ✓ La inclusión de almidón de papa en la alimentación de los pollos durante las etapas de crecimiento y acabado mejorará los parámetros productivos, resultando en un mérito económico óptimo en términos de reducción de costos.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes de la investigación

#### 4.1.1. Antecedentes internacionales

Kpanja et al. (2019) en su investigación titulada "Proximate composition, anti-nutritional factors and the effect of Irish potato (*Solanum tuberosum L.*) peels on the performance and carcass characteristics of broiler chickens", tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de cáscaras de papa en la dieta de pollos de engorde sobre su crecimiento y características de la canal. Este estudio, realizado en Nigeria, incluyó a 180 pollos alimentados con distintos niveles de cáscaras de papa secas (0%, 5%, 10%, 15%). La metodología empleada fue un diseño completamente aleatorizado, midiendo la ingesta de alimento y el peso corporal de los animales. Los resultados indicaron que la inclusión de hasta un 15% de cáscara de papa no afecta el crecimiento ni la composición de la canal y contribuye a reducir los costos de alimentación.

Hoyos (2017) en su investigación titulada Evaluación del rendimiento productivo en pollos de engorde utilizando papa china (*Colocasia esculenta*) en raciones de finalización, tuvo como objetivo general evaluar el impacto de la inclusión de harina de papa china en el rendimiento de pollos en etapa de engorde. La investigación se realizó en la Finca La Ceiba, en el municipio de Argelia, Cauca, Colombia. Utilizando un enfoque experimental, la metodología consistió en alimentar 80 pollos Cobb 500 desde su primer día con concentrado comercial y luego dividirlos, a los 23 días, en cuatro grupos con diferentes niveles de inclusión de harina de papa china (0%, 25%, 50% y 75%). Los resultados numéricos indicaron que, a los 42 días, el grupo con 75% de inclusión de papa china presentó un peso final promedio de 2500 gramos, similar al grupo control de alimento comercial (2535 gramos). Se concluyó que la harina de papa china podría reemplazar parcialmente el concentrado comercial sin afectar significativamente el rendimiento, contribuyendo a reducir

los costos de producción en zonas donde esta planta es abundante y de bajo costo.

Adami et al. (2016) en su investigación titulada "Effects of replacement of corn with potato (*Solanum tuberosum L.*) tuber meal in broiler chicken diets", tuvo como objetivo evaluar el impacto del reemplazo de maíz con harina de papa en la dieta sobre el rendimiento de crecimiento y la digestibilidad en pollos parrilleros. Este estudio, realizado en Irán, asignó a 360 pollos de un día de edad a seis dietas experimentales con distintos niveles de sustitución de maíz por harina de papa. La metodología empleada fue un diseño experimental en el cual se midieron parámetros de crecimiento, conversión alimenticia y digestibilidad. Los resultados mostraron que el reemplazo de hasta un 40% de maíz por harina de papa no afectó significativamente el crecimiento ni la conversión alimenticia; sin embargo, con un 50% de sustitución, se observó una reducción en la digestibilidad de proteínas ( $p < 0.05$ ). En conclusión, se determinó que la harina de papa puede sustituir hasta un 40% del maíz en la dieta de los pollos sin efectos adversos.

Landa (2014) en su investigación titulada, Evaluación de tres niveles de almidón de papa en la alimentación de pollos parrilleros. El objetivo de esta investigación fue establecer el nivel óptimo de inclusión de almidón de papa en la dieta de pollos de engorde para maximizar su rendimiento productivo y evaluar la rentabilidad económica. La investigación se desarrolló en Picaihua, Ambato, Ecuador. La metodología consistió en un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos: 0%, 5%, 10% y 15% de almidón de papa, cada uno con tres repeticiones y un total de 120 pollos. Los resultados mostraron que el tratamiento con 15% de almidón de papa alcanzó una mayor ganancia de peso, con 570,55 g a los 35 días y 2.373,83 g a los 56 días, y una conversión alimenticia de 1,83 a los 35 días y 2,39 a los 56 días. La conclusión fue que el nivel de inclusión del 15% es óptimo para mejorar el rendimiento de los pollos sin afectar su salud y con un beneficio económico favorable.

#### **4.1.2. Antecedentes nacionales**

Espinoza (2023) realizó su investigación titulada, evaluación económica-nutritiva de un alimento destinado a pollos Broiler usando harina mixta a base de coproductos de pescado Bonito y cáscara de papa Unica. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la viabilidad económica y el valor nutricional de una mezcla de harinas de subproductos de pescado y papa en la alimentación de pollos Broiler. La investigación se llevó a cabo en Arequipa, Perú, y se desarrolló en cuatro etapas: producción de harina de subproductos, formulación del alimento, evaluación nutricional en pollos y análisis económico. La metodología incluyó el uso de cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de la mezcla de harinas en el alimento (15%, 30%, 45% y control sin mezcla). Se utilizó un diseño aleatorizado con 40 pollos Broiler divididos en grupos para comparar con un control de alimento comercial. Los resultados indicaron que el uso de hasta un 45% de la mezcla no afectó significativamente el peso final de los pollos, manteniendo un peso promedio de 2236.6 g en el grupo control y 2168.1 g en el tratamiento con 45% de inclusión. Además, la inclusión de esta mezcla redujo el costo del alimento en un 60%, de 3 soles a 1.20 soles por kilogramo. La conclusión fue que la mezcla de coproductos es una alternativa económica viable para la alimentación de pollos sin comprometer su crecimiento.

Vilcapoma (2017) realizó un proceso de evaluación de la productividad y economía del uso de tres tipos de harina de papa como alimento de pollos Broilers en Huancayo. Este procedimiento tuvo lugar en la Granja Agropecuaria Yauris, que pertenece a la UNCP, cuya localización es el área de Pio Pata, distrito de Tambo, Junín, que registra una altitud de aproximadamente 3,250 msnm. El propósito de la investigación fue elaborar un análisis comprensivo de cómo la harina de papa puede incidir en la productividad de la avicultura, al hacer uso de la incorporación de su harina, cuyos valores fueron: T1, con un aditivo de 30%; T2, cuyo agregado fue de 40%; T3, que propuso una inclusión de 50%; y T0, que fue el

ensayo testigo. Vale aclarar que solamente fueron añadidos alimentos comerciales dentro de sus momentos de crecimiento y acabado. El procesamiento estadístico e interpretación de los datos del estudio se desarrolló por un diseño al azar. El análisis implementado fue de mérito económico de los tratamientos. Entre los resultados se obtuvo que la harina de papa contenía un 11.4% de proteínas, 18.78% de materia seca y 3,146 kcal/kg. Asimismo, se estableció una  $p < 0.01$ , lo que permitió establecer que existe una relación significativa entre tratamientos y a las pruebas de Dunnet de T0 y T1, las cuales tuvieron similitud, siendo T0 mayor a las T2 y T3; y a su vez teniendo similitud con T1, T2 y T3. En conclusión, se determinó que, en cuanto al mérito económico, este era efectivo en un 40%, puesto que permitió lograr un resultado con similitud al testigo, cuyo enfoque también permitió minimizar costos por conceptos de alimentos de los pollos Broilers.

Custodio (2016) en trabajo de investigación “Efecto de la inclusión de harina de papa (*Solanum tuberosum*) en dietas de pollos de engorde sobre los parámetros productivos y económicos”. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de diferentes niveles de inclusión de harina de papa en la dieta de pollos de engorde sobre su rendimiento productivo y rentabilidad económica. Realizada en el Fundo UPAO en Trujillo, Perú, la investigación utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con 200 pollos de la línea Cobb 500, distribuidos en cuatro tratamientos (0%, 10%, 20% y 30% de inclusión de harina de papa) y cinco repeticiones. Los resultados revelaron que hasta el 10% de inclusión de harina de papa en la dieta no afectó significativamente la ganancia de peso, el consumo de alimento ni la conversión alimenticia. Sin embargo, niveles de inclusión superiores disminuyeron la rentabilidad debido al aumento de los costos del alimento. Concluyeron que la harina de papa puede ser utilizada hasta un 10% en dietas de pollos de engorde sin comprometer los índices productivos ni económicos.

Lascano & Mejía (2007) en un estudio realizado en la región Tacna, donde se llevó a cabo

una investigación sobre la sustitución de la harina de maíz por harina de papa como fuente energética para la alimentación de cuyes durante los periodos de levante y acabado. En este estudio se evaluaron cinco niveles de sustitución: 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Los resultados destacaron que la harina de papa puede reemplazar al 100% la harina de maíz en el proceso de cría y producción de cuyes. De manera específica, se concluyó que durante el periodo de acabado, que abarca de los 61 a los 75 días, se puede utilizar hasta un 100% de harina de papa, mientras que, en el periodo de 76 a 90 días, es recomendable aplicar solo un 75% de sustitución.

## **4.2. Bases teóricas**

### **4.2.1. Importancia de la alimentación en avicultura**

La alimentación es fundamental en la avicultura, ya que impacta directamente en el desarrollo, salud, y productividad de las aves. A continuación, se destacan aspectos clave de la importancia de una nutrición adecuada en la avicultura. En primer lugar, la alimentación representa una proporción significativa de los costos de producción, hasta un 70-75%, lo que convierte la optimización de la dieta en una prioridad económica y productiva (Barszcz et al., 2024). La dieta de las aves debe ser equilibrada en proteínas, energía, vitaminas y minerales para asegurar su óptimo crecimiento y salud. Los componentes esenciales de la dieta incluyen cereales como el maíz, que aportan energía, y fuentes proteicas como la harina de soja, para cubrir las necesidades de aminoácidos críticos como lisina y metionina (Beski et al., 2015). Además, una nutrición adecuada puede prevenir o mitigar problemas de salud comunes en aves de rápido crecimiento, como desórdenes esqueléticos o metabólicos. Modificaciones en la dieta pueden ajustar el ritmo de crecimiento y ayudar a las aves a enfrentar factores de estrés sin comprometer su bienestar (Whitehead, 2002). Por otro lado, el enfoque en la nutrición funcional, que incluye nutraceuticos como aminoácidos y vitaminas, puede mejorar la respuesta inmunológica y reducir la dependencia de antibióticos,

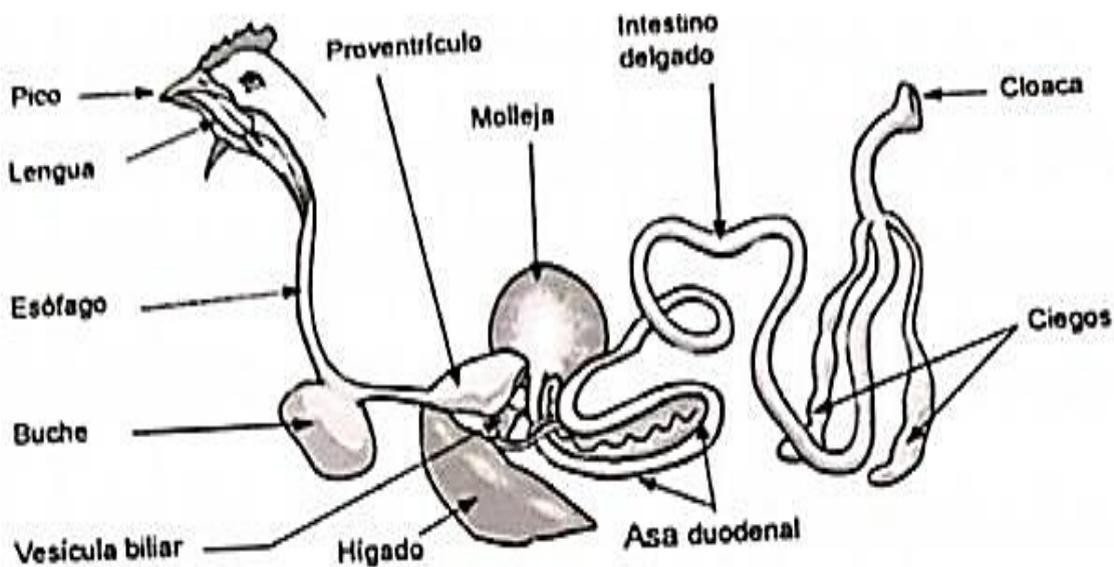
apoyando la salud y productividad de las aves sin crear resistencia antimicrobiana (Alagawany et al., 2021).

#### 4.2.2. Anatomía del sistema digestivo del pollo

El sistema digestivo del pollo está diseñado para maximizar la eficiencia en la degradación y absorción de nutrientes. El proceso comienza en el pico y la cavidad bucal, donde el alimento es capturado y preparado para la digestión. El esófago transporta el alimento hacia el buche, un órgano de almacenamiento donde se humedece y se inicia la digestión enzimática. Luego, el alimento pasa al proventrículo, donde se añade ácido gástrico y enzimas digestivas. La molleja, o ventrículo, actúa como un órgano de trituración, utilizando piedras ingeridas para degradar físicamente los alimentos. El intestino delgado es donde ocurre la mayor parte de la digestión y absorción de nutrientes, dividido en duodeno, yeyuno e ileon. El intestino grueso, aunque más corto, absorbe agua y fermenta restos alimentarios no digeridos. Los ciegos, dos pequeños sacos, tienen un papel en la fermentación bacteriana de la fibra. Finalmente, la cloaca es el punto de excreción, donde se eliminan los desechos sólidos y líquidos (Mendoza, 2021).

**Figura 1**

*Anatomía digestiva del pollo*



Nota: obtenido de Oswaldo et al., (2021).

