



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al Honorable Consejo Directivo, como  
requisito previo a la obtención del título de:

**MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**TEMA:**

“Evaluación de la inclusión de dos fuentes de fosfato dicálcico en dietas de  
pollos de engorde en la Ciudad de Santo Domingo, Ecuador”

**AUTOR:**

Lisseth Ivonne Intriago Ruiz

**TUTOR:**

Ing. Julio Camilo Salinas Lozada. MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
	1.1 Problema .....	3
	1.2 Objeto de estudio .....	3
	1.3 Objetivos .....	4
	1.3.1 Objetivo general .....	4
	1.3.2 Objetivos específicos.....	4
	1.4 Hipótesis.....	4
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
	2.1 La avicultura .....	5
	2.2 La avicultura en Ecuador .....	6
	2.3 Los pollos de engorde .....	7
	2.4 Una línea genética.....	9
	2.5 Línea genética Ross.....	9
	2.6 Los minerales .....	10
	2.7 Fósforo .....	12
	2.8 Tipos de fósforo utilizados en la dieta para aves.....	12
	2.9 Generalidades del fosfato dicálcico (DCP) y su uso en la alimentación de aves .....	13
	2.10 Biodisponibilidad de fósforo.....	15

2.11 Calcio.....	16
2.12 Biodisponibilidad de calcio.....	17
2.13 Las fuentes de carbonato de calcio .....	18
2.13.1 Fuentes de carbonato de calcio orgánico .....	18
2.13.2 Fuentes de carbonato de calcio inorgánico .....	18
2.14 Los requerimientos nutricionales de Ca y P en pollos de engorde .....	19
2.15 Relación de calcio - fósforo .....	21
2.16 Efectos de la inclusión los niveles de calcio y fósforo referente a parámetros zootécnicos.....	22
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 Características del área de estudio .....	25
3.2 Materiales .....	25
3.3 Factores de estudio.....	25
3.4 Metodología de trabajo.....	26
3.5 Manejo del ensayo.....	26
3.6 Perfil de Dietas, descripción y distribución de tratamientos:.....	27
3.7 Diseño experimental.....	28
3.8 Análisis estadístico .....	29
3.9 Medición de variables .....	30
3.9.1 Peso corporal .....	30

3.9.2	Ganancia de Peso Diaria (GDP) .....	30
3.9.3	Consumo de alimento.....	30
3.9.4	Conversión alimenticia acumulada .....	31
3.9.5	Mortalidad semanal y acumulada.....	31
3.9.6	Análisis de cenizas en patas .....	31
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
4.1	Peso Corporal (g) .....	32
4.2	Ganancia de peso (GDP),Consumo de alimento y Conversión alimenticia .....	33
4.3	Mortalidad acumulada y cenizas óseas.....	37
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
5.1	Peso corporal (g) .....	40
5.2	Ganancia de peso (GDP),Consumo de alimento y Conversión alimenticia...41	
5.3	Mortalidad acumulada y cenizas óseas .....	44
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VIII.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>53</b>
<b>IX.</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>54</b>
<b>X.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Generalidades de los tipos de fosfato dicálcico (DCP) .....	14
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Ross <2,0kg .....	19
<b>Tabla 3.</b> Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Ross hasta 3,5kg.....	20
<b>Tabla 4.</b> Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Ross >3,5kg .....	20
<b>Tabla 5.</b> Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Cobb <2,0kg.....	20
<b>Tabla 6.</b> Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Cobb > 2,11kg.....	21
<b>Tabla 7.</b> Perfil de Dietas.....	27
<b>Tabla 8.</b> Tratamientos: La descripción de tratamientos se presenta a continuación .....	27
<b>Tabla 9.</b> Distribución de Tratamientos: diseño de bloques completamente al azar. ....	28
<b>Tabla 10.</b> Poder de la prueba.....	29
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza para peso corporal (g) .....	32
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza para GDP semanal (g/ave/día).....	33
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza para GDP Total (g/ave/día) .....	34
<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza para consumo de alimento semanal (g/ave).....	35
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza para consumo de alimento total (g/ave).....	36

<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza para conversión alimenticia (c.a).....	37
<b>Tabla 17.</b> Análisis de varianza para mortalidad acumulada (%) .....	38
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza para cenizas óseas (%).....	39

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Curva de la Potencia para ANOVA .....	29
<b>Gráfico 2.</b> Resultados de Peso Corporal (g).....	32
<b>Gráfico 3.</b> Resultados de para GDP semanal (g/ave/día).....	33
<b>Gráfico 4.</b> Resultados de GDP total (g/ave/día) .....	34
<b>Gráfico 5.</b> Resultados de Consumo de Alimento Semanal (g/ave).....	35
<b>Gráfico 6.</b> Resultados de Consumo de Alimento Total (g/ave).....	36
<b>Gráfico 7.</b> Resultados de Conversión Alimenticia (c.a).....	37
<b>Gráfico 8.</b> Resultados de Mortalidad Acumulada (%).....	38
<b>Gráfico 9.</b> Resultados de Porcentaje de Cenizas óseas (g) .....	39

## ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Recepción de las Aves y Registro de Peso Grupal por jaula.....	IX
<b>Figura 2.</b> Registro de Peso Individual de Recepción de las Aves.....	IX
<b>Figura 3.</b> Registro de Peso Grupal e Individual a los 7 días de edad de las Aves.....	X
<b>Figura 4.</b> Registro de Peso Grupal e Individual a los 14 días de edad de las Aves.....	X
<b>Figura 5.</b> Registro de Peso Grupal e Individual a los 21 días de edad de las Aves.....	XI
<b>Figura 6.</b> Registro de Peso Grupal e Individual a los 28 días de edad de las Aves.....	XI
<b>Figura 7.</b> Registro de Peso Grupal e Individual a los 34 días de edad de las Aves.....	XII
<b>Figura 8.</b> Registro diario del alimento ofrecido y sobrante.....	XII
<b>Figura 9.</b> Extracción y Preparación de Muestras para Análisis de Ceniza.....	XIII
<b>Figura 10.</b> Evaluación de HTS a los 33 días de edad del Ave y Revisión General.....	XIII
<b>Figura 11.</b> Evaluación General del Ave por Semana.....	XIV
<b>Figura 12.</b> Salida a Faena a los 34 días de edad.....	XIV
<b>Figura 13.</b> Ubicación de las jaulas en la Granja Experimental.....	XV
<b>Figura 14.</b> Finalización del Ensayo en conjunto con el Equipo de Trabajo de la Granja Experimental .....	XV



## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura, se designa genéricamente a toda actividad relacionada con la cría y el cuidado de las aves (González, 2016, pág. 134). Como así también el desarrollo de su explotación comercial, mundialmente se destaca esta actividad por el rápido crecimiento que ha experimentado en los últimos años debido a los avances en genética, nutrición, sanidad y manejo de animales. En Latinoamérica, la avicultura está representada por su desarrollo tecnológico continuo, cada día se dispone de esfuerzos para el desarrollo del sector ya que la eficiencia en la transformación de proteínas de alto valor biológico y nutricional para la población es la meta a cumplir.

La producción avícola requiere varios factores determinantes para su explotación en especial una adecuada alimentación, requerimientos nutricionales que cumplan con sus necesidades zootécnicas y un estado sanitario óptimo para llegar a su fin comercial.

“La capacidad de producción de los animales de interés zootécnico se determina por su potencial genético, su alimentación y las condiciones medioambientales donde éstos se encuentren” (Instituto Nacional Tecnológico, 2016, pág. 140).

Según argumenta McDonald et al. (2013) la nutrición se le atribuye la ingesta de alimentos que contienen nutrientes esenciales como grasas, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, considerados un factor esencial en todos los animales, y en pollos de engorde en particular.

En este caso nos centraremos en dos de los macrominerales elementales para la producción avícola el calcio y el fósforo, conceptualizados principalmente como minerales de construcción ósea, “el calcio es mineral más abundante del organismo

animal necesario para la formación de estructuras óseas, componente esencial células vivas, encargado de la contracción muscular, la transmisión de impulsos nerviosos y la regulación del ritmo cardíaco” (McDonald et al., 2013, págs. 97 - 108). Por ello su importancia debe ser considerada en la formulación adecuada de las dietas avícolas.

Rodríguez (2020) describe que el fósforo (P) es un mineral esencial para el metabolismo del organismo animal donde juega un papel muy importante en el desarrollo y mantenimiento de las estructuras óseas. Acentuando la estrecha relación en el hueso entre fósforo y el calcio.

Godoy & Chiccp (2006) sugiere que las dietas para aves tradicionalmente se suplementan con fuentes inorgánicas de fósforo como los fosfatos grado alimenticio monocálcico, dicálcicos y sus combinaciones que se obtienen haciendo reaccionar el ácido fosfórico, proveniente de la roca fosfórica con hidróxido, carbonato u óxido de calcio (pág. 84).

Los suplementos minerales fosfatados que se añaden a las dietas de las aves pueden mostrar respuestas productivas distintas debido a variaciones en su composición y características químicas, según señala Cornejo et al. (2005). Por ello, optimizar la formulación de estos suplementos es crucial para evitar gastos innecesarios y maximizar la eficiencia en la producción. En este sentido, resulta necesario evaluar los suplementos comerciales disponibles en el mercado.

En este estudio experimental, llevado a cabo en una de las empresas líderes en la producción de bienes para consumo humano y animal en Ecuador, nos enfocamos en la producción avícola y analizamos los parámetros zootécnicos obtenidos a partir de la implementación de diferentes inclusiones de fosfato dicálcico en dietas.

Nuestro objetivo es maximizar la eficiencia productiva, evaluando los efectos de su incorporación proveniente de dos proveedores distintos sobre el desempeño y los indicadores productivos de los pollos de engorde, incluyendo el porcentaje de cenizas de hueso observado a la segunda semana de edad.

### **1.1 Problema**

Factores en la relación calcio - fósforo que influyen negativamente en el crecimiento, nutrición, viabilidad en la producción de pollos de engorde.

Según explica Uculmana et al. (2018) la adecuada mineralización y dureza de los huesos en las aves dependen del contenido de calcio y fósforo en su dieta. Además, que la nutrición es un factor clave en este aspecto, el cual se determina por la relación entre estos dos minerales en la dieta. La conformación ósea y el metabolismo energético dependen de estos minerales, cuya importancia se acrecienta aún más en la industria de pollos de engorde. En la búsqueda por obtener resultados óptimos en la cría de aves, se debe prestar especial atención a la composición de la dieta en cuanto a los niveles de calcio y fósforo, por ello los indicadores para determinar un nivel óptimo de calcio y fósforo son estudiados continuamente.

### **1.2 Objeto de estudio**

- ✓ Relación calcio - fósforo
- ✓ Eficiencia productiva
- ✓ Porcentaje de cenizas obtenidas

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluación de la inclusión de dos fuentes de fosfato dicálcico a través de la implementación de diferentes niveles de calcio y fósforo en dietas para de pollos de engorde en la Ciudad de Santo Domingo, Ecuador.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- ✓ Establecer si existe diferencia significativa al aplicar diferentes tratamientos de calcio y fósforo sobre las variables productivas.
- ✓ Determinar el efecto del fosfato dicálcico de dos diferentes proveedores sobre parámetros zootécnicos y porcentaje de cenizas óseas.
- ✓ Comparar la respuesta productiva del fosfato dicálcico actual con la oferta alternativa mediante el análisis de su impacto en la producción.

## **1.4 Hipótesis**

### **Ho.**

Al usar dos niveles de fósforo y calcio en la dieta de pollos de engorde no se presentan diferencias en parámetros zootécnicos y porcentaje de cenizas de hueso al evaluar el fosfato dicálcico de dos diferentes proveedores.

### **Ha**

Al usar dos niveles de fósforo y calcio en la dieta de pollos de engorden se presentan diferencias en parámetros zootécnicos y porcentaje de cenizas de hueso al evaluar el fosfato dicálcico de dos diferentes proveedores.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 La avicultura

La avicultura se denomina como la crianza de aves para la producción de carne, huevos y plumas. Esta práctica tiene una larga historia que se remonta a miles de años atrás, cuando las personas comenzaron a domesticar aves para obtener alimentos y materiales para la ropa.

En la antigüedad, la avicultura era una actividad de subsistencia que se realizaba en pequeña escala. Sin embargo, con la llegada de la Revolución Industrial en el siglo XVIII, la producción de aves de corral comenzó a ser una actividad económica importante, y se desarrollaron nuevas tecnologías para mejorar la cría y la producción.

Durante la primera mitad del siglo XX, la avicultura siguió evolucionando y se establecieron granjas especializadas para la producción de huevos y carne (García, 2022). En la década de 1950, se desarrolló una nueva raza de pollos llamada "pollo de engorde", que se criaba específicamente para la producción de carne y crecía más rápido que otras razas.

En la década de 1970, la avicultura se volvió aún más industrializada, y se utilizaron tecnologías avanzadas como la automatización de la alimentación y la iluminación en las granjas avícolas para mejorar la eficiencia y la productividad.

En la actualidad, la avicultura es una industria globalizada y altamente tecnificada, que se ocupa de la producción de carne y huevos de ave a gran escala. Los avances tecnológicos continúan mejorando la eficiencia y la productividad en la cría de aves de

corral, y se están desarrollando nuevas tecnologías para mejorar la salud y el bienestar de las aves en la producción avícola.

## **2.2 La avicultura en Ecuador**

En Ecuador, la avicultura es una actividad económica relevante que se considera una de las principales fuentes de proteína animal en el país, está enfocada principalmente en la producción de pollos de engorde y huevos, aunque también se crían otras especies como pavos, patos y codornices, aunque en menor medida.

Según datos de la corporación nacional de avicultores del Ecuador CONAVE (2023) en el año 2022 la producción de carne de pollo en el país fue alrededor de 495.000 toneladas, mientras que la producción de huevos fue aproximadamente de 3.812 millones de unidades. Además, la avicultura emplea a miles de personas en Ecuador, desde pequeños productores hasta grandes empresas avícolas, es decir que contribuye al desarrollo económico del país fomentando múltiples plazas de trabajo en distintos sectores.

Algunos de los desafíos que enfrenta la avicultura en Ecuador es la presencia de enfermedades aviares que pueden afectar la salud y el bienestar de las aves causando pérdidas económicas para los productores, problemas en la regulación y seguridad de alimentos, acceso a financiamiento y tecnologías adecuadas para el sector avícola, Sin embargo, el país ha implementado medidas como creación de programas nacionales sanitarios, regulaciones y normativas que garanticen la calidad y la inocuidad de los productos avícolas y la promoción de la tecnología e innovación en el sector para mejorar

la producción avícola y aumentar su competitividad en el mercado nacional e internacional.

