



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

---

**Efecto sobre el comportamiento productivo de pollos de carne de la  
harina de maíz procesada artesanalmente**

**TESIS**

**Para optar el título profesional de  
INGENIERA ZOOTECNISTA**

**Autora**

**Bach. Castillo Seclén, Cinthia Valeria**

**Asesor**

**Ing. Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo, M. Sc.**

(ORCID id: 0000-0002-1526-8099)

**Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr.**

(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

**Lambayeque**

**PERÚ**

**12/12/2025**

**Efecto sobre el comportamiento productivo de pollos de carne de la harina de maíz  
procesada artesanalmente**

**TESIS  
Presentada para  
optar el título profesional de  
INGENIERA ZOOTECNISTA**

**Autora  
Bach. Castillo Seclén, Cinthia Valeria**

**Sustentada y aprobada ante el  
siguiente jurado**

**Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, Dr. C.  
Presidente**



**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. C.  
Secretario**



**Ing. Uber Joel Plasencia Ruiz, M. Sc.  
Vocal**



**Ing. Sergio R. B. Del Carpio Hernández, M. Sc.  
Asesor**



**Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C.  
Asesor**





**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**  
**ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL**  
**N° 001- 2025/FIZ**



Siendo las 6:00 pm del día miércoles 12 de noviembre de 2025, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 201-2025-FIZ/D, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "EFECTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE CARNE DE LA HARINA DE MAIZ PROCESADA ARTESANALMENTE", presentado por la bachiller CINTHIA VALERIA CASTILLO SECLÉN, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/fmj-pitz-jxz> los miembros de jurado designados con Resolución N° 021-2024-VIRTUAL-FIZ, del 14 de febrero de 2024: Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, Dr. Presidente; Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr., Secretario; Ing. Uber Joel Plasencia Ruiz, M. Sc., Vocal; e Ingenieros Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc. y Pedro Antonio del Carpio Ramos, Dr. Asesores para dictaminar sobre el proyecto de tesis antes citado el cual fue aprobado mediante Resolución N° 038-2024-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 25 de marzo de 2024.

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado y aclaraciones del señor patrocinador, el jurado se reunió virtualmente en <https://meet.google.com/bmc-dbgf-kgx> para evaluar y calificar la sustentación de la tesis "EFECTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE CARNE DE LA HARINA DE MAIZ PROCESADA ARTESANALMENTE", habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 20 equivalente al calificativo de EXCELENTE,

Por lo tanto, la bachiller en Ingeniería Zootecnia CINTHIA VALERIA CASTILLO SECLÉN,; se encuentra APTA para recibir el Título Profesional de Ingeniera Zootecnista de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 7:10 pm. se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.

Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, Dr.  
PRESIDENTE

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.  
SECRETARIO

Ing. Uber Joel Plasencia Ruiz, M. Sc.  
VOCAL

Ing. Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M. Sc.  
ASESOR\*

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.  
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

presente es copia fiel del original a la que me referiré en caso necesario

\* No firmó por hallarse en licencia por motivo de estudios. Según resolución N° 982-2024-R, del 29 de noviembre de 2024

Lambayeque, 09 de 02 iii del 2025

FEDATARIO

## CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS


Nosotros, Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc., e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesores de tesis de la bachiller Cinthia Valeria Castillo Seclén. Titulada **Efecto sobre el comportamiento productivo de pollos de carne de la harina de maíz procesada artesanalmente**, luego de la revisión exhaustiva del documento hemos constatado que tiene un índice de similitud de 10%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

Los suscritos hemos analizado dicho reporte y hemos concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a nuestro leal saber y entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

**Lambayeque, octubre de 2025.**



**Dr. Pedro A. Del Carpio Ramos**  
DNI 16407252  
Asesor



**M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández**  
DNI 40158939  
Asesor

# Efecto sobre el comportamiento productivo de pollos de carne de la harina de maíz procesada artesanalmente

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="http://rdu.unc.edu.ar">rdu.unc.edu.ar</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe:8080">repositorio.unprg.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

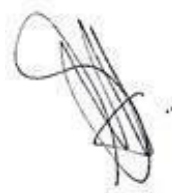
< 40 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos  
Asesor  
DNI 16407252



M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández  
Asesor  
DNI 40158939

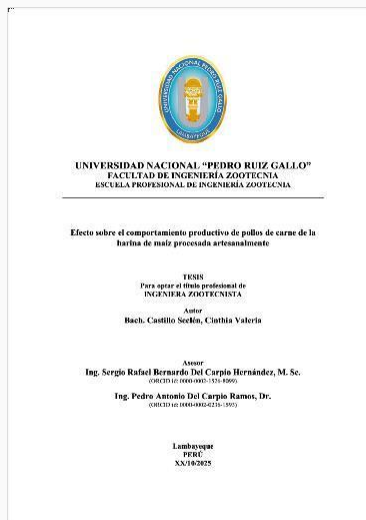


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Cinthia Castillo  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: Efecto sobre el comportamiento productivo de pollos de carn ...  
Nombre del archivo: Tesis\_Cinthia\_Castillo.pdf  
Tamaño del archivo: 8.46M  
Total páginas: 46  
Total de palabras: 10,989  
Total de caracteres: 53,746  
Fecha de entrega: 14-oct-2025 11:29a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2781005371



Derechos de autor 2025 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos  
Asesor

DNI 16407252

M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández  
Asesor

DNI 40158939

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Castillo Seclén, Cinthia Valeria, investigadora principal, y Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesores, del trabajo de investigación **Efecto sobre el comportamiento productivo de pollos de carne de la harina de maíz procesada artesanalmente**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.


**Lambayeque, octubre de 2025.**



**Castillo Seclén, Cinthia Valeria**



**Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo**



**Del Carpio Ramos, Pedro Antonio**

## **DEDICATORIA**

**Dedico esta tesis:**

**En primer lugar, a Dios por estar en cada pasó que doy, por brindarme la fuerza, la sabiduría y la salud necesarias para superar cada obstáculo y continuar con determinación hasta alcanzar esta meta.**

**A mis padres, por su apoyo, su amor incondicional, sacrificio y ejemplo de lucha constante; a mis hermanos y a toda mi familia, por ser mi motivación más grande y mi apoyo en cada etapa de este camino.**

**También dedico este logro a todas aquellas personas que creyeron en mí, que me alentaron a seguir adelante cuando las dificultades parecían más grandes que mis fuerzas. Gracias a ustedes, hoy culmino un importante capítulo de mi vida.**

## **Agradecimiento**

**A todas las personas que, directa o indirectamente, me prestaron su apoyo para la realización de la investigación que presento como tesis.**

**En especial a mis asesores, Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc., e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., por la adecuada orientación que permitió que la investigación fuese exitosa.**

## **Efecto sobre el comportamiento productivo de pollos de carne de la harina de maíz procesada artesanalmente**

### **Resumen**

A nivel mundial, el maíz es la principal fuente de carbohidratos en la alimentación de los pollos de granja; dispone de una serie de ventajas nutricionales, sobre todo para el abastecimiento de energía del organismo animal. No obstante, algunas fracciones carbohidratadas son de escasa digestibilidad; siendo necesario mejorar su utilización para potenciar el uso de maíz, tornándolo más económico. El tratamiento térmico es la herramienta más utilizada para tal fin. El procesamiento artesanal, aplicado para la obtención de chochoca, podría permitir reemplazar al maíz amarillo parcial o parcialmente. El presente ensayo de alimentación consideró la implementación de tres grupos experimentales en los que se empleó: Maíz amarillo molido sin procesamiento térmico (control), Reemplazo del 50% y Reemplazo total; se emplearon 60 pollos de diez días de edad, hasta que alcanzaron los 45 días de edad. Las pesadas de los pollos se hicieron cada 14 días, con excepción del período final que fue de ocho. La sustitución del 50% fue más eficiente que el control en incrementos de peso y conversión alimenticia que la sustitución total; sin embargo, no pudo superar al control en mérito económico debido a que el maíz procesado, destinado a la alimentación humana, encareció la ración. La implementación de un programa nutricional para mejorar la utilización de la energía del maíz procesado podría hacerlo viable económicamente para el pequeño productor.

**Palabras clave:** Procesamiento térmico; Maíz; Alimentación; Pollos de carne.

## **Effect of artisanal processed corn flour on the productive performance of broiler chickens**

### **Abstract**

Worldwide, corn is the main source of carbohydrates in the diet of farm chickens. It offers several nutritional advantages, especially for providing energy to the animal's body. However, some carbohydrate fractions are poorly digestible; their utilization needs to be improved to boost the use of corn, making it more economical. Heat treatment is the most widely used tool for this purpose. Artisanal processing, applied to obtain chochoca (a type of corn) can partially or completely replace yellow corn. This feeding trial considered the implementation of three experimental groups: ground yellow corn without heat processing (control), 50% replacement, and total replacement. Sixty ten-day-old chickens were used until they reached 45 days of age. Chickens were weighed every 14 days, with the exception of the final period, which was eight days old. The 50% replacement was more efficient than the control in terms of weight gain and feed conversion than total replacement. However, it was unable to outperform the control group on economic merit because processed corn, intended for human consumption, increased the cost of the ration. Implementing a nutritional program to improve the energy utilization of processed corn could make it economically viable for small producers.

**Keywords:** Thermal processing; Corn; Feed; Broiler chickens.

## ÍNDICE

<b>N° Cap.</b>	<b>Título del Capítulo</b>	<b>N° Pág.</b>
	<b>Resumen/ Abstract</b>	<b>x</b>
	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>I</b>	<b>DISEÑO TEÓRICO</b>	
	1.1. Antecedentes	03
	1.2. Bases Teóricas	09
	1.2.1. Definiciones conceptuales	11
	1.2.1.1. Harina de maíz procesadas artesanalmente	11
	1.2.1.2. Teoría de la asignación de recursos en ganadería	12
<b>II</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>	
	2.1. Tipo de Investigación	13
	2.1.1. Ubicación y fecha	13
	2.1.2. Grupos experimentales	13
	2.2. Diseño de Contrastación de Hipótesis	13
	2.3. Población y Muestras	14
	2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	
	2.4.1. Alimento experimental	14
	2.4.2. Instalaciones y equipo	15
	2.4.3. Procedimientos experimentales	16
	2.4.4. Variables evaluadas	19
	2.4.5. Análisis de los datos	19
<b>III</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	3.1. Consumo de Alimento	20
	3.2. Peso Corporal y Cambios en el Peso	21
	3.3. Conversión Alimenticia	25
	3.4. Mérito Económico	28
<b>IV</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	
	4.1. Sobre el Consumo de Alimento	32
	4.2. Sobre el Peso Corporal y Cambios en el Peso	33
	4.3. Sobre la Conversión Alimenticia	34
	4.4. Sobre el Mérito Económico	36
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>38</b>
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>39</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. Nº</b>
1	<i>Raciones para crecimiento-acabado de cada grupo experimental, %</i>	14
2	<i>Consumo de alimento (g.) en pollos de carne que recibieron una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente</i>	20
3	<i>Peso corporal (g.) en pollos de carne de la línea Cobb 500 que una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente</i>	21
4	<i>Cambios de peso (g.) en pollos de carne que recibieron una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente</i>	22
5	<i>Conversión alimenticia en pollos de carne que recibieron una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente</i>	25
6	<i>Mérito económico en pollos de carne que recibieron una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente</i>	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Galpón experimental construido en el caserío Cruz Blanca</i>	15
2	<i>Desinfección del galpón mediante fumigación</i>	16
3	<i>Pesada Inicial de los pollos del experimento</i>	17
4	<i>Harina de maíz procesado térmicamente en forma artesanal (HMPA)</i>	18
5	<i>Vacunación por vía ocular de cada pollito</i>	18
6	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el consumo de alimento</i>	21
7	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para los cambios de peso en el primer período</i>	23
8	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para los cambios de peso en el segundo período</i>	24
9	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para los cambios de peso en el tercer período</i>	24
10	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para los cambios acumulados de peso</i>	25
11	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para la conversión alimenticia en el primer período</i>	26
12	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para la conversión alimenticia en el segundo período</i>	27
13	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para la conversión alimenticia en el tercer período</i>	27
14	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para la conversión alimenticia acumulada</i>	28
15	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico en el primer período</i>	29
16	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico en el segundo período</i>	29
17	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico en el tercer período</i>	30
18	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico acumulado</i>	31
19	<i>Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico acumulado excluyendo la información del último período de la crianza</i>	37

## ANEXOS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. Nº</b>
1	<i>Prueba de normalidad con el peso corporal a los 24 días de edad</i>	42
2	<i>Prueba de varianzas homogéneas con el peso corporal a los 24 días de edad</i>	42
3	<i>Prueba de Kruskal-Wallis con el peso corporal a los 24 días de edad</i>	42
4	<i>Prueba de normalidad con el peso corporal a los 38 días de edad</i>	43
5	<i>Prueba de varianzas homogéneas con el peso corporal a los 38 días de edad</i>	43
6	<i>Prueba de Kruskal-Wallis con el peso corporal a los 38 días de edad</i>	43
7	<i>Prueba de normalidad con el peso corporal a los 45 días de edad</i>	44
8	<i>Prueba de varianzas homogéneas con el peso corporal a los 45 días de edad</i>	44
9	<i>Prueba de Kruskal-Wallis con el peso corporal a los 45 días de edad</i>	44

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, y en diversos países de América Latina, la alimentación del pollo de carne se sustenta en el maíz como insumo energético; en los distintos tipos de emprendimientos, ya sea en la crianza familiar, familiar-comercial o comercial. Es el ingrediente que participa en mayor proporción en las fórmulas alimenticias avícolas. Aun cuando es un cereal cuyo contenido energético es de alta disponibilidad, podría mejorarse su valor nutritivo si recibe un tratamiento en su procesamiento, que podría ser el referido al tamaño de partícula, pero no sólo ese, sino también térmico, como sucede cuando se prepara como *chochoca*.

La chochoca se trata del maíz precocido y molido, se emplea en la alimentación humana, en la preparación de diferentes platos, principalmente sopa; la precocción tiene la particularidad de mejorar la digestibilidad y la disponibilidad de algunas vitaminas del complejo B y de elementos minerales.

El tratamiento con calor se emplea en la preparación comercial de alimentos para aves (peletización y extrusión); sin embargo, son tecnologías que no están, muchas veces, al alcance de los pequeños productores, por lo que su aplicación, similar a la que se hace para preparar chochoca, podría ser una alternativa para este tipo de productores para mejorar la calidad nutricional del alimento que preparan para utilizar en sus emprendimientos. Teniendo en consideración que una mejora en la calidad nutricional, que permitiera mejor desempeño productivo en el crecimiento del pollo de carne, permitiría una reducción en la proporción de la fórmula alimenticia, tendiente a un abaratamiento de la dieta.

En esta investigación se tuvo en consideración proponer el siguiente **problema**:  
¿cuál es el efecto sobre el comportamiento productivo (incremento de peso, conversión

alimenticia, etc.) del pollo de carne al sustituir parcialmente el maíz molido convencional por la harina procesada artesanalmente (chochoca)?

La **hipótesis** fue: La sustitución de maíz amarillo molido convencional (MAMC) por la harina de maíz procesado térmicamente en forma artesanal (HMPA) tendrá un efecto positivo sobre el comportamiento productivo (incremento de peso, conversión alimenticia, etc.) del pollo de carne.