#### **4.2.3. Enzimas y secreciones digestivas**

Las enzimas y secreciones digestivas desempeñan un papel crucial en la digestión de los pollos. Existen tres tipos principales de enzimas digestivas: proteolíticas, amilolíticas y lipolíticas. Las enzimas proteolíticas, como la pepsina, degradan las proteínas en aminoácidos. Las enzimas amilolíticas, como la amilasa, degradan los carbohidratos en azúcares simples. Las enzimas lipolíticas, como la lipasa, degradan las grasas en ácidos grasos y glicerol. La producción de estas enzimas se lleva a cabo en diferentes partes del sistema digestivo, principalmente en el proventrículo, el páncreas y el intestino delgado. Además, las secreciones digestivas como los ácidos gástricos y la bilis también juegan un papel fundamental. Los ácidos gástricos, producidos en el proventrículo, ayudan a degradar los alimentos y a activar las enzimas proteolíticas. La bilis, producida por el hígado y almacenada en la vesícula biliar, emulsiona las grasas, facilitando su digestión y absorción (Martínez, 2019).

#### **4.2.4. Factores que afectan la digestión**

Varios factores pueden influir en la digestión de los pollos, afectando su eficiencia y salud general. La edad y el desarrollo del pollo son determinantes clave, ya que los pollitos jóvenes tienen sistemas digestivos inmaduros que requieren dietas especiales y condiciones específicas. La composición y calidad de la dieta también juegan un papel crucial. Dietas equilibradas y ricas en nutrientes esenciales aseguran un crecimiento y desarrollo óptimos. La salud y el bienestar del ave son igualmente importantes. Enfermedades, parásitos y estrés pueden comprometer la eficiencia digestiva y, por ende, el rendimiento productivo. Las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, también afectan la digestión. Ambientes inadecuados pueden provocar estrés térmico y afectar negativamente la absorción de nutrientes. Por ello, es esencial mantener un manejo adecuado del entorno y la

alimentación para optimizar la digestión y garantizar la salud y productividad de los pollos (López, 2020).

#### 4.2.5. Alimentación de pollos Broilers

Se indica que los componentes alimenticios destinados para los pollos broilers responden a unificaciones complejas, que implican una rigurosa elección de ingredientes y compuestos en función de proveer niveles adecuados de proteínas, nutrientes y activos energéticos funcionales, para alcanzar estándares saludables de desarrollo y crecimiento acorde a sus pesos y una eficiente producción de calidad (Borja, 2010). Como aspecto relevante, se sugiere que los alimentos de inicio para los pollos deben suministrarse hasta los 21 días de

Nutriente	Inicio (0-10 días)	Crecimiento (11-21 días)	Engorde (22-42 días)
Energía (kcal/kg)	3000-3100	3100-3200	3200-3300
Proteína (%)	22-23	20-21	18-19
Lisina (%)	1.1-1.3	1.0-1.2	0.9-1.0
Metionina (%)	0.45-0.55	0.42-0.52	0.38-0.48
Calcio (%)	0.9-1.0	0.85-0.95	0.8-0.9
Fósforo Disponible (%)	0.45-0.5	0.4-0.45	0.35-0.4
Sodio (%)	0.18-0.22	0.18-0.22	0.18-0.22
Cloro (%)	0.2-0.25	0.2-0.25	0.2-0.25
Arginina (%)	1.2-1.4	1.1-1.3	1.0-1.2

edad en forma de gránulos de 2 mm, mientras que la alimentación de acabado se proporciona en forma de pellets hasta que los animales estén listos para el proceso de beneficio (Ostven, 1995).

Se estima que deben ser empleadas tres porciones en diferentes momentos de crecimiento, según sus semanas de vida, a saber: (1) inicio, que abarca un lapso de 0 a 3 semanas; (2) crecimiento, que se refiere a la alimentación cuando el pollo tiene de 4 a 6 semanas; y (3) acabado, que indica la inclusión de otros elementos de la dieta de las aves entre las semanas 7 hasta el beneficio (Nilopour, 2007).

#### Tabla 1

*Requerimiento nutricional del pollo broiler*

Nota: extraído de (NRC, 1994). National Research Council. "Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition." National Academy Press, Washington, D.C.

#### **4.2.6. Principios nutritivos**

**Proteínas:** las proteínas se refieren a una serie de alimentos de origen vegetal o animal que contienen sustancias nitrogenadas, las cuales proporcionan nutrientes esenciales a los organismos para su óptimo funcionamiento. Las proteínas están compuestas por más de 23 compuestos orgánicos, incluyendo hidrógeno, azufre, carbono, oxígeno y nitrógeno. Se sabe que la carne de pollo (materia seca) contiene aproximadamente un 65% de proteínas, al igual que los huevos. Dentro de la dieta alimenticia de los pollos, los alimentos de origen vegetal con altos contenidos de proteínas incluyen las tortas de ajonjolí, soya y algodón (Duran, 2007).

**Carbohidratos:** para las aves, los carbohidratos representan el principal proveedor de energía dentro de su alimentación, encontrándose este componente principalmente en las sacarosas o azúcares y almidones. Dentro de esta clasificación, se destacan el trigo y el maíz, cuya composición natural los hace ricos en carbohidratos, fortaleciendo así una buena dieta para los pollos (Duran, 2007).

**Las grasas:** las grasas son una notable base energética para la dieta de los pollos, ya que contienen el doble de nutrientes energéticos en comparación con otros compuestos. Se señala que las grasas son una parte característica de los huevos, representando aproximadamente el 40% de su composición seca, y el 17% de la carne de pollo ofrecida al público. Las grasas juegan un rol importante en la alimentación de las aves, ya que permiten la absorción eficiente de vitaminas (A, E, D3 y K) y son una rica fuente de ácidos grasos esenciales que forman la integridad de las membranas, favorecen la eclosión de los pollitos, la síntesis hormonal y la fertilidad de las aves. En muchos casos, los avicultores emplean grasas animales o grasas amarillas comercialmente disponibles para proporcionar este compuesto (Duran, 2007).

**Minerales y vitaminas:** se recomienda que la dieta alimenticia de los pollos incluya porciones de hierro, vitaminas y calcio, entre otros. El calcio es particularmente importante para la formación, fuerza y mantenimiento del esqueleto de los pollos, brindando firmeza y consistencia a los huesos y a la materia seca en general. La falta de calcio en la dieta de las aves puede repercutir negativamente en la producción de huevos, resultando en cáscaras débiles (Duran, 2007).

**Agua:** el agua es uno de los compuestos más importantes en la dieta de los pollos, ya que ayuda a mantener un balance del estrés calórico. Sin embargo, el agua es a menudo un recurso subestimado en su importancia. Es esencial para los procesos fisiológicos y metabólicos en el organismo. Los pollos suelen consumir el doble de agua en relación a los alimentos, y esta cantidad puede variar y aumentar cuando la temperatura se eleva a 25°C (Duran, 2007).

#### **4.2.7. Almidón de papa**

El almidón de papa, derivado del tubérculo de la planta *Solanum tuberosum*, es un polisacárido compuesto principalmente de amilosa y amilopectina. Este carbohidrato es una fuente importante de energía y es ampliamente utilizado en diversas industrias, incluyendo la alimentaria, la farmacéutica y la textil. En la industria alimentaria, el almidón de papa se emplea como espesante, estabilizante y agente gelificante debido a sus propiedades de alta viscosidad y transparencia (Ruales, 2018),

Desde el punto de vista nutricional, el almidón de papa es fácil de digerir y tiene un alto valor calórico, lo que lo convierte en un ingrediente valioso en la formulación de dietas balanceadas para animales, incluyendo pollos parrilleros. Su inclusión en la dieta de estos animales puede mejorar la eficiencia alimenticia y el rendimiento productivo, ya que proporciona una fuente rápida de energía (González, 2020).

Además, el almidón de papa tiene un impacto positivo en la textura y la palatabilidad de los

alimentos, lo que puede resultar en una mayor ingesta voluntaria de alimento por parte de los animales. Esto, a su vez, puede traducirse en un mejor crecimiento y desarrollo, contribuyendo a la rentabilidad de la producción avícola (Martínez, 2019).

#### **4.2.7.1. Características nutricionales del almidón de papa**

El almidón de papa es un polisacárido extraído de los tubérculos de la planta de papa (*Solanum tuberosum*). Este almidón se caracteriza por su alto contenido de carbohidratos complejos, lo que lo convierte en una fuente significativa de energía. Además, el almidón de papa posee un bajo contenido de grasas y proteínas, y es libre de gluten, lo que lo hace adecuado para personas con intolerancia al gluten o enfermedad celíaca. En términos de fibra dietética, el almidón de papa contiene una cantidad moderada de fibra resistente, que no se digiere en el intestino delgado y actúa como un prebiótico, favoreciendo la salud del microbioma intestinal. Estudios han demostrado que la fibra resistente puede contribuir a la regulación de los niveles de glucosa en sangre y mejorar la sensibilidad a la insulina (González, 2019).

##### **a. Composición química y propiedades del almidón de papa.**

El almidón de papa está compuesto principalmente por dos polisacáridos: la amilosa y la amilopectina. La amilosa constituye aproximadamente el 20-30% del almidón, y se caracteriza por su estructura lineal, lo que le confiere propiedades de formación de geles firmes y retrogradación. Por otro lado, la amilopectina representa el 70-80% restante y tiene una estructura ramificada, lo que facilita una mayor solubilidad en agua y una menor tendencia a retrogradar (López & Martínez, 2018).

##### **b. Efectos del almidón de papa en la digestibilidad y absorción de nutrientes.**

El almidón de papa tiene un impacto significativo en la digestibilidad y absorción de nutrientes. Este almidón, debido a su estructura y composición, se digiere y absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal, proporcionando una fuente eficiente de glucosa

para el cuerpo. La amilopectina, que constituye la mayor parte del almidón de papa, se degrada más rápidamente en comparación con la amilosa debido a su estructura ramificada, facilitando así una liberación más rápida de glucosa (Rodríguez & Pérez, 2020).

Un aspecto interesante del almidón de papa es su contenido de almidón resistente, una fracción que no se digiere en el intestino delgado y llega intacta al intestino grueso. Este almidón resistente actúa como una fibra dietética, fermentándose por la microbiota intestinal y produciendo ácidos grasos de cadena corta, que tienen efectos positivos en la salud del colon y pueden mejorar la sensibilidad a la insulina (Topping & Clifton, 2001).

**c. Comparación con otros tipos de almidones (papa, maíz y trigo).**

**Tabla 2**

*Comparación con otros tipos de almidones*

<b>Característica</b>	<b>Almidón de Papa</b>	<b>Almidón de Maíz</b>	<b>Almidón de Trigo</b>
Composición Principal	Amilosa (20-30%), Amilopectina (70-80%)	Amilosa (25-28%), Amilopectina (72-75%)	Amilosa (25-28%), Amilopectina (72-75%)
Capacidad de Hinchamiento	Alta capacidad de hinchamiento	Moderada capacidad de hinchamiento	Baja capacidad de hinchamiento
Digestibilidad	Alta digestibilidad	Alta digestibilidad	Alta digestibilidad
Retrogradación	Alta retrogradación	Baja retrogradación	Moderada retrogradación
Aplicaciones Industriales	Texturizantes, espesantes	Edulcorantes, bioetanol, espesantes	Panadería, confitería, espesantes
Fibra Resistente	Moderada cantidad de fibra resistente	Baja cantidad de fibra resistente	Baja cantidad de fibra resistente
Impacto en Glucosa	Rápido aumento de glucosa en sangre	Moderado aumento de glucosa en sangre	Moderado aumento de glucosa en sangre
Uso en Productos Sin Gluten	Adecuado	Adecuado	No adecuado

Nota: Comparación realizada por: (López & Martínez, 2018; Rodríguez & Pérez, 2020). El almidón de papa se destaca por su alta capacidad de hinchamiento y formación de geles

firmes debido a su contenido de amilosa. En comparación, el almidón de maíz tiene una capacidad de hinchamiento moderada y se utiliza ampliamente en la producción de edulcorantes y bioetanol. Por otro lado, el almidón de trigo, aunque similar en composición a los anteriores, presenta una capacidad de hinchamiento más baja y es preferido en la panadería y confitería por su capacidad de mejorar la textura de los productos horneados (López & Martínez, 2018; Rodríguez & Pérez, 2020).

El almidón de papa también contiene una cantidad moderada de fibra resistente, que no se encuentra en altos niveles en el almidón de maíz y trigo. Esta fibra resistente puede beneficiar la salud intestinal y regular los niveles de glucosa en sangre (Liang et al., 2021).

#### **4.2.7.2. Usos del almidón de papa en la alimentación animal**

El almidón de papa ha sido evaluado en diversas investigaciones debido a su potencial como fuente energética en las dietas de animales de granja. Estos estudios han demostrado que la inclusión del almidón de papa en las dietas puede tener varios efectos beneficiosos en distintas especies animales. Por ejemplo, en estudios realizados con cerdos, se ha observado una mejora en la digestibilidad de nutrientes y un incremento en la ganancia de peso, así como una mejor conversión alimenticia (Martínez & Gómez, 2018). En aves de corral, especialmente en pollos de engorde, el almidón de papa ha mostrado incrementar la eficiencia alimenticia y mejorar la salud intestinal, lo cual se traduce en una mayor absorción de glucosa y mejor rendimiento general (Fernández & Ruiz, 2019).

En el caso de los bovinos, la inclusión del almidón de papa en la dieta de terneros ha resultado en un aumento significativo en la ganancia de peso y una mejor digestión de carbohidratos. Sin embargo, no se han observado cambios significativos en la producción de leche en vacas lecheras alimentadas con este almidón. Por otro lado, en ovinos, el almidón de papa ha demostrado mejorar la digestibilidad de la fibra y la eficiencia en la conversión de alimento, aunque los efectos específicos pueden variar dependiendo de la composición total de la dieta

y la raza de los animales (Hu et al., 2018).

