



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“DETERMINACIÓN DE BIODISPONIBILIDAD DE FÓSFORO EN
GALLOS LOHMANN BROWN CON DIFERENTES NIVELES DE
FOSFATO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA:

VANESSA PAMELA PÉREZ PAZMIÑO

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“DETERMINACIÓN DE BIODISPONIBILIDAD DE FÓSFORO EN
GALLOS LOHMANN BROWN CON DIFERENTES NIVELES DE
FOSFATO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: VANESSA PAMELA PÉREZ PAZMIÑO

DIRECTOR: Ing. PABLO RIGOBERTO ANDINO NÁJERA, Mgs.

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Vanessa Pamela Pérez Pazmiño

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Vanessa Pamela Pérez Pazmiño, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular, el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de julio de 2023



Vanessa Pamela Pérez Pazmiño
1850019132

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental, “**DETERMINACIÓN DE BIODISPONIBILIDAD DE FÓSFORO EN GALLOS LOHMANN BROWN CON DIFERENTES NIVELES DE FOSFATO**”, realizado por la señorita: **VANESSA PAMELA PÉREZ PAZMIÑO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Hernán Patricio Guevara Costales, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023/07/07
Ing. Pablo Rigoberto Andino Nájera, Mgs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023/07/07
Ing. Marco Mauricio Chávez Haro, MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023/07/07

DEDICATORIA

A mis padres Julia y Bolívar quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy este sueño, gracias por ser el motor que me hace seguir adelante en cada una de las etapas que se presentan y estar conmigo a cada momento durante estos años en los que me he llenado de experiencias que me han forjado un carácter y personalidad. A mi Abuelo Telio por creer siempre en mí y con su amor darme la base de la confianza para creer que cada cosa que quiera hacer siempre será posible. A mi familia y amigos por siempre apoyarme en todo momento y darme el aliento para poder seguir adelante en todo momento.

Pamela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme tener la salud, fuerza, valentía y sabiduría para atravesar las múltiples situaciones que se me han presentado para culminar mi carrera universitaria. A mis padres por darme todo el amor y los recursos necesarios para que pudiera culminar una de las metas más importantes de mi vida. Al Ing. Rómulo Falconi por ser mi mentor durante estos años y con su conocimiento y paciencia aportar los conocimientos que serán fundamentales durante mi vida profesional. A mi querida Escuela Superior Politécnica de Chimborazo quien me ha cobijado dentro de la Facultad de Ciencias Pecuarias para poder cumplir este sueño dentro de la carrera de Zootecnia. Al Ing. Pablo Andino y al Ing. Mauricio Chávez por estar presentes y a entera disposición quienes con su dirección, asesoría, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Pamela

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivo.....	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4

CAPÍTULO II

2.1. Antecedentes de investigación	4
2.1.1. <i>El fósforo (P)</i>	4
2.1.2. <i>El fósforo en la avicultura</i>	4
2.1.2.1. <i>Fitatos</i>	6
2.1.3. <i>Biodisponibilidad del fósforo (B.D.P)</i>	6
2.1.4. <i>Digestibilidad</i>	8
2.1.5. <i>Necesidades nutricionales de fósforo en aves</i>	9
2.1.6. <i>Contenido de fósforo en las materias primas</i>	10
2.1.6.1. <i>Materias primas de origen vegetal</i>	11
2.1.6.2. <i>Materias primas de origen animal</i>	12
2.1.6.3. <i>Materias primas de origen mineral: fosfatos</i>	13
2.1.7. <i>Efectos de la deficiencia de fósforo</i>	14
2.1.8. <i>Exceso de ingestión de fósforo</i>	14
2.1.9. <i>Ajuste del nivel fósforo</i>	15