Se tuvo en cuenta los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de MAMC por la HMPA sobre el comportamiento productivo de pollos de carne.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el consumo de alimento.
2. Evaluar el peso corporal y sus cambios por efecto de la sustitución parcial.
3. Evaluar la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso corporal (conversión alimenticia).
4. Evaluar el mérito económico de la alimentación.

Una parte importante de la producción de alimentos de origen animal, como es el pollo de carne, es sostenida por pequeños emprendimientos que necesitan de metodologías, adecuadas a su dimensión, para poder mantenerse en la brega frente a las grandes integraciones que tienen saturado el mercado porque sus costos son menores. Por tal situación se justificó la ejecución de esta investigación.

# I. DISEÑO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes

Se han realizado numerosos trabajos de investigación para determinar el potencial productivo del maíz en diferentes especies de animales domésticos de interés zootécnico, bajo diversas circunstancias (tamaño de partícula, suplementación de exoenzimas, comparativo con otros cereales, etc.) Entre las publicaciones relativamente recientes con pollos de carne, se tiene las siguientes.

Giacobbo et al. (2021) realizaron un estudio con el objetivo de determinar la composición química, el contenido de polisacáridos no amiláceos (PNA), la digestibilidad *in vitro* del almidón, la energía metabolizable aparente (EMA), la EMA corregida por nitrógeno ( $EMA_N$ ) y el coeficiente de energía metabolizable aparente y de la energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno ( $CEMA$  y  $CEMA_N$ ) de tres híbridos de maíz secados a diferentes temperaturas (80 y 110°C) en dietas de pollos de carne. Se determinó que la temperatura de secado de 110°C aumentó el contenido de amilosa, almidón resistente y nitrógeno ligado a la fibra y redujo la relación PNA soluble: PNA total. Los autores concluyeron considerando que estos cambios podrían ser responsables de las diferencias en la digestibilidad de los nutrientes.

Sousa et al. (2021) realizaron un estudio para evaluar el efecto del procesamiento hidrotermal (extrusión, 150°C, y peletizado, 56°C) sobre el comportamiento productivo, morfometría de órganos digestivos, actividad de amilasa y lipasa pancreática, concentración de glucosa e insulina del plasma de pollos de carne que recibieron dietas con diferente fuente de carbohidratos (maíz o sorgo). En el arreglo factorial 2x2, se consideró como factor 1 al procesamiento (peletización o extrusión) y al factor 2 a la fuente (maíz o sorgo). Trabajaron con los pollos hasta los 7 días de edad; los que fueron alimentados con dietas a base de maíz extruido mostraron mayor actividad específica de

amilasa ( $P < 0.001$ ) y menor concentración de glucosa a las 24 horas post eclosión ( $P < 0.001$ ), pero a los 7 días presentaron la peor conversión alimenticia (CA,  $P = 0.002$ ). No observaron diferencias significativas en la CA entre los otros grupos ( $P > 0.05$ ). Indicaron que ni el método de procesamiento hidrotérmico, ni la fuente de carbohidratos afectaron el peso de los órganos digestivos ( $P > 0.05$ ), y que los pollos que recibieron dietas a base de sorgo extruido mostraron mayores niveles de glucosa en la sangre post eclosión, en tanto que los que recibieron dietas a base de maíz peletizado mostraron mejor CA durante la fase de pre inicio.

Teymouri y Hassanabadi (2021) evaluaron los efectos de diferentes temperaturas de acondicionamiento y suplementación enzimática del maíz sobre el comportamiento productivo del crecimiento, utilización de nutrientes y morfología del intestino delgado en pollos de carne de 1 a 24 días de edad. Con relación al efecto de la temperatura, como efecto simple, se consideraron los siguientes grupos: Sin procesar, 55, 70 y 85°C. Se obtuvo, respectivamente, 952.4, 945.9, 954.4 y 954.3 g de peso/ pollo; 38.0, 37.8, 38.1 y 38.1 g de peso incrementado/ pollo/ día; 1.45, 1.56, 1.49 y 1.52 para la CA. En ninguna de estas variables hubo diferencias significativas; no obstante, hubo efectos sobre características del intestino y la microbiota ileal.

Kim et al (2022a) realizaron un estudio que tuvo como objetivo caracterizar los nutrientes no digeridos presentes a lo largo del tracto gastrointestinal de las aves a las que se les ofreció dietas basadas en trigo blando o maíz, con la intención de optimizar la utilización de enzimas para mejorar la eficiencia digestiva. Respectivamente para las dietas de trigo y maíz, en el período comprendido entre los días 1 y 35 de edad, se obtuvo por pollo: 2437.6 y 2447.3 g de peso corporal; 2390.4 y 2401.7 g de incremento de peso, 3451.3 y 3453.4 g de alimento ingerido; 1.444 y 1.440 de conversión alimenticia; en ninguno de los casos del rendimiento del crecimiento las diferencias fueron significativas

( $P > 0.05$ ); los investigadores determinaron que a las aves a las que se les ofreció la dieta a base de maíz demostraron mejor utilización de los oligosacáridos, tanto en el día 12 como en el 35 ( $P = 0.087$  y  $P = 0.047$ , respectivamente). La utilización de proteínas en el yeyuno e íleon fue mayor en los pollos que recibieron la dieta a base de trigo ( $P = 0.004$  y  $P < 0.001$ , respectivamente); así mismo, determinaron que con la dieta a base de maíz se apreció mayor funcionabilidad de la molleja.

Kim et al. (2022b) realizaron un estudio para caracterizar los tipos y cantidades de polisacáridos no almidones (PNA) que permanecen sin digerir en el tracto gastrointestinal (TGI) de pollos de carne a los que se les ofreció dieta típica basada en trigo o maíz. Las dietas experimentales se ofrecieron en tres fases (inicio, de 0 a 10 días; crecimiento, de 11 a 24 días; y acabado, de 25 a 35 días de edad). La dieta a base de trigo contenía proporciones mayores de PNA solubles, en tanto que los contenidos de PNA insolubles fueron similares entre las dos dietas. Los arabinosilanos fueron los principales PNA en la dieta a base de trigo y las pectinas, seguidas de arabinosilanos en la dieta a base de maíz. Los investigadores determinaron que, en general, los pollos a los que se les suministró la dieta a base de trigo presentaron niveles más altos de PNA solubles remanente en todas las secciones del intestino, tanto a los 12 como a los 35 días de edad ( $P < 0.05$ ). El estudio destacó marcadas diferencias en las cantidades y tipos de PNA entregadas a las diferentes secciones del intestino cuando se suministraron las dietas basadas en trigo en comparación con las basadas en maíz, particularmente en la molleja y TGI inferior de los pollos.

Pope et al. (2022) realizaron un estudio para determinar los efectos de la alimentación con distribuciones variables de tamaño de partículas de maíz y ácido fórmico (AF) sobre el rendimiento vivo de pollos de carne, así como la prevalencia de *Salmonella* spp. al momento del sacrificio. La edad de evaluación fue de 10 a 48 días; en

tanto que los tratamientos de tamaño de partícula: FC, 395  $\mu\text{m}$ ; CC-Hi, 850  $\mu\text{m}$ ; CC-Lo, 850  $\mu\text{m}$ . CC-Hi y CC-Lo tuvieron el mismo tamaño de partícula, pero diferentes distribuciones del tamaño. Respectivamente para los tratamientos en el orden indicado, a los 48 días, se obtuvo: 6602, 6531 y 6631 g/pollos de alimento ingerido ( $P < 0.05$ ); 4120, 4144 y 4169 g/pollos de peso corporal; 3804, 3825 y 3850 g/pollos de incremento total de peso; 1.76, 1.74 y 1.75 de conversión alimenticia ( $P < 0.01$ ). Los resultados indicaron que las dietas con AF y con una distribución granulométrica CC (1642  $\mu\text{m}$ ) se pueden alimentar a los pollos de carne durante todo el período de producción.

Saensukjaroenphon et al. (2022) realizaron un ensayo con el objetivo de determinar el efecto de la forma del alimento, el tamaño de la partícula y la extrusión del maíz sobre el crecimiento de pollos de carne de 21 días de edad. Los tratamientos se organizaron en un arreglo factorial 2 x 3 de Tipo de Maíz (crudo y extruido) y Tamaño de Partícula (400, 800 y 1200  $\mu\text{m}$ ). Respectivamente para los tratamientos, según el arreglo factorial indicado, se obtuvo a los 21 días: 1.92, 1.90, 1.85, 1.76, 1.72 y 1.72 lb de peso corporal, hubo diferencias ( $P < 0.001$ ) entre tipos de maíz; 0.109, 0.114, 0.111, 0.100, 0.103 y 0.101 lb de ingestión diaria promedio de alimento, hubo diferencias ( $P < 0.001$ ) entre tipos de maíz; 1.28, 1.31, 1.33, 1.31, 1.34 y 1.32 de conversión alimenticia ( $P > 0.05$ ). Cuando se analizó el Tipo de Dieta (triturado y desmenuzado) y el Tamaño de Partícula (400 y 800  $\mu\text{m}$ ), se obtuvo: 1.76, 1.72, 1.54 y 1.57 lb de peso corporal/ pollo, con diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) entre formas del alimento; 0.100, 0.103, 0.090 y 0.093 lb de ingestión promedio diaria de alimento, con diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) entre formas del alimento; 1.31, 1.34, 1.34 y 1.34 para conversión alimenticia ( $P > 0.05$ ). Los investigadores concluyeron que aumentar la cantidad de almidón gelatinizado en el alimento reemplazando el maíz molido por maíz extruido en una dieta de inicio para pollos de carne no mejoró el rendimiento del

crecimiento; en tanto que, el aumento del tamaño de las partículas del maíz condujo a un mejor desarrollo de molleja.

Downs et al. (2023) evaluaron los diferentes tamaños de partículas de maíz (TPM) en una dieta de inicio desmenuzada para pollos de carne y su impacto sobre el rendimiento, el peso de los órganos y la digestibilidad. Se emplearon pollos de carne de 1 a 21 días de edad con tres tratamientos dietéticos que diferían sólo en TPM (832, 1432 o 2036  $\mu\text{m}$ ). Respectivamente en el orden mencionado de tratamientos, al día 21, se obtuvo: 1021, 1026 y 1006 g/pollo de peso corporal; 1344, 1329 y 1349 g/pollo de alimento ingerido; 1.30, 1.29 y 1.32 de conversión alimenticia ( $P < 0.05$ ). Los investigadores concluyeron indicando que incrementando el TPM se puede afectar negativamente la conversión alimenticia, pero el efecto sobre los otros indicadores del rendimiento es mínimo.

Vargas et al. (2023) estudiaron el efecto de la alimentación con maíz procedente de Estados Unidos, Argentina y Brasil sobre el rendimiento vivo de pollos de carne, rendimiento de carcasa y digestibilidad de los nutrientes desde el primer al trigésimo quinto día de edad. Las dietas se formularon para que solo se diferenciaron en el origen del maíz. Respectivamente para maíz EE. UU, ARG y BRA, a los 35 días de edad, se obtuvo: 2574, 2540 y 2608 g de peso/ pollo; 2530, 2495 y 2564 g/pollo de ganancia de peso corporal; 3697, 3693 y 3756 g/pollo de alimento ingerido; 1.434, 1.452 y 1.434 ( $P < 0.002$ ) para conversión alimenticia. Los investigadores concluyeron que el origen del maíz influyó en la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso corporal.

Ghasemi-Aghgonbad et al. (2024) investigaron las interacciones entre el tamaño de partícula (TP) y la temperatura de acondicionamiento del maíz sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa, morfología intestinal y respuesta inmune de pollos de carne. En el caso del factor *acondicionamiento térmico* se

consideraron las siguientes agrupaciones: Sin acondicionamiento, 75 y 90°C. El ensayo duró hasta los 42 días de edad y se obtuvo: 88.7, 89.7 y 89.9 g de alimento ingerido/ pollo/ día; 55.7, 57.6 y 56.9 g de incremento diario de peso/ pollo (P=0.031); 1.594, 1.557 y 1.58 de CA. Los investigadores determinaron que el acondicionamiento a 75°C mejoró el incremento de peso y recomendaron utilizar TP fino y acondicionamiento a 75°C ya que puede mejorar el rendimiento y el desarrollo del tracto gastrointestinal de los pollos.

Adeleye et al. (2025) investigaron el efecto de la sustitución equienergética de maíz nativo (tratamiento control) por maíz extruido (112°C) sobre el comportamiento productivo, índices de utilización de la energía y la respuesta glucémica posprandial en pollos de carne, en un ensayo de 42 días. Los pollos alimentados con las dietas que contenían maíz extruido mostraron una mejora significativa en la ganancia diaria de peso (de 1 a 35 días de edad) de 7.99% (43.8 vs. 47.3 g/ pollo/ día, respectivamente para control y extruido) y en la uniformidad del lote, en 33.33% (4.20 y 2.80 % en el coeficiente de variación del lote). Se determinó que la energía metabolizable fue significativamente mayor en el grupo control (P=0.03) pero la retención de energía en forma de grasa y proteína, la energía neta de producción y la proteína no se vieron afectados. La concentración plasmática de glucosa posprandial con las dietas de maíz extruido indicó mejor digestibilidad del almidón.

Teymouri et al. (2025) realizaron un estudio para evaluar los efectos del maíz procesado calóricamente y la suplementación enzimática en dietas de papilla sobre la digestibilidad de nutrientes, indicadores productivos del crecimiento, morfología intestinal y conteo de la microbiota ileal de pollos de carne. Las temperaturas de 55, 70 y 85°C se aplicaron a las dietas de basales. Respectivamente para: Dietas sin procesar, 55, 70 y 85°C se obtuvo 2548.9, 2539.7, 2544.2 y 2531.0 g de peso corporal a los 42 días; 89.3, 93.0, 93.8 y 87.9 g de incremento de peso/ pollo/ día; 150.4, 158.7, 163.5 y 160.0 g

de alimento ingerido/ pollo/ día; 1.74, 1.75, 1.74 y 1.83 de CA ( $P < 0.05$ ), con 85°C la CA fue menos eficiente. Los investigadores concluyeron indicando que el acondicionamiento del maíz a 55°C, sin suplementación enzimática, en dietas en forma de papilla mejoró la utilización del calcio, la CA y la altura de las vellosidades yeyunales, disminuyó el recuento ileal de *Clostridium*.

## **1.2. Bases Teóricas**

Cabañas-Ojeda et al. (2023) indicaron que el maíz es la principal fuente de energía para la producción de los animales domésticos y el ingrediente principal en la dieta de las aves. Asimismo, indicaron que las variedades de maíz difieren en la dureza del grano, lo que implica que también están organizados los gránulos de almidón en la matriz proteica del endospermo del grano. Mencionan que, en el endospermo vítreo, los gránulos están muy organizados; en cambio, en el endospermo harinoso, los gránulos están organizados de una manera laxa en una matriz proteica más delgada que contiene numerosos espacios llenos de aire. También, indicaron que, aunque la dureza del endospermo es principalmente una expresión genética de la variedad híbrida, los factores ambientales previos a la cosecha y las condiciones posteriores a la cosecha durante el manejo, transporte, secado, almacenamiento y procesamiento, también pueden influir en la dureza del grano. Así, la industria de granos reduce los costos de energía durante el proceso de secado forzado del maíz aplicando a menudo, temperaturas superiores a 100 °C por períodos cortos, lo que puede conducir a alteraciones fisicoquímicas y funcionales del almidón, proteína y, en consecuencia, el rendimiento animal en vivo.