### **4.3. Marco conceptual**

#### **4.3.1. Pollos parrilleros**

Los pollos parrilleros, también conocidos como broilers, son aves criadas específicamente para la producción de carne. Se caracterizan por su rápido crecimiento y eficiencia en la conversión alimenticia. Estos pollos suelen alcanzar el peso de mercado, que oscila entre los 1.8 y 3.5 kilogramos, en un período de 5 a 7 semanas. La genética de los pollos parrilleros ha sido mejorada para maximizar la masa muscular, especialmente en la pechuga y los muslos, áreas donde se obtiene la mayor parte de la carne comercial. Además, estos pollos tienen una tasa de conversión alimenticia favorable, lo que significa que requieren menos alimento para ganar peso en comparación con otras aves. Los pollos parrilleros son criados en condiciones controladas para optimizar su salud y crecimiento. Se les proporciona un ambiente con temperatura regulada, acceso constante a agua y alimento balanceado. Las dietas están formuladas para satisfacer sus necesidades nutricionales específicas, asegurando un crecimiento uniforme y saludable. La industria avícola ha adoptado prácticas de manejo y bienestar animal para minimizar el estrés y las enfermedades, lo cual es fundamental para la producción eficiente de carne de alta calidad (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018).

#### **4.3.2. Parámetros productivos en pollos**

##### **a. Peso vivo**

La inclusión de subproductos de papa y otros ingredientes alternativos en la alimentación de pollos de engorde ha mostrado efectos variados en parámetros productivos como el peso vivo y el rendimiento de la canal. Algunas investigaciones relevantes incluyen: en un estudio donde se incluyeron subproductos de papa en la dieta de pollos, se observó que niveles altos de este ingrediente (24%) redujeron significativamente el peso corporal en comparación con

el grupo de control, mientras que niveles moderados (hasta 16%) no afectaron el peso o la ganancia de peso cuando se usaron sin suplementación enzimática (Dorra et al., 2011). Otro estudio encontró que incluir cáscaras de papa en la dieta (15%) sin enzimas redujo el peso corporal de los pollos. No obstante, al suplementar con enzimas, el peso y la conversión alimenticia mejoraron significativamente, alcanzando incluso niveles superiores al grupo de control (Abdel-Hafeez et al., 2018). Finalmente, investigaciones con hojas y raíces de batata, una fuente de almidón similar, mostraron que incluir hasta un 10% de batata en la dieta no afectaba significativamente el peso eviscerado, indicando que bajos niveles de ingredientes a base de papa pueden ser viables para mantener el rendimiento en peso de los pollos (Tamir & Tsega, 2010).

#### **b. Ganancia de peso**

La ganancia de peso en pollos parrilleros es un indicador zootécnico crucial que mide el aumento de masa corporal durante un período determinado. La inclusión del almidón de papa en la dieta de pollos de engorde ha demostrado ser efectiva para mejorar este parámetro. Estudios previos indican que los pollos alimentados con almidón de papa muestran una ganancia de peso superior en comparación con aquellos alimentados con dietas tradicionales a base de maíz y soja (Fernández & Ruiz, 2019)

#### **c. Consumo de alimento**

El consumo de alimento es otro indicador zootécnico clave que se refiere a la cantidad de alimento ingerido por los pollos parrilleros durante un período específico. La inclusión de almidón de papa en las dietas puede influir positivamente en este parámetro. Investigaciones han mostrado que los pollos alimentados con dietas enriquecidas con almidón de papa tienden a consumir más alimento debido a su alta palatabilidad y digestibilidad (Martínez & Gómez, 2018).

#### **d. Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia es un indicador que mide la eficiencia con la que los pollos

convierten el alimento ingerido en masa corporal. Es calculada como la cantidad de alimento consumido por unidad de ganancia de peso. El uso del almidón de papa en las dietas de pollos parrilleros ha demostrado mejorar significativamente este indicador. Estudios previos han indicado que los pollos alimentados con almidón de papa muestran una mejor conversión alimenticia debido a la alta digestibilidad y valor energético del almidón (Hu et al., 2018).

#### **4.3.3. Merito económico**

El concepto de mérito económico en la producción de pollos parrilleros se centra en evaluar y maximizar el valor económico generado por la inversión en el engorde y desarrollo de los pollos. Este valor depende de diversos factores que contribuyen a la rentabilidad del proceso, tales como la eficiencia alimenticia, los costos de alimentación, el crecimiento y la conversión de alimento en peso corporal, así como la calidad del producto final (carne de pollo) que cumple con los estándares del mercado (Adami et al., 2016).

#### **4.3.4. Etapas de crecimiento y acabado**

En la producción de pollos parrilleros, las etapas de crecimiento y acabado son fundamentales para asegurar una carne de calidad y un rendimiento eficiente. La etapa de crecimiento comienza desde el nacimiento y se extiende hasta aproximadamente las tres semanas de edad. Durante este período, los pollos experimentan un rápido desarrollo de sus sistemas inmunológico y digestivo. La alimentación en esta fase es crucial, proporcionándoles una dieta rica en proteínas y nutrientes esenciales para asegurar un crecimiento saludable y uniforme. El entorno también debe ser cuidadosamente controlado, manteniendo condiciones óptimas de temperatura y humedad para prevenir enfermedades y estrés. La etapa de acabado, también conocida como etapa de acabado, inicia aproximadamente a las tres semanas de edad y continúa hasta el sacrificio, que usualmente ocurre entre las seis y ocho semanas de vida. En esta fase, el enfoque se desplaza hacia la maximización de la ganancia de peso, con un aumento en la proporción de energía y grasas

en la dieta. El objetivo principal es incrementar la masa muscular, particularmente en las áreas de mayor demanda comercial, como la pechuga y los muslos. Un manejo adecuado del bienestar animal es esencial para evitar problemas de salud y garantizar la calidad de la carne producida (Martínez, 2019).

## **V. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1. Lugar del experimento**

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental de Kayra, perteneciente a la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicada en el departamento de Cusco. Este lugar presenta, en promedio, una temperatura anual de 15°C y se encuentra a una altitud de 3,220 metros sobre el nivel del mar. Los ensayos experimentales y el procesamiento de la información se realizaron entre los meses de noviembre de 2018 y enero de 2019.

### **5.2. Materiales**

#### **5.2.1. Equipos de trabajo**

- ✓ 1 balanza digital 5 kg/1g.
- ✓ 2 termómetros (digital y láser).

#### **5.2.2. Material de trabajo**

- ✓ Aditivos y alimentos.
- ✓ Bebederos y comederos para pollos.
- ✓ Almidón de papa.
- ✓ Material biológico.
- ✓ Butirato de sodio.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Identificadores de codificación.
- ✓ Cal, agua oxigenada, yodo, ceniza y jabón.
- ✓ Guantes y mascarillas.
- ✓ Materiales de oficina.

### 5.3. Enfoque de la investigación

El enfoque de este estudio fue cuantitativo, basándose en el conocimiento matemático para posibilitar la comprobación de hipótesis. Se llevó a cabo un análisis estadístico que permitió determinar los comportamientos de interés para el estudio, cumpliendo así con su propósito. En este contexto, se evaluó el efecto del almidón de papa en la dieta de las aves estudiadas durante las etapas de crecimiento y acabado, en relación con los estándares de productividad establecidos.

### 5.4. Tipo de investigación

Este estudio corresponde a una investigación experimental, caracterizada por la manipulación de variables. En este caso, se buscó comprender la incidencia productiva (variable dependiente) de los pollos parrilleros alimentados con almidón de papa (variable independiente) durante las etapas de crecimiento y acabado. A continuación, se presenta la Figura 3, la cual muestra el esquema visual del diseño experimental de la investigación.

### Figura 2

*Esquema del diseño de la investigación*



Nota. Elaboración propia

### 5.5. Material biológico

Se emplearon 160 pollos de la línea Cobb 500, los cuales tenían un día de nacidos y un peso promedio de 50 g. Estos fueron seleccionados al azar y distribuidos en cuatro grupos de

tratamiento, tras lo cual se aplicaron los controles pertinentes durante la evaluación.

## **5.6. Instalaciones**

Se implementaron 16 boxes de crianza, cada uno con un área de 1 m<sup>2</sup> (1 m x 1 m) y una altura de 0.40 m, albergando en cada uno 10 pollos, lo que proporcionaba un espacio de 0.20 m<sup>2</sup> por pollo. La cama utilizada fue de cascarilla de arroz. Cada box de crianza estaba equipado con el equipo necesario para cada etapa de la crianza. Para controlar la temperatura dentro del galpón, se utilizaron termohigrómetros digitales, y para la remoción de gases producidos durante la crianza de las aves, se emplearon extractores industriales.

## **5.7. Tratamientos**

A través del estudio desarrollado, se establecieron cuatro tratamientos, de los cuales tres involucraron diferentes concentraciones de almidón de papa y uno sirvió como tratamiento control. Cada tratamiento se aplicó a 10 pollos. Los tratamientos fueron formulados tomando como referencia una base de 100 kg de alimento:

- ✓ T1 = Tratamiento control (sin almidón de papa).
- ✓ T2 = 5% de almidón de papa.
- ✓ T3 = 10% de almidón de papa.
- ✓ T4 = 15% de almidón de papa.

## **5.8. Preparación de dietas experimentales**

Las aves fueron alimentadas con una misma dieta durante la etapa de inicio (1-21 días) en los cuatro tratamientos. A partir de los periodos de crecimiento y acabado, se formuló la dieta incorporando almidón de papa. La alimentación experimental se estableció utilizando el programa informático Maximizador (Guevara, 2004), siguiendo las sugerencias de Cobb 500 (2018) y realizando algunas modificaciones de acuerdo con las características de la localidad. A continuación, se presenta la Tabla 5, que muestra los valores de la dieta experimental para la etapa de acabado, seguida de la Tabla 6, donde se detalla el contenido

nutricional de las dietas de estudio para los cuatro grupos experimentales.

**Tabla 3**

*Dieta experimental para la etapa de crecimiento*

Ingredientes	T1 (control)	T2 (5%)	T3 (10%)	T4 (15%)
Maíz	75.00	69.30	63.00	57.30
Torta de soya	20.67	21.20	22.09	22.44
Almidón de papa	0.00	5.00	10.00	15.00
Aceite de soya	0.62	0.68	1.03	0.90
Maduramix	0.08	0.08	0.08	0.08
Toxisorb	0.15	0.15	0.15	0.15
Micofung	0.10	0.10	0.10	0.10
Zinbax (promotor)	0.05	0.05	0.05	0.05
Carbonato de Ca	1.14	1.13	1.11	1.11
Fosfato dicálcico	0.52	0.52	0.54	0.54
Sal	0.13	0.13	0.13	0.13
DI-Metionina	0.13	0.14	0.14	0.14
Lisina	0.34	0.34	0.34	0.30
Bicarbonato de sodio	0.35	0.35	0.36	0.36
Fitasa	0.03	0.03	0.03	0.03
Premix	0.15	0.15	0.15	0.15
Colina 60%	0.15	0.15	0.15	0.15
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Elaborado con el Maximizador de Guevara (2004).

**Tabla 4**

*Contenido nutricional de las dietas de estudio*

Nutrientes	T1	T2	T3	T4
Proteína (%)	16.09	16.07	16.11	16.02
Extracto etéreo (%)	3.63	3.58	3.78	3.56
Fibra cruda (%)	3.10	3.07	3.04	3.02
Energía metabolizable (%)	3.05	3.05	3.05	3.05
Lisina (%)	1.00	1.01	1.02	1.00
Arginina (%)	1.02	1.03	1.03	1.03
Metionina (%)	0.41	0.41	0.41	0.41
Metionina - cisteína (%)	0.66	0.66	0.66	0.66
Tripsina (%)	0.22	0.22	0.22	0.23
Treonina (%)	0.65	0.65	0.65	0.64
Fosforo disponible (%)	0.23	0.23	0.23	0.23
Calcio (%)	0.62	0.62	0.62	0.62
Sodio (%)	0.17	0.17	0.17	0.17
Potasio (%)	0.64	0.64	0.64	0.64
Corrector (%)	0.18	0.18	0.18	0.17

Nota. Elaborado con el Maximizador de Guevara (2004).

## 5.9. Variables en estudio

### 5.9.1. Variable independiente

Niveles de inclusión de almidón de papa en las dietas de acabado.

### 5.9.2. Variables dependientes

- ✓ Ganancia de peso vivo del pollo
- ✓ Consumo de alimento
- ✓ Conversión alimenticia
- ✓ Mérito económico

### 5.9.3. Evaluaciones

**Peso vivo:** Se refiere al control de peso realizado en los animales. Los pollos fueron pesados desde el inicio del experimento, específicamente el día 1. Esta actividad se llevó a cabo de manera semanal y repetitiva a las 09:00 horas, antes de la alimentación, y continuó hasta la finalización del experimento en la semana 9.