En general, la avicultura es una actividad económica importante, y se espera que continúe creciendo en el futuro debido a la creciente demanda de proteína animal en el país y en el mercado internacional.

### **2.3 Los pollos de engorde**

“Son una raza de pollos que se cría específicamente para la producción de carne. A lo largo de la historia, la cría de pollos de engorde ha evolucionado significativamente en términos de eficiencia y productividad” (Ramos Ttito, 2014, pág. 193).

En la década de 1920, se comenzó a criar pollos de engorde a gran escala en los Estados Unidos utilizando razas como el Plymouth Rock y el Rhode Island Red. En esa época, los pollos se criaban principalmente en sistemas de corral o de patio trasero con producciones limitada, las comunidades avícolas sintieron la necesidad de mejorar su alimentación con el fin de obtener mejores resultados. Wattagnet (2007) describe que el químico estatal de Delaware probó en 1928 el primer alimento de pollo de engorde llamado Beacon Broiler Feed desde ahí comienza a elaborarse diferentes marcas de alimento.

En la década de 1940, se comienza a tener la idea de desarrollaron nuevas razas de pollos, como el Cornish Cross, que se criaban específicamente para la producción de carne estas razas eran más grandes y crecían más rápido que las razas anteriores, lo que permitía una producción más eficiente.

En 1947, se produjo un avance importante en la nutrición de pollos de engorde, cuando Scott y su equipo desarrollaron el primer balanceado alto en energía, con el tiempo, se ajustaron los ingredientes y nutrientes necesarios en dichos alimentos para mejorar el crecimiento y rendimiento de los pollos.

En la década de 1950, se comenzaron a utilizar dietas de alto contenido energético y proteico para aumentar la tasa de crecimiento de los pollos de engorde. Además, se implementaron técnicas como la iluminación constante y la regulación de la temperatura para mejorar la eficiencia de la producción.

Otro hecho importante que nos menciona Wattagnet (2007) fue cuando Vineland Poultry Laboratories desarrollo una nueva vacuna y un nuevo método de vacunación para la enfermedad de Newcastle en las aves en 1953, incentivando la búsqueda de la salud y el bienestar animal, mientras que en 1954, el Broiler Institute decidió que la industria del pollo de engorde necesitaba una organización nacional para la promoción a la cual denominaron National Broiler Council (Consejo Nacional del Pollo ) quedando constituida oficialmente en el año de 1955.

En la década de 1970, se desarrollaron sistemas de producción intensiva para los pollos de engorde, que incluían el uso de corrales automatizados y la selección genética para mejorar la tasa de crecimiento y la eficiencia alimentaria. Estos avances permitieron una producción a gran escala y un suministro constante de carne de pollo a precios asequibles.

En la actualidad, los pollos de engorde se crían en su mayoría en sistemas de producción altamente tecnificados, con un enfoque en la eficiencia y la sostenibilidad.



Se utilizan tecnologías avanzadas como la automatización de la alimentación, iluminación, el control ambiental y la selección genética para producir pollos de engorde más saludables y eficientes.

## **2.4 Una línea genética**

Se diferencian claramente de otros individuos de su misma raza y variedad. Estos rasgos pueden ser transmitidos a su descendencia con facilidad (García, 2022). Este estudio se centrará en la línea genética Ross.

## **2.5 Línea genética Ross**

El pollo Ross es una de las razas más populares de pollos de engorde utilizados en la industria avícola. Fue desarrollado en la década de 1950 a través de la selección genética y es conocido por su alta tasa de crecimiento y eficiencia en la conversión alimenticia.

La línea genética mencionada por Aviagen B (2022) posee las características de crecimiento rápido y la eficiencia alimenticia, son resultado de la cruce entre diferentes razas, incluyendo el Cornish y el Plymouth Rock, para obtener las peculiaridades deseables de cada raza, criándose en sistemas de producción intensiva y se seleccionan para crecer a una tasa rápida y convertir el alimento en carne de manera eficiente. También se seleccionan por su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y su resistencia a enfermedades.

Wattagnet (2007) sostiene que a lo largo de los años mediante la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías genéticas y reproductivas se está permitiendo una mayor eficiencia en la producción de carne de pollo y una reducción en el costo de

producción. Al igual que cualquier animal tienen necesidades nutricionales específicas para crecer y mantener una buena salud. A continuación, Coon (2002) y Aviagen B (2018) ratifican las necesidades nutricionales típicas de los pollos de la línea Ross.

- ✓ Proteína: Es esencial para el crecimiento y desarrollo de los músculos, huesos y tejidos del pollo. Para la línea de pollos Ross, es necesaria una dieta alta en proteínas durante su fase de crecimiento. Por lo general, una dieta que contenga alrededor de 20-25%, o aproximadamente 23-18%.
- ✓ Energía: La energía es necesaria para el crecimiento y desarrollo del pollo, necesitan una dieta rica en energía para convertir los alimentos en carne, se proporciona principalmente en forma de carbohidratos y grasas en la dieta.
- ✓ Vitaminas y minerales: necesitan una gran variedad para mantener su salud y crecimiento. Esto incluye vitaminas como A, D, E, K y el complejo B, así como minerales a modo de calcio, fósforo, hierro, cloruro, sodio, potasio y el zinc.

Es importante señalar de igual forma la disponibilidad de agua en todo momento las recomendaciones varían según la edad, línea de genética y otros factores, además que las necesidades nutricionales pueden variar según el ambiente y las condiciones de producción. Según Francisco (2023) Una dieta equilibrada que contenga una adecuada cantidad de proteína, energía, vitaminas y minerales para crecer y mantener su salud asegura una producción eficiente y saludable.

## **2.6 Los minerales**

Son nutrientes inorgánicos esenciales para la nutrición animal y desempeñan un papel primordial en muchas funciones vitales (Kleyn & Ciacciariello, 2021).

Las funciones más importantes que desempeñan incluyen la regulación metabólica, el crecimiento y la reproducción, la formación ósea, la regulación del pH, el mantenimiento del equilibrio hídrico y la función muscular, entre otras muchas funciones.

Los minerales se dividen en dos categorías principales los macrominerales que se necesitan en grandes cantidades y son comunes en la mayoría de las dietas incluyen calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio y cloruro por otro lado tenemos a los microminerales, también conocidos como oligoelementos, se necesitan en cantidades más pequeñas, pero son igualmente importantes que incluyen hierro, zinc, cobre, selenio, manganeso y yodo.

Cada mineral tiene una función específica en el cuerpo del animal. Por ejemplo, según Javadi (2022) “el calcio y el fósforo son necesarios para la mineralización que intervienen en el crecimiento óptimo y participan en los procesos de metabolismo y absorción de nutrientes” (pág. 139). Mientras que el hierro es necesario para la formación de hemoglobina en la sangre. El magnesio es esencial para la contracción muscular y la función nerviosa, mientras que el potasio y el sodio son importantes para el equilibrio hídrico y la función muscular.

Es importante asegurarse de que los animales reciban la cantidad adecuada de minerales en su dieta para garantizar una buena salud y producción. La deficiencia o el exceso de minerales pueden causar una variedad de problemas de salud y afectar el rendimiento del animal.

## **2.7 Fósforo**

El fósforo es un elemento químico esencial para la vida animal y está presente en todos los tejidos del cuerpo, ocupando el segundo lugar como mineral más abundante después del calcio. En la alimentación animal, desempeña un papel fundamental en la formación y mantenimiento de huesos y dientes, además de tener importancia en la regulación metabólica y en la producción de proteínas y ácidos nucleicos.

“La deficiencia de fósforo en la alimentación animal puede tener efectos graves sobre la salud y el crecimiento de los animales, incluyendo retraso en el desarrollo, disminución de la calidad de la carne y problemas reproductivos” (Hassanabadi et al., 2020, pág. 12). Por esta razón, es esencial asegurar una ingesta adecuada de fósforo en la alimentación de los animales.

Además, el fósforo también tiene un papel importante en la producción de piensos y alimentos para animales. La mayoría de los piensos utilizados en la alimentación animal contienen fósforo en forma de fosfato, que se puede obtener a partir de fuentes naturales como el fosfato de roca o a partir de fuentes sintéticas.

## **2.8 Tipos de fósforo utilizados en la dieta para aves**

En las dietas para aves, los principales tipos de fósforo que se utilizan son el fosfato monoamónico (MAP), el fosfato monodiválcico (MDCP) y el fosfato diválcico (DCP).

El fosfato monoamónico se utiliza en la alimentación animal debido a su alta solubilidad y su capacidad de proporcionar una fuente de fósforo altamente disponible para las aves. Además, otro tipo de fosfato utilizado es el fosfato monodiválcico, que

tiene una solubilidad y digestibilidad muy similares a las del monoamónico, aunque con un contenido de fósforo un poco más bajo.

Por otro lado, tenemos al fosfato dicálcico que es una mezcla de fosfato monocálcico y fosfato tricálcico, tiene un contenido de fósforo más bajo que los anteriores, pero es una fuente de fósforo económica y ampliamente disponible en el mercado.

Es importante señalar que el tipo de fosfato utilizado en la alimentación de las aves puede afectar la disponibilidad de otros nutrientes en la dieta, como el calcio. Por esta razón, es necesario equilibrar adecuadamente la cantidad de fósforo y calcio en la dieta para garantizar una óptima absorción y utilización de estos nutrientes.

## **2.9 Generalidades del fosfato dicálcico (DCP) y su uso en la alimentación de aves**

El fosfato dicálcico se produce a partir de la reacción entre el ácido fosfórico y el carbonato de calcio, lo que produce una mezcla de fosfato monocálcico y fosfato tricálcico, su proceso de fabricación puede variar dependiendo del origen y calidad de las materias primas utilizadas.

Es un compuesto químico cuya fórmula química es  $\text{CaHPO}_4$ , es ampliamente utilizado como fuente de fósforo y Calcio en la alimentación animal, incluyendo la alimentación de aves. La tabla 1 muestra las más generalidades del DCP es presentada a continuación.

**Tabla 1.** Generalidades de los tipos de fosfato dicálcico (DCP)

	Fosfato dicálcico anhidro	Fosfato dicálcico dihidratado
<b>Fórmula química</b>	CaHPO <sub>4</sub>	CaHPO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O
<b>Disponibilidad %</b>	75	84
<b>Digestibilidad %</b>	64	79
<b>Humedad</b>	0.3	2.0
<b>Cenizas</b>	88.0	80.0
<b>Calcio</b>	27 - 28	23 – 26
<b>Fósforo, %</b>	18.0 - 20.0	17.7 -18
<b>Sodio</b>	0.18	0.08
<b>Potasio</b>	0.14	0.10
<b>Cloro</b>	0.30	0.30
<b>Magnesio</b>	0.70	0.60
<b>Flúor</b>	Datos no disponibles	0.15
<b>Azufre</b>	0.50	0.50
<b>Hierro, mg/kg</b>	Datos no disponibles	300 a 7800 mg/kg
<b>Cobre, mg/kg</b>	15	14

**Nota.** Esta tabla muestra “los valores nutricionales de tipos de fosfato dicálcico basados Blas et al. (2019) todos los aportes están representados en % salvo indicaciones contrarias.

Es una fuente de fósforo altamente disponible y bien digerible para las aves, lo que lo hace una opción popular en la formulación de las dietas para aves. Además, su alto contenido de calcio lo convierte en una fuente útil de este mineral en las dietas de

las aves, lo que puede mejorar la calidad de la cáscara del huevo y la salud ósea de las aves además que se considera una fuente económica de fósforo y calcio, lo que lo convierte en una opción popular en la formulación de dietas para aves, especialmente en países en desarrollo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el uso excesivo en la alimentación puede llevar a un desequilibrio lo que puede tener efectos negativos en la salud de las aves y la calidad del huevo.

### **2.10 Biodisponibilidad de fósforo**

El termino biodisponibilidad Gil Araujo et al. (2018) lo define como la capacidad de los animales para digerir y absorber el fósforo de los alimentos que consumen.

Dilelis et al. (2020) propone que los alimentos varían dependiendo del tipo de fósforo presente y de otros factores, como la fuente del alimento, el procesamiento, la forma en que se presenta el fósforo en el alimento, la edad y la especie animal. Además, nos menciona que el fósforo en los alimentos de origen animal se presenta en una forma más fácilmente digerible y absorbible en comparación al de origen vegetal.

En las dietas para aves, se utilizan diferentes formas de fósforo y cada uno con diferentes niveles de biodisponibilidad, en este caso nos centraremos en el fosfato dicálcico que tienen una alta biodisponibilidad de fósforo en el ave representado en la tabla 1, debido a que es fácilmente soluble en ácido gástrico y puede ser digerido y absorbido en el intestino delgado. Sin embargo, puede variar dependiendo su origen, composición y calidad del fósforo.

En la práctica Rodríguez (2020) nos sugiere que los nutricionistas y los productores de alimentos balanceados para animales utilicen tablas de biodisponibilidad

de nutrientes y ensayos de digestibilidad para determinar la cantidad óptima de fosfato dicálcico en la dieta de los animales.

También es importante tener en cuenta el impacto ambiental del exceso de fósforo en la alimentación animal y la excreción en el medio ambiente, lo que puede tener un efecto negativo en la calidad del agua y otros recursos naturales. Por lo tanto, es necesario utilizar fuentes de fósforo con alta biodisponibilidad y evitar el exceso de fósforo en la alimentación animal para minimizar este impacto.

### **2.11 Calcio**

El calcio es un elemento químico esencial para la vida animal, vegetal y en muchos organismos. Es el quinto elemento más abundante en la corteza terrestre y se encuentra en forma de carbonatos, fosfatos y sulfatos en rocas, suelos y aguas, se lo considera como un macromineral importante para la nutrición animal, junto con el sodio, el cloruro, el magnesio, el potasio y el azufre, se requiere en cantidades relativamente grandes en la dieta de los animales.

Sus Funciones principales son formación y mantenimiento de huesos y dientes esencial para la salud ósea, la contracción muscular, incluyendo (el músculo cardíaco), la transmisión nerviosa y la coagulación sanguínea. Al igual que todos los minerales posee consecuencias por la deficiencia de su uso como la expresa Hassanabadi et al. (2020) raquitismo en animales jóvenes, osteoporosis en animales mayores, disminución de la producción de huevos en las aves entre muchos más (pág. 939).

La cantidad de calcio que necesita un animal varía según su especie, edad, tamaño y nivel de actividad, llegando a tener niveles de inclusión diferentes en cada



etapa de la vida de un organismo, por ejemplo, los animales jóvenes en crecimiento pueden necesitar más calcio que los adultos.