2.1.10.	<i>El gallo</i>	16
2.1.10.1.	<i>Sistema digestivo</i>	16

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	24
3.1.	Localización y duración del experimento	24
3.2.	Unidades experimentales	24
3.3.	Materiales, equipos e instalaciones	24
3.3.1.	<i>Materiales de campo</i>	24
3.3.2.	<i>Materiales de oficina</i>	25
3.3.3.	<i>Equipos</i>	25
3.3.4.	<i>Semovientes</i>	25
3.4.	Tratamientos y diseño experimental	25
3.5.	Mediciones experimentales	26
3.6.	Análisis estadístico y pruebas de significancia	27
3.7.	Procedimiento experimental	27
3.7.1.	<i>Descripción del experimento</i>	27
3.7.1.1.	<i>Plan sanitario</i>	27
3.7.1.2.	<i>Adecuación de lugar</i>	27
3.7.1.3.	<i>Adaptación de los animales</i>	27
3.7.1.4.	<i>Suministro de alimento</i>	28
3.7.1.5.	<i>Recolección de muestras</i>	28
3.8.	Metodología de la evaluación	28
3.8.1.	<i>Consumo total de alimento, (g)</i>	28
3.8.2.	<i>Cantidad de excretas, (g)</i>	28
3.8.3.	<i>Análisis bromatológico de los tratamientos</i>	28
3.8.4.	<i>Coefficiente de digestibilidad de los nutrientes, (%)</i>	28
3.8.5.	<i>Costo de producción, (\$)</i>	29

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	30
4.3.	Formulación de dietas con diferentes niveles de fosfato	30
4.4.	Digestibilidad del fósforo en gallos Lohmann Brown	30
4.4.1.	<i>Consumo de alimento, (g)</i>	30

4.4.2.	<i>Cantidad de excretas (g)</i>	32
4.4.3.	<i>Cenizas (g)</i>	33
4.4.4.	<i>Fósforo (g)</i>	33
4.4.5.	<i>Cantidad de calcio (g)</i>	34
4.4.6.	<i>Coefficiente de digestibilidad de la materia orgánica (%)</i>	36
4.4.7.	<i>Coefficiente de digestibilidad de la materia seca (%)</i>	37
4.4.8.	<i>Coefficiente de digestibilidad del fósforo (%)</i>	38
4.4.9.	<i>Coefficiente de digestibilidad del calcio (%)</i>	39
4.5.	Costos de la investigación por tratamiento	40

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.1.	Conclusiones	41
5.2.	Recomendaciones	42

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Comparación de los valores de utilización del fósforo (%) en los fosfatos minerales	9
Tabla 2-2: Valores nutricionales del fósforo	11
Tabla 2-3: Contenido en P total, inorgánico y fítico de algunas materias primas (g/kg MS)...	12
Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas de la zona	24
Tabla 3-2: Esquema experimental	26
Tabla 3-3: Esquema del ADEVA	27
Tabla 4-1: Composición de las dietas experimentales para gallos Lohmann Brown con diferentes niveles de fosfato	30
Tabla 4-2: Determinación de biodisponibilidad de fósforo en gallos Lohmann Brown con diferentes niveles de fosfato	31
Tabla 4-3: Costo de producción con diferentes niveles de fosfato	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Presentación del fósforo en las materias primas	5
Ilustración 2-2: Factores que influyen en la biodisponibilidad del fósforo	7
Ilustración 2-3: Problemas que provoca la deficiencia de fósforo	14
Ilustración 2-4: Esquema del sistema digestivo del gallo	17
Ilustración 2-5: Órganos que intervienen en la digestión gástrica.....	19
Ilustración 2-6: Funciones fisiológicas del hígado.....	20
Ilustración 2-7: Segmentos del intestino delgado	22
Ilustración 4-1: Análisis de regresión con respecto al consumo de alimento	31
Ilustración 4-2: Análisis de regresión con respecto a la cantidad de excretas	33
Ilustración 4-3: Cantidad de cenizas (g)	33
Ilustración 4-4: Análisis de regresión con respecto a la cantidad de fósforo	34
Ilustración 4-5: Análisis de regresión con respecto a la cantidad de calcio	35
Ilustración 4-6: Análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad de la Materia Orgánica.....	36
Ilustración 4-7: Análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad de la materia seca	37
Ilustración 4-8: Coeficiente de digestibilidad del fósforo (%)	38
Ilustración 4-9: Análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad del Calcio.....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CONSUMO DE ALIMENTO (g)
- ANEXO B:** CANTIDAD DE EXCRETAS (g)
- ANEXO C:** CENIZAS (g)
- ANEXO D:** CANTIDAD DE FÓSFORO (g)
- ANEXO E:** CANTIDAD DE CALCIO (g)
- ANEXO F:** COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA (%)
- ANEXO G:** COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%)
- ANEXO H:** COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DEL FÓSFORO (%)
- ANEXO I:** COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DEL CALCIO (%)
- ANEXO J:** ANÁLISIS DE REGRESIÓN
- ANEXO K:** EQUIPAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS (T0 y T1)
- ANEXO L:** EQUIPAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS (T2 y T3)
- ANEXO M:** ALIMENTO PARA CADA TRATAMIENTO
- ANEXO N:** FORMULACIÓN DE TRATAMIENTOS
- ANEXO O:** ANÁLISIS DE LABORATORIO