**Ganancia de peso:** Este proceso se desarrolló mediante el control semanal del peso, calculándose la ganancia de carne de los pollos de manera gradual. Se estableció una media diaria, considerando el peso de la semana de evaluación menos el peso de la semana anterior, dividido entre 7 días. De esta forma, se calculó la ganancia de peso a lo largo de todo el periodo de evaluación.

$$\text{Ganancia diaria de peso (g/pollo/día)} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{7 \text{ dias}}$$

**Consumo de alimento:** El proceso de la ingesta de alimentos en los pollos también fue desarrollado de manera semanal, haciéndose repetidamente en cada grupo experimental, aplicándose como fórmula el cálculo de las cantidades de alimentos consumidos, entre el número de pollos por pozo.

$$\text{Consumo de alimento (g/pollo)} = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Número de pollos}}$$

**Conversión alimenticia:** Este indicador se calculó mediante el conocimiento de la ganancia de peso y el consumo alimenticio evidenciado en los pollos, considerando cada una de las repeticiones semanales registradas. La fórmula utilizada fue:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Incremento de peso}}$$

**Mérito económico:** Este indicador se calculó a partir del consumo de alimento de los pollos y la ganancia de peso vivo, estimando el ahorro económico relacionado con el consumo total (kg) de comida y su precio por kg. Para este cálculo, se empleó la siguiente fórmula:

$$ME = \frac{VF - (VI + GA) \times 100}{VI + GA}$$

Donde:

ME = Mérito económico (%).

VF = Ingreso por venta del pollo (S/).

VI = Precio de compra del pollo (S/).

GA = Gasto de alimento (S/).

## 5.10. Análisis de datos

### 5.10.1. Diseño de la investigación y comparación de medias

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para verificar si los datos seguían una distribución normal. Esta prueba es particularmente adecuada para tamaños de muestra pequeños y es una de las más potentes para evaluar la normalidad. Por otro lado, se empleó la prueba de homocedasticidad de Kolmogorov-Smirnov, cuyo objetivo es determinar si las varianzas de los grupos comparados son iguales, lo cual es un supuesto importante en varios análisis estadísticos, como la ANOVA. La homocedasticidad o igualdad de varianzas es fundamental para asegurar que los resultados de las pruebas sean confiables. Al igual que la prueba de Shapiro-Wilk, un valor p bajo en la prueba de Kolmogorov-Smirnov indicaría que las varianzas no son homogéneas entre los grupos comparados, lo que podría requerir ajustes

en el análisis estadístico.

En el desarrollo del análisis, se implementó el Diseño Completamente Aleatorio (DCA), en el cual se establecieron cuatro tratamientos con igual número de repeticiones por ensayo. Este procedimiento se aplicó a los siguientes indicadores: ganancia de peso, peso vivo, conversiones alimenticias, consumo de alimento y rendimientos de las carcasas. A nivel estadístico, los datos fueron procesados mediante la prueba de Duncan, con una probabilidad de 0.05.

El cálculo de varianzas se realizó utilizando el siguiente el modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación en el tratamiento k-ésimo de un DCA.

$\mu$  = Media general de las observaciones.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento (niveles de inclusión de almidón de papa).

$e_{ijk}$  = Error aleatorio.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1. Parámetros productivos de los pollos en las etapas de crecimiento y acabado

#### 6.1.1. Peso vivo

En la Tabla 5, los resultados indican que la inclusión de diferentes porcentajes de almidón de papa en la dieta de los pollos (T2, T3, T4) no produjo diferencias significativas en el peso vivo de los pollos en comparación con el tratamiento testigo (T1) en ninguna de las etapas de crianza (42, 49, y 56 días). Esto sugiere que la adición de almidón de papa en los niveles evaluados no afecta negativamente ni positivamente el crecimiento de los pollos en términos de peso vivo.

**Tabla 5**

*Peso vivo ( $\bar{X} \pm D.S$ ) por etapas de crianza (g/pollo)*

Tratamiento	Peso inicial	42 días	49 días	56 días
T1	1452.25 ± 136.02 a	2000.58 ± 167.38 a	2653.75 ± 237.37 a	3087.95 ± 309.77 a
T2	1451.88 ± 188.46 a	2026.60 ± 231.18 a	2705.63 ± 315.94 a	3258.38 ± 390.07 a
T3	1418.75 ± 191.96 a	1943.88 ± 251.90 a	2597.00 ± 340.15 a	3181.50 ± 417.65 a
T4	1438.75 ± 222.07 a	2007.50 ± 229.74 a	2655.00 ± 312.73 a	3203.50 ± 333.88 a

*Nota.* Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Donde: T1 = Testigo; T2 = 5% de almidón de papa; T3 = 10% de almidón de papa; T4 = 15% de almidón de papa

Los cálculos presentados en la Tabla 5 contrastaron con los resultados de Cevallos (2014), quien evaluó niveles de incorporación de almidón de papa representados por los siguientes valores: T1, 5%; T2, 10%; T3, 15%; y T4, 0%. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de estos tratamientos como fuente energética en la dieta de los pollos. Cevallos observó diversos valores de significancia respecto al peso vivo final, encontrando que las dietas con inclusión de almidón de papa resultaron en mayores pesos durante el proceso de evaluación en comparación con el tratamiento control. Además, se identificó una tendencia en la que un mayor contenido de almidón de papa en la dieta correspondía a incrementos en

el peso y las ganancias.

### 6.1.2. Ganancia de peso

En la tabla 6, se presentan los resultados de la ganancia de peso vivo por etapa de crianza en gramos por pollo para diferentes tratamientos. A los 42 días, T2 (574.725 g) y T4 (568.75 g) mostraron ganancias de peso significativamente mayores en comparación con T3 (525.125 g), mientras que T1 (548.325 g) no difirió significativamente de los otros tratamientos. A los 49 días, T2 (679.025 g) tuvo la mayor ganancia de peso, aunque no fue significativamente diferente de T1 (653.175 g), T3 (653.125 g), y T4 (647.50 g). A los 56 días, T3 (584.50 g) y T2 (552.75 g) mostraron mayores ganancias de peso que T1 (434.20 g), con T4 (548.50 g) presentando un rendimiento intermedio. En el total, T2 (1806.50 g), T3 (1762.75 g) y T4 (1764.75 g) presentaron ganancias de peso significativamente mayores que T1 (1637.70 g).

**Tabla 6**

*Ganancia de peso vivo ( $\bar{X} \pm D.S$ ) por etapa de crianza (g/pollo)*

Tratamiento	42 días	49 días	56 días	Total
T1	548.325 ± 70.04 ab	653.175 ± 74.23 a	434.20 ± 81.57 b	1637.70 ± 190.98 b
T2	574.725 ± 56.28 a	679.025 ± 94.11 a	552.75 ± 89.90 a	1806.50 ± 208.61 a
T3	525.125 ± 77.54 b	653.125 ± 96.94 a	584.50 ± 97.15 a	1762.75 ± 237.17 a
T4	568.75 ± 40.91 a	647.50 ± 88.76 a	548.50 ± 64.98 a	1764.75 ± 133.37 a

*Nota.* Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Donde: T1 = Testigo; T2 = 5% de almidón de papa; T3 = 10% de almidón de papa; T4 = 15% de almidón de papa.

Estos resultados muestran ciertas similitudes y diferencias con estudios previos. Custodio (2016), quien evaluó la inclusión de harina de papa en porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40%, encontró que la adición de 10% de almidón no afectaba la productividad en comparación con la dieta control, pero mayores inclusiones (20% y 30%) generaron disminuciones en el comportamiento productivo. Este comportamiento se contrapone a los resultados actuales, donde la inclusión de almidón en T2 y T3 no mostró un efecto negativo, sino que contribuyó a una mayor ganancia total de peso.

Por otro lado, Vilcapoma (2017) al evaluar niveles de 30%, 40% y 50% de harinas de

residuos de papa, encontró que el tratamiento con 30% presentó la mayor ganancia de peso, sugiriendo que la papa puede ser beneficiosa en ciertas etapas. Los resultados actuales, donde T2 (con un porcentaje menor) mostró un desempeño superior en varias etapas de crianza, concuerdan parcialmente con la presente investigación al señalar que niveles moderados de almidón de papa pueden ser ventajosos.

En el estudio de Hoyos (2017) el uso de harina de papa china en diferentes proporciones mostró un beneficio productivo, especialmente en el tratamiento T1, sin embargo, no se observó en etapas tempranas un impacto tan positivo como el que muestran los datos de este análisis a partir de los 42 días, donde T2 y T4 registran incrementos significativos. En el caso de Maphosa et al. (2003), el incremento de harina de camote resultó en una reducción en el peso de los pollos, lo cual difiere de nuestros hallazgos, donde niveles evaluados de almidón de papa, lejos de generar efectos negativos, resultaron en incrementos en la ganancia total de peso.

Finalmente, los resultados del presente estudio sugieren que la inclusión de almidón de papa a niveles moderados (como en T2 y T3) es una alternativa viable para la dieta de pollos en crecimiento, mostrando efectos positivos en la ganancia de peso total. Esto difiere de ciertos estudios previos que señalaron efectos adversos con niveles altos de derivados de papa o camote, destacando la importancia de evaluar cuidadosamente las proporciones y fuentes de carbohidratos en la dieta avícola para optimizar la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia en cada fase de crecimiento.

### **6.1.3. Consumo de alimento**

En la tabla 7, se presenta el consumo de alimento por tratamiento y etapas de crianza en gramos por pollo. A los 42 días, el tratamiento T4 (1292.50 g) tuvo el mayor consumo de alimento, aunque no significativamente diferente de T3 (1287.50 g) y T2 (1257.50 g), mientras que T1 (1246.25 g) tuvo un consumo significativamente menor. A los 49 días, T4

(1332.50 g) y T3 (1320.00 g) mostraron un mayor consumo de alimento en comparación con T1 (1267.50 g), con T2 (1282.50 g) presentando un consumo intermedio. A los 56 días, T4 (1435.00 g) mostró el mayor consumo de alimento, seguido de T3 (1397.50 g), T1 (1357.50 g), y T2 (1355.00 g), con diferencias significativas observadas entre algunos tratamientos. En el total, T4 (4060.00 g) presentó el mayor consumo de alimento, seguido de T3 (4006.00 g), T2 (3895.00 g), y T1 (3871.25 g), siendo estas diferencias significativas en algunos casos. Esto sugiere que la inclusión de almidón de papa incrementa el consumo de alimento, especialmente en los tratamientos con mayores porcentajes de almidón.

### Tabla 7

*Consumo de alimento por tratamiento y etapas de crianza (g/pollo)*

Tratamiento	42 días	49 días	56 días	Total
T1	1246.25 ± 38.16 b	1267.50 ± 27.50 b	1357.50 ± 28.72 bc	3871.25 ± 21.74 b
T2	1257.50 ± 9.57 ab	1282.50 ± 17.07 b	1355.00 ± 17.32 c	3895.00 ± 26.45 b
T3	1287.50 ± 9.57 a	1320.00 ± 16.32 a	1397.50 ± 9.57 ab	4005.00 ± 26.45 a
T4	1292.50 ± 22.17 a	1332.50 ± 15.00 a	1435.00 ± 38.72 a	4060.00 ± 58.87 a

*Nota.* Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Donde: T1 = Testigo; T2 = 5% de almidón de papa; T3 = 10% de almidón de papa; T4 = 15% de almidón de papa.

Estos resultados muestran cierta concordancia con los hallazgos de Custodio (2016), quien, al evaluar la inclusión de harina de papa en pollos de engorde en niveles de 0%, 10%, 20% y 30%, encontró un aumento en el consumo de alimento en los tratamientos con harina de papa, especialmente en el nivel de 10%. La similitud en los hallazgos sugiere que la inclusión de papa, en sus diversas formas, puede estimular el consumo alimenticio en ciertos niveles, aunque el impacto varía según la formulación y el nivel de inclusión.

Por otro lado, Cevallos (2014) no reportó diferencias significativas en el consumo de alimento al evaluar el almidón de papa en niveles de 5%, 10%, 15% y un tratamiento sin almidón, lo cual indica una buena aceptación de este ingrediente en la dieta sin generar desperdicio significativo, atribuible a su buena palatabilidad y digestibilidad. Similarmente,

Lascano & Mejía (2007) también señalaron una alta aceptación y aprovechamiento de los alimentos a base de papa, con pocos residuos. Esto coincide con nuestros resultados, donde todos los tratamientos con almidón de papa fueron consumidos en niveles elevados, reflejando una palatabilidad favorable y el potencial de inclusión del almidón de papa en la dieta de los pollos.

En contraste, Vilcapoma (2017) no encontró diferencias significativas en la ganancia de peso entre los tratamientos que incluían distintos niveles de harina de papa en la dieta, y el tratamiento control presentó la mayor ganancia de peso. Aunque en el presente estudio también se observa un mayor consumo de alimento en tratamientos con almidón de papa (siendo T4 el de mayor consumo acumulado con 4060 g/pollo), el efecto en la ganancia de peso no es directamente proporcional al consumo, lo que implica que mayores niveles de consumo no necesariamente se traducen en un incremento significativo de peso, sugiriendo posibles diferencias en la eficiencia alimenticia entre los tratamientos.

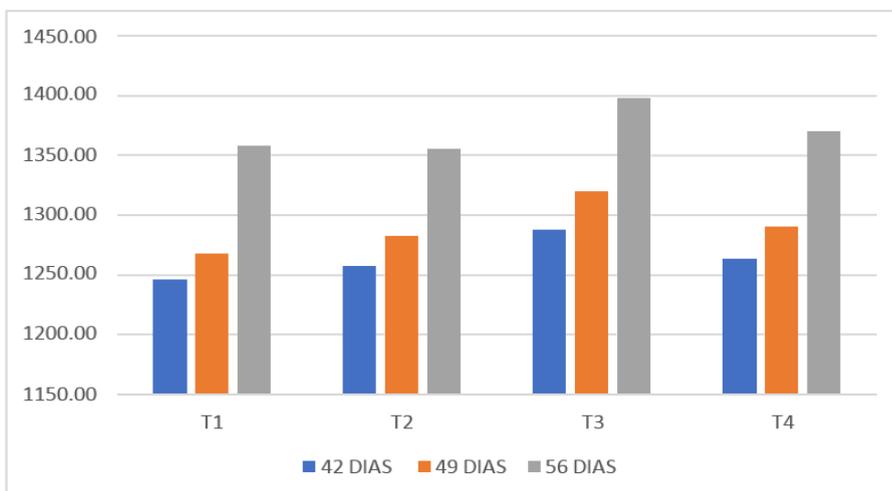
Finalmente, Maphosa et al. (2003) encontraron una reducción en el consumo de alimento al aumentar los niveles de inclusión de camote en sustitución del maíz, señalando que altos niveles de camote redujeron la aceptabilidad y palatabilidad para los pollos. Esto contrasta con los resultados de almidón de papa en nuestro estudio, donde el consumo aumentó con la inclusión de niveles mayores (particularmente en T4), sugiriendo que, a diferencia del camote, el almidón de papa es mejor aceptado en las dietas avícolas.