## **2.12 Biodisponibilidad de calcio**

En relación de la biodisponibilidad del calcio en la avicultura Yallico Huaman (2014) comenta que es un tema que carece de suficientes estudios de investigación, lo que dificulta establecer la relación adecuada de Ca dig/P dig (pág. 62).

Hay una gran variabilidad en la disponibilidad del calcio en los ingredientes, y esto se debe principalmente a la composición química de la fuente utilizada, la combinación química y/o asociación física del calcio con otros componentes, como fitatos y quelatos, que tienen baja solubilidad y disponibilidad. A pesar de la carencia de investigación, cada vez hay una mayor conciencia de la importancia y se están sumando más centros de investigación para obtener resultados precisos y avanzar hacia una formulación más precisa y efectiva.

Además, la presencia de otros nutrientes en la dieta, como la vitamina D y el fósforo, puede afectar la biodisponibilidad del calcio. La vitamina D es necesaria para la absorción y utilización adecuadas del calcio, mientras que el fósforo en exceso puede interferir con la absorción del calcio.

Es importante tener en cuenta que la biodisponibilidad del calcio puede variar según la fuente y la forma en que se presenta en la dieta, por lo que se recomienda utilizar fuentes de calcio de alta calidad y ajustar los niveles de fosforo de acuerdo con los resultados de análisis de la dieta y las necesidades específicas de las aves (Ravindran & Abdollahi, 2021, pág. 23).

## **2.13 Las fuentes de carbonato de calcio:**

### **2.13.1. Fuentes de carbonato de calcio orgánico:**

- ✓ Conchas y esqueletos de organismos marinos: Como, por ejemplo, las conchas de moluscos, coral y otros organismos acuáticos.
- ✓ Huesos de animales: Los huesos son ricos en calcio, y pueden ser una fuente importante de carbonato de calcio orgánico.
- ✓ Fuentes vegetales: Muchas plantas, como las algas, contienen carbonato de calcio orgánico

### **2.13.2. Fuentes de carbonato de calcio inorgánico:**

- ✓ Piedra caliza: Es una roca sedimentaria compuesta principalmente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).
- ✓ Mármol: Una roca metamórfica que se forma a partir de la recristalización de la piedra caliza.
- ✓ Tiza: Una roca sedimentaria blanda y porosa que también está compuesta principalmente por carbonato de calcio.

El calcio se presenta en diferentes formas químicas en las que el calcio se puede encontrar en la naturaleza e industria, entre ellas se pueden mencionar:

- ✓ Carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$ : Es la forma más común y estable de calcio en la naturaleza y se encuentra en rocas sedimentarias como la piedra caliza, el mármol y la tiza.

- ✓ citrato de calcio  $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$  : Es la sal del ácido cítrico e hidróxido de calcio es utilizada para la preservación y condimentación de alimentos
- ✓ Hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ : También llamado cal hidratada, se produce a partir de la reacción del óxido de calcio con agua y se utiliza en la construcción, agricultura y otras aplicaciones industriales.
- ✓ Cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ): Es una sal inorgánica que se utiliza como deshidratador, agente anticongelante, ablandador y preservativo de alimentos, y
- ✓ en la producción de papel y otros productos químicos.

#### 2.14 Los requerimientos nutricionales de Ca y P en pollos de engorde

Varían según la edad y el peso del ave. En general, los pollos de engorde requieren niveles más altos de calcio que las aves adultas para el crecimiento y el desarrollo adecuados de sus huesos. A continuación, encontramos las especificaciones según su línea genética.

**Tabla 2.** *Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Ross <2,0kg*

Especificaciones nutricionales para pollos mixtos – objetivo de peso vivo <2,0 kg				
		<b>cría</b>	<b>crecimiento</b>	<b>finalización</b>
<b>Calcio</b>	%	0,95	0,75	0,65
<b>Fósforo disponible</b>	%	0,50	0,42	0,36

**Nota.** Esta tabla muestra “Recomendaciones nutricionales para los pollos de engorde Ross” (Aviagen B, 2022, pág. 8)

**Tabla 3.** *Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Ross hasta 3,5kg*

Especificaciones nutricionales para pollos mixtos – objetivo de peso vivo 2,0 – 3,5 kg					
		<b>cría</b>	<b>crecimiento</b>	<b>finalizador 1</b>	<b>finalizador 2</b>
<b>Calcio</b>	%	0,95	0,75	0,65	0,60
<b>Fósforo disponible</b>	%	0,50	0,42	0,36	0,34

**Nota.** Esta tabla muestra “Recomendaciones nutricionales para los pollos de engorde Ross” (Aviagen B, 2022, pág. 8)

**Tabla 4.** *Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Ross >3,5kg*

Especificaciones nutricionales para pollos mixtos – objetivo de peso vivo >3,5 kg					
		<b>cría</b>	<b>crecimiento</b>	<b>finalizador 1</b>	<b>finalizador 2</b>
<b>Calcio</b>	%	0,95	0,75	0,65	0,55
<b>Fósforo disponible</b>	%	0,50	0,42	0,36	0,32

**Nota.** Esta tabla muestra “Recomendaciones nutricionales para los pollos de engorde Ross” (Aviagen B, 2022, pág. 8)

**Tabla 5.** *Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Cobb <2,0kg*

Niveles de nutrientes recomendados para pollos mixtos- objetivo de peso vivo <2,0 kg					
		<b>inicio</b>	<b>crecimiento1</b>	<b>crecimiento 2</b>	<b>finalizador</b>
<b>Calcio</b>	%	0,96	0,80	0,74	0,72
<b>Fósforo disponible</b>	%	0,54	0,40	0,37	0,36

**Nota.** Esta tabla muestra los niveles “Recomendados para pollos de engorde Cobb” (Vantress, 2022, pág. 16)

**Tabla 6.** *Requerimientos nutricionales del Ca y P pollos de engorde de la línea genética Cobb > 2,11kg*

Niveles de nutrientes recomendados para pollos mixtos –objetivo de peso vivo >2,11 kg					
	Inicio	Crecimiento	Crecimiento	Finalizador	Finalizador
		1	2	1	2
<b>Calcio</b>	% 0,96	0,80	0,74	0,72	0,68
<b>Fósforo disponible</b>	% 0,58	0,40	0,37	0,36	0,34

**Nota.** Esta tabla muestra los niveles “Recomendados para pollos de engorde Cobb” (Vantress, 2022, pág. 16)

### 2.15 Relación de calcio - fósforo

La relación entre el calcio y el fósforo es muy importante para mantener la salud ósea adecuada en los animales una proporción inadecuada puede conducir a problemas de salud como enfermedades óseas, fracturas y debilidad muscular debido a que se necesitan una relación equilibrada en su dieta para que su cuerpo pueda absorber adecuadamente estos minerales y utilizarlos para mantener la salud ósea.

La importancia de la relación entre el calcio y el fósforo radica en que es crucial para su desarrollo óseo, maximizar el crecimiento y producción de carne las cuales se logran con una proporción equilibrada. Según la literatura científica la relación Ca y P varía pero generalmente se considera que sea de alrededor de 2:1 a 2,5:1.

Es importante que el nivel de calcio en la dieta sea suficiente para prevenir enfermedades metabólicas, óseas y satisfacer las necesidades de los pollos, pero no

demasiado alto, ya que esto puede interferir con la absorción de otros nutrientes esenciales. Es importante establecer el acceso a todos los requerimientos nutricionales y constante al agua potable limpia y fresca, ya que una deficiencia puede afectar negativamente su capacidad para absorber y utilizar adecuadamente el calcio y el fósforo de su dieta.

### **2.16 Efectos de la inclusión los niveles de calcio y fósforo referente a parámetros zootécnicos:**

Abdulla et al. (2017) nos indica que los pollos de engorde modernos han sido sometidos a una intensa selección para lograr tasas de crecimiento más altas y una mayor eficiencia alimenticia. En la actualidad, estos pollos alcanzan un peso promedio en el mercado de 3,6 kg en tan solo 6 semanas, a diferencia de hace 10 o 20 años. Sin embargo, los requisitos de minerales establecidos por algunas organizaciones en el pasado pueden no ser adecuados para optimizar el desempeño de las cepas actuales de pollos de engorde (pág. 429).

La inclusión de niveles adecuados de crecimiento de calcio y fósforo es fundamental para el desarrollo óptimo de los pollos y puede afectar significativamente su rendimiento productivo. En términos de rendimiento de crecimiento, la adecuada inclusión de Ca y P puede mejorar la ganancia de peso y la conversión alimenticia, reducir la incidencia de deformidades óseas, lo que puede llevar a una mayor eficiencia de producción y una mejor calidad de la carne.

Existen varias investigaciones sobre el efecto de diferentes niveles de inclusión de calcio y fósforo en relación a los parámetros zootécnicos:

Nos muestran Quishpe Sandoval (2006) que ha de niveles altos de calcio y fósforo (1% y 0.5%) en la ración mejoró significativamente el peso corporal, ganancia diaria de peso, la calidad ósea y los niveles de cenizas en los huesos (pág. 38).

Uculmana et al. (2018) menciona que los pollos alimentados con una relación de Ca: P baja presentaron una menor capacidad para caminar y una menor densidad ósea en la tibia en comparación con aquellos alimentados con una relación adecuada de Ca: P. Además, se observó que la densidad de la tibia y la capacidad para caminar de los pollos fueron significativamente afectadas por la relación de Ca: P en la dieta.

La literatura científica sugiere que la inclusión de niveles apropiados de calcio y fósforo en la dieta de los pollos de engorde pueden mejorar el rendimiento y la calidad ósea, pero los niveles óptimos pueden variar según la genética y las condiciones de crecimiento. Conjuntamente, es importante tener en cuenta que la administración excesiva de estos minerales puede no ser beneficiosa y puede incluso resultar perjudicial para los pollos.

El proceso de desarrollo óseo en los pollos de engorde implica la osificación primaria en la diáfisis y la osificación secundaria en las epífisis. Este proceso fortalece el hueso cortical y alarga el hueso respectivamente. Estos cambios en el hueso de la tibia en los pollos de engorde se reflejan generalmente en parámetros como la densidad mineral ósea, la resistencia a la rotura ósea, el peso y el contenido de cenizas óseas (Yuxin et al., 2019). Esto nos permite expresar que el desarrollo del hueso en los pollos de engorde se refleja en una serie de parámetros que indican la calidad y la fortaleza de los huesos en estos animales.

En cuanto a las cenizas de hueso de pollos de engorde son el residuo mineral que después de quemar los huesos a alta temperatura y triturarlos en polvo fino. Estas cenizas Peña (2022) sugiere que contiene alrededor de 25% de calcio, 12% de fósforo y 0.5% de magnesio aproximadamente (pág. 48).

El contenido de cenizas de los huesos de pollo puede proporcionar minerales valiosos, y se pueden usar en una variedad de aplicaciones, lo que la convierte en un subproducto potencialmente útil además que se puede utilizar para medir la tasa de crecimiento de los pollos y su fortaleza ósea. Se obtienen a través de un proceso conocido como calcinación, que implica la quema de los huesos a altas temperaturas en un horno especializado el cual lleva a cabo en dos etapas.

En la primera etapa, los huesos de pollo se someten a un proceso de precalentamiento para eliminar la humedad y los residuos orgánicos. Luego, los huesos se desarrollarán a un horno a temperaturas muy altas, generalmente entre 800 y 1000 grados Celsius, durante varias horas. Durante este proceso, los huesos se descomponen y se queman, dejando solo los minerales y las cenizas.

Una vez que se completa la calcinación, las cenizas resultaron se someten a un proceso de enfriamiento y se tamizan para eliminar cualquier impureza. La cantidad de cenizas de hueso que se obtiene después de la calcinación depende de varios factores, como el tipo y tamaño de los huesos, la temperatura, duración del proceso de calcinación, y el método utilizado para tamizar las cenizas. Generalmente, se puede esperar que la cantidad de cenizas de hueso obtenidas después de la calcinación sea aproximadamente el 60% al 70% del peso original de los huesos.



El proceso para medir los niveles de cenizas de hueso de pollos se llama análisis de cenizas, este es un proceso químico que implica quemar una muestra de la sustancia en cuestión y medir el peso de las cenizas resultantes.

Este proceso de análisis de cenizas se utiliza comúnmente en la industria de alimentos para animales y aves de corral para medir el contenido de minerales en los suplementos de alimentación, incluyendo las cenizas de huesos de pollo. También se utiliza en la investigación y el desarrollo de productos y en la evaluación de la calidad de los alimentos y productos farmacéuticos (Murga Tovar, 2019).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Características del área de estudio**

El trabajo de investigación se efectuó en una granja de aves comercial en la Ciudad de Santo Domingo de los Colorados, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en el país de Ecuador.

#### **3.2 Materiales**

2816 pollos mixtos provenientes del mismo lote de reproductoras distribuidos en 64 réplicas; 44 aves por jaula 1408 hembras y 1408 machos.

#### **3.3 Factores de estudio**

- ✓ Niveles de cenizas en huesos y pesos
- ✓ Respuesta de las variables productiva
- ✓ Tratamiento de control y tratamiento alternativo

### **3.4 Metodología de trabajo**

El estudio se realizó en 2816 pollos de la línea genética Ross, sectorizados en jaulas en donde diariamente se evaluó diariamente parámetros zootécnicos, productivos y porcentaje de cenizas de hueso a los 14 días de edad.

### **3.5 Manejo del ensayo**

**Durante el ensayo se realizaron las siguientes labores:**

**3.5.1** El alimento fue suministrado ad libitum todos los días de acuerdo al programa de alimentación.

**3.5.2** El alimento fue pesado previamente, todos los días, a la misma hora de la mañana y este peso fue registrarse. Igualmente, el alimento sobrante de cada día se retiró de los comederos y fue pesado diariamente, registrando este peso.

**3.5.3** Programamos itinerario, manejos sanitarios y medidas medioambientales supliendo todas las necesidades fisiológicas de las aves.

**3.5.4 Pesaje de las aves:** Las aves se pesaron al inicio del ensayo (0 días) y cada 7 días hasta llegar a edad de faena (34 días). Los pesajes se realizarán en la mañana de cada jueves

3.5.4.1 Se identificó 1 jaula por tratamiento para tener una referencia de curvas de pesos individuales. Las jaulas seleccionadas son: 24A, 25D, 26C y 27B.