RESUMEN

La dieta de las aves tiene una baja biodisponibilidad de fósforo debido a que los insumos utilizados son mayoritariamente de origen vegetal donde los contenidos de fósforo son elevados, pero en los animales se aprovechan en bajos porcentajes por tanto es necesario usar suplementos alimentarios para evitar posibles deterioros en la salud de las aves. El objetivo de esta investigación fue determinar la biodisponibilidad de fósforo en gallos Lohmann Brown con diferentes niveles de fosfato, el experimento se realizó en la empresa AVIPAZ, ubicada en la provincia de Tungurahua. Se evaluó la biodisponibilidad de fósforo mediante la utilización de tres niveles de fosfato (2, 4, 6) Kg/Tn y fueron comparados con un tratamiento testigo. Se aplicó, un Diseño Completamente al Azar, con 5 repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de 1 animal. Para desarrollar el experimento, se suministró el alimento balanceado (90 g), además de agua a voluntad, este procedimiento se lo realizó diariamente por los 60 días, igualmente se procedía a tomar los pesos diarios del sobrante del alimento balanceado para obtener el consumo diario de alimento y se realizó la recolección de las excretas de los animales se la realizó dos veces al día en la mañana y tarde con la finalidad de obtener una muestra homogénea. Los resultados obtenidos de la presente investigación fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos: análisis de varianza ADEVA, para la separación de medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de $P < 0.05$ y $P < 0.01$ y finalmente se realizó el análisis de correlación y regresión. Se concluyó que todas las formulaciones cubrieron los requerimientos nutricionales de los gallos, además se constató que el T1 (2kg/Tn) presenta los mejores resultados en cuanto a los coeficientes de digestibilidad y presenta un menor costo (\$193.46).

Palabras clave: <BIODISPONIBILIDAD DE FÓSFORO>, <GALLOS>, <FOSFATO>, <LOHMANN BROWN >, <COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD>