En resumen, los resultados indican que la inclusión de almidón de papa en los tratamientos estudiados aumenta el consumo de alimento en las etapas de crianza, lo cual podría estar asociado a su buena palatabilidad y digestibilidad. Aunque un mayor consumo de alimento no garantiza un incremento proporcional en la ganancia de peso, la inclusión de almidón de papa puede ser una opción viable para incrementar el consumo en ciertas formulaciones dietéticas, dependiendo de los objetivos de producción y de la eficiencia alimenticia deseada

en cada etapa de crecimiento.

### Figura 3

*Consumo semanal de materia seca por tratamiento (g/pollo)*



En la Figura 3, se observa el consumo de alimento de acuerdo al tratamiento y etapa, donde los tratamientos 1 y 2 reportaron consumos similares durante el periodo de evaluación. De manera inversa, los tratamientos 3 y 4 presentaron consumos mayores, lo que sugiere una mejor asimilación de nutrientes y una alta palatabilidad del almidón de papa, sin afectar la preferencia de las aves. Estos mayores consumos se reflejan en una mayor ganancia de peso en comparación con el control, evidenciando que el almidón de papa es un buen sustituto del maíz como fuente de energía en la dieta de los pollos.

#### 6.1.4. Conversión alimenticia

La Tabla 8 permite visualizar las transformaciones de las propiedades alimenticias de los pollos en las diferentes etapas de crianza, según los tratamientos desarrollados. Los datos se reportan por lapsos de tiempo establecidos y los totales generales de cada experimento. Se observó que  $p > 0.05$ , lo cual indica que no existe una diferenciación significativa entre los experimentos. De ello se deduce que el almidón de papa no genera mejorías significativas en la conversión alimenticia de los pollos, según los ensayos reportados. Esto lleva a concluir que las diversas porciones de almidón de papa adicionadas al proceso alimenticio de los

animales no generaron modificaciones estadísticamente significativas durante las cuatro veces consecutivas por cada grupo de tratamiento. Sin embargo, es destacable que todos los experimentos en los que se incorporó el almidón de papa mostraron una conversión alimenticia en mejores proporciones que el tratamiento T1.

**Tabla 8**

*Conversión alimenticia por etapa de crianza*

Tratamiento	42 días	49 días	56 días	Total
T1	2.292 ± 0.27 a	1.960 ± 0.20 a	3.197 ± 0.57 a	2.392 ± 0.29 a
T2	2.197 ± 0.16 a	1.920 ± 0.30 a	2.487 ± 0.33 b	2.180 ± 0.25 a
T3	2.487 ± 0.34 a	2.050 ± 0.27 a	2.432 ± 0.36 b	2.307 ± 0.32 a
T4	2.275 ± 0.09 a	2.077 ± 0.22 a	2.625 ± 0.16 ab	2.307 ± 0.15 a

*Nota.* Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Donde: T1 = Testigo; T2 = 5% de almidón de papa; T3 = 10% de almidón de papa; T4 = 15% de almidón de papa.

Estos hallazgos muestran algunos puntos de convergencia y divergencia con estudios previos. Vilcapoma (2017) investigó la incorporación de harina de residuos de papa en niveles de 0%, 30%, 40% y 50% en pollos Broilers durante el crecimiento y acabado, encontrando que mayores niveles de inclusión de residuos de papa mejoraron la conversión alimenticia en comparación con el grupo control. Este efecto positivo observado por Vilcapoma podría estar relacionado con la mayor proporción de fibra y nutrientes residuales en la harina de residuos, que en su estudio incrementó la eficiencia alimenticia, mientras que en nuestro estudio, el almidón de papa como fuente primaria no produjo efectos tan notables. Cevallos (2014) también investigó el almidón de papa en la dieta avícola y observó diferencias significativas en la conversión alimenticia para niveles de 5% y 10%, especialmente en etapas intermedias (32 a 42 días) y tardías (49 a 56 días) de crecimiento. Cevallos reportó que los tratamientos con 5% y 10% mejoraron la conversión alimenticia, sugiriendo una respuesta positiva del almidón de papa a niveles moderados. Sin embargo, nuestros resultados no muestran mejoras significativas en ningún nivel, lo que podría indicar que las variaciones en el entorno experimental, la formulación o el manejo de las dietas

pueden influir en los efectos del almidón de papa.

De manera diferente, Maphosa et al. (2003) evaluaron la harina cruda de camote como sustituto de maíz y encontraron que altos niveles de inclusión de camote afectaron negativamente la conversión alimenticia, debido a la presencia de inhibidores de tripsina que reducen la digestibilidad en polluelos jóvenes. Esta disminución en la eficiencia alimenticia con el camote resalta que no todos los ingredientes energéticos alternativos, como el almidón de camote, pueden mejorar la conversión alimenticia de manera consistente, destacando el valor potencial del almidón de papa por su digestibilidad y buena aceptación en pollos, aunque sus efectos no sean siempre significativos.

Por su parte, Chalán (2008) encontró que los niveles de 25% y 30% de almidón de papa favorecieron la conversión alimenticia, indicando que los pollos aprovecharon eficientemente este ingrediente. Estos resultados respaldan la hipótesis de que el almidón de papa, en niveles específicos, puede mejorar la eficiencia alimenticia, aunque en nuestro estudio los efectos observados no alcanzaron significancia estadística.

Finalmente, aunque la incorporación de almidón de papa en los niveles evaluados no generó mejoras estadísticamente significativas en la conversión alimenticia, los tratamientos con almidón de papa mostraron una tendencia hacia una mejor eficiencia en comparación con el control. Estos resultados sugieren que el almidón de papa podría contribuir positivamente en la dieta de pollos, especialmente en contextos donde otros factores dietéticos y de manejo estén optimizados para mejorar la biodisponibilidad de los nutrientes y la eficiencia de conversión, requiriendo más investigación para identificar las condiciones ideales para su uso efectivo.

## 6.2. Prueba de normalidad y homocedasticidad

**Tabla 9**

*Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el peso vivo del pollo*

	Estadístico	gl	Sig.
Peso inicial	.105	160	.000
Día 42	.113	160	.000
Día 49	.098	160	.001
Día 56	.113	160	.000

Como se puede observar, el valor de significancia obtenido para todos los casos fue menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que los datos no presentan una distribución normal. Para la prueba de homocedasticidad de los datos se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$ : Las varianzas de los datos no son diferentes.

$H_1$ : Las varianzas de los datos son diferentes.

Mientras que el criterio de decisión para el rechazo de la hipótesis nula es que el valor de significancia obtenido sea  $< 0.05$ . En la Tabla 9, se muestran los resultados de la prueba de homocedasticidad de los datos del peso vivo del pollo.

**Tabla 10**

*Prueba de homocedasticidad de los datos para el peso vivo del pollo*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso inicial	Se basa en la media	1.610	3	156	.189
	Se basa en la mediana	.804	3	156	.493
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.804	3	129,842	.494
	Se basa en la media recortada	1.232	3	156	.300
Día 42	Se basa en la media	.920	3	156	.433
	Se basa en la mediana	.428	3	156	.733
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.428	3	135,116	.733
	Se basa en la media recortada	.723	3	156	.540
Día 49	Se basa en la media	.825	3	156	.482
	Se basa en la mediana	.595	3	156	.619
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.595	3	137,234	.620
	Se basa en la media recortada	.700	3	156	.553
Día 56	Se basa en la media	.930	3	156	.428
	Se basa en la mediana	.697	3	156	.555
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.697	3	142,174	.555
	Se basa en la media recortada	.832	3	156	.478

Como se puede observar, el valor de significancia obtenido para todos los casos fue mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que las varianzas de los datos no son diferentes.

**Tabla 11**

*Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para la ganancia de peso*

	Estadístico	gl	Sig.
Ganancia día 42	.113	160	.000
Ganancia día 49	.098	160	.001
Ganancia día 56	.113	160	.000

Como se puede observar, el valor de significancia obtenido para todos los casos fue menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que los datos no presentan una distribución normal.

**Tabla 12**

*Prueba de homocedasticidad para la ganancia de peso*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Ganancia día 42	Se basa en la media	.920	3	156	.433
	Se basa en la mediana	.428	3	156	.733
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.428	3	135,116	.733
Ganancia día 49	Se basa en la media recortada	.723	3	156	.540
	Se basa en la media	.825	3	156	.482
	Se basa en la mediana	.595	3	156	.619
Ganancia día 56	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.595	3	137,234	.620
	Se basa en la media recortada	.700	3	156	.553
	Se basa en la media	.930	3	156	.428
Ganancia día 56	Se basa en la mediana	.697	3	156	.555
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.697	3	142,174	.555
	Se basa en la media recortada	.832	3	156	.478

Como se puede observar, el valor de significancia obtenido para todos los casos fue mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que las varianzas de los datos no son diferentes.

### 6.3. Análisis de varianza y comparación de medias

#### 6.3.1. Peso vivo

Seguidamente, en la Tabla 13, se presenta el análisis de varianza del peso inicial, para comprobar si existen diferencias entre los tratamientos realizados. Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

H<sub>1</sub>: Existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

### Tabla 13

*Análisis de varianza del peso inicial*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P.I	160	0.01	0.00	13.00

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	29741.72	3	9913.91	0.28	0.8377
Error	5467356.88	156	35047.16		
Total	5497098.59	159			

### Tabla 14

*Prueba de Duncan para peso inicial*

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 35047.1595 gl: 156

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	1452.25	40	29.60 A
T2	1451.88	40	29.60 A
T4	1438.75	40	29.60 A
T3	1418.75	40	29.60 A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 13, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.8377 mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan (ver Tabla 16), donde las pequeñas diferencias entre las medias no son significativas.

### Tabla 15

*Análisis de Varianza para el peso a los 42 días*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA 42	160	0.02	4.7E-04	11.15

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	151965.23	3	50655.08	1.02	0.3833
Error	7710433.75	156	49425.86		
Total	7862398.98	159			

### Tabla 16

*Prueba de Duncan para el peso a los 42 días*

**Test: Duncan Alfa=0.05**

**Error: .49425.8574**

*gl: 156*

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T2	2026.60	40	35.15	A
T4	2007.50	40	35.15	A
T1	2000.58	40	35.15	A
T3	1943.88	40	35.15	A

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 15, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.3833 mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, donde las pequeñas diferencias entre las medias no son significativas.

### Tabla 17

*Análisis de Varianza para el peso a los 49 días*

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

DIA 49 160 0.02 0.00 11.46

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
TRATAMIENTO	236394.22	3	78798.07	0.85	0.4672
Error	14417586.88	156	92420.43		
Total	14653981.09	159			

### Tabla 18

*Prueba de Duncan para peso a los 49 días*

**Test: Duncan Alfa=0.05**

**Error: 92420.4287**

*gl: 156*

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T2	2705.63	40	48.07	A
T4	2655.00	40	48.07	A
T1	2653.75	40	48.07	A
T3	2597.00	40	48.07	A

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 17, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.4672 mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, donde las pequeñas diferencias entre las medias no son significativas.

### Tabla 19

*Análisis de Varianza para el peso a los 56 días*

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
DIA 56	160	0.03	0.01	11.48	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
TRATAMIENTO	605531.17	3	201843.72	1.51	0.2136
Error	20826935.28	156	133506.00		
<b>Total</b>	<b>21432466.44</b>	<b>159</b>			

### Tabla 20

*Prueba de Duncan para peso a los 56 días*

Test: Duncan Alfa=0.05  
 Error: 133505.9954  
 gl: 156

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T2	3258.38	40	57.77 A
T4	3203.50	40	57.77 A
T3	3181.50	40	57.77 A
T1	3087.95	40	57.77 A

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 19, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.2136 mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan (ver Tabla 22), donde las pequeñas diferencias entre las medias no son significativas.

### 6.3.2. Ganancia de peso

Seguidamente, en la Tabla 21, se presenta el análisis de varianza para ganancia de peso a los 42 días, para comprobar si existen diferencias entre los tratamientos realizados.

**Tabla 21**

*Análisis de Varianza para ganancia de peso a los 42 días*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA	42160	0.09	0.07	11.33

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	60513.82	3	20171.27	5.12	0.0021
TRATAMIENTO	60513.82	3	20171.27	5.12	0.0021
Error	614716.63	156	3940.49		
Total	675230.44	159			

**Tabla 22**

*Prueba de Duncan para ganancia de peso a los 42 días*

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3940.4912

gl: 156

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	574.73	40	9.93	A
T4	568.75	40	9.93	A
T1	548.33	40	9.93	A B
T3	525.13	40	9.93	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 21, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.0021 menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan (ver Tabla 24), donde se observa que los tratamientos 2 y 4 presenta diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos, mientras que el T2 es mayor que T4, pero no se observa diferencia significativa entre ellos, por lo que puede utilizarse cualquiera de esos dos tratamientos.