### 3.6 Perfil de Dietas, descripción y distribución de tratamientos:

Tabla 7. Perfil de Dietas

				Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Trat	Relación Ca:P	Proveedor	Nutriente	0-7 días	8-21 días	22-28 días	29-37 días
<b>A</b>	Control	Proveedor 1	Ca total (%)	100%	100%	100%	100%
			P disponible (%)	100%	100%	100%	100%
<b>B</b>	Control	Proveedor 2	Ca total (%)	100%	100%	100%	100%
			P disponible (%)	100%	100%	100%	100%
<b>C</b>	Alternativo	Proveedor 1	Ca total (%)	91%	87%	111%	107%
			P disponible (%)	80%	91%	103%	99%
<b>D</b>	Alternativo	Proveedor 2	Ca total (%)	91%	87%	111%	107%
			P disponible (%)	80%	91%	103%	99%

**Fuente propia**

**Nota.** Los porcentajes indicados en la tabla 7 toma como referencias los requerimientos nutricionales de la línea genética Ross mencionados en la tabla 3 con un incremento en la dieta en los tratamientos de **control Ca:** 0,10%;0,25%;0,05% y 0,11% y **P:**0,10%; 0,08%;0,01% y 0,03%. Mientras que los tratamientos **alternativos** tuvieron un incremento de **Ca:** 0,01%; 0,12%; 0,13%; 0,15% entre tanto **P:** 0,01%; 0,01%; 0,03% y 0,04% respectivamente.

Tabla 8. Tratamientos: La descripción de tratamientos se presenta a continuación

Tratamientos	Relación Ca:P	Replicas	Total de aves
<b>A</b>	Control	16	704
<b>B</b>	Control	16	704
<b>C</b>	Alternativo	16	704
<b>D</b>	Alternativo	16	704

**Fuente propia**

**Tabla 9.** Distribución de Tratamientos: diseño de bloques completamente al azar.

JAULA	TRAT.	JAULA	TRAT.	JAULA	TRAT.	JAULA	TRAT.
16	D	17	A	48	D	49	D
15	C	18	B	47	A	50	C
14	B	19	D	46	A	51	A
13	D	20	A	45	C	52	B
12	B	21	C	44	A	53	C
11	D	22	B	43	B	54	A
10	B	23	D	42	A	55	D
9	A	24	A	41	B	56	C
8	C	25	D	40	C	57	B
7	A	26	C	39	B	58	A
6	A	27	B	38	C	59	C
5	C	28	D	37	D	60	D
4	C	29	C	36	B	61	A
3	A	30	C	35	D	62	B
2	D	31	B	34	D	63	D
1	B	32	A	33	C	64	B

*Fuente propia*

### 3.7 Diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques Completamente al Azar (DBCA) para comparar distintas poblaciones y evaluar su variabilidad, con los datos obtenidos se realizó la comparación de medidas al calcular los promedios de cada parámetro a evaluar para cada replica. El modelo se describe a continuación:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

✓  $y_{ij}$  = respuesta observada con el tratamiento  $i$  en el bloque  $j$

- ✓  $\mu$  = media general
- ✓  $\tau_i$  = efecto del tratamiento  $i$ ;  $i = 1,2,3,4$
- ✓  $\beta_j$  = efecto del bloque  $j$ ;  $j = 4$  repeticiones
- ✓  $\xi_{ij}$  = termino de error asociado al tratamiento  $i$  en el bloque  $j$

### 3.8 Análisis estadístico

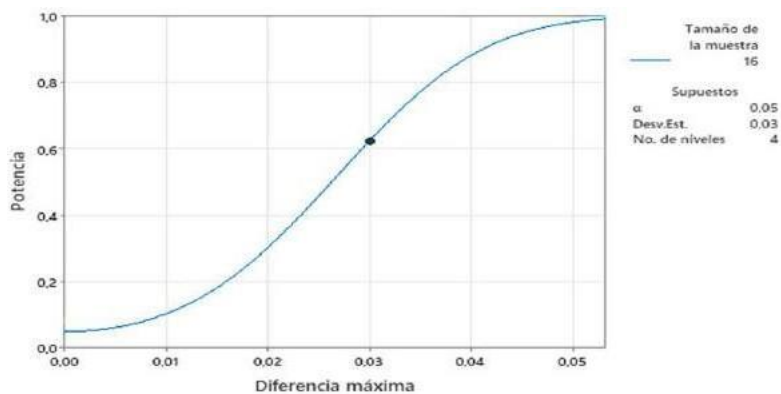
Se realizó comparación de medias al calcular los promedios de cada una de las variables en estudio para cada réplica. Los datos se analizaron mediante ANOVA para estimar el mejor tratamiento. Para determinar las diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la Prueba de Tukey al 5%, a continuación, mostraremos la tabla 10 con el poder de prueba y su respectiva curva de potencia para ANOVA en el gráfico número 1.

**Tabla 10.** Poder de la prueba:

<b>N° Tratamientos:</b>	<b>4</b>
Variable de diseño:	C.A.
Desviación estándar:	0.028
Respuesta esperada:	0.028
Poder de la prueba:	62,3%

**Fuente.** Empresa Avícola

**Gráfico 1.** Curva de la Potencia para ANOVA



**Nota.** Fuentes facilitada por la Empresa Avícola

### **3.9 Medición de variables**

#### **3.9.1 Peso corporal**

Se registró el peso grupal de los animales por jaula y se obtuvo el promedio del peso/animal con una frecuencia semanal, teniendo los pesajes al nacimiento, a los 7, 14 y 21, 28, 34 días.

El dato registrado se expresó en gramos/animal. Se identificará 1 jaula por tratamiento para tener una referencia de curvas de pesos individuales. Las jaulas seleccionadas son 24A, 25D, 26C y 27B.

#### **3.9.2 Ganancia de Peso Diaria (GDP)**

La ganancia de peso se evaluó a los 7, 14 y 21, 28, 34 días. La fórmula de cálculo para obtener esta variable fue y se expresó en gramos/animal.

GP semanal:  $(\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) / \# \text{ días}$

#### **3.9.3 Consumo de alimento**

Se registró diariamente el alimento total consumido en cada unidad experimental, y se obtuvo el promedio de consumo/animal. Para tal efecto se utilizó la siguiente fórmula y se expresó en gramos/animal.

Consumo alimento=  $(\text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Alimento sobrante (g)}) / \# \text{ aves}$

### **3.9.4 Conversión alimenticia acumulada**

Este parámetro calculado semanalmente se obtuvo al dividir el alimento total consumido para el peso ganado para el cálculo de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$c.a = \text{Alimento consumido (g)} / \text{Ganancia de peso (g)}$$

### **3.9.5 Mortalidad semanal y acumulada**

Para el cálculo de esta variable se determinó el número de aves muertas durante el transcurso de la investigación, el cual fue expresado en porcentaje. Para tal efecto se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ mortalidad} = (\text{Número de aves muertas} / \text{número inicial de aves}) * 100$$

### **3.9.6 Análisis de cenizas en patas:**

Al día 14 se ejecutó el análisis de ceniza de patas, el cual nos permitirá cuantificar el porcentaje de cenizas en hueso del ave. Para ello se sacrificaron 15 aves por tratamiento, se realizó un corte en la parte tibiometatarsal de cada pata, obteniéndose 30 patas por tratamiento, utilizando la pata derecha dejando como contra muestras las patas izquierdas. Para la determinación de las cenizas se utilizó un horno mufla.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Peso Corporal (g)

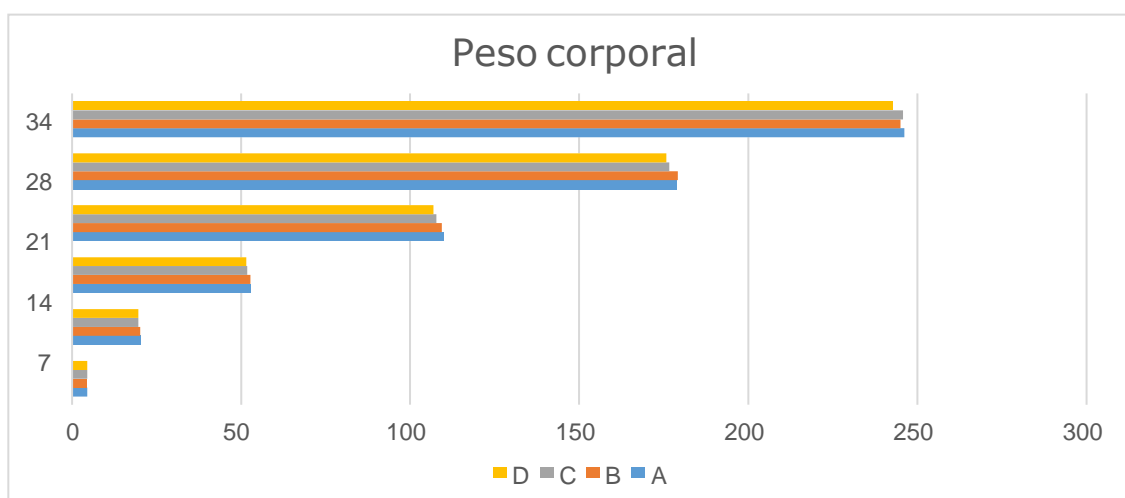
Los resultados de análisis estadístico para peso corporal se muestran a continuación en la en la Tabla 11.

**Tabla 11.** *Análisis de varianza para peso corporal (g)*

Tratamiento	Relación Ca-P	Proveedor	Edad (días)					
			0	7	14	21	28	34 (faena)
TA	Control	Proveedor 1	44.3	202 <sup>a</sup>	527 <sup>a</sup>	1097 <sup>a</sup>	1788 <sup>ab</sup>	2461
TB	Control	Proveedor 2	44.0	202 <sup>a</sup>	527 <sup>a</sup>	1094 <sup>a</sup>	1792 <sup>a</sup>	2450
TC	Alternativo	Proveedor 1	44.4	196 <sup>b</sup>	518 <sup>ab</sup>	1077 <sup>b</sup>	1766 <sup>bc</sup>	2457
TD	Alternativo	Proveedor 2	44.4	196 <sup>b</sup>	515 <sup>b</sup>	1069 <sup>b</sup>	1758 <sup>c</sup>	2426
P			0.11	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.36

**Nota.** Medias dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ )

**Gráfico 2.** *Resultados de Peso Corporal (g)*



**Fuente propia**



## 4.2 Ganancia de peso (GDP), Consumo de alimento y Conversión alimenticia

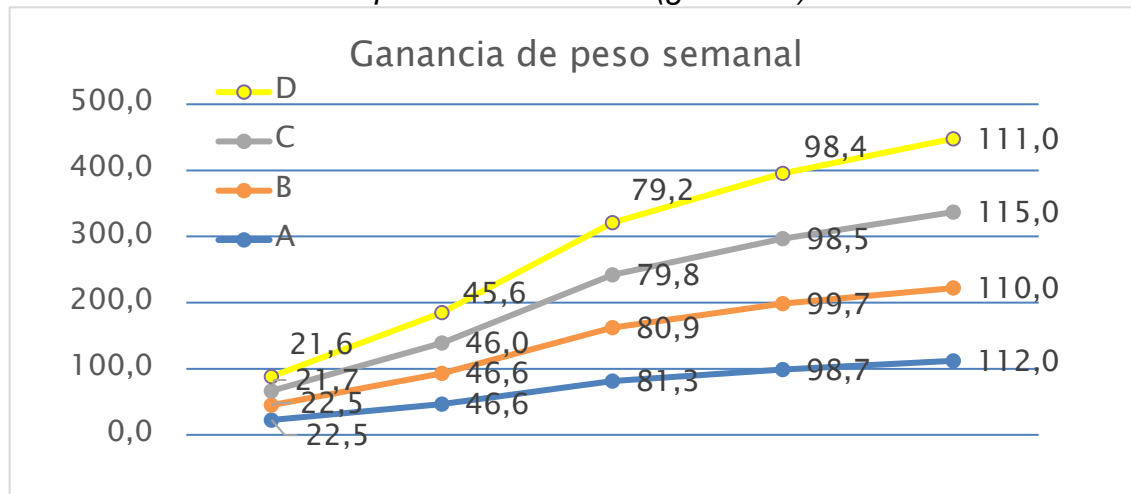
Son representados a continuación las tablas con cada uno de los parámetros zootécnicos en orden de mención Ganancia de peso semanal tabla 12 y total tabla 13; consumo de alimento semanal tabla 14 y total tabla 15; al final la conversión alimenticia acumulada en la tabla 16.

**Tabla 12.** Análisis de varianza para GDP semanal (g/ave/día)

Tratamiento	Relación Ca-P	Proveedor	Edad (días)				
			7	14	21	28	34 (faena)
TA	Control	Proveedor 1	22.5 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	81 <sup>a</sup>	99	112
TB	Control	Proveedor 2	22.5 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	81 <sup>ab</sup>	100	110
TC	Alternativo	Proveedor 1	21.7 <sup>b</sup>	46 <sup>ab</sup>	80 <sup>bc</sup>	98	115
TD	Alternativo	Proveedor 2	21.6 <sup>b</sup>	46 <sup>b</sup>	79 <sup>c</sup>	98	111
<b>P</b>			< 0.01	0.01	< 0.01	0.32	0.35

**Nota.** Medias en una columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0,05)

**Gráfico 3.** Resultados de para GDP semanal (g/ave/día)



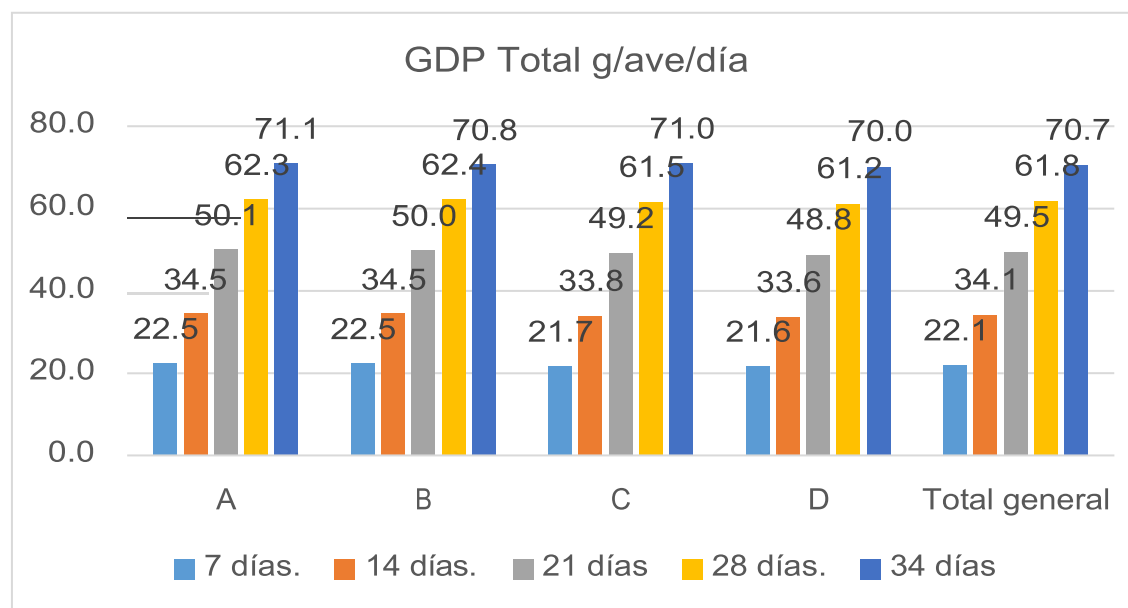
**Fuente propia**

**Tabla 13. Análisis de varianza para GDP Total (g/ave/día)**

Tratamiento	Relación Ca-P	Proveedor	Edad (días)				
			7	14	21	28	34 (faena)
TA	Control	Proveedor 1	22.5 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	62 <sup>ab</sup>	71
TB	Control	Proveedor 2	22.5 <sup>a</sup>	35 <sup>ab</sup>	50 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	71
TC	Alternativo	Proveedor 1	21.7 <sup>b</sup>	34 <sup>bc</sup>	49 <sup>b</sup>	61 <sup>bc</sup>	71
TD	Alternativo	Proveedor 2	21.6 <sup>b</sup>	34 <sup>c</sup>	49 <sup>b</sup>	61 <sup>c</sup>	70
<b>P</b>			< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.36