En el procesamiento de cereales que se suministran a los animales de interés zootécnico se emplean combinaciones de calor, humedad, tiempo y acción mecánica, con la finalidad de mejorar la digestibilidad. Así, Kocic et al. (2022) realizaron una investigación con el objetivo de representar cuantitativamente las propiedades

fisicoquímicas del almidón crudo y procesado mediante una metodología *in vitro* y, además, describir los cambios después del tratamiento térmico (peletizado, descascarillado al vapor, micronación y extrusión del maíz); en base a sus resultados, indicaron que el peletizado, descascarillado al vapor y la micronación pueden considerarse métodos suaves de tratamiento térmico. Concluyeron mencionando que los resultados mostraron la existencia de diferencias significativas en las propiedades fisicoquímicas del almidón del maíz, dependiendo del tratamiento térmico aplicado.

Los tratamientos físicos, como la expansión y el peletizado, se emplean en el procesamiento de las dietas con la finalidad de mejorar la eficiencia de utilización de los alimentos. Como consecuencia de la aplicación de estos procesos, además de la gelatinización de los gránulos de almidón, también se produce una desnaturalización parcial de las proteínas, lo que conduce a una mayor digestibilidad de los alimentos y, en consecuencia, mayor rendimiento de los pollos de carne. En ambos procesos mencionados, el alimento es sometido a un acondicionamiento que implica someterlo a temperaturas de 80°C (pellets) o de 130°C (peletizado expandido). En un ensayo, evaluando estas formas de acondicionamiento en el alimento, Oliveira et al. (2022) determinaron que, en comparación con las dietas peletizadas, las expandidas a base de maíz no mejoraron el rendimiento a los 40 días de edad. Los investigadores sugirieron que, para incrementar la absorción de nutrientes, el contenido de  $EMA_N$  y la productividad de los pollos, es recomendable preparar dietas peletizadas con 1.6% de agua en la mezcla y un tamaño de partícula de 850  $\mu m$ .

Asimismo, se ha indicado (Oviedo-Rondón, 2021) que el maíz debe deshidratarse hasta que tenga contenidos de humedad de 15 – 13% para que pueda ser almacenado y no sea degradado debido al ataque microbiano (hongos). Para el secado, el maíz recibe el efecto de la temperatura, que puede ser ambiental (30 - 35°C), pero en condiciones de

procesamiento adecuado debe hacerse en secadores de aire caliente a temperaturas superiores (100°C). La mayoría de las veces, el maíz se somete a temperaturas entre 115 y 140°C por unos minutos. El autor menciona que es interesante notar la interacción de la temperatura con la humedad durante la cosecha; al madurar, los granos tienen alrededor de 35% de humedad, la cosecha se inicia cuando la humedad llega a los 24 – 22%; sin embargo, puede ocurrir antes en función de las condiciones climáticas. También indicó que el secado a 120°C puede generar mayor concentración de amilosa (25.5%) en el almidón que con el secado a 35°C (21.5%) e incrementa linealmente la gelatinización del almidón. Reportó que el incremento del contenido de amilosa es afectado por diferentes factores, entre ellos la dureza del endospermo.

Por lo que, no cabe duda, entonces, que la transformación del maíz en chochoca no es más que un intento de mejorar la disponibilidad de nutrientes.

### **1.2.1. Definiciones conceptuales**

#### **1.2.1.1. Harina de maíz procesada artesanalmente**

Como se indicó, es un producto que sufre un procesamiento simple, como tal se ha empleado desde tiempos ancestrales en la alimentación humana, sobre todo porque en los Andes se cultiva maíz desde mucho antes de la llegada de los españoles. A esta harina se le denomina *chochoca* en el Perú, pero en Chile, Bolivia y Argentina la denominación sufre una pequeña modificación y es *chuchoca*. Pak et al. (1975) indicaron que *...Chuchoca es también un producto autóctono preparado a partir de semillas [de maíz] menos tiernas (más maduras), cosechadas unos 130-135 días después de la siembra. Las semillas se hierven en agua con sal durante unos 30 minutos y se secan al sol durante unas cuatro semanas antes de molerlas en trozos grandes. Se vuelven a cocinar antes de comer y añadido a varios alimentos, especialmente patatas y sopas.*

Los mismos autores citados (Pak et al.), reportan análisis proximal con muestras de preparación tradicional y comercial; respectivamente indicaron valores de 1.6-1.7 y

1.8% para cenizas; 8.1-10.8 y 9.9-10.2% para proteína; 4.0-5.2 y 5.3-5.4% para extracto etéreo; 1.9-3.2 y 2.7% para fibra cruda; 70.6-73.2 y 70% para extracto libre de nitrógeno; 77.6-82.2 y 74.6-80.6% para digestibilidad. Al compararlo con los resultados de los análisis del maíz maduro se apreció que el procesamiento incrementó la proteína en 2%.

#### **1.2.1.2. Teoría de la asignación de recursos en ganadería**

Teoría desarrollada en función de la domesticación, toda vez que los animales en estado silvestre han sido capaces de abastecerse de alimento sólo para sobrevivir; pero, debido a que la domesticación implicó no solo disponer de ellos, sino que se obtuviera elevado rendimiento, los animales domésticos requieren que se les abastezca de alimento en forma óptima; es decir, en cantidad y calidad. La calidad implica que el alimento debe reunir las cualidades que permitan a los animales poder expresar la mayor parte de su potencialidad genética para producir, dentro de límites económicos.

Esta teoría tiene en consideración la eficiencia de utilización de los alimentos, como recursos que son, considerando mayor rendimiento con el menor costo posible. El humano ha trabajado genéticamente a las diferentes especies de interés zootécnico para que logren elevados rendimientos a la menor edad posible, por lo que la calidad del alimento debe cubrir las exigencias de los rápidos elevados rendimientos; como en el caso de los pollos de carne, los que serían incapaces de lograrlos bajo condiciones naturales (Rauw, 2009; Rauw y Gómez-Arraya, 2015).

Así, la implementación de procesos que pretenden mejorar la calidad nutricional del maíz para permitir que los pollos expresen su potencial productivo dentro de márgenes de eficiencia se ajusta a los principios de esta teoría.

## **II. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **2.1. Tipo de Investigación**

La presente fue una investigación de tipo experimental, ya que la investigadora manipuló una variable (independiente), consistente en proporciones de maíz tratado térmicamente de forma artesanal en la dieta y se mantuvo constantes el resto de variables que afectan al rendimiento; observando y analizando los efectos de la manipulación de la variable independiente sobre el consumo de alimento, cambios en el peso corporal, conversión alimenticia, etc. (variables dependientes).

#### **2.1.1. Ubicación y fecha**

La parte experimental (campo) de la investigación se realizó en una crianza familiar-comercial ubicada en el caserío Cruz Blanca del distrito de Túcume, provincia y departamento de Lambayeque.

La fase experimental (crianza) tuvo una duración efectiva de 35 días y se realizó en los meses de febrero y marzo.

#### **2.1.2. Grupos experimentales**

Se implementaron los grupos experimentales en función de la proporción de harina de maíz procesado térmicamente en forma artesanal (HMPA) en reemplazo del maíz amarillo molido convencional (MAMC), como se indica a continuación:

**GE<sub>1</sub>**: Ración control (con 60% MAMC)

**GE<sub>2</sub>**: Ración con 30% de HMPA y 30% de MAMC

**GE<sub>3</sub>**: Ración con 60% de HMPA y 0 % de MAMC

### **2.2. Diseño de Contrastación de Hipótesis**

Las hipótesis se contrastaron mediante el diseño completamente al azar (Ostle, 1979), se tuvo en cuenta el 5% como máxima probabilidad de cometer error de tipo I (Scheffler, 1981) al tomar la decisión de rechazar una de las hipótesis.

En la **hipótesis nula** se hizo el planteamiento de igualdad de medias de los tres grupos experimentales y en la **hipótesis alternativa** se propone que al menos una de las medias es diferente.

### 2.3. Población y Muestra

Se trabajó con 60 pollos Cobb 500, de ambos sexos, y de 10 días de edad inicial y el ensayo finalizó cuando los pollos llegaron a los 45 días de edad.

Se aplicó el tamaño de muestra no probabilístico por conveniencia (Hernández et al., 2010); se consideraron veinte pollos por cada uno de los tratamientos.

### 2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

#### 2.4.1. Alimento experimental

Toda vez que la edad inicial de los pollos fue de 10 días se consideró una sola fase de crianza (crecimiento-acabado), la composición porcentual y aporte nutritivo estimado de las dietas se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Raciones para crecimiento-acabado de cada grupo experimental, %*

<b>Ingredientes</b>	<b>GE<sub>1</sub></b>	<b>GE<sub>2</sub></b>	<b>GE<sub>3</sub></b>
Maíz amarillo, molido (MAMC)	60.00	30.00	00.00
<b>Maíz procesado (HMPA)</b>	<b>00.00</b>	<b>30.00</b>	<b>60.00</b>
Arroz, polvillo	07.00	07.00	07.00
Trigo, afrecho	08.00	08.00	08.00
Soja, aceite	03.00	03.00	03.00
Soja, torta	20.00	20.00	20.00
Calcio, carbonato	00.60	00.60	00.60
Fosfato dicálcico	00.30	00.30	00.30
Sal común	00.75	00.75	00.75
Lisina	00.10	00.10	00.10
Metionina	00.10	00.10	00.10
Premezcla	00.10	00.10	00.10
Coccdiostato	00.05	00.05	00.05
<b>Valor Nutritivo Estimado:</b>			
<b>Proteína (%)</b>	<b>21.24</b>	<b>21.24</b>	<b>21.24</b>
<b>EM (Mcal/kg)</b>	<b>3.100</b>	<b>3.100</b>	<b>3.100</b>
<b>Costo (S/. por Kg.) *</b>	<b>1.994</b>	<b>2.432</b>	<b>2.834</b>

La HMPA fue adquirida en la ciudad de Cutervo, en donde se procesa con maíz tierno (choclo), secado al sol y molienda gruesa. En Lambayeque se pasó por un molino con criba de 1 mm, obteniéndose una harina fina que fue incorporada a las raciones.

#### **2.4.2. Instalaciones y equipo**

- Galpón, construido con material de la zona (parantes y viguetas de eucalipto, malla, manta arpillera, etc. (Figura 1). Con material de cama de cascarilla de arroz.
- Comederos y bebederos de plástico.
- Balanza para pesar insumos y animales.
- Material para identificación de los animales (cintas de plástico, plumón de tinta indeleble, sujetadores)
- Material de limpieza (escoba, rastrillo, bomba de fumigación tipo mochila, detergente, desinfectante)
- Libreta de campo y ordenador electrónico.

#### **Figura 1.**

*Galpón experimental construido en el caserío Cruz Blanca*



### 2.4.3. Procedimientos experimentales

Levantado el galpón se procedió a la limpieza y desinfección del ambiente, se flameó para la eliminación de materia orgánica; enseguida se fumigó con un producto desinfectante comercial (glutaraldehído + amonio cuaternario) y se procedió a hacer vacío sanitario (una semana) hasta la llegada de los pollos.

**Figura 2.**  
*Desinfección del galpón mediante fumigación*



A los diez días de edad, los pollos fueron distribuidos en forma completamente al azar en los grupos experimentales e identificados (individualmente) y pesados, luego se pesaron a la edad de 24, 38 y 45 días, momento en que concluyó la fase de campo del ensayo. Los pesos fueron registrados en la libreta de campo y posteriormente trasladados

a un archivo Excel (ordenador electrónico), almacenados hasta su adecuación y análisis con el software estadístico.

**Figura 3.**  
*Pesada Inicial de los pollos del experimento*



El alimento se preparó con insumos de disponibilidad local según las proporciones indicadas en la Tabla 1; el procedimiento de combinación de los insumos fue progresivo, con la finalidad de asegurar la homogenización. Se puso en sacos identificados para evitar la confusión al momento de suministrar a los grupos experimentales. Se distribuyó en forma pesada y la cantidad consumida se determinó por diferencia entre lo ofertado y el residuo.

Como se indicó, la HMPA fue adquirida en la localidad de Cutervo (Cajamarca), lugar en donde su preparación es una tradición para la elaboración de diferentes formas culinarias. El proceso de preparación implica los siguientes pasos:

1. Colecta del choclo en estado semi maduro.
2. Cocción en poca agua, durante 10 minutos aproximadamente.
3. Deshidratación al ambiente por 10 días o hasta observar un grano totalmente seco.
4. Molturación, quedando apta para su utilización en la preparación de las raciones.

**Figura 4.**

*Harina de maíz procesado térmicamente en forma artesanal (HMPA)*



La gestión sanitaria implicó desinfección del calzado antes de ingresar; evitar el ingreso de personas ajenas al ensayo; control de moscas y gorgojos; recambio del material de cama cada vez que se notaba húmedo. Se vacunó a los pollos contra Gumboro, Newcastle y Bronquitis infecciosa. No se registraron casos de mortalidad.

**Figura 5.**

*Vacunación por vía ocular de cada pollito*



No se les infringió tipo alguno de maltrato, directo o indirecto, a los animales.

#### **2.4.4. Variables evaluadas**

1. Consumo de alimento; gramos de alimento consumido por pollo.
2. Peso corporal y cambios en el peso; gramos de peso por pollo.
3. Conversión alimenticia; unidades consumidas de alimento por unidad de peso corporal incrementado.
4. Mérito económico; dinero invertido en alimento por unidad de peso corporal incrementado.

#### **2.4.5. Análisis de los datos**

La información que fue sometida al análisis estadístico fue la proveniente de las pesadas (10, 24, 38 y 45 días de edad); antes de aplicar el análisis de la varianza se verificó las suposiciones de normalidad (Kolmogorov – Smirnov) y homocedasticidad (Levene); en todos los casos la información no mostró normalidad, motivo por el que los GE se compararon a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la que utiliza las medianas (Ostle, 1979; Scheffler, 1981).

Asimismo, se determinó que todos los valores de P fueron altamente significativos (0.0001), indicando comportamientos distintos entre los GE, mayoritariamente GE<sub>2</sub> fue superior.

Las medias generadas para consumo de alimento, conversión alimenticia y mérito económico fueron contrastadas en forma porcentual, haciendo como referente al valor del tratamiento control y se aplicó el análisis crítico.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Consumo de Alimento

En la Tabla 2 se presentan las cifras de consumo de alimento de pollos de carne en cuya dieta se reemplazó al maíz amarillo molido convencional (MAMC) por harina de maíz procesado térmicamente en forma artesanal (HMPA); en tanto que la Figura 6 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para el consumo en cada uno de los períodos y el acumulado.