### Tabla 23

*Análisis de Varianza para ganancia de peso a los 49 días*

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

DIA 49 160 0.02 1.8E-04 13.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
TRATAMIENTO	23967.07	3	7989.02	1.01	0.3901
Error	1234193.13	156	7911.49		
<u>Total</u>	<u>1258160.19</u>	<u>159</u>			

### Tabla 24

*Prueba de Duncan para ganancia de peso a los 49 días*

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 7911.4944

gl: 156

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T2	679.03	40	14.06 A
T1	653.18	40	14.06 A
T3	653.13	40	14.06 A
<u>T4</u>	<u>647.50</u>	<u>40</u>	<u>14.06 A</u>

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 23, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.391 mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, donde las pequeñas diferencias entre las medias no son significativas.

### Tabla 25

*Análisis de varianza para ganancia de peso a los 56 días*

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

DIA 56 160 0.32 0.31 15.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	520308.07	3	173436.02	24.43	<0.0001
TRATAMIENTO	520308.07	3	173436.02	24.43	<0.0001
Error	1107555.90	156	7099.72		
<u>Total</u>	<u>1627863.98</u>	<u>159</u>			

## Tabla 26

### Prueba de Duncan para ganancia de peso a los 56 días

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 7099.7173

ql: 156

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	584.50	40	13.32	A
T2	552.75	40	13.32	A
T4	548.50	40	13.32	A
T1	434.20	40	13.32	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 25, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.0001 menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan (ver Tabla 28), donde se observa que los tratamientos 3, 2 y 4 presentan diferencias significativas con respecto al tratamiento 1, mientras que el T3 es mayor que los T2 y T4, pero no se observan diferencias significativas entre ellos, por lo que puede utilizarse cualquiera de esos tres tratamientos.

### 6.3.3. Consumo de alimento

Seguidamente, en la Tabla 27, se presenta el análisis de varianza para ganancia de peso a los 42 días, para comprobar si existen diferencias entre los tratamientos realizados.

## Tabla 27

### Análisis de varianza para consumo de alimento a los 42 días

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
SEMANA	6	16	0.49	0.36	1.82

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

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo.	6117.19	3	2039.06	3.83	0.0391
TRATAMIENTO	6117.19	3	2039.06	3.83	0.0391
Error	6393.75	12	532.81		
Total	12510.94	15			

## Tabla 28

### Prueba de Duncan para consumo de alimento a los 42 días

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 532.8125

gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4	1292.50	4	11.54	A
T3	1287.50	4	11.54	A
T2	1257.50	4	11.54	A B
T1	1246.25	4	11.54	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 27, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.0391 menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, donde se observa que los tratamientos 4, 3 y 2 presentan diferencias significativas con respecto al tratamiento 1, mientras que el T4 es mayor que los T3 y T2, pero no se observan diferencias significativas entre ellos, por lo que puede utilizarse cualquiera de esos tres tratamientos.

## Tabla 29

*Análisis de varianza para consumo de alimento a los 49 días*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SEMANA 7	16	0.71	0.64	1.51

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11268.75	3	3756.25	9.75	0.0015
TRATAMIENTO	11268.75	3	3756.25	9.75	0.0015
Error	4625.00	12	385.42		
Total	15893.75	15			

## Tabla 30

*Prueba de Duncan para consumo de alimento a los 49 días*

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 385.4167

gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4	1332.50	4	9.82	A
T3	1320.00	4	9.82	A
T2	1282.50	4	9.82	B
T1	1267.50	4	9.82	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 29, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue

0.0015 menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, donde se observa que los tratamientos 4 y 3 presentan diferencias significativas con respecto a los tratamientos 2 y 1, mientras que el T4 es mayor que el T3, pero no se observan diferencias significativas entre ellos, por lo que puede utilizarse cualquiera de esos tres tratamientos.

**Tabla 31**

*Análisis de Varianza para consumo de alimento a los 56 días*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
SEMANA 8	160.68	0.60	1.88		

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17225.00	3	5741.67	8.45	0.0027
TRATAMIENTO	17225.00	3	5741.67	8.45	0.0027
Error	8150.00	12	679.17		
Total	25375.00	15			

**Tabla 32**

*Prueba de Duncan para consumo de alimento a los 56 días*

**Test:Duncan Alfa=0.05**  
**Error: 679.1667**  
**gl: 12**

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	1435.00	4	13.03 A
T3	1397.50	4	13.03 A B
T1	1357.50	4	13.03 B C
T2	1355.00	4	13.03 C

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 31, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.0027 menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan (ver Tabla 34), donde se observa que el tratamiento 4 presenta diferencia significativa con respecto a los tratamientos 3, 2 y 1, siendo el T4 el resultado más óptimo para los 56 días.

### Tabla 33

*Análisis de varianza para consumo de alimento total*

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TOTAL	16	0.86	0.82	0.92

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	96429.69	3	32143.23	24.08	<0.0001
TRATAMIENTO	96429.69	3	32143.23	24.08	<0.0001
Error	16018.75	12	1334.90		
Total	112448.44	15			

### Tabla 34

*Prueba de Duncan para consumo de alimento total*

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1334.8958

gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	4060.00	4	18.27 A
T3	4005.00	4	18.27 A
T2	3895.00	4	18.27 B
T1	3871.25	4	18.27 B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 33, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.0001 menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, donde se observa que los tratamientos 4 y 3 presentan diferencias significativas con respecto a los tratamientos 2 y 1, mientras que el T4 es mayor que el T3, pero no se observan diferencias significativas entre ellos, por lo que puede utilizarse cualquiera de esos tres tratamientos.

### 6.3.4. Conversión alimenticia

**Tabla 35**

*Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 42 días*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>   Aj	CV
42 DIAS	16	0.21	0.01	10.41

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

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo.	0.18	3	0.06	1.05	0.4059
TRATAMIENTO	0.18	3	0.06	1.05	0.4059
Error	0.70	12	0.06		
Total	0.88	15			

**Tabla 36**

*Prueba de Duncan para conversión alimenticia a los 42 días*

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0579

ql: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	2.49	4	0.12 A
T1	2.29	4	0.12 A
T4	2.28	4	0.12 A
T2	2.20	4	0.12 A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 35, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.4059, mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan (ver Tabla 38), donde las pequeñas diferencias entre las medias no son significativas.

**Tabla 37**

*Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 49 días*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>   Aj	CV
49 DIAS	16	0.08	0.00	12.72

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

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo.	0.07	3	0.02	0.34	0.7975
TRATAMIENTO	0.07	3	0.02	0.34	0.7975
Error	0.78	12	0.06		
Total	0.84	15			

### Tabla 38

#### Prueba de Duncan para conversión alimenticia a los 49 días

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0648

gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4	2.08	4	0.13	A
T3	2.05	4	0.13	A
T1	1.96	4	0.13	A
T2	1.92	4	0.13	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 37, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.7975, mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, donde las pequeñas diferencias entre las medias no son significativas.

### Tabla 39

#### Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 56 días

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
56 DIAS	16	0.45	0.31	14.52

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.48	3	0.49	3.24	0.0605
TRATAMIENTO	1.48	3	0.49	3.24	0.0605
Error	1.82	12	0.15		
Total	3.30	15			

## Tabla 40

### Prueba de Duncan para conversión alimenticia a los 56 días

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1520

gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	3.20	4	0.19	A
T4	2.63	4	0.19	A B
T2	2.49	4	0.19	B
T3	2.43	4	0.19	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 39, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue 0.0605, mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Mientras que los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, se observa que el tratamiento 1 presenta diferencia significativa con respecto a los tratamientos 4, 2 y 3, siendo el tratamiento más óptimo.

## Tabla 41

### Análisis de varianza para conversión total

Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

TOTAL 160.10 0.00 11.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.09	3	0.03	0.43	0.7357
TRATAMIENTO	0.09	3	0.03	0.43	0.7357
Error	0.86	12	0.07		
Total	0.95	15			

## Tabla 42

### Prueba de Duncan para conversión total

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0715

gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	2.39	4	0.13	A
T3	2.31	4	0.13	A
T4	2.31	4	0.13	A
T2	2.18	4	0.13	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente estadísticas ( $p > 0.05$ ).

Como se puede observar en la Tabla 41, el valor de significancia obtenido en el ANOVA fue

0.7357, mayor a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Esto se puede confirmar con los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, la prueba de Duncan, donde las pequeñas diferencias entre las medias no son significativas.

#### 6.4. Mérito económico

El tratamiento T2 obtuvo el mejor mérito económico con un 34.42%, seguido del tratamiento control con 29.50%, el T3 con 22.99% y el T4 con 18.42% (ver Tabla 43). De esto se deduce que, a mayor porcentaje de almidón de papa añadido en los tratamientos, el mérito económico disminuye. En el estudio basado en el análisis económico, se destaca que a mayor grado de incorporación de harinas de papa, las inversiones aumentan, lo que afecta la rentabilidad del sistema productivo.

**Tabla 43**

*Evaluación del mérito económico de los tratamientos*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
<b>Ingresos</b>				
Peso vivo (kg)	3.09	3.26	3.18	3.20
Precio de pollo (S/ x kg)	5.50	5.50	5.50	5.50
Beneficio bruto (S/)	16.98	17.92	17.50	17.62
<b>Costos variables y fijos</b>				
Consumo de alimento (kg)	56.57	6.60	6.71	6.76
Costo/kg de alimento (S/)	1.60	1.63	1.73	1.82
Costo consumo de alimento (S/)	10.51	10.73	11.62	12.27
Costo de pollo al nacimiento (S/)	1.30	1.30	1.30	1.30
Costo total (S/)	<b>11.81</b>	<b>12.03</b>	<b>12.92</b>	<b>13.57</b>
<b>Beneficio neto</b>				
Por pollo (S/)	5.16	5.89	4.57	4.05
Por kg de pollo (S/)	1.67	1.81	1.44	1.26
<b>Mérito económico</b>	29.5	34.42	22.99	18.42

Este resultado contrasta con lo encontrado por Landa (2014), quien experimentó con tres niveles de inclusión de harina de papa y concluyó que la interacción entre costos y beneficios fue satisfactoria. Landa mostró que en el ensayo con un 15% de papa, se obtuvo una correlación de 0.35, indicando que el beneficio neto fue 0.35 veces la inversión, lo que generó rentabilidad en ese tratamiento.

Por su parte, Cevallos (2014) estableció niveles de incorporación de almidón de papa en tratamientos (T1: 5%, T2: 10%, T3: 15%, T4: 0%) como base de energía para la alimentación de pollos. En su estudio económico, se determinó que el tratamiento T3 logró un alto nivel de costo/beneficio, con un valor de 0.35 en comparación con el T4, que obtuvo un menor valor de 0.14. Los beneficios del tratamiento T3 fueron de 0.35 veces la inversión realizada, generando una rentabilidad del 0.29%, considerándose este indicador como aceptable.

Por otro lado, Vilcapoma (2017) evaluó la empleabilidad de tres proporciones de harina de residuos de papa en la alimentación de aves durante las etapas de crecimiento y acabado (T0: 0%, T1: 30%, T2: 40%, T3: 50%). Los resultados mostraron que el mejor mérito económico fue para el tratamiento T1, con 40%, seguido por T2 con 37%, T0 con 36% y T3 con 35%. Esto indica que la adición de harina de residuos de papa incrementó el mérito económico en los tratamientos T1 y T2, mientras que disminuyó en T3. Toledo (2011) menciona que la papa es una base importante para reducir los costos de alimentación, siendo un recurso monetario significativo para avicultores y jornaleros, especialmente durante la cosecha del tubérculo.

Finalmente, Custodio (2016) determinó que la incorporación de harina de papa en la alimentación de aves (T1: 10%, T2: 20%, T3: 30%, T4: 40%) resultó en una baja rentabilidad, explicando que a mayor incorporación de harina, mayor era la inversión requerida. Sin embargo, Landa (2014) contradice esta conclusión al encontrar, en su estudio con tres niveles de incorporación de almidón de papa, valores positivos en la estructura costo/beneficio. Landa demostró que al incorporar un 15% de almidón de papa, los beneficios fueron de 0.35 veces la inversión, lo que indica la rentabilidad del tratamiento.

## VII. CONCLUSIONES

Considerando las condiciones desarrolladas para esta investigación, se concluyó lo siguiente:

- ✓ Para la variable de peso final y conversiones alimenticias, se observó que el tratamiento T2 (5% de almidón de papa) fue el más eficiente, obteniendo una conversión alimenticia del 2.180%, lo cual permite optimizar los costos por kilogramo de peso vivo.
- ✓ La mejor ganancia de peso fue obtenida con el tratamiento T2 (5%), logrando una ganancia de peso final de 1,806.50 g.
- ✓ El mayor mérito económico se obtuvo con el tratamiento T2 (5%), con un 34.42% y un ingreso por pollo de S/ 5.89 por cada kilo de peso vivo.