**Nota.** Medias dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0,05)

**Gráfico 4. Resultados de GDP total (g/ave/día)**



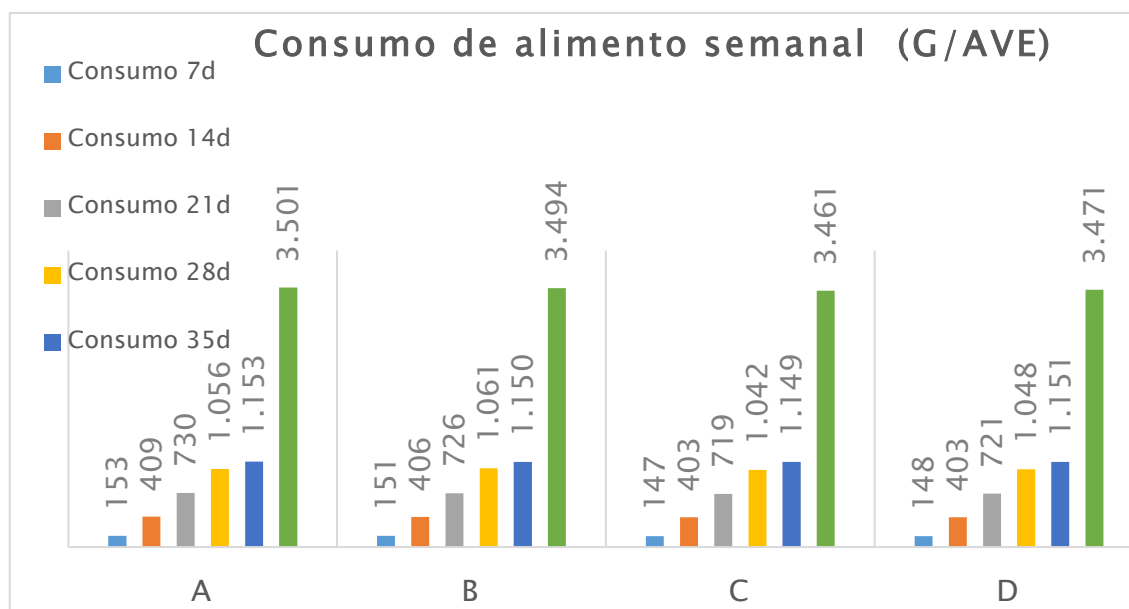
**Fuente propia**

**Tabla 14.** Análisis de varianza para consumo de alimento semanal (g/ave)

Tratamiento	Relación Ca-P	Proveedor	Edad (días)				
			7	14	21	28	34 (faena)
TA	Control	Proveedor 1	153 <sup>a</sup>	409	730	1056	1153
TB	Control	Proveedor 2	151 <sup>ab</sup>	406	726	1061	1150
TC	Alternativo	Proveedor 1	147 <sup>b</sup>	403	719	1042	1149
TD	Alternativo	Proveedor 2	148 <sup>b</sup>	403	721	1048	1151
<b>P</b>			< 0.01	0.08	0.05	0.08	0.98

**Nota.** Medias dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ )

**Gráfico 5.** Resultados de Consumo de Alimento Semanal (g/ave)



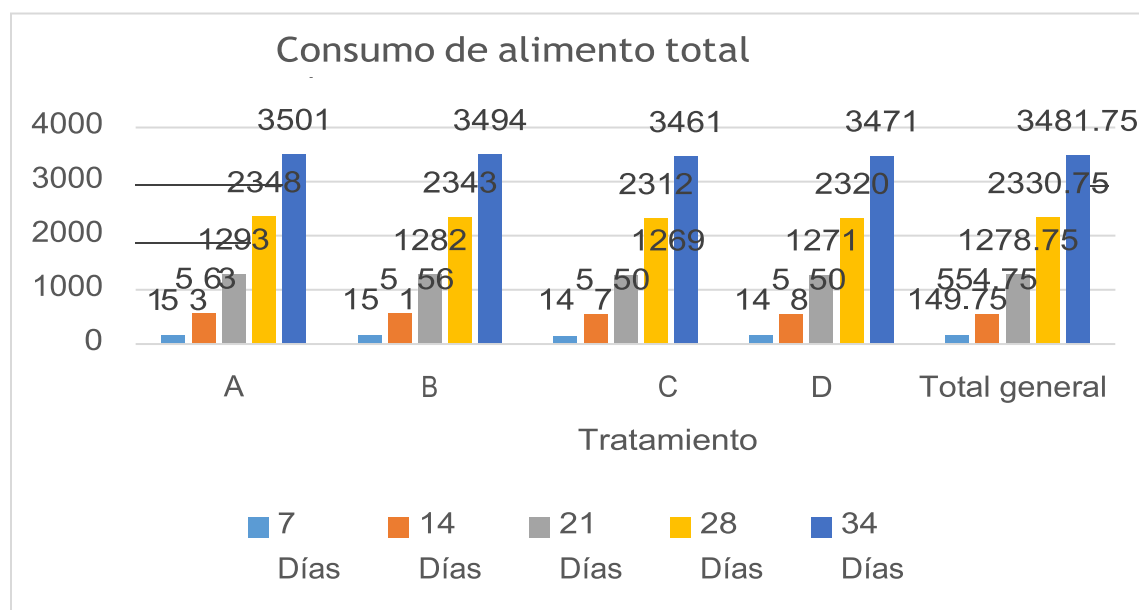
**Fuente propia**

**Tabla 15.** Análisis de varianza para consumo de alimento total (g/ave)

Tratamiento	Relación Ca-P	Proveedor	Edad (días)				
			7	14	21	28	34(faena)
TA	Control	Proveedor 1	153 <sup>a</sup>	563 <sup>a</sup>	1293 <sup>a</sup>	2348 <sup>a</sup>	3501
TB	Control	Proveedor 2	151 <sup>ab</sup>	556 <sup>ab</sup>	1282 <sup>ab</sup>	2343 <sup>ab</sup>	3494
TC	Alternativo	Proveedor 1	147 <sup>b</sup>	550 <sup>b</sup>	1269 <sup>b</sup>	2312 <sup>b</sup>	3461
TD	Alternativo	Proveedor 2	148 <sup>b</sup>	550 <sup>b</sup>	1271 <sup>b</sup>	2320 <sup>ab</sup>	3471
P			< 0.01	< 0.01	0.01	0.01	0.14

**Nota.** Medias dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0,05)

**Gráfico 6.** Resultados de Consumo de Alimento Total (g/ave)



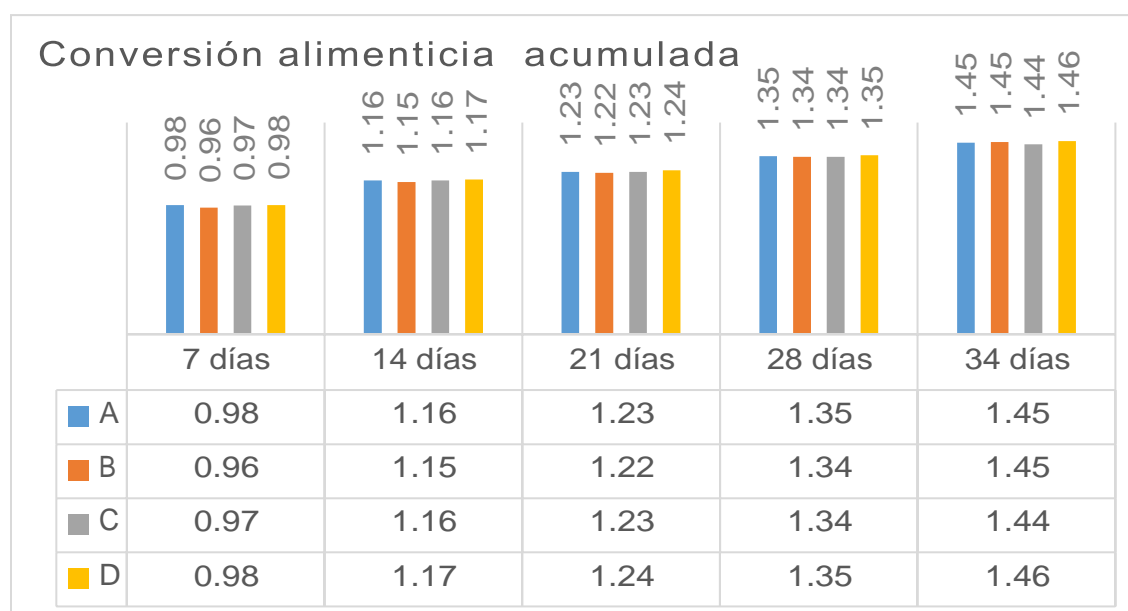
**Fuente propia**

**Tabla 16.** Análisis de varianza para conversión alimenticia (c.a)

Tratamiento	Relación Ca-P	Proveedor	Edad (días)				
			7	14	21	28	34 (faena)
<b>TA</b>	Control	Proveedor 1	0.98	1.16 <sup>ab</sup>	1.23 <sup>b</sup>	1.35 <sup>ab</sup>	1.45
<b>TB</b>	Control	Proveedor 2	0.96	1.15 <sup>b</sup>	1.22 <sup>b</sup>	1.34 <sup>b</sup>	1.45
<b>TC</b>	Alternativo	Proveedor 1	0.97	1.16 <sup>ab</sup>	1.23 <sup>ab</sup>	1.34 <sup>b</sup>	1.44
<b>TD</b>	Alternativo	Proveedor 2	0.98	1.17 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	1.46
<b>P</b>			0.13	0.04	<0.01	0.01	0.23

**Nota.** Medias dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0,05)

**Gráfico 7.** Resultados de Conversión Alimenticia (c.a)



**Fuente propia**

### 4.3 Mortalidad acumulada y cenizas de hueso

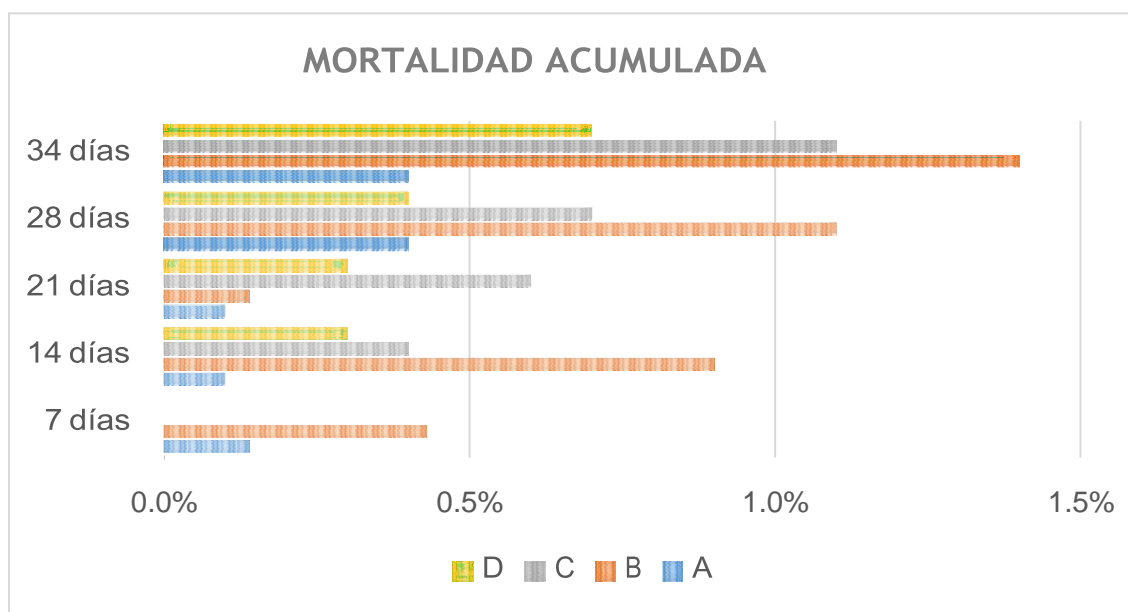
Es mostrada por la tabla 17 a continuación en donde se expresa las bajas totales de los cuatro tratamientos y la tabla 18 el porcentaje de cenizas óseas obtenidas.