**Tabla 2.**

*Consumo de alimento (g.) en pollos de carne que recibieron una dieta en la que se substituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente*

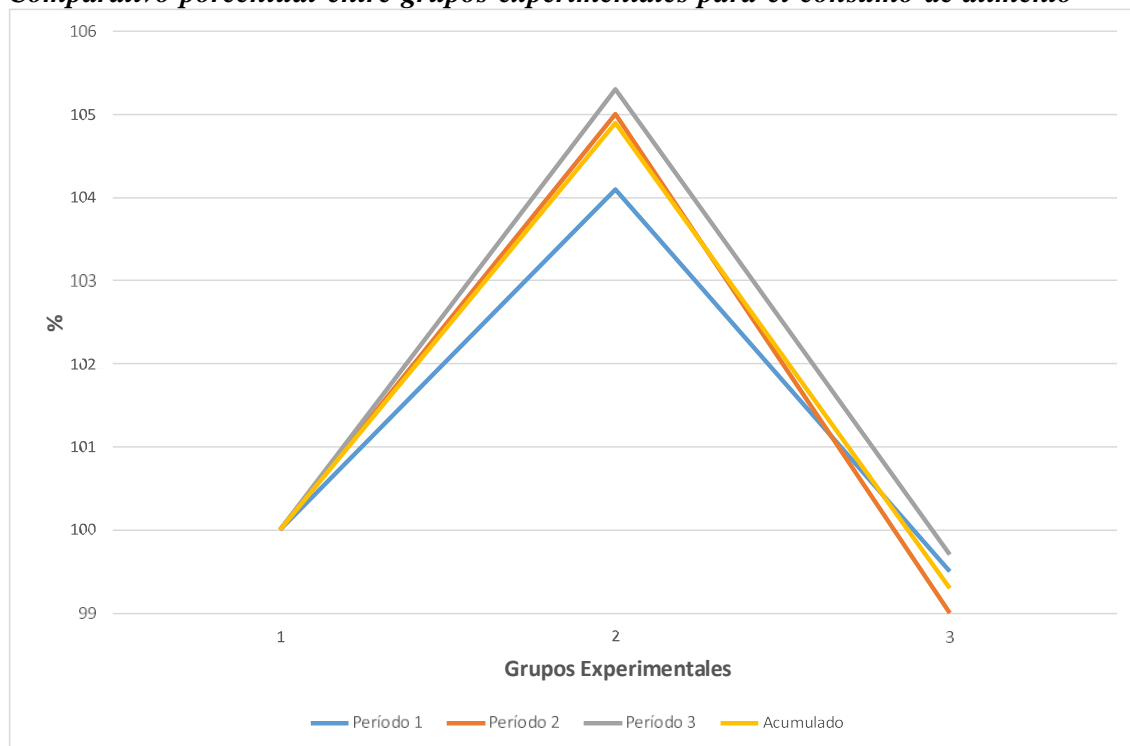
	Grupos experimentales		
	GE1 (60: 0)	GE2 (30: 30)	GE3 (0: 60)
<b>Consumo total por lote, g.:</b>			
Período 1	21400	22280	21300
Período 2	38300	40220	37900
Período 3	28860	30380	28760
<b>Consumo total por pollo, g.:</b>			
Período 1	1070	1114	1065
Período 2	1915	2011	1895
Período 3	1443	1519	1438
Acumulado	4428	4644	4398
<b>Consumo diario por pollo, g.:</b>			
Período 1	076.43	079.57	076.07
Período 2	136.79	143.64	135.36
Período 3	180.38	189.88	179.75
Acumulado	123.00	129.00	122.17

Se observó que en todos los períodos de la crianza se dio un mayor consumo en el GE2, con igual proporción de MAMC y HMPA, lo que se reflejó en el consumo acumulado. La superioridad del GE2 sobre el testigo estuvo alrededor del 5%; en tanto que el consumo en el GE3 estuvo ligeramente por debajo del GE1.

En la Figura 6 se puede observar la consistencia del consumo de alimento en los grupos experimentales en cada período de la crianza; en el eje Y se cambió la escala para que se pueda apreciar las líneas de cada tratamiento, ya que por ser cifras muy parecidas se superpusieron.

**Figura 6.**

*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el consumo de alimento*



### 3.2. Peso Corporal y Cambios en el Peso

En la Tablas 3 y 4 se presentan los resultados de los pesos y cambios de peso corporal.

**Tabla 3.**

***Peso corporal (g.) en pollos de carne de la línea Cobb 500 que una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente***

	N	Media	EE media	D. V.	C. V.	Mediana	Mínimo	Máximo
<b>Peso Inicial:</b>								
GE <sub>1</sub>	20	281.05	1.57	7.04	2.50	280.00	270.00	300.00
GE <sub>2</sub>	20	280.50	1.54	6.87	2.45	279.00	270.00	300.00
GE <sub>3</sub>	20	281.15	1.40	6.25	2.22	280.00	270.00	295.00
<b>Peso a los 24 días de edad:</b>								
GE <sub>1</sub>	20	961.95	1.12	5.00	0.52	964.00 <sup>b</sup>	952.00	970.00
GE <sub>2</sub>	20	1000.2	4.70	21.0	2.10	989.50 <sup>a</sup>	980.00	1040.0
GE <sub>3</sub>	20	963.40	1.16	5.17	0.54	963.00 <sup>b</sup>	955.00	973.00
<b>Peso a los 38 días de edad:</b>								
GE <sub>1</sub>	20	1790.5	3.84	17.2	0.96	1785.0 <sup>b</sup>	1775.0	1855.0
GE <sub>2</sub>	20	2081.0	13.1	58.6	2.81	2097.5 <sup>a</sup>	2000.0	2160.0
GE <sub>3</sub>	20	1802.5	6.55	29.3	1.63	1792.5 <sup>b</sup>	1770.0	1860.0
<b>Peso a los 45 días de edad:</b>								
GE <sub>1</sub>	20	2535.5	10.5	47.0	1.85	2510.0 <sup>b</sup>	2500.0	2650.0
GE <sub>2</sub>	20	2752.0	10.3	46.1	1.67	2750.0 <sup>a</sup>	2680.0	2820.0
GE <sub>3</sub>	20	2536.5	11.0	49.2	1.94	2510.0 <sup>b</sup>	2480.0	2630.0

<sup>a, b</sup> Letras diferentes sobre las medianas indican diferencias significativas entre grupos experimentales (P<0.05, Kruskal-Wallis).

**Tabla 4.**

***Cambios de peso (g.) en pollos de carne que recibieron una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente***

	Grupos experimentales		
	GE <sub>1</sub> (60: 0)	GE <sub>2</sub> (30: 30)	GE <sub>3</sub> (0: 60)
<b>Cambio total por pollo, g.:</b>			
Período 1	680.9	719.7	682.3
Período 2	828.6	1080.9	839.1
Período 3	745.0	671.0	734.0
Acumulado	2254.5	2471.5	2255.4
<b>Cambio diario por pollo, g.:</b>			
Período 1	48.64	51.91	48.73
Período 2	59.19	77.21	59.94
Período 3	93.13	83.89	91.75
Acumulado	64.14	70.61	64.44

Considerando los pesos iniciales, se determinó que las medias (alrededor de 281 g.) y los coeficientes de variabilidad (entre 2.2 y 2.5%) de los pesos en los tres grupos experimentales evaluados fueron muy parecidos, lo que indicó la adecuación inicial de las muestras para aplicar las condiciones del ensayo y evaluar el efecto de los tratamientos.

Con el peso a los 24 días de edad, se determinó que la distribución no siguió una tendencia normal (Anexo 1), pero si hubo homocedasticidad (Anexo 2); no obstante no se aplicó el ANAVA, habiéndose considerado la prueba de Kruskal-Wallis de comparación de medianas, que indicó que las diferencias entre grupos experimentales fueron altamente significativas ( $P=0.0001$ ), como se puede apreciar en el Anexo 3. GE<sub>2</sub> superó a GE<sub>1</sub> y GE<sub>3</sub>.

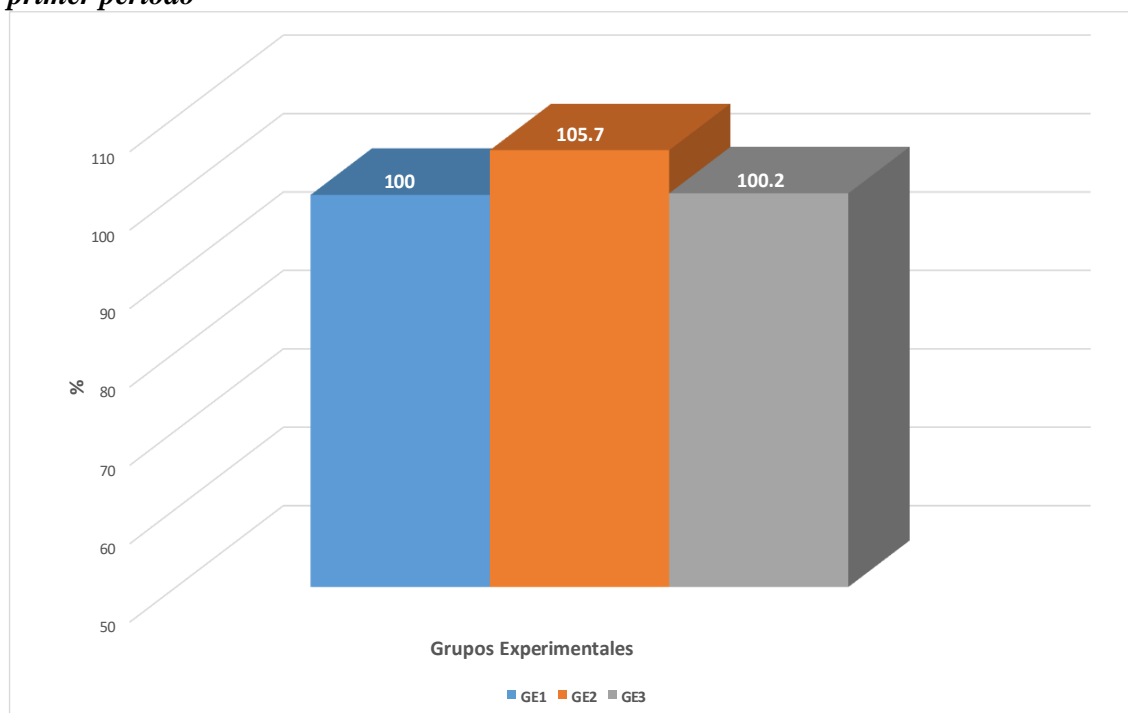
Con el peso a los 38 días de edad, como en la edad anterior la tendencia de la información no siguió la normalidad (Anexo 4), tampoco hubo homocedasticidad (Anexo 5); aplicada la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Anexo 6) se determinó que las diferencias entre los grupos experimentales fueron altamente significativas ( $P=0.0001$ ).

Con el peso a los 45 días de edad, no hubo normalidad (Anexo 7), pero si homocedasticidad (Anexo 8); debido a la ausencia de normalidad, se procedió a comparar

los grupos experimentales a través de la prueba de Kruskal-Wallis (comparación de medianas), determinándose que las diferencias fueron altamente significativas ( $P=0.0001$ ), como en las dos edades anteriores, el GE<sub>2</sub> fue superior a los GE 1 y 3, los que no difirieron entre ellos.

Debido a que el efecto sobre el crecimiento se mide a través de los cambios en el peso con mayor detalle que con los pesos (los que podrían estar influenciados por los pesos anteriores alcanzados), se determinó que en el primer período el GE<sub>2</sub> superó en un poco más de 5% a los otros GE, como se puede apreciar en la Figura 7.

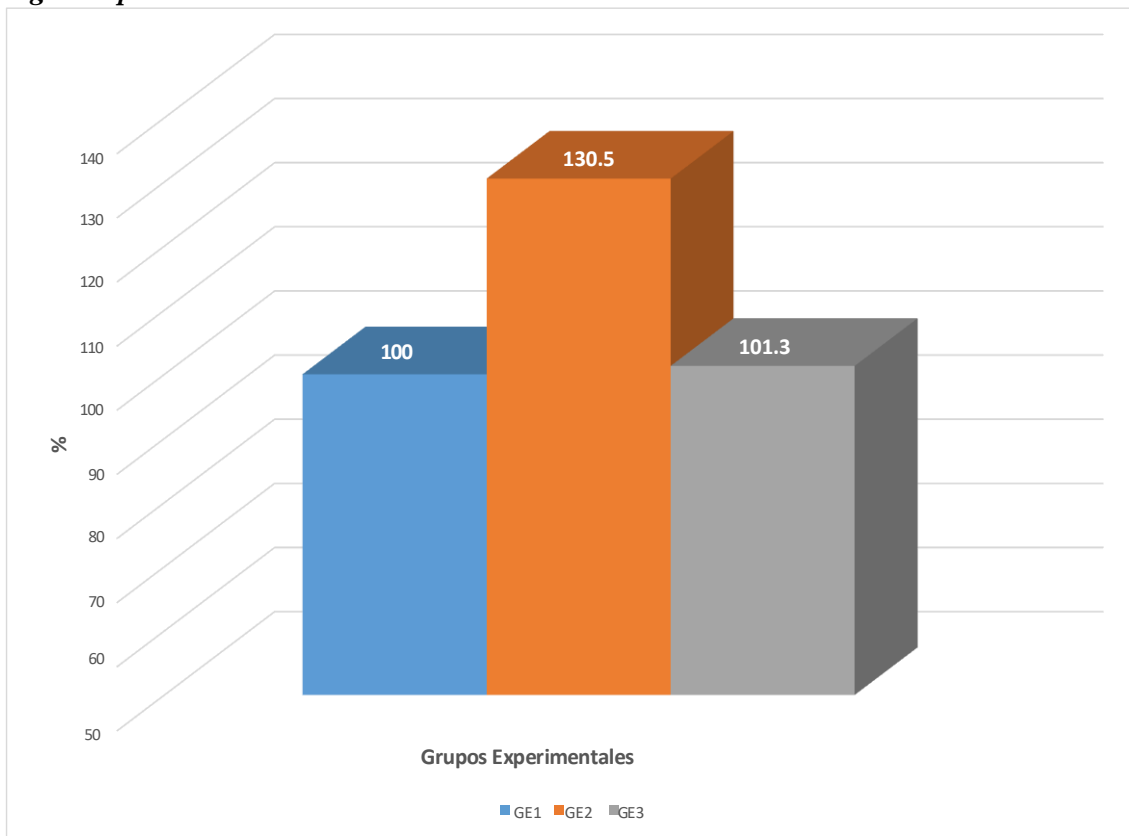
**Figura 7.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para los cambios de peso en el primer período*



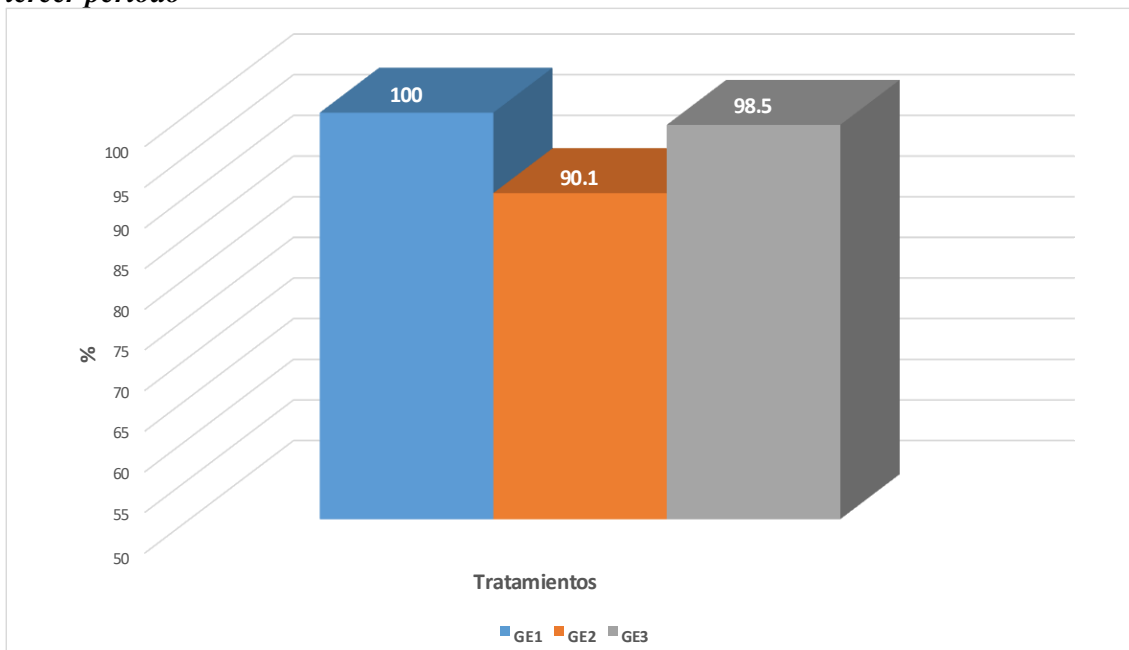
En el segundo período, el GE<sub>2</sub> incrementó su superioridad frente a los otros dos GE, superando en más de 30% al GE control. Comportamiento que se ilustra en el comparativo porcentual mostrado en la Figura 8.