Ing. Cristian Castillo



1550-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

The diet of birds has a low bioavailability of phosphorus because the inputs used are mainly of vegetable origin where phosphorus contents are high, but in animals they are used in low percentages, therefore it is necessary to use food supplements to avoid possible deterioration on bird health. The objective of this research was to determine the bioavailability of phosphorus in Lohmann Brown roosters with different levels of phosphate. The experiment was carried out at the AVIPAZ poultry farm, located in the Tungurahua province. Phosphorus bioavailability was evaluated by using three levels of phosphate (2,4,6) Kg/Tn and they were compared with a control treatment. A Completely Random Design was applied with 5 repetitions and the size of the experimental unit was 1 animal. To develop the experiment, balanced food (90 g) was supplied, in addition to water at will, this procedure was carried out daily for 60 days, and the daily weights of excess food were also measured to obtain the daily net consumption of food and the collection of the excreta of the animals was done twice a day, in the morning and afternoon in order to obtain a homogeneous sample. The results obtained from the present investigation were subjected to the following statistical analyzes: ADEVA analysis of variance, for the separations of means for the treatments. The Tukey test was applied at a significance level of $P < 0.05$ and $P < 0.01$. Finally, correlation and regression analysis was performed. It was concluded that the T1 (2Kg/Tn) presents the best results in terms of digestibility coefficients and presents a lower cost (\$193.46).

Keywords: <BIOAVAILABILITY OF PHOSPHORUS>, <ROOSTERS>, <PHOSPHATE>, <LOHMANN BROWN >, <DIGESTIBILITY COEFFICIENT>

1550-DBRA-UPT-2023



Lic. Washington Mancero Orozco, Mgs

DOCENTE CARRERA ZOOTECNIA

C.I. 060181079-9

INTRODUCCIÓN

La nutrición es un factor importante en toda explotación pecuaria donde el rubro de la alimentación representa hasta el 70 % del costo total de la producción por lo cual se han desarrollado estudios que indican la interacción de la alimentación sobre aspectos como la genética y su influencia con el ambiente (Castro, 2017; citado en Paca, 2021: p. 1).

El fósforo dentro de la alimentación de las aves cumple un papel bastante relevante debido a que es un mineral esencial, pues junto con el calcio representan el setenta por ciento de los minerales necesarios para la formación ósea, suministro de energía a las células y regulación de pH en la sangre, además es importante considerar la influencia de estas sustancias en la ganancia de peso y la conversión alimentaria (Ravindran, 2013; Reddy, Sathe y Salunkhe, 1982; citados en Jaramillo y Rodríguez, 2019: p. 28).

En las aves, la absorción de fósforo se realiza principalmente en el duodeno y en el yeyuno una vez que se suministra en la dieta cuyas fuentes nutricionales pueden ser de origen animal, vegetal y suplementos alimenticios inorgánicos. Dicho mineral está presente en forma orgánica en vegetales en forma de ácido fítico (P fítico) o en formas diferentes conocidas como (P no fítico), este último es más digerible cuando el contenido de calcio es alto en la alimentación de los monogástricos además se considera que la biodisponibilidad de las fuentes de fosfatos inorgánicos (monocálcicos y dicálcicos) tienen mayor valor biológico razón por la cual es utilizado asiduamente en la formulación de dietas alimentarias (De Cristofaro, 2017, pp. 22-23).

El sector avícola en nuestro país presenta un aumento en el consumo de pollo mismo que en los años 2016 y 2019 presentó un consumo de 26.17 kg y 30.43 kg respectivamente, como lo indica CONAVE (2019; citado en Sotomayor, 2022: p. 16).

Por lo antes mencionado se consideró que es pertinente investigar los diferentes niveles de fosfato en la dieta de los gallos con la finalidad de encontrar el mejor nivel de biodisponibilidad alimentaria para optimizar los recursos y cuantificar el costo de producción al utilizar diferentes niveles de fosfato incorporado en el balanceado.

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El sector avícola aporta al desarrollo productivo de nuestro país en un 26% aproximadamente, así mismo este rubro se proyecta a exportar los productos derivados de esta ave para mejorar la economía ecuatoriana que en la actualidad se encuentra en declive. Sin embargo, las familias rurales consideran que la producción de aves de corral es una fuente de ingreso y sustento pues las aves pueden ser vendidas con facilidad a cambio de dinero en efectivo por lo cual son el sostén económico frente a las crisis financieras por lo cual es importante mantener la buena salud de los animales (Arroyo, 2022, pp. 19-20).