**Tabla 17. Análisis de varianza para mortalidad acumulada (%)**

Tratamiento	Relación Ca-P	Proveedor	Edad ( días)				
			7	14	21	28	34 (faena)
TA	Control	Proveedor 1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4
TB	Control	Proveedor 2	0.4	0.9	1.0	1.1	1.4
TC	Alternativo	Proveedor 1	0.0	0.4	0.6	0.7	1.1
TD	Alternativo	Proveedor 2	0.0	0.3	0.3	0.4	0.7
<b>P</b>			0.08	0.17	0.09	0.29	0.25

**Nota.** Medias dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ )

**Gráfico 8. Resultados de Mortalidad Acumulada (%)**



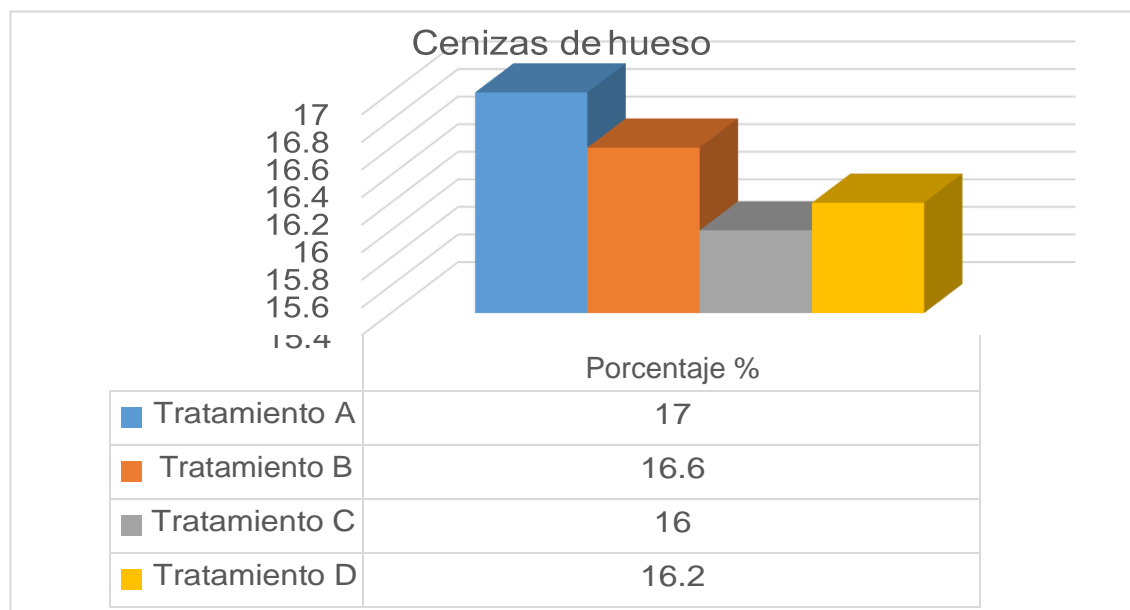
**Fuente propia**

**Tabla 18. Análisis de varianza para cenizas de hueso (%)**

<i>Tratamiento</i>	<i>Relación Ca-P</i>	<i>Proveedor</i>	<i>Edad(días)</i>
			14
TA	Control	Proveedor 1	17.0 <sup>a</sup>
TB	Control	Proveedor 2	16.6 <sup>ab</sup>
TC	Alternativo	Proveedor 1	16.0 <sup>b</sup>
TD	Alternativo	Proveedor 2	16.2 <sup>b</sup>
<i>P</i>			0.01

**Nota.** Medias dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ )

**Gráfico 9. Resultados de Porcentaje de Cenizas de Hueso**



**Fuente propia**

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Peso corporal (g)

En el peso corporal ganado a la semana evidencia que desde el día de recepción y la edad a faena no se presentaron diferencias estadísticas a comparación del día 7 hasta el 28 los cuales si presentaron diferencia estadística ( $P < 0,05$ ), lo que sugiere que algunos tratamientos son más efectivos para promover el crecimiento del pollo que otros en ciertas etapas del desarrollo. En cuanto a los pesos en gramos evidenciamos que los tratamientos **TA** (Control, Proveedor 1) y **TB** (Control, Proveedor 2) con una inclusión al 100% de Ca y P tuvieron un mayor incremento, destacando el tratamiento **TA** el cual a medida que pasaron los días tuvo un mayor peso en comparación a los demás tratamientos evidenciando que a los días 21(1097g), 28(1788g) y a edad de faena de 2461g.

Resultados similares fueron también reportados por Araujo et al. (2017) quienes al someter a evaluación a la biodisponibilidad relativa de fosfatos comerciales con cuatro fuentes dietéticas de P una de ellas dicálcico a niveles de inclusión: (0,15%, 0,25% y 0,35%), donde analizaron algunos de los mismos parámetros zootécnicos: peso corporal (PC), porcentaje de ceniza ósea de tibia entre otros. En los resultados no se observó diferencias ( $P > 0,05$ ) entre fuentes de P en el Pc, pero si detecto diferencia estadística significativa ( $P < 0,001$ ) a los 18 y 28 días de edad en los valores de peso corporal por los niveles de inclusión de P.



Lima et al. (1997) y Potter et al. (1995) manifestaron a través de sus investigaciones que los niveles más bajos de fósforo en la dieta se asociaron con un peso corporal más bajo, mientras que el aumento del porcentaje de fósforo en la dieta se asoció con un aumento en el peso corporal. Este planteamiento lo podemos colaborar con los resultados mostrados en la tabla 11 ya que los tratamientos de control tuvieron un mayor peso semanal debido a que tiene un nivel de inclusión mayor que los tratamientos alternativos.

## **5.2 Ganancia de peso (GDP), Consumo de alimento y Conversión alimenticia**

En el presente análisis relacionado con la ganancia de peso los resultados obtenidos semanalmente expresada en la tabla 12 denotan que si se encontró diferencia estadística ( $P < 0,05$ ) en la edad de 7, 14 y 21 días, las mayorías de tratamientos guardaron una ganancia de peso en gramos muy similar, sin embargo, al llegar a la edad de faena a los 34 días se evidencia que el TC (Alternativo, Proveedor 1) fue quien obtuvo una mayor ganancia con 115g.

En la **ganancia de peso total** anunciada en la tabla 13 podemos observar que desde la edad de los 7 días hasta los 28 días de edad se evidencia que presentan diferencia estadística ( $P < 0,05$ ), dejando por fuera a la edad de faena, y al igual a la interpretación anterior los tratamientos TA (Control, Proveedor 1) y TB (Control, Proveedor 2) con la relación al tratamiento de control son los que mayor ganancia de peso demuestran al compararlos con los tratamientos alternativos, aquí encontramos la particularidad que entre tratamientos que comparten el mismo nivel de inclusión obtuvieron pesos iguales a excepción del TD (Alternativo, Proveedor 2) a edad de faena quien tuvo un gramo menos de los otros tratamientos a los 34 días.

Como podemos percibir la ganancia de peso entre los tratamientos de control y alternativos tuvieron un rendimiento similar en gramos, en respuesta a cuáles son diferentes en su mayoría éxito una diferencia marcada en tratamientos a excepción en la GDP semanal en el día 14 de edad donde el TC (Alternativo , Proveedor 1) mantiene relación con los TA(Control, Proveedor 1) , TB (Control ,Proveedor 2) en comparación la respuesta de GDP total el día 14 donde observamos existió diferencia estadística en los tratamientos TA(Control, Proveedor 1) y TD(Alternativo Proveedor 2) y al día 28 de edad los tratamientos representaron una diferencia entre fueron TB Y TD (Alternativo Proveedor 2) . Nuestra discusión en cuanto a la ganancia de peso conlleva una relación a peso corporal en cuanto a gramos tuvieron un mayor aporte los tratamientos de control que tuvieron inclusiones más elevadas de Ca y P.

Bajo este esquema Quishpe Sandoval (2006) en México encontró que la inclusión de niveles altos de calcio y fósforo (1% y 0.5%) en la ración de los pollos de engorde mejoró significativamente el peso corporal y especial la ganancia diaria de peso.

Rivera Tábor (2018) nos muestra un contraste en su investigación al evaluar parámetros técnicos al adicionar más EM y 10% más de vitaminas y minerales por encima de los requerimientos nutricionales establecidos en hoy día en relación a la ganancia de peso, se expresó que no mejoro el desempeño productivo de los pollos de engorde en su estudio, cabe recalcar que no se incorporó un mayor nivel de Ca y P, es por ello que puede diferir de nuestros resultados los cuales si presentaron en algunos edades diferencias estadísticas.

Analizando los resultados de la tabla 14 referente a el **consumo de alimento** semanal encontramos que el único día que presenta una diferencia estadística ( $P < 0,05$ ) es el día 7 de edad entre los tratamientos, estos resultados son similares al analizar la

respuesta total presentados en la tabla 15 en donde se encontró la misma diferencia estadística del día 7 que continuo hasta el día 28 de edad. Al considerar la discrepancia entre tratamientos, podemos observar que, si se presentó diferencias entre tratamientos y contrastando guardan relación el TB (Control, Proveedor 2) en la mayoría de las edades con los otros tratamientos en cuanto a la cantidad de consumo en gramos el tratamiento TA (Control, Proveedor 1) tuvo el consumo de alimento más alto en la mayoría de las edades con los datos de 153g en el día 7; 563g en el día 14; 1293g en el día 21; 2348g en el día 28 y 3501g al día 34, Esto puede indicar que los pollos en el tratamiento TA están creciendo más rápido y consumiendo más alimento.

Al igual que lo defendido en parámetros anteriores nos demuestra que a mayor inclusión de Ca y P los tratamientos de control generar una mayor cantidad en gramos de consumo.

En cuanto al análisis de resultados representados en la tabla 16 en base a la **conversión alimenticia acumulada**, se puede afirmar que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las edades, con excepción de los días 21 y 28, donde se observó una diferencia estadística ( $P < 0,05$ ) marcada, Los tratamientos TA (Control, Proveedor 1) y TC (Alternativo, Proveedor 1) parecen tener resultados similares, mientras que el TD (Alternativo, Proveedor 2). La menor conversión de alimento lo obtuvo a los días 7, 14 Y 21 días con el tratamiento **TB** (Control, Proveedor 2) con 0,96; 1,15; y 1,22 respectivamente para luego llegar al día 28 presentando una conversión igual y menor los TB Y TC para finalizar a los 34 días con 1.44 el TC dando por sentado que el tratamiento TB evidencia más eficiencia en los primeros días, seguido por el TC a la edad de faena.

Godoy et al. (2007) quienes realizaron una investigación en conjunto con varias universidades estableciendo el crecimiento y mineralización ósea de pollos de engorde alimentados con fosfatos nacionales en Venezuela evaluaron parámetros zootécnicos como peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y contenido de cenizas, los mismos parámetros que colocamos en indagación.

Su evaluación se basó en utilizar Calcio al 1% y cinco fuentes de fosfatos con dos niveles de fósforo inorgánico a 0,25 y 0,50% niveles más bajos que los probados en mi investigación, pero un poco aproximados, las derivaciones que obtuvieron son que las diferencias entre niveles fueron significativas ( $P < 0,05$ ) para todos los fosfatos, en cuanto a sus parámetros zootécnicos como el peso corporal que presento diferencia estadística en sus fuentes con un mayor peso final a base de fosfato triple, en cuanto al consumo de alimento (g/ave) guardó relación con el peso corporal de las aves.

Asimismo, la conversión alimenticia presentó similar tendencia a la observada para el peso corporal y el consumo de alimento. Es decir que podemos deducir que el resultado obtenido por el equipo de Godoy nos muestra que en la relación de la respuesta a los parámetros zootécnicos mencionados al igual que nuestra investigación en cuanto a diferentes inclusiones conllevan algunas diferencias debido a los niveles proporcionados en las dietas, pero sus respuestas productivas no difieren en grandes proporciones.

## **5.5 Mortalidad acumulada y cenizas óseas**

En el presente análisis mostrado en la tabla 17 sobre la **mortalidad acumulada** presentada nos muestra que no existió ninguna diferencia estadística en los cuatro tratamientos aplicados, lo que nos hace deducir que la inclusión de diferentes niveles

bien formulados de Ca y P no intervino directamente en el parámetro de mortalidad. El tratamiento TC Y TD iniciaron con un 0% de mortalidad, después el tratamiento **TA**, presentó el menor porcentaje de mortalidad acumulada en las edades 14,21 y 34 días, en particular el día 28 se evidencio un porcentaje igual de 0.4% entre TA Y TD, no hay una diferencia estadísticamente significativa en la mortalidad acumulada entre tratamientos, según se puede ver en el valor de p para cada edad evaluada.

Resultados similares son expresados por Araujo et al. (2017) el cual ya mencionamos con anterioridad al evaluar la biodisponibilidad relativa de fosfatos comerciales con cuatro fuentes dietéticas de P una de ellas dicálcico a niveles de inclusión: (0,15%, 0,25% y 0,35%).

El promedio de porcentaje de mortalidad acumulado a los 18 y 28 días de vida de las aves fueron 0,71% a 0.75% niveles mayores a los resultados representados en la tabla 16 pero de igual forma no se presentó diferencia estadística ( $P > 0,05$ ) respectivamente, estos hallazgos son consistentes con estudios realizados en el mismo campo como lo menciona Burnell et al. (1990) y Lima et al. (1997).

Quishpe Sandoval (2006) analizando otro parámetro como es la mortalidad encontró que la inclusión adecuada de calcio y fosforo en dietas pudo reducir la incidencia de ciertas enfermedades, lo que puede reducir la mortalidad.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la mortalidad en la explotación de pollos de engorde puede verse afectada por múltiples factores como lo menciona FAO (2013) como la genética, el manejo y otras condiciones ambientales (pág. 136).

Por lo tanto, si se estás buscando reducir la mortalidad en las explotaciones de pollos de engorde, es importante considerar múltiples aspectos y no solo el nivel de calcio

y fósforo en la dieta es por ellos que en realidad no se presentan un índice notable en porcentaje de mortalidad debido a que la granja cuenta con normas de bioseguridad establecidas y llevadas a cabo con el fin de bienestar animal.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza de **cenizas óseas** demostrados en la tabla 18 se observa una diferencia estadísticamente significativa (P 0.01) entre los tratamientos en cuanto al porcentaje de cenizas de hueso a los 14 días de edad en las patas de las aves.

Observando los valores de la tabla, se puede ver que el tratamiento **TA** (Control, Proveedor 1) presentó el mayor porcentaje de cenizas de hueso con 17.0%, seguido de TB (Control, Proveedor 2) con 16.6%. Mientras que los tratamientos TC (Alternativo, Proveedor 1) y TD (Alternativo, Proveedor 2) presentaron valores menores con 16.0% y 16.2% respectivamente.

Por lo tanto, se podría concluir que los tratamientos TA (Control, Proveedor 1) y TB (Control, Proveedor 2) tuvieron un mejor desempeño en cuanto al porcentaje de cenizas de hueso a los 14 días de edad en las patas de las aves, en comparación con los tratamientos TC(Alternativo, Proveedor 1) y TD (Alternativo, Proveedor 2) ,esto nos permite deducir que a niveles más altos de inclusión de calcio y fosforo se obtendrá un mayor porcentaje de cenizas óseas, en cuanto al Tratamiento TB (control, proveedor 2) es el único que guarda relación con los demás tratamientos.