En el tercer período, el GE<sub>1</sub> mostró mejores incremento de peso que los otros GE; el GE<sub>3</sub> estuvo próximo al control, pero el GE<sub>2</sub> estuvo casi 10% por debajo. En la Figura 9 se ilustra este comportamiento.

**Figura 8.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para los cambios de peso en el segundo período*

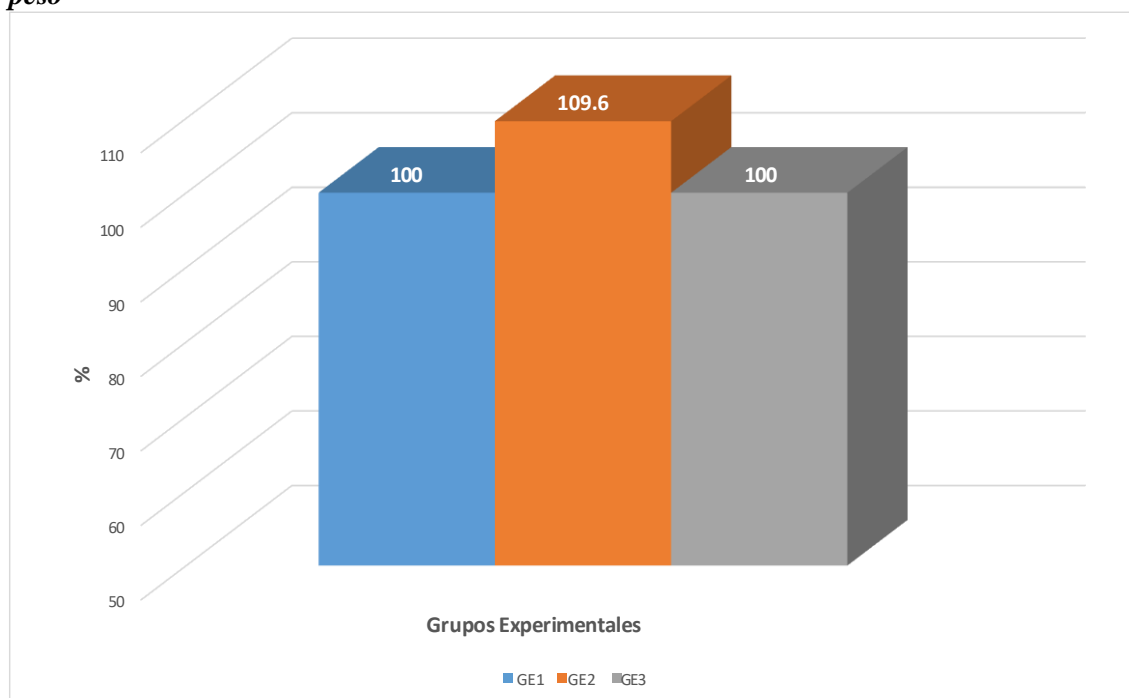


**Figura 9.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para los cambios de peso en el tercer período*



Cuando se compararon los GE en función del cambio acumulado de peso se determinó la superioridad del GE<sub>2</sub> en casi 10%, tanto sobre el GE<sub>1</sub> como sobre el GE<sub>3</sub>, ya que estos dos presentaron medias, prácticamente, iguales. En la Figura 10 se presenta el comparativo porcentual.

**Figura 10.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para los cambios acumulados de peso*



### 3.3. Conversión Alimenticia

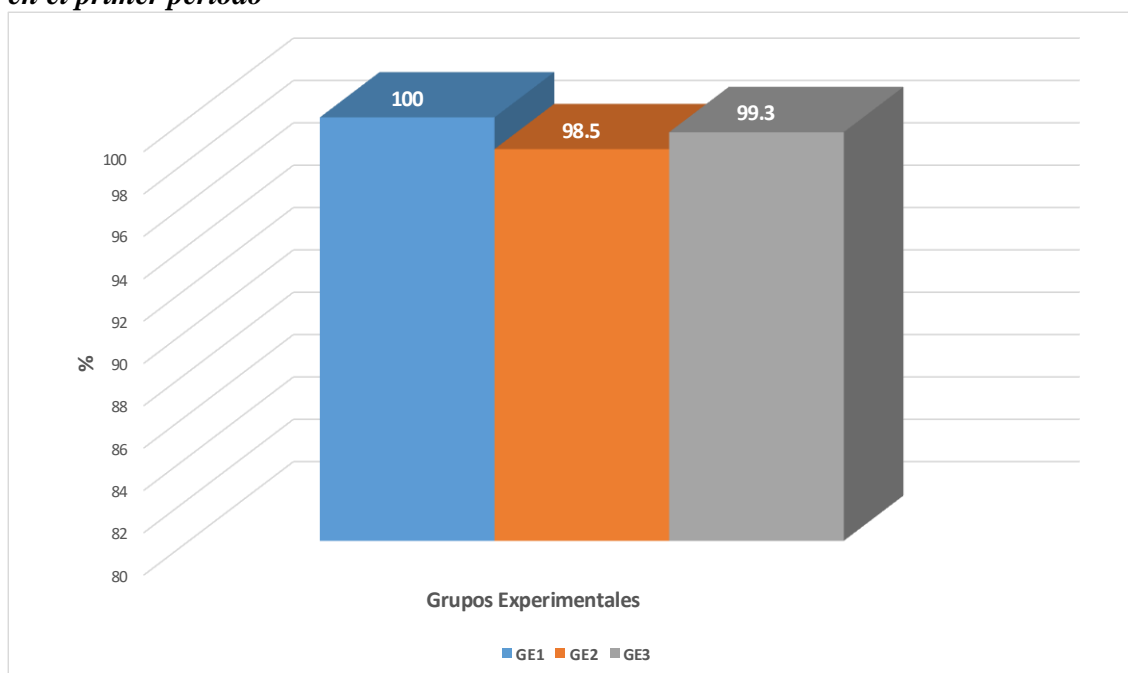
En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos con la conversión alimenticia en los diferentes períodos y el valor acumulado; en las Figuras 11 – 14 se muestran los comparativos porcentuales.

**Tabla 5.**  
*Conversión alimenticia en pollos de carne que recibieron una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente*

	Grupos experimentales		
	GE <sub>1</sub> (60: 0)	GE <sub>2</sub> (30: 30)	GE <sub>3</sub> (0: 60)
<b>C.A. (g de alimento/ g de peso incrementado):</b>			
Período 1	1.572	1.548	1.561
Período 2	2.311	1.861	2.258
Período 3	1.937	2.264	1.959
Acumulado	1.964	1.879	1.950

En el primer período, la conversión alimenticia fue muy parecida entre los tres GE; sin embargo, los valores de conversión alimenticia de los GE 1 y 2 estuvieron por debajo (más eficientes) del logrado con el GE control, sobre todo el GE<sub>2</sub> que fue 1.5% más eficiente (Figura 11).

**Figura 11.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para la conversión alimenticia en el primer período*

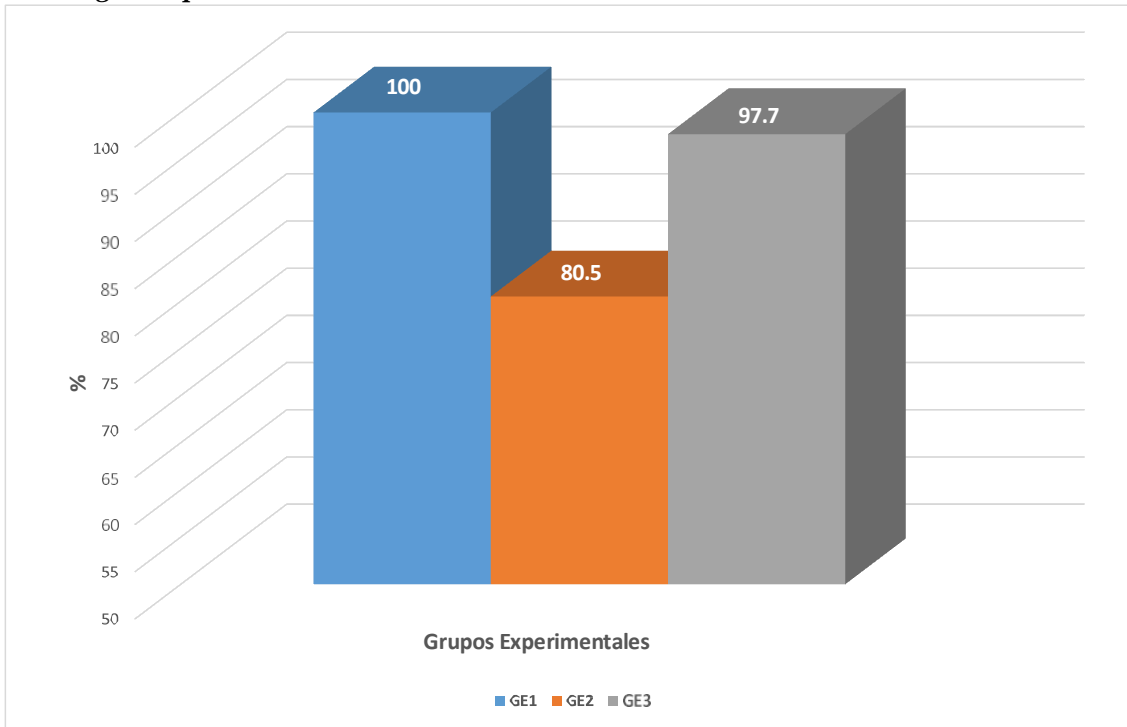


En el segundo período, la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso de GE<sub>2</sub> fue 19.5% superior a la del GE<sub>1</sub>, en tanto que el GE<sub>3</sub> fue 2.3% más eficiente que el control, como se puede apreciar en la Figura 12.

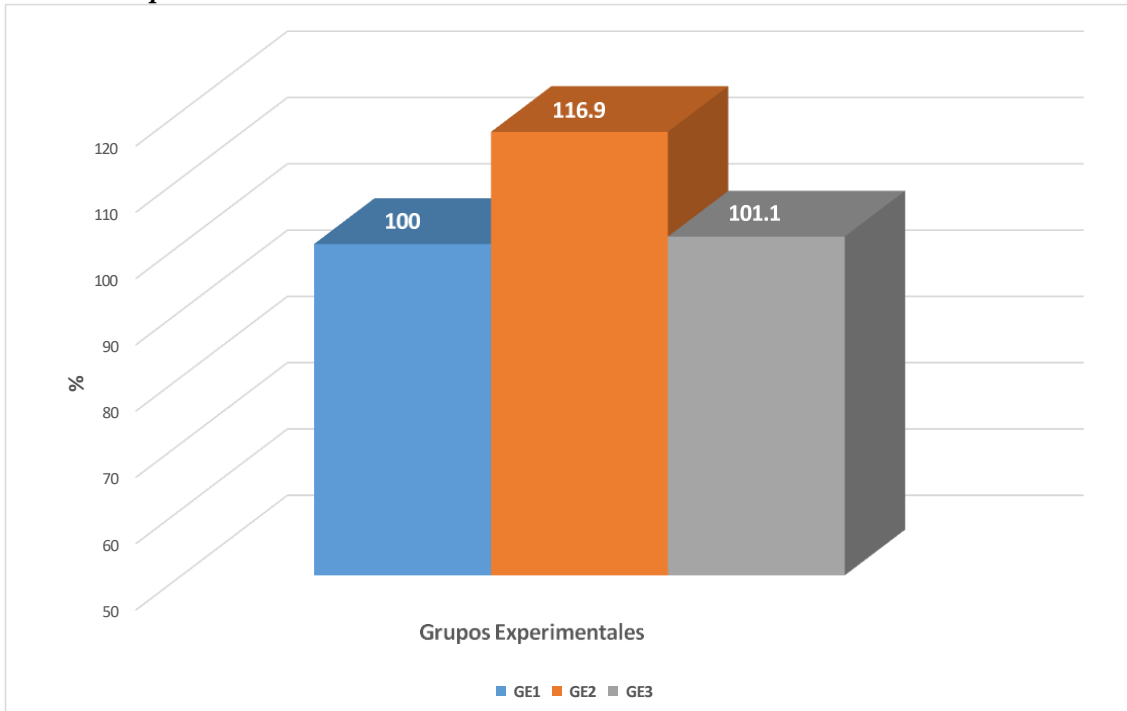
En el tercer período, los GE 2 y 3 fueron menos eficientes en conversión alimenticia que el GE control, en 16.9 y 1.1%, respectivamente. Esta menor eficiencia concordó con los menores incrementos de peso corporal de estos GE, respecto al control, en el mismo período (Figura 13).

En la conversión alimenticia acumulada, en comparación con el GE control, la conversión alimenticia obtenida con el GE<sub>2</sub> fue 4.3% más eficiente y la del GE<sub>3</sub> fue 0.7% más eficiente, como se aprecia en la Figura 14.

**Figura 12.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para la conversión alimenticia en el segundo período*

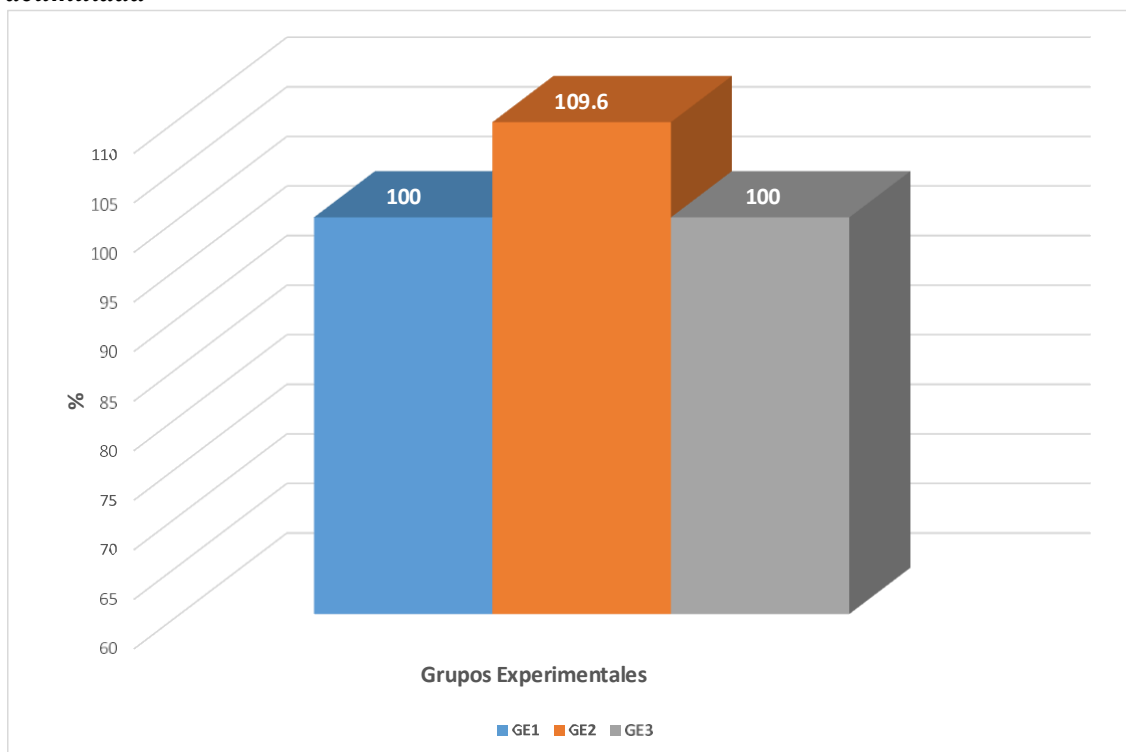


**Figura 13.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para la conversión alimenticia en el tercer período*



**Figura 14.**

**Comparativo porcentual entre grupos experimentales para la conversión alimenticia acumulada**



### 3.4. Mérito Económico

Los resultados de mérito económico se presentan en la Tabla 6 y los comparativos porcentuales entre GE se presentan en las Figuras 15 – 18.