## VIII. RECOMENDACIONES

Tomando en consideración las condiciones desarrolladas para la realización de esta investigación, se mencionan las siguientes recomendaciones:

- ✓ Se recomienda utilizar almidón de papa como alternativa al maíz durante temporadas de escasez, lo que contribuiría a reducir costos de alimentación, aprovechar un recurso local abundante y apoyar la economía regional.
- ✓ Incorporar almidón de papa en la dieta de los pollos hasta un 10% es una práctica sugerida, ya que maximiza la ganancia de peso y mejora la rentabilidad sin aumentar significativamente los costos de alimentación.
- ✓ Ampliar el estudio a otras especies avícolas como patos y gallinas, con el fin de evaluar si los beneficios observados con el almidón de papa en pollos se replican en otras aves, lo que podría diversificar su uso en la industria avícola.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Hafeez, H. M., Saleh, E. S. E., Tawfeek, S. S., Youssef, I. M. I., & Abdel-Daim, A. S. A. (2018). Utilization of potato peels and sugar beet pulp with and without enzyme supplementation in broiler chicken diets: effects on performance, serum biochemical indices and carcass traits. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *102*(1), 56–66. <https://doi.org/10.1111/JPN.12656>
- Adami, S., Sadeghi, G., Karimi, A., Azizi, O., & Habibian, M. (2016). Effects of replacement of corn with potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber meal in broiler chicken diets. *Animal Production Science*, *57*(2), 320–326. <https://doi.org/10.1071/AN15547>
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Tiwari, R., Yattoo, M. I., Karthik, K., Michalak, I., & Dhama, K. (2021). Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health – a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, *41*(1), 1–29. <https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1857887>
- Asociación Peruana de Avicultura. (2018). *Consumo de pollo en el Perú*.
- Barszcz, M., Tuśnio, A., & Taciak, M. (2024). Poultry nutrition. *Physical Sciences Reviews*, *9*(2), 611–650. <https://doi.org/10.1515/PSR-2021-0122/XML>
- Beski, S. S. M., Swick, R. A., & Iji, P. A. (2015). Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*, *1*(2), 47–53. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2015.05.005>
- Borja, E. (2010). *Alimentación de broilers: Aspectos prácticos*.
- Cevallos, A. (2014). Efecto de la inclusión de almidón de papa en la dieta de pollos sobre el peso vivo final. *Revista de Nutrición Animal*, *10*(2), 123-135.
- Chalán, M. (2008). Efectos de la incorporación de almidón de papa en la conversión alimenticia de pollos de engorde. *Revista de Producción Avícola*, *15*(2), 112-120.

<https://doi.org/https://avinews.com/evaluacion-almidon-papa-aditivo-alimentacion-pollos-engorde/>

- Custodio, R. (2016). *Efecto de la inclusión de harina de papa (Solanum tuberosum) en dietas de pollos de engorde sobre los parámetros productivos y económicos.*
- Dorra, T. M., El-Serwy, A. A., El-Shenawy, M. M., Hamza, A. S., & Abdel-Moneim, M. A. (2011). EFFECTS OF GRADED LEVELS OF POTATO BY-PRODUCT AND TOMATO POMACE ON THE PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF BROILER CHICKENS. *Journal of Animal and Poultry Production*, 2(9), 361–373. <https://doi.org/10.21608/JAPPMU.2011.83397>
- Duran J. (2007). *Manual de Nutrición Animal. Cuarta Edición. Editorial Grupo Latino Ltda. Panama. 2007.*
- Espinoza, A. M. (2023). Evaluación económica-nutritiva de un alimento destinado a pollos Broiler usando harina mixta a base de coproductos de pescado Bonito y cáscara de papa Unica. *Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa.*
- Fernández, P., & Ruiz, L. (2019). *Eficiencia alimenticia en aves de corral con almidón de papa. Revista de Nutrición Animal*, 7(2), 90-105.
- González, J. (2020). *Propiedades nutricionales del almidón de papa en la alimentación animal. Revista de Nutrición Animal*, 12(3), 45-57. *Recuperado de Revista de Nutrición Animal.*
- González, M. (2019). *Propiedades nutricionales y usos del almidón de papa. Revista de Nutrición y Salud*, 5(3), 45-60.
- González, R. (1997). *Alternativas alimentarias en la producción avícola.*
- Hoyos, W. (2017). Evaluación del rendimiento productivo en pollos de engorde utilizando papa china (Colocasia esculenta) en raciones de finalización. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.*

- Hu, W., Hill, T. M., Dennis, T. S., Suarez-Mena, F. X., Quigley, J. D., Knapp, J. R., & Schlotterbeck, R. L. (2018). Relationships between starch concentration of dry feed, diet digestibility, and growth of dairy calves up to 16 weeks of age. *American Dairy Science Association*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2018-14583>
- Hulan, H. (1982). *Harinas de papa como sustituto del maíz en la alimentación avícola*.
- INEI. (2023). *Producción de maíz amarillo duro alcanzó 132 mil 728 toneladas y creció 7,9% en diciembre del 2022 - Noticias - Instituto Nacional de Estadística e Informática - Plataforma del Estado Peruano*.  
<https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/717416-produccion-de-maiz-amarillo-duro-alcanzo-132-mil-728-toneladas-y-crecio-7-9-en-diciembre-del-2022>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2018). *Producción de pollos parrilleros: manejo y alimentación. Recuperado de <https://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-pollos-parrilleros-manejo-y-alimentacion>*.
- Kpanja, E., Duru, S., Omege, J., Sekoni, A., & Gonjoh, P. T. (2019). Proximate composition, anti-nutritional factors and the effect of irish potato ( *Solanum tuberosum* L. ) peels on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Nigerian Journal of Animal Science*, *21*, 214–222.  
<https://doi.org/10.4314/TJAS.V21I2>
- Landa, F. M. (2014). Evaluacion de tres niveles de almidón de papa en la alimentación de pollos parrilleros. *Universidad técnica de Ambato*.
- Lascano, C., & Mejía, J. (2007). Sustitución de una fuente energética de maíz, *Zea mays* L., por harina de papa, *Solanum tuberosum* L., en la dieta de cuyes, *Cavia porcellus*, durante las etapas de levante y engorde. *Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Técnica del Norte*.
- Liang, D., Zhang, L., Chen, H., Zhang, H., Hu, H., & Dai, X. (2021). Potato resistant starch

- inhibits diet-induced obesity by modifying the composition of intestinal microbiota and their metabolites in obese mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 180, 458–469. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2021.02.209>
- López, A., & Martínez, J. (2018). *Composición y propiedades del almidón de papa. Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 12(2), 120-135.
- López, J. , & Santos, A. (1989). *Uso de harinas de yuca en la alimentación avícola.*
- López, R. (2020). *Factores que influyen en la digestión de aves de corral. Revista Avícola*, 34(1), 60-67.
- Maphosa, T., Mashiri, F., & Mpofo, T. (2003). *Evaluación de los niveles de inclusión de harina cruda de camote (Ipomea batatas L.) como sustituto directo del maíz en dietas para pollos de engorde. Journal of Animal Science*, 15(2), 78-85.
- Martínez, J., & Gómez, R. (2018). *Impacto del almidón de papa en dietas para cerdos. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(3), 200-215.
- Martínez, L. (2019). *Fases de crecimiento y acabado en pollos parrilleros. Revista de Producción Avícola*, 30(1), 58-65.
- Mendoza, J. (2021). *Fisiología digestiva de las aves. Revista de Ciencias Avícolas*, 15(3), 45-52.
- Nilopour, R. (2007). *Manejo y alimentación de pollos broilers.*
- NRC. (1994). *National Research Council. “Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition.” National Academy Press, Washington, D.C.*
- Ostven V. W. (1995). *Poultry Nutrition and Feeding Management. An International Studies on Animal Feed Training Programme. IPC. Livestock, Barneveld, Uruguay. 1995.*
- Oswaldo G., Changaray O., Hassan K. B., Céspedes J., Molina Y., García D., Monroy A., & Velasco O. (2021). *Anatomía del pollo.*

- Ravindran, V., & Sivakanesan, R. (1996). *Uso de camotes en la alimentación avícola*.
- Rodríguez, M., & Pérez, S. (2020). *Digestibilidad del almidón de papa y su impacto en la salud*. *Journal of Food Science*, 8(3), 145-160.
- Ruales, J. (2018). *Usos industriales del almidón de papa*. *Ciencia y Tecnología*, 10(1), 22-34. *Recuperado de Ciencia y Tecnología*.
- Sultana, F., Khatun, H., & Ali, M. A. (2016). Use of potato as carbohydrate source in poultry ration. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3(1), 1–7.  
<https://doi.org/10.1186/S40538-016-0081-5/TABLES/5>
- Tamir, B., & Tsega, W. (2010). Effects of different levels of dried sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaves inclusion in finisher ration on feed intake, growth, and carcass yield performance of Ross broiler chicks. *Tropical Animal Health and Production*, 42(4), 687–695. <https://doi.org/10.1007/S11250-009-9476-7/METRICS>
- Toledo, J. (2011). *La importancia de la papa en la reducción de costos de alimentación para avicultores y jornaleros*. *Editorial de Agricultura*.
- Topping, D., & Clifton, P. (2001). Ácidos grasos de cadena corta y función colónica humana: funciones de los polisacáridos resistentes al almidón y no almidón. *American Physiological society*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.3.1031>
- Vilcapoma, R. (2017). *Evaluación productiva y económica del uso de tres niveles de harina de residuos de papa en la alimentación de pollos broilers en Huancayo*. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Facultad de Zootecnia*.
- Whitehead, C. C. (2002). Nutrition and poultry welfare. *World's Poultry Science Journal*, 58(3), 349–356. <https://doi.org/10.1079/WPS20020027>

## X. ANEXOS

**Anexo 1. Pesos semanales por tratamiento y repetición (g/pollo)**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>	<b>P.I.</b>	<b>DÍA 42</b>	<b>DÍA 49</b>	<b>DÍA 56</b>
<b>T1</b>	<b>T1-R1</b>	1650,00	2230,00	2960,00	3260,00
	<b>T1-R1</b>	1580,00	2170,00	2930,00	3030,00
	<b>T1-R1</b>	1560,00	2160,00	2860,00	2890,00
	<b>T1-R1</b>	1540,00	2065,00	2850,00	3025,00
	<b>T1-R1</b>	1520,00	2045,00	2750,00	3070,00
	<b>T1-R1</b>	1500,00	2030,00	2670,00	3360,00
	<b>T1-R1</b>	1440,00	1920,00	2645,00	3365,00
	<b>T1-R1</b>	1405,00	1910,00	2620,00	3080,00
	<b>T1-R1</b>	1390,00	1850,00	2590,00	2580,00
	<b>T1-R1</b>	1390,00	1830,00	2515,00	3490,00
	<b>T1-R2</b>	1615,00	2230,00	3000,00	3520,00
	<b>T1-R2</b>	1615,00	2225,00	2925,00	3500,00
	<b>T1-R2</b>	1600,00	2095,00	2750,00	3340,00
	<b>T1-R2</b>	1490,00	2075,00	2740,00	3310,00
	<b>T1-R2</b>	1455,00	2030,00	2690,00	3280,00
	<b>T1-R2</b>	1420,00	1915,00	2605,00	3130,00
	<b>T1-R2</b>	1375,00	1883,00	2480,00	3090,00
	<b>T1-R2</b>	1360,00	1805,00	2410,00	3080,00
	<b>T1-R2</b>	1335,00	1765,00	2260,00	2800,00
	<b>T1-R2</b>	1290,00	1725,00	2260,00	2480,00
	<b>T1-R3</b>	1405,00	2450,00	3220,00	3690,00
	<b>T1-R3</b>	1550,00	2090,00	2740,00	3150,00
	<b>T1-R3</b>	1315,00	2025,00	2720,00	3080,00
	<b>T1-R3</b>	1375,00	2015,00	2660,00	3060,00
	<b>T1-R3</b>	1445,00	1980,00	2540,00	3040,00
	<b>T1-R3</b>	1455,00	1880,00	2550,00	2850,00
	<b>T1-R3</b>	1415,00	1870,00	2430,00	2840,00
	<b>T1-R3</b>	1800,00	1865,00	2400,00	2780,00
	<b>T1-R3</b>	1360,00	1850,00	2390,00	2730,00
	<b>T1-R3</b>	935,00	1780,00	2350,00	2690,00
	<b>T1-R4</b>	1625,00	2330,00	3130,00	3725,00
	<b>T1-R4</b>	1600,00	2300,00	3090,00	3705,00
	<b>T1-R4</b>	1580,00	2210,00	2910,00	3320,00
	<b>T1-R4</b>	1530,00	2105,00	2720,00	3150,00
	<b>T1-R4</b>	1520,00	2075,00	2715,00	3080,00
	<b>T1-R4</b>	1460,00	2030,00	2650,00	3000,00
	<b>T1-R4</b>	1425,00	1920,00	2545,00	2735,00
	<b>T1-R4</b>	1375,00	1895,00	2435,00	2720,00
	<b>T1-R4</b>	1290,00	1805,00	2335,00	2715,00
	<b>T1-R4</b>	1260,00	1740,00	2330,00	2823,00