Según Nakandakari (2018) el fósforo es un nutriente esencial en la nutrición de las aves pues es un componente que forma parte de las membranas celulares, metabolismo energético, estructuras óseas y membranas celulares además forma parte del equilibrio ácido base y los procesos de división celular e influye en la transmisión de los caracteres genéticos por lo cual es indispensable administrar una dieta que cubra los requerimientos nutricionales en estos animales.

La dieta de las aves tiene una baja biodisponibilidad de fósforo debido a que los insumos utilizados en las dietas son mayoritariamente de origen vegetal donde los contenidos de fósforo son elevados, pero en los animales se aprovechan en bajos porcentajes por lo cual es necesario usar suplementos alimentarios para evitar posibles deterioros en la salud de las aves.

1.2. Justificación

La producción y crecimiento de aves de corral es relativamente corto por lo cual los productores asumen que la recuperación de la inversión será en poco tiempo considerando que el consumo tanto de huevos como de carne de pollo es de uso diario pues ambos productos forman parte de la pirámide alimenticia cuya demanda ha aumentado en las últimas décadas a nivel mundial; los datos del INEC aseguran que en nuestro país para el año 1990 el consumo per cápita era de 7kg de carne de aves, en el año 2013 el consumo de esta carne fue de 32 kg (Rosales, 2015, p. 7).

Zárate (2022) indica que, en vista de que la producción de aves en nuestro país está en ascenso por lo cual es indispensable contar con una correcta nutrición avícola que comprende tanto a los

nutrientes como a la adaptación de las dietas en los diferentes sistemas productivos donde están contemplados: pollos de carne en condiciones intensivas, ponedoras comerciales, reproductores y las variantes de estos sistemas además, donde los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas deben no cubren los requerimientos nutricionales en cuanto a la biodisponibilidad de fósforo. Adicionalmente es importante considerar que las aves consumen balanceado como fuente principal de alimentación mismo que conlleva entre el 40 y 60% de los costos de producción.

Por lo tanto, es necesario evaluar los diferentes niveles de fosfato en la dieta de gallos para conocer el mejor nivel que genere biodisponibilidad de fosforo en las aves y de ese modo optimizar los recursos al momento de la formulación de dietas que permitan ser más eficientes y aprovechables.

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo general

Determinar la biodisponibilidad de fósforo en gallos Lohmann Brown con diferentes niveles de fosfato.

1.3.2. Objetivos específicos

- Formular dietas adecuadas para cubrir los requerimientos del ave en donde se pueda incluir diferentes niveles de fosfato.
- Suministrar diferentes niveles de fosfato en gallos para encontrar el nivel óptimo de fósforo digestible.
- Determinar el costo de producción con diferentes niveles de fosfato.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. *El fósforo (P)*

El fósforo es un elemento electronegativo cuya forma iónica se presenta como anión fosfato (Díaz, 2011). Este mineral esencial pues es un componente del ATP y de los ácidos nucleicos y fosfolípidos que integran a las membranas celulares aportándoles flexibilidad (McDowell, 1992; citado en Rodríguez, 2020, p.1).

Según (Entrala, 1995; citado en Núñez y Terán, 2013, p.7) el fósforo es un elemento químico con número atómico 15, no metálico multivalente perteneciente al grupo de los nitrogenoides, mismo que no se encuentra en la naturaleza en estado puro, sino combinado en forma de fosfatos orgánicos e inorgánicos dentro de la naturaleza, es un elemento bastante reactivo por lo cual se oxida con facilidad.

Este elemento interviene en el metabolismo energético, en la formación y mantenimiento óseo así como en la conformación del huevo, es parte de los fosfolípidos, además tienen una función de tampón en la regulación del pH (Acosta & Cárdenas, 2006 ; citados en Villacis y Vizhco, 201, p. 22).