**Tabla 6.**

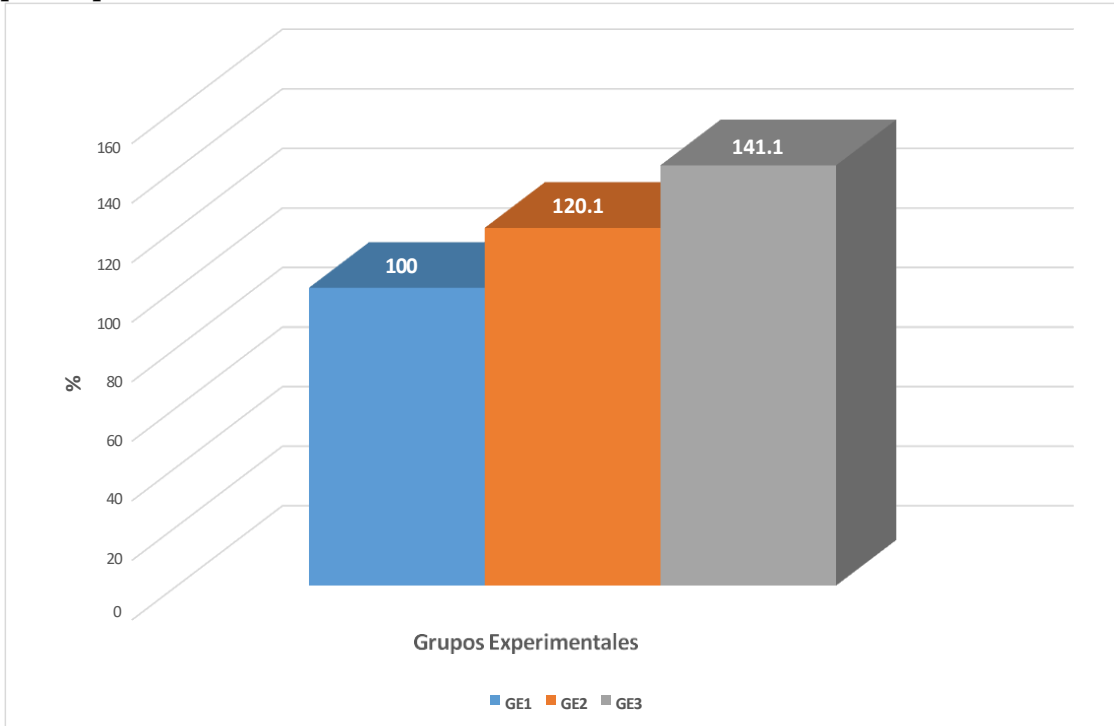
**Mérito económico en pollos de carne que recibieron una dieta en la que se sustituyó el maíz molido por harina de maíz procesada térmicamente**

	Grupos experimentales		
	GE <sub>1</sub> (60: 0)	GE <sub>2</sub> (30: 30)	GE <sub>3</sub> (0: 60)
<b>M.E.:</b>			
Período 1	3.135	3.765	4.424
Período 2	4.608	4.526	6.399
Período 3	3.862	5.506	5.512
Acumulado	3.916	4.570	5.526

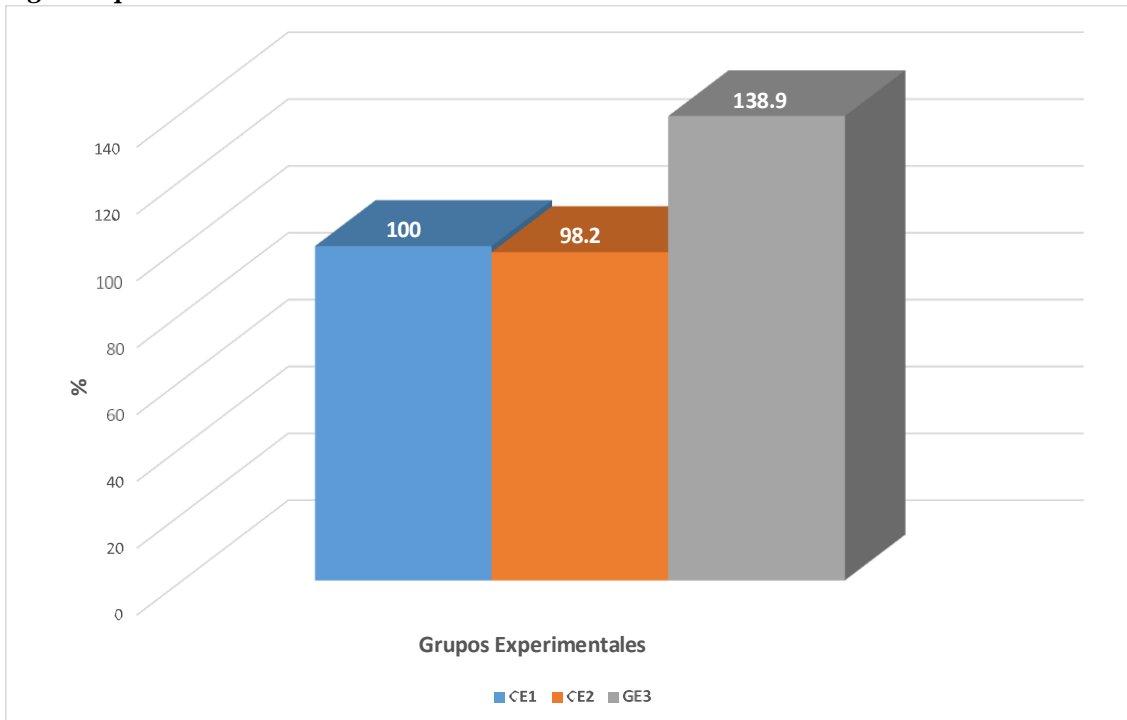
En el primer período, el GE<sub>1</sub> tuvo una alimentación más económica que los GE 2 y 3, sobre todo con el GE<sub>3</sub> que resultó 41.1% más caro que el GE<sub>1</sub> (control), como se puede apreciar en la Figura 15. Esto implicó el encarecimiento del alimento por parte de

la presencia de la HMPA, siendo el impacto mayor en el GE en el que se hizo el reemplazo total de MAMC en la dieta.

**Figura 15.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico en el primer período*



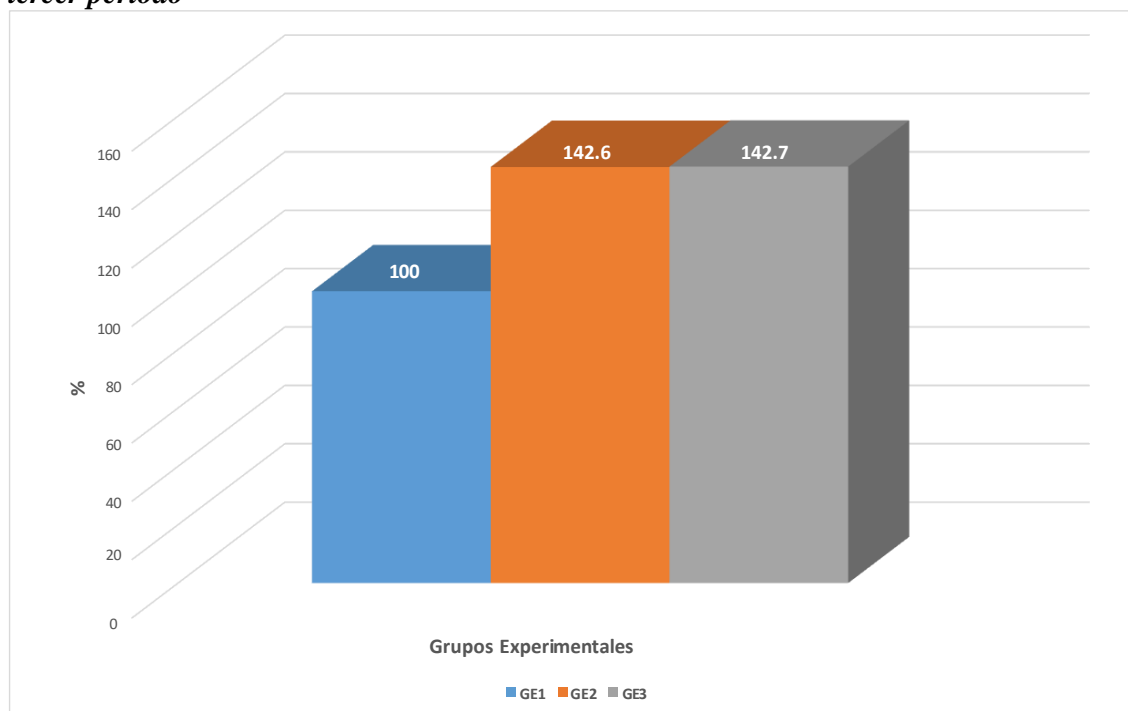
**Figura 16.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico en el segundo período*



En la figura 16 se presenta el comparativo entre GE del mérito económico obtenido en el segundo período de crianza, el GE<sub>2</sub> fue 1.8% más eficiente, económicamente, que el GE<sub>1</sub>; en tanto que el GE<sub>3</sub> mantuvo su ineficiencia económica, 38.9% más caro que el GE<sub>1</sub>.

En el tercer período, ambos GE con HMPA fueron económicamente menos eficientes que el GE control; con valores de mérito económico menos eficientes en 42.6 y 42.7% respectivamente para GE<sub>2</sub> y GE<sub>3</sub> en comparación con GE<sub>1</sub>. El comparativo se presenta en la Figura 17.

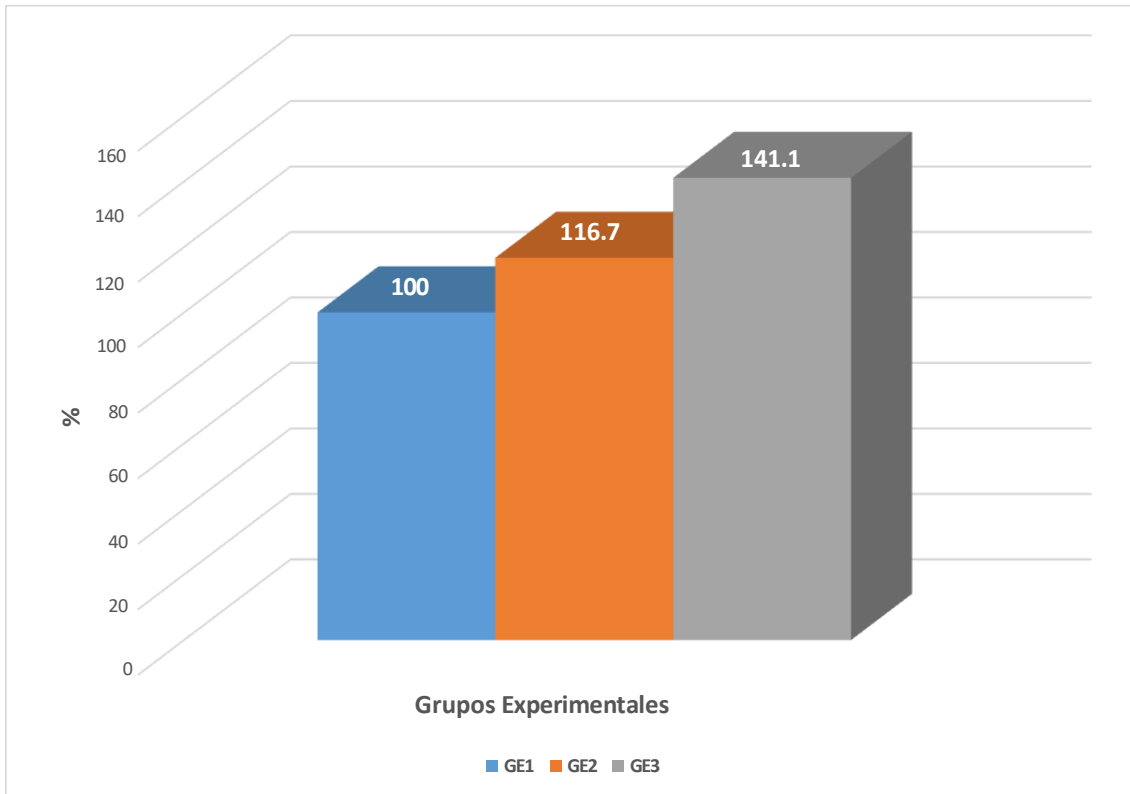
**Figura 17.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico en el tercer período*



En el mérito económico acumulado, el GE<sub>2</sub> fue 16.7% menos eficiente que el control; en cambio, el GE<sub>3</sub> mantuvo la ineficiencia económica de los períodos (41.1%). Se apreció el impacto que tuvo la más eficiente conversión alimenticia del GE<sub>2</sub> sobre la magnitud del mérito económico. El comparativo porcentual se ilustra en la Figura 18, en la que se aprecia que el GE<sub>2</sub> tendió a aproximarse al GE control, quedando abierta la posibilidad de acortar la crianza o de emplear suplementos enzimáticos al final.

**Figura 18.**

*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico acumulado*



## IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Sobre el Consumo de Alimento

En realidad, muy poco, casi nada, parece haberse publicado sobre el empleo de la HMPA en la alimentación animal, porque se desarrolló para consumo humano y de ello se puede dar fe cuando se revisa por internet la palabra “chochoca”. En la revisión bibliográfica realizada para documentar la presente investigación el tratamiento térmico del maíz está referido a los procesos de la fabricación de alimento en forma de pellets (gránulos o cubos) o de hojuelas (extrusión), en ambos se aplican temperaturas variables, más altas en el segundo proceso que en el primero; así, pueden llegar hasta los 150°C en la extrusión y entre 50 y 80 en la peletización. En ambos procesos se busca mejorar la eficiencia de utilización del maíz en la obtención de mejores indicadores productivos en el pollo de carne (Giacobbo et al., 2021; Oviedo-Rondón, 2021; Sousa et al., 2021; Teymouri y Hassanabadi, 2021; Kokic et al., 2022; Oliveira et al., 2022; Saensukjaroenphon et al., 2022; Ghasemi-Aghgonbad et al., 2024; Adeleye et al., 2025; Teymouri et al., 2025); no obstante, en determinadas oportunidades se han obtenido similares producciones con maíz que no recibió tratamiento térmico.