Revisando otros trabajos de investigación apreciamos la información de Valioso et al. (2018) que indago sobre las diferentes inclusiones de fosforo y calcio específicamente en los efectos de deficiencia, en esta eventualidad sugiere que una dieta de engorde de pollos con niveles bajos de calcio y fósforo puede afectar negativamente

el estado mineral óseo debido al agotamiento y niveles de cenizas en huesos, pero no el rendimiento del crecimiento si la mineralización ósea puede restaurarse de forma parcial en la dieta de finalización que incluye las cantidades adecuadas de calcio y fósforo.

Varios autores como Venalainen et al. (2006) “mostró que el aumento de Ca y P disponible en la dieta de pollos de engorde aumentó significativamente el contenido de ceniza de la tibia, pero no afectó la resistencia a la rotura ósea” (pág. 310). Es decir que aumentar o disminuir los niveles de inclusión de fósforo y calcio pueden diferir en la cantidad de cenizas óseas, pero a su vez no conllevan grandes diferencias en las tasas de conversión alimenticias.

Quishpe Sandoval (2006) nos muestra que con una inclusión de niveles altos de calcio y fósforo (1% y 0.5%), respectivamente mejoro significativamente en cuanto a calidad ósea y niveles de cenizas de hueso.

Resultados similares también son mostrados en Godoy et al. (2007) que al igual que otros autores indican que una mayor utilización del fósforo en los fosfatos provoca una mayor mineralización del tejido óseo por lo tanto porcentaje de cenizas en mayor proporción, en su investigación resalto que el contenido de cenizas en el tejido óseo para el nivel de 0,50% de P fue mayor al reportado en comparación a un nivel de inclusión de 0,25%, es decir evidenciando nuestro criterio según lo analizado.

Estudios anteriores observaron un aumento en el contenido de ceniza o minerales, cambiar la inclusión de Calcio y fosforo que incluyen en la calidad ósea del pollo ya que puede verse afectada por varios trastornos metabólicos que causan deformidades en los huesos, cojeras y problemas de postración.

Estos trastornos son especialmente preocupantes porque las aves crecen rápidamente, lo que resulta en pérdidas significativas de producción. Por lo tanto, la mayoría de los estudios va enfocado en que las calidades de dieta tiendan a tener un impacto significativo en la calidad ósea y bienestar animal.



## VI. CONCLUSIONES

Analizando los resultados de los parámetros zootécnicos evaluados podemos concluir que, en relación al peso corporal, ganancia de peso total y consumo de alimento total si se presentaron diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre los rangos de edades de los 7 días hasta los 28 días es decir que nos permite expresar que este hallazgo puede ser útil para ajustar las dietas en consecuencia y obtener un mejor rendimiento de los pollos durante el período de crecimiento en este rango de edad.

En forma precisa podemos ultimar que en cuanto al peso corporal el tratamiento de control con proveedor 1 **TA** presento un mayor peso corporal con resultados: 44.3g; 202g; 527g; 1097g; 1788g y 2461g ante los demás tratamientos.

La ganancia de peso total el Tratamiento **TA** y **TB** tuvieron una mayor ganancia con resultados: 22.5g; 35g; 50g; 62g y 71g al compararlo con los tratamientos alternativos. Consumo de alimento hace referencia a la cantidad de alimento que los pollos consumieron durante la producción, teniendo como resultado el tratamiento quien tuvo mayor consumo fue :153g; 563g; 1293g; 2348 g y 3501g, indicaciones que los pollos en el tratamiento **TA** están creciendo más rápido y consumiendo más alimento en general. En lo que respecta a la conversión alimenticia acumulada, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los días 21 y 28 de edad, en cuanto a los tratamientos quien presento menor conversión de alimento los resultados variaron según las edades a los 7 ,14 y 21 días fue el **TB** con 0.98 ,1.15 y 1.22 respectivamente, al día 28 se evidencio resultados similares entre **TB Y TC** con un resultado de 1.34 g para finalizar con un resultado de 1.44 g presente en el tratamiento **TC**.

Varios autores manifiestan que de igual forma guarda relación con el peso

corporal, la ganancia, el consumo y la conversión alimenticia acumulada, En otras palabras, podemos concluir que, si influyo de cierta manera los niveles de inclusión sobre los tratamientos aplicados. En cuanto al parámetro zootécnico evaluado en relación a la **mortalidad**, no se encontraron diferencias significativas en la presente investigación. Esto sugiere que la implementación de los niveles de fosfato dicálcico con la relación que utilizamos no afectará el desempeño productivo de las aves. Sin embargo, es importante recordar que la inclusión adecuada de calcio y fósforo como de los otros requerimientos nutricionales conlleva a reducir la incidencia de enfermedades en conjunto con un buen manejo.

Analizando los resultados del porcentaje de cenizas obtenidos podemos expresar que si evidencio una diferencia estadística de (0.01) entre los tratamientos, en cuanto al porcentaje de cenizas podemos concluir que el tratamiento **TA** (Control; Proveedor 1) con un 17% expreso un mayor porcentaje frente a los demás tratamientos esto lo relacionamos a que sus niveles de inclusión de fósforo y calcio son mayores, esta conclusión es respaldada por varias investigaciones que encontraron que con una inclusión de niveles altos de calcio y fósforo mejoro significativamente en cuanto a calidad ósea y niveles de cenizas de hueso.

Al comparar la respuesta productiva entre los tratamientos encontramos que un impacto favorable en la mayoría de variables productivas fue el tratamiento **TA (Control, Proveedor 1)** con niveles de inclusión de Ca total (%) y P disponible (%) al 100% en comparación con los tratamientos alternativos promoviendo así el fosfato dicálcico de control un mayor crecimiento y desarrollo productivo, lo que nos permite asegurar que existe un buen rendimiento de los niveles aplicados sobre las dietas en pollos de

engorde, al analizar los tratamientos sus resultados productivos tuvieron un aporte algo similar, pero resaltando los tratamientos de control sobre los alternativos.

Todo esto nos deja finiquitar que en cierta manera el efecto del fosfato dicálcico con diferentes inclusión de calcio y fósforo en relación a su inclusión estadísticamente pueden modificar el comportamiento productivo en algunas variables en etapas precisas de crecimiento en relación con el Pc, GDP y C.A ,no afecta la mortalidad directamente y los niveles de cenizas de hueso incrementan a inclusiones más altas de Ca /P , en cuanto a los resultados productivos podemos evidenciar que todos los tratamientos obtuvieron resultado cercanos aunque son diferentes entre sí, algunos conservaron alguna relación entre ellos lo que nos permite concluir que los tratamientos de control conserva en algunos edades relaciones con tratamientos alternativos.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Considerar la importancia de la relación adecuada entre calcio y fósforo en la alimentación de los pollos para mejorar la calidad ósea y los niveles de cenizas de hueso. Se puede optar por utilizar niveles altos de calcio y fósforo, en el rango de edad 7 hasta 28 días de edad, aunque se debe tener en cuenta la relación adecuada entre ambos minerales, de tipo de fosfato a utilizar en conjunto con sus materias primas, líneas genéticas y edad de las aves.
- ✓ Asegurar la inclusión adecuada de calcio, fósforo y otros nutrientes esenciales en la dieta para reducir la incidencia de enfermedades y mejorar el desempeño productivo de las aves.
- ✓ Ajustar la formulación de la dieta para mejorar la conversión alimenticia y el consumo de alimento en las primeras semanas de vida de las aves, especialmente en los tratamientos alternativos.
- ✓ Monitorear el desempeño productivo y la salud de las aves para ajustar las dietas y otros aspectos del manejo en consecuencia.
- ✓ Sugerimos la inclusión utilizada en el tratamiento TA y TB debido a su buena respuesta productiva en la mayoría de las variables productivas.
- ✓ Seguir realizando proyectos experimentales sobre: Ca y P debido que no se precisa información actual de los efectos de incluir diferentes niveles de los macrominerales mencionados.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluación de la inclusión de dos fuentes de fosfato dicálcico a través de la implementación de diferentes niveles de calcio y fósforo en dietas para de pollos de engorde con el fin de evaluar los parámetros zootécnicos tomando como criterios de evaluación: peso corporal, la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia, mortalidad acumulada y determinaron el porcentaje de cenizas en hueso del ave al día 14 de edad. Las aves fueron alimentadas ad libitum durante 34 días. Se utilizaron 2816 pollos mixtos machos y hembras de la línea Ross 308, fueron distribuidos en unidades experimentales según el diseño de bloques Completamente al Azar (DBCA) en 4 tratamientos con dieciséis repeticiones cada uno, Se utilizó la prueba estadística de Tukey al 5% para determinar las diferencias entre medias de tratamientos. Los cuatro tratamientos fueron los siguientes: dos de control con un aporte de Ca total (%) y P disponible (%) al 100% de inclusión en todas las dietas del ave mientras que los otros dos tratamientos alternativos con Ca total y P disponible al: 91% Ca/80% P en la dieta 1; 87% Ca/91% P en la dieta 2; 111% Ca/103%P en la dieta 3 y 107%Ca/99%P en la dieta 4. El estudio muestra cómo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en varios parámetros zootécnicos como Pc, GDP y consumo de alimento total a las edades de 7 a 28 días. Ajustar las dietas en consecuencia puede mejorar el rendimiento de los pollos durante este período de crecimiento. Aunque se encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia acumulada a las edades de 21 y 28 días, no se pudo concluir con precisión cómo afectaría el rendimiento productivo de las aves. Sin embargo, ajustar la dieta puede mejorar el rendimiento de los pollos. Los dos niveles de inclusión de Ca y P no afectaron la mortalidad de las aves. En cuento a El tratamiento A: Control expresaron un mayor porcentaje de cenizas lo que mejoró significativamente la calidad ósea en pollos de engorde.

**Palabras clave:** fosfato dicálcico, fósforo, calcio, peso, ceniza ósea

## IX. SUMMARY

The following investigation had the objective of evaluating the inclusion of two sources of dicalcium phosphate, through the implementation of different levels of calcium and phosphorus in broilers' diets with the purpose of evaluate the zootechnical parameters, taking as evaluation criteria: body weight, weight gain, food consumption, feed conversion, accumulated mortality, and the percentage in the broilers' bone ash at 14 days of age. The broilers were fed ad libitum for 34 days. 2816 mixed male and female chickens were used from the Ross 308 breed; they were distributed in experimental units according to the Randomized Complete Block Design (RCBD) in 4 treatments in which each had 16 repetitions. The Tukey's range test was used at 5% to determine the differences between the treatments. The four treatments were the following: two control with an input of total Ca (%) and P available (%) at 100% of inclusion in all broilers' diets, while the other two alternative treatments with total Ca and P available at: 91% Ca/80% P in diet 1; 87% Ca/91%P in diet 2; 111% Ca/103% P in diet 3, and 107% Ca/99% P in diet 4. The study shows significant statistical differences in several parameters of zootechnics like body weight, weight gain, and the total feed intake at the ages of 7 to 28 days. Adjusting diets can improve the broiler's yield during the mentioned growing period. Although several significant differences were found in the accumulated feed conversion at the ages of 21 to 28 days, it couldn't be concluded with precision how the productive broilers' yield could be affected. However, adjusting the diet could improve the broilers' yield. The two levels of inclusion of Ca and P did not affect the mortality of the broilers. Regarding treatment, A: Control expressed a major percentage of bone ash which significantly improved the bone quality in the broilers.

**Keywords:** dicalcium phosphate, phosphorus, calcium, weight, bone ash.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdula, N. R., Loh, T. C., Akit, H., Sazili, A. Q., Foo, H. L., Kareem, K. Y., . . . Rahim, R. A. (2017). *Efectos de las fuentes de aceite dietético, los niveles de calcio y fósforo en el rendimiento del crecimiento, las características de la canal y el hueso calidad de los pollos de engorde*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09712119.2016.1206903>
- Aviagen. (2018). *Manual de manejo del pollo de engorde Arbor Acres*. Obtenido de [https://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf](https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf)
- Aviagen, B. (2022). *POLLO ROSS: Especificaciones nutricionales*. Obtenido de [https://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Ross-BroilerNutritionSpecifications2022-ESEU.pdf](https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerNutritionSpecifications2022-ESEU.pdf)
- Blas, C., García Rebollar, P., Gorrachategui, M., & Mateos, G. (2019). Composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (4ª edición). *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)*, 11.
- Bonilla Guailacela, J. L. (2018). *Evaluación en los parámetros productivos en aves de engorde utilizando zeolita y fitasa a nivel de altura*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16313/1/UPS-CT007936.pdf>
- Burnell, T., Cromwell, G., & Stahly, T. (1990). *Effects of Particle Size on the Biological Availability of Calcium and Phosphorus in Defluorinated Phosphate for Chicks*. doi:<https://doi.org/10.3382/ps.0691110>

- Cambra López, M., Moset, V., López, M., Mesa, J., Carpintero, L., Donadeu, A., . . . Pascual, J. (2021). *Evaluación de la digestibilidad del fósforo a partir de fuentes de fosfato monocálcico y dicálcico y comparación entre los métodos estándar de digestibilidad total y prececal en pollos de engorde*. doi:10.3390/ani11123427
- Clara T, M., Vílchez P, C., Nakandakari A, L., & Virhuez R, J. (2020). *Comportamiento productivo y características morfométricas y mineralización de tibias de pollos de engorde suplementados con fosfatos inorgánicos de cinco fuentes comerciales*. doi:http://dx.doi.org/10.15381/rivep. v31i2.17843
- CONAVE. (2023). *CONAVE presenta las Estadísticas del Sector Avícola*. Obtenido de <https://conave.org/cifras-actualizadas-del-sector-avicola/>
- Coon, C. (2002). *Nutrición de pollos de engorde*. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0811-3\_16
- Cornejo, S., Pokniak, J., González, J., Salazar, J., & Contreras, E. (2005). Evaluación de un fosfato dicálcico importado en dietas de pollos broiler. *Scielo, Archivos de medicina veterinaria*, 37(2), 125-132. Obtenido de Scielo.
- Cota Almaraz, F. (2023). *Efecto de diferentes fuentes de proteína en dietas para pollos de engorda Ross sobre comportamiento productivo, características de la canal y composición de la carne*. Obtenido de <ps://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/10262/1/VET008495.pdf>



Cuéllar Sáenz, J. A. (2021). *Importancia de los minerales en la nutrición animal*. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-los-minerales-en-la-nutricion-animal/>

David, L., Abdollahi, M., Bedford, M., & Ravindran, V. (2022). *Requirement of digestible calcium at different dietary concentrations of digestible phosphorus for broiler chickens. 2. Broiler growers (d 11 to 24 post-hatch)*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102135>

David, L., Abdollahi, M., Bedford, M., & Ravindran, V. (2023). *Requirement of digestible calcium at different dietary concentrations of digestible phosphorus for broiler chickens 3. Broiler finishers (d 25 to 35 post-hatch)*. doi:[doi.org/10.1016/j.psj.2023.102492](https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102492).