El fósforo es un elemento indispensable para el desarrollo de las aves cuyas funciones abarcan desde la formación ósea (15 %) hasta la transferencia de energía y conformación de las biomembranas, ácidos nucleicos y proteínas indispensables (Garcés, 2017, p. 32).

Al ser un nutriente esencial, considerando a la energía y proteínas dentro de la formulación alimentaria, representa al tercer componente más costoso de dicha fórmula (Gómez, 2019).

2.1.2. *El fósforo en la avicultura*

Hemati, et al. (2013; citados en Gil et al., 2017: p. 47) indican que el fósforo se puede presentar como fósforo fitato, fósforo inorgánico y como P no fitato. El aporte de dicho mineral en las dietas convencionales cubre los requerimientos mínimos en la nutrición de las aves que en la industria avícola se encuentra en forma de: fosfato monocálcico, dicálcico y tricálcico y roca fosfórica (Potchanakorn y Potter, 1987; citados en Gil et al., 2017, p. 47).

Según Rebollar y Mateos (1999; citados en Villacis y Vizhco, 2016: p. 21) los insumos vegetales contienen fósforo orgánico no aprovechable por el animal donde el ácido fítico (fosfoglúcido) está presente en gran parte dentro de los granos y sus subproductos, generalmente como fitatos de calcio, potasio, y magnesio; si el fósforo es de origen animal predomina el fósforo inorgánico presente en el medio celular y en los fosfatos de calcio y tejidos óseos. La presentación del fósforo contenido en las materias primas se encuentra representado en la (ilustración 1-1).

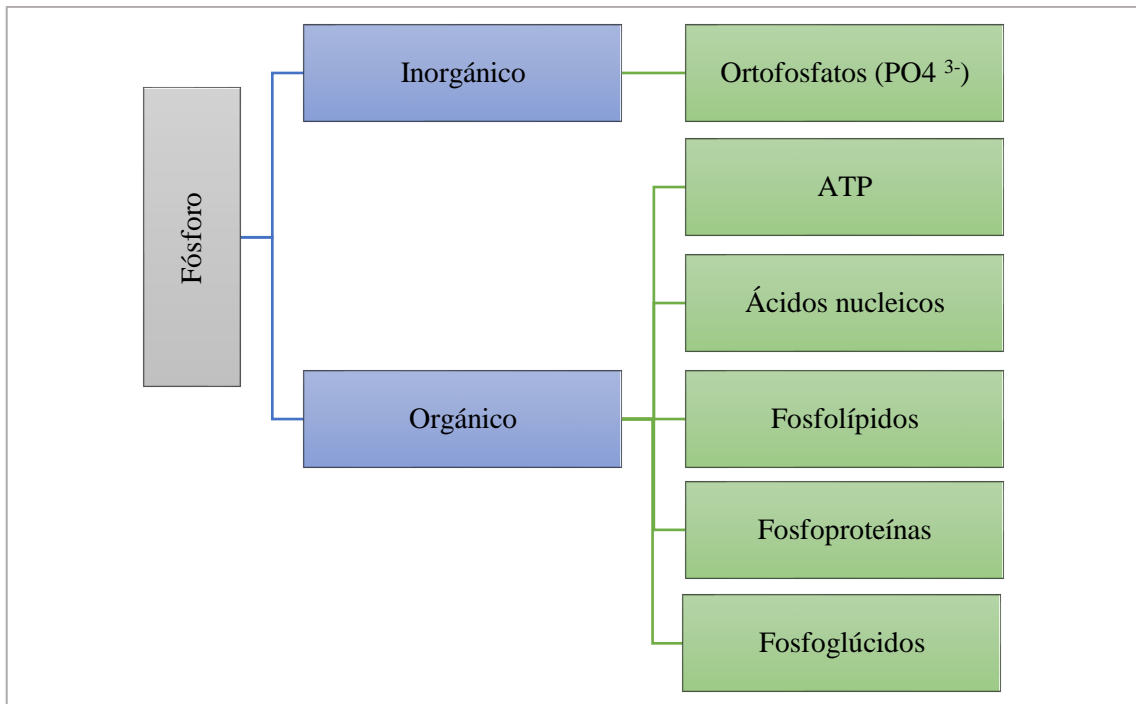


Ilustración 2-1: Presentación del fósforo en las materias primas

Fuente: (Rebollar y Mateos, 1999; citados en Villacis y Vizhco, 2016, p. 21).