El maíz es un cereal ampliamente utilizado en la alimentación del pollo de carne, se le reconoce como el grano de mejor calidad nutricional; sin embargo, se le estudia con detenimiento debido a contiene algunas fracciones de poca digestibilidad, las que pueden variar en contenido de acuerdo al cultivar, la procedencia, el tamaño de la partícula, etc. (Pope et al., 2022; Cabañas-Ojeda et al., 2023; Downs et al., 2023; Vargas et al., 2023).

En la presente investigación, en la que se reemplazó el maíz amarillo utilizado en forma convencional (MAMC) por la HMPA en proporciones iguales (GE<sub>2</sub>) o completamente (GE<sub>3</sub>) se evidenció un consistente incremento en el consumo de alimento (alrededor de 5%) por parte de los pollos sometidos a las condiciones del GE<sub>2</sub>; en tanto

que no se evidenció efecto en el GE<sub>3</sub>, en el que el consumo promedio estuvo muy próximo a los valores encontrados con el GE<sub>1</sub> (control). Es posible que el mayor consumo se haya producido por efecto de complementariedad entre las dos fuentes de maíz.

Trabajando con el procesamiento térmico del maíz a diferentes temperaturas, hasta los 90°C, Ghasemi-Aghgenbad et al. (2024) y Teymouri et al. (2025) no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento; aunque Teymouri et al. (2025) encontraron una tendencia a consumos mayores con el maíz procesado; la diferencia porcentual entre el mayor consumo con maíz procesado y con maíz sin procesar fue de 8.7%, cifra que podría considerarse concordante con el incremento encontrado en el presente ensayo con el GE<sub>2</sub>.

#### **4.2. Sobre el Peso Corporal y Cambios en el Peso**

El comportamiento de los pesos entre los tratamientos estuvo vinculado con el consumo de alimento; el GE que consumió más reportó los mayores pesos en cada uno de los períodos. Es decir, si solo se considerara la manifestación del peso corporal, el GE<sub>2</sub> fue el que mejor se comportó (P=0.0001). Sin embargo, el solo hecho de comparar los pesos corporales no es suficiente para determinar que GE fue más eficiente, es necesario determinar los incrementos de peso.

Si nos atenemos al incremento acumulado, definitivamente el GE<sub>2</sub> fue el mejor; sin embargo, la superioridad de 5.7 y 30.5% lograda en el primer y segundo período de la crianza se perdió en el período final, de ocho días; en donde fue superado por el GE<sub>1</sub> en casi 10%. La interrogante que surge es ¿qué puede haber sucedido para que, en este período, el reemplazo de la mitad del maíz no haya funcionado?

La complementariedad es un hecho que explicó muy bien lo que ocurrió en el primer y segundo período, sobre todo en el segundo (30.5% por encima del control), pero cuando los pollos fueron mayores ya no funcionó. Si hubiese actuado algún factor

sanitario también se hubiese manifestado en el consumo, el que no se alteró en el último período. Por lo que se puede asumir que pudo haber actuado algún factor de índole metabólico. El incremento de peso por debajo del control también se dio en el GE<sub>3</sub>, pero en menor magnitud (1.5%) y en este GE el reemplazo del MAMC por la HMPA fue total. La finalidad del tratamiento térmico es la mejora de la digestibilidad (Oviedo-Rondón, 2021; Kokic et al., 2022; Oliveira et al., 2022); en consecuencia, mayor disponibilidad de los nutrientes para abastecer a las funciones de síntesis. Sin embargo, es posible que algunos principios nutricionales se desnaturalicen por el efecto del calor (Cabañas-Ojeda et al., 2023) y podría ejercerse efecto negativo sobre los incrementos de peso cuando los pollos son más exigentes nutricionalmente, que es cuando se alcanzan los pesos mayores a edades mayores, precisamente cuando se tornan menos eficientes para convertir el alimento ingerido en peso corporal.

Es posible que se haya dado una acción de interacción en el GE<sub>2</sub> que hizo que el incremento de peso en el último período sea menos eficiente que en los otros dos GE.

Efectos distintos sobre los incrementos de peso han sido reportados por diversos autores con relación a la aplicación de procesamiento térmico sobre el maíz, aunque ningún caso como se hizo en la presente investigación; en algunos casos no hubo efecto (Ghasemi-Aghgenbad et al., 2024; Teymouri et al., 2025); Adeleye et al. (2025) reportó incrementos significativos y, contrario sensu, Saensukjaroenphon et al. (2022) indicaron menores incrementos de peso.

#### **4.3. Sobre la Conversión Alimenticia**

El afán de mejorar la digestibilidad de los insumos o de la dieta tiene que ver con la conversión alimenticia; no solo es importante que los pollos logren pesos elevados en el menor tiempo posible (aspectos importantes para la comercialización), sino que se logren con la utilización eficiente de los recursos, como se indica en la teoría de la Asignación

de Recursos (Rauw, 2009; Rauw y Gómez-Arraya, 2015), y uno de los indicadores más importantes de eficiencia es la conversión alimenticia. Las situaciones en las que los animales consumen menos para lograr la misma unidad de incremento de peso, son las que se prefieren toda vez que la mejor eficiencia alimenticia permite absorber los sobre costos en los que se incurren al incluir algún insumo de elevado precio en la ración.

En el caso de la presente investigación, dado que la HMPA es de uso humano y al procesamiento que lleva consigo, su precio es superior al del MAMC; por tal motivo, si su empleo conduce a una considerablemente mayor eficiencia alimenticia de la ración se podría recomendar su empleo.

En la presente investigación, en el primer período evaluado, en los GE con HMPA la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso corporal fue ligeramente mejor que la del GE<sub>1</sub> (control), 1.5 y 0.7% respectivamente para GE<sub>2</sub> y G<sub>3</sub>; en tanto que en el segundo período experimental, la diferencia fue de 19.5 y 2.3%. Sin embargo, en el tercer período, la conversión alimenticia del GE<sub>2</sub> se deterioró en gran medida; como se indicó al discutir sobre los incrementos de peso, existe la probabilidad de una insuficiencia o interacción negativa (Cabañas-Ojeda et al., 2023) en este GE que haya manifestado su efecto a la mayor edad de los pollos. En cuyes en crecimiento-acabado, Mendoza (2017) encontró mayor eficiencia alimenticia en la sustitución total del MAMC por HMPA; sin embargo, debe tenerse en consideración que se trata de dos especies completamente diferentes, en las que las exigencias nutricionales del pollo de carne son considerablemente mayores y el sistema de alimentación no considera la utilización de forraje.

Teymouri y Hassanabadi (2021) reportaron valores de conversión alimenticia sin diferencias significativas cuando evaluaron maíz sin procesamiento, a 55, 70 y 85 °C; similaramente, diferencias no significativas fueron reportadas por Saensukjaroenphon et

al. (2022) que evaluaron maíz sin tratamiento (crudo) y maíz extruido (hasta 79°C por intervalos cortos). Sin embargo, Ghasemi-Aghgonbad et al. (2024) reportaron mejor conversión alimenticia con 75°C; en tanto que, Teymouri et al. (2025) obtuvieron mejor conversión alimenticia cuando el maíz fue tratado a 55°C.

Es posible que una supelementación de enzimas de origen exógeno, del rubro de las amilazas, sea necesaria en el último período de crianza del pollo de carne; a no ser que se pueda acortar la edad de salida de los pollos hasta los 35 días de edad y con esa medida se pueda aprovechar las edades en que la conversión alimenticia permitiría óptimos productivos.

#### **4.4. Sobre el Mérito Económico**

De poco sirve lograr elevada eficiencia económica si es que el producto obtenido no se puede someter con ventaja a los procesos económicos; por lo que se evalúa la economía de alimentación y es en este aspecto en el que la sustitución del MAMC por HMPA no pudo respaldar a la eficiencia biológica.

El factor crucial fue el precio de la HMPA, de tres soles, que resulta prohibitivo para alimentación del pollo de carne, ya que reemplazó al 50 y al 100% del maíz.

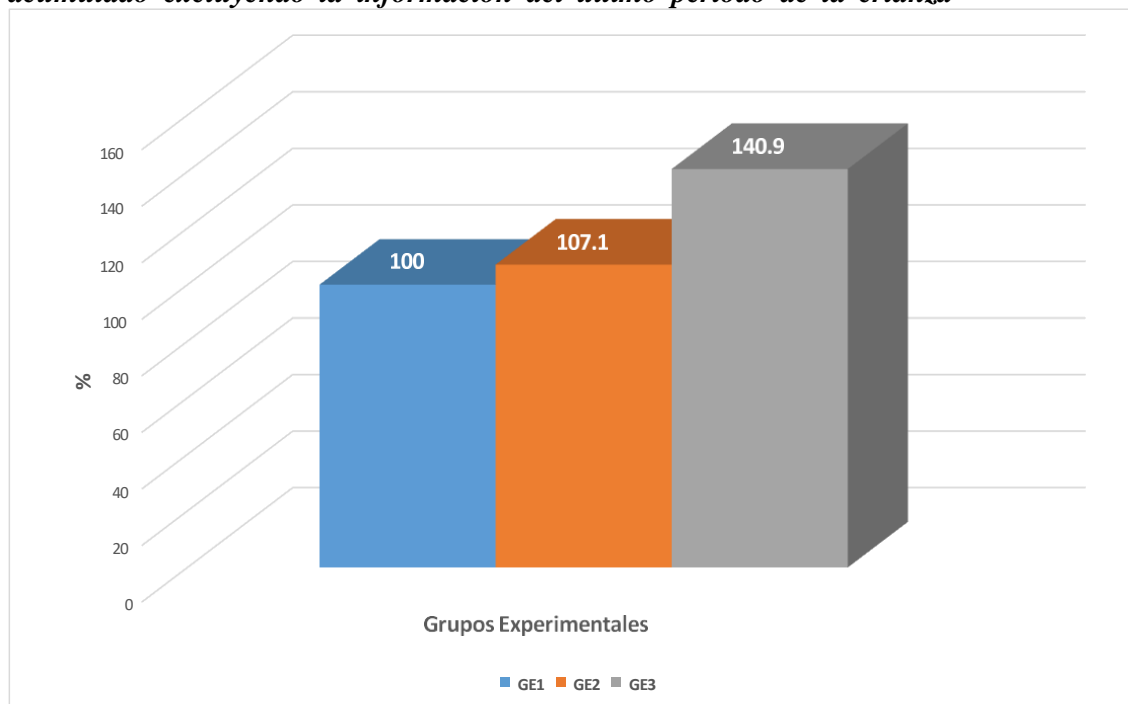
No obstante, cuando la conversión alimenticia en el GE<sub>2</sub> fue más eficiente que la del GE<sub>1</sub>, el mérito económico también los fue, aunque en 1.8%. Pero, deja abierta la posibilidad de investigar para determinar una estrategia para que no se pierda eficiencia con la conversión alimenticia o reducir la duración de la crianza (hasta los 35 días de edad).

En este ensayo, para demostrar la importancia de reducir la duración de la crianza, se calculó el mérito económico acumulado sin considerar la información de los últimos 8 días. Respectivamente para GE<sub>1</sub>, GE<sub>2</sub> y GE<sub>3</sub> los valores fueron de 3.942, 4.222 y 5.555 soles invertidos en alimento por kilo de peso corporal incrementado, notándose una

reducción en la diferencia con el GE control, de 16.7 a 7.1%; por este motivo se sostiene que el diseño de algunas estrategias nutricionales (complejos exo enzimáticos, aminoácidos esenciales, tamaño de partícula, etc.) podrían mejorar la eficiencia de utilización del alimento y lograr mérito económico eficiente (Saensukjaroenphon et al., 2022; Downs et al., 2023; Ghasemi-Aghgonbad et al., 2024).

La reducción del mérito económico en el GE<sub>3</sub> fue mínima, de 41.1 a 40.9%; esto también motivó a recomendar trabajar con la sustitución parcial, en la que se denotó efecto de complementación entre las dos fuentes de maíz. En la Figura 19 se presenta el comparativo porcentual del mérito económico calculado con la reducción en la edad de saca.

**Figura 19.**  
*Comparativo porcentual entre grupos experimentales para el mérito económico acumulado excluyendo la información del último período de la crianza*



## V. CONCLUSIONES

1. No rechazar la hipótesis de trabajo propuesta en el presente ensayo, toda vez que la sustitución parcial del MAMC por HMPA permitió obtener mejores indicadores productivos.
2. La sustitución de la mitad del MAMC por HMPA permitió que los pollos exhibieran un consistente incremento (5%) del consumo de alimento en todas los períodos de la crianza.
3. El GE<sub>2</sub>, en el que se sustituyó 50% del MAMC por HMPA, logró mayores (P=0.0001) pesos corporales en todos los períodos de la crianza, lo que se reflejó en 9.6% de mejor incremento acumulado de peso.
4. La conversión alimenticia acumulada del GE<sub>2</sub> fue 4.3% más eficiente que la del GE control; sin embargo, fue casi 20% mejor en el segundo período de la crianza y 16.9% menos eficiente en el tercer período.
5. Debido al elevado precio de la HMPA, el mérito económico fue menos eficiente en los GE con HMPA que en el GE control; sin embargo, debido a la mejor eficiencia alimenticia del GE<sub>2</sub> se puede mejorar considerablemente el mérito económico.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1.** Reemplazar el 50% del MAMC por HMPC por permitir la obtención de mejores indicadores productivos y un mérito económico manejable.
- 2.** Ensayar con estrategias nutricionales y alimenticias (exoenzimas, aminoácidos esenciales, tamaño de partícula, etc.) y reducción del período de crianza para mejorar la eficiencia reduciendo el mérito económico.
- 3.** Evaluar las características de la carcasa y del epitelio intestinal con la finalidad de determinar la potencialidad del uso de la HMPA.