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>	<b>P.I.</b>	<b>DÍA 42</b>	<b>DÍA 49</b>	<b>DÍA 56</b>
<b>T2</b>	<b>T2-R1</b>	1940,00	2605,00	3420,00	4000,00
	<b>T2-R1</b>	1670,00	2290,00	3080,00	3660,00
	<b>T2-R1</b>	1640,00	2255,00	2940,00	3500,00
	<b>T2-R1</b>	1600,00	2200,00	2915,00	3480,00
	<b>T2-R1</b>	1600,00	2170,00	2905,00	3370,00
	<b>T2-R1</b>	1590,00	2155,00	2840,00	3350,00
	<b>T2-R1</b>	1505,00	2105,00	2800,00	3340,00
	<b>T2-R1</b>	1500,00	1970,00	2680,00	3240,00
	<b>T2-R1</b>	1440,00	1870,00	2500,00	3050,00
	<b>T2-R1</b>	1430,00	1840,00	2445,00	2870,00
	<b>T2-R2</b>	2000,00	2600,00	3555,00	4440,00
	<b>T2-R2</b>	1530,00	2085,00	3000,00	3615,00
	<b>T2-R2</b>	1490,00	2025,00	2850,00	3460,00
	<b>T2-R2</b>	1485,00	2005,00	2800,00	3385,00
	<b>T2-R2</b>	1480,00	2000,00	2705,00	3200,00
	<b>T2-R2</b>	1450,00	1970,00	2700,00	3190,00
	<b>T2-R2</b>	1430,00	1955,00	2650,00	3130,00
	<b>T2-R2</b>	1430,00	1935,00	2580,00	3055,00
	<b>T2-R2</b>	1415,00	1910,00	2555,00	2910,00
	<b>T2-R2</b>	1320,00	1760,00	2360,00	2895,00
	<b>T2-R3</b>	1630,00	2480,00	3250,00	3900,00
	<b>T2-R3</b>	1410,00	2460,00	3130,00	3870,00
	<b>T2-R3</b>	1285,00	2200,00	2980,00	3720,00
	<b>T2-R3</b>	1280,00	2119,00	2950,00	3695,00
	<b>T2-R3</b>	1270,00	2045,00	2635,00	3170,00
	<b>T2-R3</b>	1250,00	2020,00	2540,00	3110,00
	<b>T2-R3</b>	1240,00	1905,00	2535,00	3000,00
	<b>T2-R3</b>	1215,00	1875,00	2495,00	2970,00
	<b>T2-R3</b>	1200,00	1860,00	2425,00	2950,00
	<b>T2-R3</b>	1200,00	1850,00	2300,00	2900,00
	<b>T2-R4</b>	1810,00	2190,00	2830,00	3500,00
	<b>T2-R4</b>	1505,00	2040,00	2830,00	3285,00
	<b>T2-R4</b>	1500,00	1980,00	2580,00	3130,00
	<b>T2-R4</b>	1500,00	1820,00	2525,00	3125,00
	<b>T2-R4</b>	1370,00	1800,00	2490,00	2970,00
	<b>T2-R4</b>	1350,00	1780,00	2360,00	2930,00
	<b>T2-R4</b>	1295,00	1750,00	2340,00	2920,00
	<b>T2-R4</b>	1280,00	1750,00	2300,00	2670,00
	<b>T2-R4</b>	1270,00	1735,00	2250,00	2670,00
	<b>T2-R4</b>	1270,00	1700,00	2200,00	2620,00

TRATAMIENTO	REPETICIONES	P.I.	DÍA 42	DÍA 49	DÍA 56
T3	T3-R1	1890,00	2540,00	3350,00	3840,00
	T3-R1	1820,00	2360,00	2985,00	3670,00
	T3-R1	1435,00	1995,00	2655,00	3230,00
	T3-R1	1430,00	1965,00	2575,00	3225,00
	T3-R1	1420,00	1940,00	2555,00	3170,00
	T3-R1	1390,00	1910,00	2550,00	3130,00
	T3-R1	1335,00	1815,00	2540,00	3060,00
	T3-R1	1335,00	1805,00	2380,00	2950,00
	T3-R1	1320,00	1700,00	2310,00	2780,00
	T3-R1	1280,00	1570,00	2120,00	2650,00
	T3-R2	1670,00	2370,00	3320,00	4000,00
	T3-R2	1470,00	2060,00	2560,00	3200,00
	T3-R2	1450,00	1875,00	2520,00	3060,00
	T3-R2	1370,00	1870,00	2400,00	2850,00
	T3-R2	1360,00	1825,00	2390,00	2830,00
	T3-R2	1270,00	1740,00	2350,00	2820,00
	T3-R2	1260,00	1730,00	2340,00	2800,00
	T3-R2	1250,00	1710,00	2290,00	2780,00
	T3-R2	1225,00	1625,00	2240,00	2700,00
	T3-R2	1180,00	1590,00	2180,00	2390,00
	T3-R3	1960,00	2645,00	3510,00	4310,00
	T3-R3	1895,00	1960,00	2605,00	3390,00
	T3-R3	1430,00	1910,00	2580,00	3180,00
	T3-R3	1390,00	1885,00	2540,00	3150,00
	T3-R3	1345,00	1870,00	2495,00	3110,00
	T3-R3	1325,00	1850,00	2455,00	3020,00
	T3-R3	1325,00	1845,00	2450,00	3000,00
	T3-R3	1285,00	1830,00	2350,00	3000,00
	T3-R3	1260,00	1775,00	2300,00	2850,00
	T3-R3	1260,00	1730,00	2130,00	2850,00
	T3-R4	1600,00	2325,00	3230,00	3980,00
	T3-R4	1575,00	2300,00	3150,00	3830,00
	T3-R4	1535,00	2260,00	3080,00	3830,00
	T3-R4	1500,00	2140,00	2800,00	3655,00
	T3-R4	1420,00	2105,00	2780,00	3330,00
	T3-R4	1340,00	2050,00	2650,00	3215,00
	T3-R4	1310,00	1850,00	2605,00	3175,00
	T3-R4	1295,00	1830,00	2540,00	3150,00
	T3-R4	1270,00	1800,00	2520,00	3070,00
	T3-R4	1270,00	1800,00	2500,00	3030,00

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>	<b>P.I.</b>	<b>DÍA 42</b>	<b>DÍA 49</b>	<b>DÍA 56</b>
<b>T4</b>	<b>T4-R1</b>	2110,00	2620,00	3600,00	4225,00
	<b>T4-R1</b>	2080,00	2600,00	3505,00	3780,00
	<b>T4-R1</b>	1570,00	2260,00	2970,00	3660,00
	<b>T4-R1</b>	1565,00	2250,00	2950,00	3625,00
	<b>T4-R1</b>	1450,00	2185,00	2820,00	3380,00
	<b>T4-R1</b>	1440,00	2120,00	2775,00	3370,00
	<b>T4-R1</b>	1345,00	2060,00	2620,00	3200,00
	<b>T4-R1</b>	1330,00	1970,00	2580,00	3200,00
	<b>T4-R1</b>	1310,00	1920,00	2520,00	3200,00
	<b>T4-R1</b>	1300,00	1770,00	2330,00	2780,00
	<b>T4-R2</b>	1800,00	2300,00	3120,00	3805,00
	<b>T4-R2</b>	1600,00	2080,00	2740,00	3430,00
	<b>T4-R2</b>	1505,00	2000,00	2720,00	3250,00
	<b>T4-R2</b>	1380,00	1975,00	2680,00	3205,00
	<b>T4-R2</b>	1315,00	1915,00	2590,00	3135,00
	<b>T4-R2</b>	1310,00	1905,00	2515,00	3035,00
	<b>T4-R2</b>	1310,00	1890,00	2500,00	3000,00
	<b>T4-R2</b>	1270,00	1840,00	2440,00	2970,00
	<b>T4-R2</b>	1270,00	1830,00	2390,00	2915,00
	<b>T4-R2</b>	1245,00	1805,00	2370,00	2750,00
	<b>T4-R3</b>	1805,00	2400,00	3230,00	3800,00
	<b>T4-R3</b>	1690,00	2055,00	2680,00	3240,00
	<b>T4-R3</b>	1480,00	1925,00	2680,00	3070,00
	<b>T4-R3</b>	1415,00	1880,00	2490,00	3025,00
	<b>T4-R3</b>	1365,00	1880,00	2490,00	3000,00
	<b>T4-R3</b>	1350,00	1825,00	2470,00	2990,00
	<b>T4-R3</b>	1295,00	1800,00	2400,00	2980,00
	<b>T4-R3</b>	1270,00	1795,00	2370,00	2940,00
	<b>T4-R3</b>	1260,00	1780,00	2340,00	2900,00
	<b>T4-R3</b>	1250,00	1780,00	2250,00	2830,00
	<b>T4-R4</b>	1830,00	2450,00	3100,00	3635,00
	<b>T4-R4</b>	1500,00	2160,00	2810,00	3430,00
	<b>T4-R4</b>	1490,00	2115,00	2740,00	3300,00
	<b>T4-R4</b>	1425,00	2050,00	2650,00	3205,00
	<b>T4-R4</b>	1300,00	2030,00	2640,00	3200,00
	<b>T4-R4</b>	1300,00	1930,00	2580,00	3110,00
	<b>T4-R4</b>	1280,00	1860,00	2470,00	3030,00
	<b>T4-R4</b>	1270,00	1815,00	2390,00	2875,00
	<b>T4-R4</b>	1240,00	1800,00	2370,00	2850,00
	<b>T4-R4</b>	1230,00	1675,00	2315,00	2815,00

**Anexo 2.** Promedio de ganancia por tratamientos y repeticiones (g/pollo)

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>DÍA 42</b>	<b>DÍA 49</b>	<b>DÍA 56</b>	<b>TOTAL</b>
<b>T1</b>	<b>R1</b>	619.50	749.50	521.50	1890.50
	<b>R2</b>	554.00	659.50	445.50	1659.00
	<b>R3</b>	507.80	645.20	424.50	1577.50
	<b>R4</b>	512.00	558.50	345.30	1415.80
<b>T2</b>	<b>R1</b>	644.00	777.00	668.00	2089.00
	<b>R2</b>	574.40	734.10	536.00	1844.50
	<b>R3</b>	549.50	636.50	511.50	1697.50
	<b>R4</b>	531.00	568.50	495.50	1595.00
<b>T3</b>	<b>R1</b>	619.00	775.50	697.50	2092.00
	<b>R2</b>	526.50	640.00	606.50	1773.00
	<b>R3</b>	510.50	633.00	550.00	1693.50
	<b>R4</b>	444.50	564.00	484.00	1492.50
<b>T4</b>	<b>R1</b>	579.00	753.50	589.00	1921.50
	<b>R2</b>	597.00	647.50	563.00	1807.50
	<b>R3</b>	573.00	621.00	532.00	1726.00
	<b>R4</b>	526.00	568.00	510.00	1604.00

**Anexo 3. Conversión alimenticia por tratamiento y repetición**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>DÍA 42</b>	<b>DÍA 49</b>	<b>DÍA 56</b>	<b>TOTAL</b>
<b>T1</b>	<b>R1</b>	1.94	1.71	2.65	2.04
	<b>R2</b>	2.22	1.97	2.96	2.32
	<b>R3</b>	2.51	1.94	3.18	2.46
	<b>R4</b>	2.50	2.22	4.00	2.75
<b>T2</b>	<b>R1</b>	1.97	1.62	2.02	1.86
	<b>R2</b>	2.18	1.74	2.50	2.10
	<b>R3</b>	2.29	2.03	2.64	2.30
	<b>R4</b>	2.35	2.29	2.79	2.46
<b>T3</b>	<b>R1</b>	2.07	1.68	2.01	1.90
	<b>R2</b>	2.43	2.06	2.29	2.25
	<b>R3</b>	2.53	2.12	2.56	2.39
	<b>R4</b>	2.92	2.34	2.87	2.69
<b>T4</b>	<b>R1</b>	2.25	1.78	2.41	2.11
	<b>R2</b>	2.21	2.08	2.58	2.28
	<b>R3</b>	2.23	2.13	2.78	2.36
	<b>R4</b>	2.41	2.32	2.73	2.48

**Anexo 4. Consumo de alimento semanal por tratamiento y repetición (g/pollo)**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>DÍA 42</b>	<b>DÍA 49</b>	<b>DÍA 56</b>	<b>TOTAL</b>
<b>T1</b>	<b>R1</b>	1200.00	1280.00	1380.00	3860.00
	<b>R2</b>	1230.00	1300.00	1320.00	3850.00
	<b>R3</b>	1275.00	1250.00	1350.00	3875.00
	<b>R4</b>	1280.00	1240.00	1380.00	3900.00
<b>T2</b>	<b>R1</b>	1270.00	1260.00	1350.00	3880.00
	<b>R2</b>	1250.00	1280.00	1340.00	3870.00
	<b>R3</b>	1260.00	1290.00	1350.00	3900.00
	<b>R4</b>	1250.00	1300.00	1380.00	3930.00
<b>T3</b>	<b>R1</b>	1280.00	1300.00	1400.00	3980.00
	<b>R2</b>	1280.00	1320.00	1390.00	3990.00
	<b>R3</b>	1290.00	1340.00	1410.00	4040.00
	<b>R4</b>	1300.00	1320.00	1390.00	4010.00
<b>T4</b>	<b>R1</b>	1300.00	1340.00	1420.00	4060.00
	<b>R2</b>	1320.00	1350.00	1450.00	4120.00
	<b>R3</b>	1280.00	1320.00	1480.00	4080.00
	<b>R4</b>	1270.00	1320.00	1390.00	3980.00

### Anexo 5. Preparación del galpón



**Descripción:** Cobertizo para el criado de los pollos parrilleros para la etapa de acabado.

### Anexo 6. Instalación de comederos y beberos



**Descripción:** Dispositivos de almacenamiento del almidón de papa.

## Anexo 7. Instalación de comederos y beberos



**Descripción:** Proceso de pesado de pollos vivos.

### Anexo 8. Distribución de las pozas de crianza



**Descripción:** Proceso de alimentación de los pollos parrilleros con almidón de papa.

### Anexo 6. Sacrificio de pollos para evaluar el rendimiento de carcasa



**Descripción:** Proceso de sacrificio de los pollos del experimento.

## Anexo 10. Evaluación de carcasas de pollos del trabajo experimental



**Descripción:** Pesaje de los pollos listos para la venta.

## Anexo 11. Control de peso semanal



**Descripción:** Proceso de pesado de pollo vivo

## Anexo 12. Evaluación de pollos por cada tratamiento experimental



**Descripción:** Preparación de los pollos para su pasada de acuerdo a los tratamientos empleados.