David, L., Abdollahi, S., Bedford, S., & Ravindran, V. (2021). *Requirement of digestible calcium at different dietary concentrations of digestible phosphorus for broiler chickens. 1. Broiler starters (d 1 to 10 post-hatch)*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101439>

Deluchi, P. (2022). *MACROMINERALES: algunas consideraciones sobre el aprovechamiento del calcio y el fósforo en broilers*. Obtenido de <https://nutrinews.com/download/nutriNews2022-noviembre-macrominerales-aprovechamiento-calcio-fosforo.pdf>

Dilelis, F., Souza, C., Reis, T., Lima, C., & Vieites, F. (2020). *Fósforo digestible de ingredientes para aves: metodologías y novedades*. Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4543>

FAO. (2013). Obtenido de [fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf](http://fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf)

García, I. (2022). *Dinámica de Sistemas aplicada al sector avícola*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/56507/TFG-E-1449.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Gil Araujo, M., Rincón Reyes, H., Cedeño Cantos, D., Mendoza Vélez, C., & Jácome Gómez, J. (2018). *Biodisponibilidad relativa del fósforo en fosfatos comerciales utilizados en la alimentación de pollos de engorde*. doi:10.23857/dc.v4i1.722

Godoy, S., & Chiccp, C. (2006). *Fuentes de fosforo alternativas en la nutrición de aves*. Santa fe - Argentina: Instituto Nacional de Investigación Agrícola INIA- CENIAP.

Godoy, S., Chicco, C., Morgado, A., Pizzani, P., Arias, A., & Palma, J. (2007). *Crecimiento y mineralización ósea de pollos de engorde alimentados con fosfatos nacionales*. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692007000400008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000400008)

Gonzáles, O. N. (2016). Avicultura. *Universidad Técnica de Machala, I*, 134. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64820509/AVICULTURA.pdf?1604188887=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAVICULTURA\\_O\\_Vargas.pdf&Expires=1677030244&Signature=OGST0LMXIK~aq9TeqngJy1iGtd7ZorkakWKpvsenP~u3GrUo-qf0HfhoGfUA6CDYpCVLwyEtOggiC1-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64820509/AVICULTURA.pdf?1604188887=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAVICULTURA_O_Vargas.pdf&Expires=1677030244&Signature=OGST0LMXIK~aq9TeqngJy1iGtd7ZorkakWKpvsenP~u3GrUo-qf0HfhoGfUA6CDYpCVLwyEtOggiC1-)

Gorrachategui García, M. (2016). Fosfatos en alimentación animal (Avicultura y porcinos). *FEDNA*, 11.

- Gutiérrez Arenas, D., Cuca García, M., Méndez-Rojas, M., Pro Martínez, A., Becerril Pérez, C., Mendoza Álvarez, M., . . . Ramírez Bribiesca, J. (2021). *Diseño de nanopartículas de fosfato de calcio con la técnica de coprecipitación para mejorar la disponibilidad de fósforo en pollos de engorde*. doi:<https://doi.org/10.3390/ani11102773>
- Hassanabadi, A., Moghaddam, H. N., & Imari, Z. K. (2020). *Response of broiler chickens to calcium and phosphorus restriction: Effects on growth performance, carcass traits, tibia characteristics and total tract retention of nutrients*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1828051X.2020.1808101>
- Hyuk Kim, J., Ppeum Han, G., Eun Shin, J., & Yong Kil, D. (2017). *Effect of dietary calcium concentrations in phytase-containing diets on growth performance, bone mineralization, litter quality, and footpad dermatitis score in broiler chickens*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.04.008>.
- Instituto Nacional Tecnológico. (2016). *Manual del protagonista Nutrición animal*. Nicaragua: JICA.
- Javadi, M. (2022). *Effect of duration of the trial on the efficacy of a novel 3-phytase in broilers and laying hens*. Valencia: Instituto Valenciano de Investigación Agrarias.
- Kleyn, R., & Ciacciariello, M. (2021). *Mineral nutrition in broilers: ¿Where are we at?* Obtenido de <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=panc>
- Lee, S., Diego, L., & Stein, H. (2023). *Composición mineral y digestibilidad del fósforo en fosfatos para piensos para cerdos y aves de corral*. doi:<https://doi.org/10.5713/ab.22.0322>

- Li, W., Ángel, R., Jiménez Moreno, E., Sudoeste, K., Proszkowiec Weglarz, M., & Plumstead, P. (2018). *Impacts of age and calcium on Phytase efficacy in broiler chickens*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.01.021>.
- Lima, F., Mendonca, J., Álvarez, J., Garzillo, J., Gion, E., & Leal, P. (1997). *Evaluaciones biológicas de fosfatos dicálcicos comerciales como fuentes de fósforo disponible para pollos de engorde*. doi:<https://doi.org/10.1093/ps/76.12.1707>
- Liu, J., Chen, D., & Adeola, O. (2013). *Phosphorus digestibility response of broiler chickens to dietary calcium-to-phosphorus ratios*. doi:<http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02758>
- Loayza P, R., & Torres F, L. (2021). *Eficiencia de los pollos de engorde Sasso bajo diferentes requerimientos nutricionales*. Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7098>
- Márquez Tobar, P. (2022). Nutrient digestibility, blood biochemistry and performance of broiler chickens fed three sources of essential oils. *Conciencia Digital*, 20. doi:<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i4.1.2398>
- Matuszewski, A., Lukaszewicz, M., & Niemiec, J. (2020). *Calcio y fósforo y sus formas de nanopartículas en la nutrición avícola*. Obtenido de Departamento de Cría Animal, Instituto de Ciencias Animales, Universidad de Ciencias de la Vida de Varsovia, Warszawa, Polonia: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00439339.2020.1746221?src=recsys>
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., & Wilkinson, R. (2013). *Nutrición animal*. ZARAGOZA- ESPAÑA: ACRIBIA, S.A.

- Murga Tovar, C. (2019). *Comportamiento productivo, características morfométricas e indicadores de mineralización ósea a nivel de la tibia en pollos de carne de 21 días de edad, alimentados con 5 diferentes fuentes comerciales de fosfatos inorgánicos*. Obtenido de [https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/7741/Comportamiento\\_MurgaTovar\\_Clara.pdf?sequence=1](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/7741/Comportamiento_MurgaTovar_Clara.pdf?sequence=1)
- Ordoñez T, K., Sampson B., M., Martínez, Y., & Paz, P. (2019). *Optimización de la eficiencia alimentaria de pollos de engorde Ross 308® bajo diferentes requerimientos nutricionales*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/items/61c79cf1-5e99-4929-b5e5-c9b69c2b6715/full>
- Ostorga O., C. D. (2021). *Formulación de dieta de mínimo costo para aves de engorde Ross 308*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/items/3d735dc3-91b5-49f3-ad1e-98260b63a86e>
- Peña Gonzales, A. (2022). *Evaluación del efecto de un suplemento vitaminas, minerales y aminoácidos en los parámetros productivos en pollos de engorde en la granja avícola Antole ubicado en el municipio de Sacaba-Cochabamba*. Obtenido de <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/34094/1/Pena%20Alexander%20trabajo%20final.pdf>
- Potter, L., Potchanakorn, M., Ravindran, V., & Kornegay, E. (1995). *Biodisponibilidad del fósforo en diversas fuentes de fosfato utilizando el peso corporal y las cenizas de los pies como criterios de respuesta*. doi:10.3382/ps.0740813

Quishpe Sandoval, G. (2006). *Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb4e10d9-bf90-4a47-8171-14f048cdfa0e/content>

Ramos Ttito, I. (2014). *Crianza, producción y comercialización de pollos de engorde*. Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL. Obtenido de [https://www.google.com.ec/books/edition/Crianza\\_producci%C3%B3n\\_y\\_comercializaci%C3%B3n/TLkuDgAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=los+par%C3%A1metros+zootecnicos+en+pollos+de+engorde&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Crianza_producci%C3%B3n_y_comercializaci%C3%B3n/TLkuDgAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=los+par%C3%A1metros+zootecnicos+en+pollos+de+engorde&printsec=frontcover)

Ravindran, V., & Abdollahi, M. (2021). Nutrition and Digestive Physiology of the Broiler Chick: State of the Art and Outlook. *Animals 2021*. doi: <https://doi.org/10.3390/ani11102795>

Rivera Tábora, S. (2018). *Evaluación de Parámetros Técnicos en Pollos de Engorde suministrando dietas de Inicio con 10 Kcal adicionales de EM y 10% más de*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/44b03e44-de02-43f6-8f10-a3e9684c8631/content>

Rodríguez, R. (2020). *Fuentes de Fosforo en la nutrición animal*. Porcicultura.

Sandoval, G. J. (2006). *Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura*. Obtenido de ZAMORANO Carrera de ciencias y producción Agropecuario: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb4e10d9-bf90-4a47-8171-14f048cdfa0e/content>

Santoma, G. (2018). *Necesidades nutricionales para avicultura: normas FEDNA*. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal,

Uculmana, C., Martínez, D., Zea, O., & Vilchez, C. (2018). *Efecto de la relación calcio y fósforo sobre las características óseas, porcentaje de cenizas e integridad esquelética en pollos de engorde*. Lima, Perú: Departamento Académico de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Valioso, A., Narcy, A., Duclos, M., Pomar, C., Page, G., Nasir, Z., . . . Montminy, L. (2018). *Effects of dietary calcium and phosphorus deficiency and subsequent recovery on broiler chicken growth performance and bone characteristics*, Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731117003093>

Vantress. (2022). *Suplemento Informativo Sobre Rendimiento y Nutrición*. Obtenido de [https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement\\_Spanish.pdf](https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement_Spanish.pdf)

Venalainen, E., Valaja, J., & Jalava, T. (2006). *Efectos de la energía metabolizable de la dieta, el calcio y el fósforo sobre la mineralización ósea, la debilidad de las patas y el rendimiento de los pollos de engorde*. Obtenido de Ciencia avícola británica.: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071660600741776>

Wattagnet. (2007). *Historia de la industria del pollo de engorda en EUA*. Obtenido de <https://www.wattagnet.com/articles/3119-historia-de-la-industria-del-pollo-de-engorda-en-eua>

Yallico Huaman, C. (2014). *Efecto del carbonato de calcio proveniente de valvas de conchas de abanico y navaja, sobre el comportamiento productivo en pollos de carne*. Obtenido de

de

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2378/L02-Y34-T.pdf.sequence=2&isAllowed=y>

Yuxin, s., Guangming, S., Sumei, C., Lin, L., Liyang, Z., Xiudong, L., & Xugang, L. (2019). *Retención de fósforo óseo y desarrollo óseo de pollos de engorde a diferentes edades*. doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pey565>



## ANEXOS

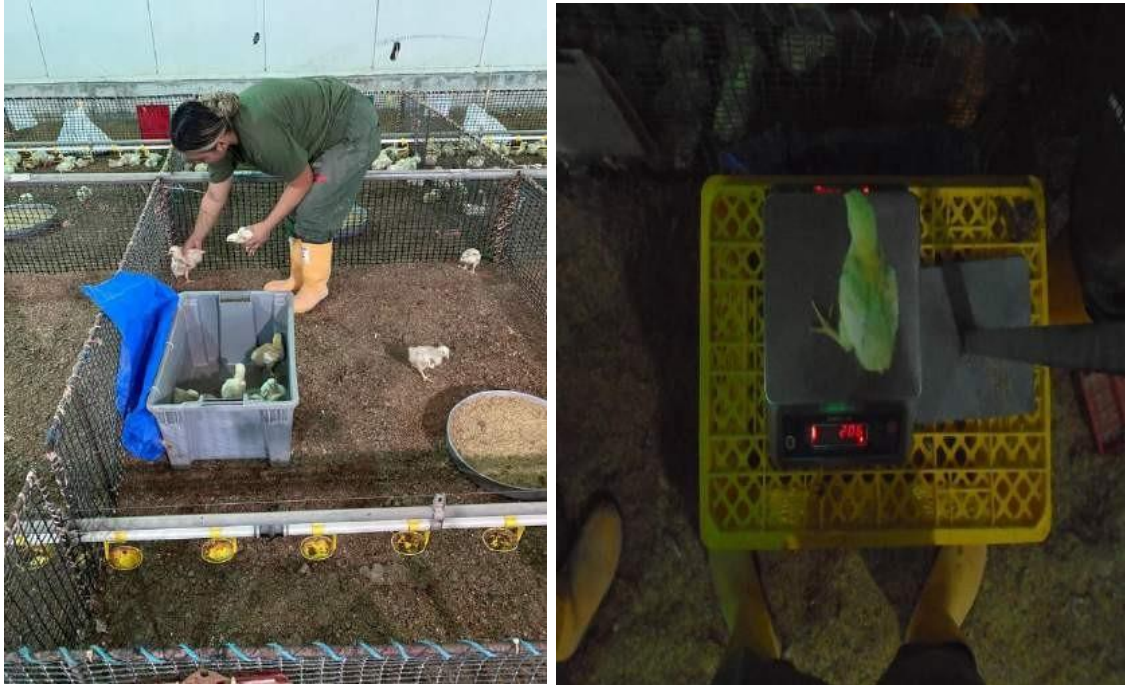
**Figura 1.** *Recepción de las Aves y Registro de Peso Grupal por jaula*



**Figura 2.** *Registro de Peso Individual de Recepción de las Aves.*



**Figura 3.** Registro de Peso Grupal e Individual a los 7 días de edad de las Aves.



**Figura 4.** Registro de Peso Grupal e Individual a los 14 días de edad de las Aves.



**Figura 5.** Registro de Peso Grupal e Individual a los 21 días de edad de las Aves.



**Figura 6.** Registro de Peso Grupal e Individual a los 28 días de edad de las Aves.



**Figura 7.** Registro de Peso Grupal e Individual a los 34 días de edad de las Aves.



**Figura 8.** Registro diario del alimento ofrecido y sobrante.



**Figura 9.** *Extracción y Preparación de Muestras para Análisis de Ceniza.*



**Figura 10.** *Evaluación de HTS a los 33 días de edad del Ave y Revisión General.*



**Figura 11.** *Evaluación General del Ave por Semana.*



**Figura 12.** *Salida a Faena a los 34 días de edad.*



**Figura 13.** *Ubicación de las jaulas en la Granja Experimental.*



**Figura 14.** *Finalización del Ensayo en conjunto con el Equipo de Trabajo de la Granja Experimental.*