## BIBLIOGRAFÍA

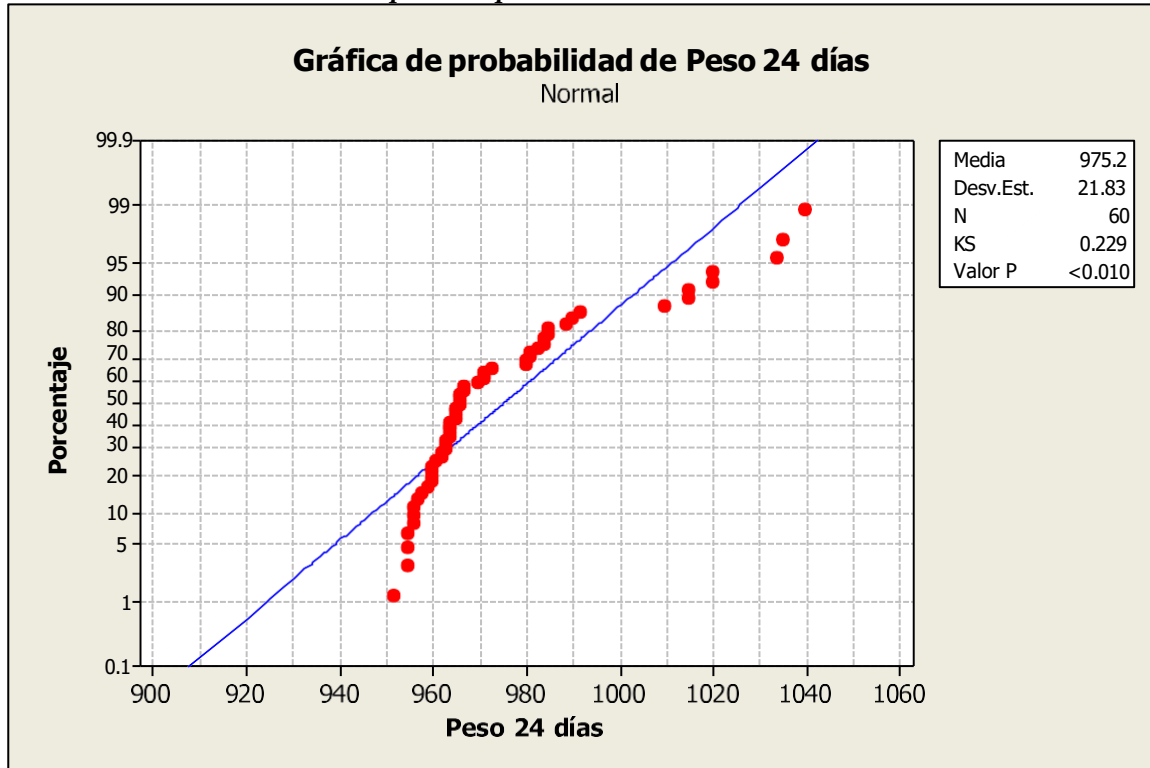
- Adeleye, O., Balogun, A., and Fadayomi, O. (2025). Equi-energy replacement of native maize with extruded maize in broiler chicken diets: Effect on growth performance, energy utilization and post-prandial glucose response. *Slovak Journal of Animal Science*, 58(1): 30-43. <https://doi.org/10.36547/sjas.956>
- Cabañas-Ojeda, J. A., Mejía-Abaunza, N. J. J., Lozano-Cruz, P. A., Aragao-Netto, V., Brown, S., Rubio, A., Fahrenholz, A., Oviedo-Rondón, E. O. (2023). Corn kernel hardness and drying temperature affect particle size post-hammer-milling and pellet quality in broiler and swine diets. *Animal Feed Science and Technology*, 304, 115744. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115744>
- Downs, K. M., Gulizia, J. P., Harder, G. R., Stafford, E. K., Sasia, S. J., and Pacheco, W. J. (2023). Corn particle size variation effects on broiler performance, organ weights, and nutrient digestibility during the early growout period (day 1 to 21). *J. Appl. Poult. Res.*, 32: 100327. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100327>
- Ghasemi-Aghonbad, A., Olyayee, M., Janmohammadi, H., Abdollahi, M. R., and Kiaufar, R. (2024). The interactive impacts of corn particle size and conditioning temperature on performance, carcass traits, and intestinal morphology of broiler chickens. *Animals*, 14, 818. <https://doi.org/10.3390/ani14050818>
- Giacobbo, F. C. N., Eyng, C., Nunes, R. V., Teixeira, L. V., Souza, C., Polese, C., and Bortoluzzi, C. (2021). Composition and availability of nutrients of three corn hybrids dried at different temperatures in the diets of broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50: e20210035. <https://doi.org/10.37496/rbz5020210035>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile. ISBN: 978-607-15-0291-9
- Kim, E., Morgan, N. K., Moss, A. F., Li, L., Ader, P., and Choct, M. (2022a). Characterization of undigested components throughout the gastrointestinal tract of broiler chickens fed either a wheat- or maize-based diet. *Animal Nutrition*, 8:153-159. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.09.011>
- Kim, E., Morgan, N. K., Moss, A. F., Li, L., Ader, P., and Choct, M. (2022b). The flow of non-starcher polysaccharides along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed either a wheat- or maize-based diets. *Animal Nutrition*, 9, 138-142. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.11.004>
- Kokic, B., Dokic, L., Pozo, L., Jovanovic, R., Spasevski, N., Kojic, J., and Hadnadev, M. (2022). Physicochemical changes of heat-treated corn grain used in ruminant nutrition. *Animals*, 12, 2234. <https://doi.org/10.3390/ani12172234>
- Mendoza D., R. (2017). Sustitución del maíz amarillo por maíz chochoca en el concentrado del cuy. Fase de crecimiento – acabado. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2228>
- Oliveira, L. M. S., Silva, P. G., Silva, M. R. S., Cordeiro, D. A., Souza, L. P., Minafra, C. S., and Santos, F. R. (2022). Effect of moisture, particle size and thermal processing of feeds on broiler production. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 24(4): 001-010. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1391>
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada: Técnicas de la Estadística Moderna, Cuándo y Dónde Aplicarlas*. Limusa. México. 629 pp. ISBN: 968-18-0734-0

- Oviedo-Rondón, E. O. (2021). Understanding corn variability. *Proceedings of the Arkansas Nutrition Conference*, Vol. 2021, Article 11. <https://scholarworks.uark.edu/panc/vol2021/iss1/11>
- Pak, N., Barja, I., and Tagle, M. A. (1975) Chemical composition, protein quality and protein value of opaque-2 and other varieties of maize at different stages of ripening. *Ecology of Food and Nutrition*, 4:3, 177-181. <http://dx.doi.org/10.1080/03670244.1975.9990425>
- Pope, J. T., Walker, G. K., Rubio, A. A., Brake, J., Jendza, J. A., and Fahrenholz, A. C. (2022). Effects of corn particle size distributions and formic acid on productive and processing performance of broilers. *J. Appl. Poult. Res.*, 31: 100288. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100288>
- Rauw, W. M. (2009). Introduction. In: *Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production*. (Rauw, W. M., ed.) CAB International: London.
- Rauw, W. M. and Gómez-Raya, L. (2015). Genotype by environment interaction and breeding for robustness in livestock. *Front. Genet.*, 6:310. Doi: 10.3389/fgene.2015.00310
- Saensukjaroenphon, M., Evans, C. E., Jones, C. K., Stark, C. R., and Paulk, C. B. (2022). Effect of feed form, corn particle size, and extrusion of corn on broiler performance. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 8:11. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.8404>
- Scheffler, C. (1981). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Sousa, R. F., Carvalho, F. B., Guimaraes, I. G., Café, M. B., Stringhini, C., Ulhoa, J., Oliveira, H., and Leandro, N. S. M. (2021). The effect of hydrothermal processing on the performance of broiler chicks fed corn or sorghum-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 277: 114953. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114953>
- Teymouri, M. and Hassanabadi, A. (2021). Influence of corn conditioning temperature and enzyme supplementation on growth performance, nutrient utilization and intestine morphology of broilers fed mash corn-soy diets. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1): 1015-1028. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1943015>
- Teymouri, M., Hajati, H., Hassanabadi, A., and Golian, A. (2025). Effect of heat-processed corn and carbohydrase enzyme in mash diets on nutrient digestibility, growth performance and ileal microbial count in broiler chicks during finisher period. *Veterinary Medicine and Science*, 11: e70320. <https://doi.org/10.1002/vms3.70320>
- Vargas, J. I., Gulizia, J. P., Bonilla, S. M., Sasia, S., and Pacheco, W. J. (2023). Effect of corn origin on broiler performance, processing yield, and nutrient digestibility from 1 to 35 days of age. *Animals*, 13, 1248. <https://doi.org/10.3390/ani13071248>

## ANEXOS

### Anexo 1.

#### *Prueba de normalidad con el peso corporal a los 24 días de edad*



### Anexo 2.

#### *Prueba de varianzas homogéneas con el peso corporal a los 24 días de edad*

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Grupo				
experimental	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	20	3.5911	4.9997	8.0045
2	20	15.0919	21.0120	33.6398
3	20	3.7168	5.1748	8.2848

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 50.33, valor p = 0.000

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 11.96, valor p = 0.000

### Anexo 3.

#### *Prueba de Kruskal-Wallis con el peso corporal a los 24 días de edad*

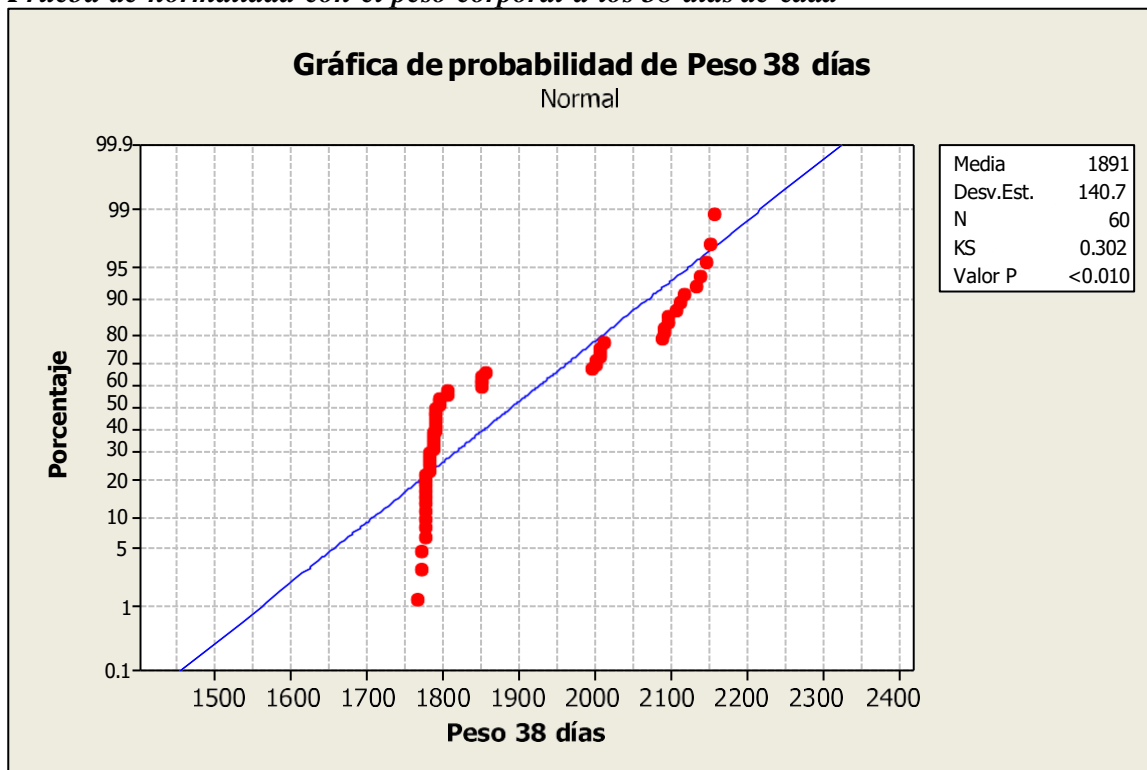
Grupo					
experimental	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z	
1	20	964.0	19.6	-3.42	
2	20	989.5	50.5	6.27	
3	20	963.0	21.4	-2.85	
General	60		30.5		

H = 39.45 GL = 2 P = 0.000

H = 39.53 GL = 2 P = 0.000 (ajustados para los vínculos)

**Anexo 4.**

**Prueba de normalidad con el peso corporal a los 38 días de edad**



**Anexo 5.**

**Prueba de varianzas homogéneas con el peso corporal a los 38 días de edad**

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Grupo				
experimental	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	20	12.3254	17.1602	27.4733
2	20	42.0686	58.5707	93.7708
3	20	21.0537	29.3123	46.9285

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 26.24, valor p = 0.000

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 10.74, valor p = 0.000

**Anexo 6.**

**Prueba de Kruskal-Wallis con el peso corporal a los 38 días de edad**

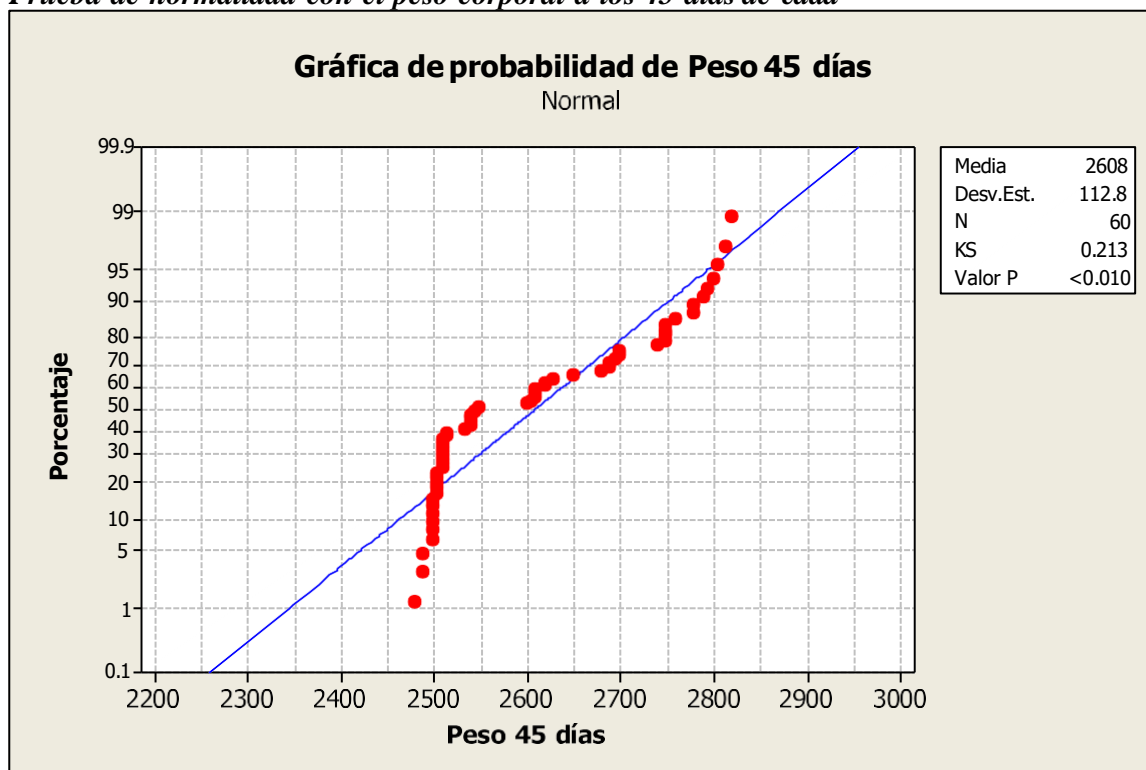
Grupo				
experimental	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	20	1785	18.3	-3.82
2	20	2098	50.5	6.27
3	20	1793	22.7	-2.45
General	60		30.5	

H = 39.96 GL = 2 P = 0.000

H = 40.28 GL = 2 P = 0.000 (ajustados para los vínculos)

**Anexo 7.**

**Prueba de normalidad con el peso corporal a los 45 días de edad**



**Anexo 8.**

**Prueba de varianzas homogéneas con el peso corporal a los 45 días de edad**

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Grupo experimental	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	20	33.7274	46.9574	75.1781
2	20	33.0873	46.0663	73.7514
3	20	35.3046	49.1534	78.6937

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.08, valor p = 0.959

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.21, valor p = 0.808

**Anexo 9.**

**Prueba de Kruskal-Wallis con el peso corporal a los 45 días de edad**

Grupo experimental	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	20	2510	21.1	-2.94
2	20	2750	50.5	6.27
3	20	2510	19.9	-3.33
General	60		30.5	

H = 39.40 GL = 2 P = 0.000

H = 39.58 GL = 2 P = 0.000 (ajustados para los vínculos)