Realizado por: Pérez, P., 2023.

Dentro del tracto gastrointestinal de las aves se efectúa la hidrólisis del fósforo orgánico para liberar (PO₄³⁻) mismo que constituye la forma en que el animal aprovecha el fósforo ingerido dentro de la dieta (Rebollar y Mateos, 1999; citados en Villacis y Vizhco, 2016, p. 21).

Si la fuente de fósforo es de origen inorgánico, estará limitado por el conocimiento obtenido acerca de aspectos como: el origen, procesamiento, composición y la calidad del fósforo utilizar (Godoy, et al, 2007; citado en Gil et al., 2017, p. 47). Dichos aspectos están englobados bajo el término de respuesta biológica o biodisponibilidad relativa del fósforo cuyos estudios abarcan la investigación de las diferentes fuentes de fósforo tanto orgánico como inorgánico en la alimentación de las aves (Akpe, et al., 1987; citados en Gil et al., 2017, p. 47).

Si la fuente de fósforo es de origen vegetal, se encuentra minoritariamente en forma inorgánica y en mayor parte ligado al ácido fítico (28%) cuya afinidad por los cationes de hierro es representativa, seguida por los cationes de calcio, cobre y zinc (Méndez, 1998; citado en Villacis y Vizhco, 2016, p. 22)

2.1.2.1. Fitatos

De Cristofaro (2017, p. 61) define a los fitatos como complejos orgánicos presentes en las semillas de vegetales caracterizados por su alto contenido de fósforo. El porcentaje de fósforo fítico y la actividad fitásica endógena de la materia prima definen al valor nutricional del fósforo vegetal.

El fitato cuyo nombre químico es myo-inositol (1,2,3,4,5,6-hexakifosato) tiene un núcleo inositol compuesto de seis fosfatos radicales. Este complejo orgánico no puede ser digerido por las aves debido a la falta de una enzima digestiva llamada fitasa, misma que se encarga de separar los grupos orto fosfato de los grupos orgánicos para que el P sea liberado y absorbido a nivel intestinal. En múltiples estudios se ha comprobado la eficacia de las fitasas provenientes del *Aspergillus* que posibilita la desfosforilación del fitato para que el fósforo sea aprovechado por las aves (BASF, s.f; citados en López, 2003, p. 12).

Las dietas para aves están compuestas en su mayoría de insumos que contienen el fósforo en forma de fitato cuya disponibilidad es baja debido al pobre contenido de enzimas fitasas a nivel intestinal, condición que predispone al fósforo como nutriente crítico que se excreta en grandes cantidades, debido a la gran cantidad de excretas que, saturan al suelo de fósforo mismo que llega a los lagos mediante la erosión y contamina al agua subterránea por infiltración hasta llegar a la vegetación acuática y a las cianobacterias quienes se proliferan sin control promoviendo la eutrofización, constituyendo así una fuente de contaminación.(Acosta y Cárdenas, 2006; citado en Villacis y Vizhco, 2016, p. 23).

2.1.3. Biodisponibilidad del fósforo (B.D.P)

La disponibilidad biológica de un elemento está expresada en porcentaje e indica la cantidad del elemento necesario para desarrollar una función biológica, en el caso del fósforo, la D.B presente en la muestra se comparará con la cantidad de un fosfato patrón al que se otorga el valor del 100% de disponibilidad relativa (López y Pereira, 1986; citado en Núñez y Terán, 2013, p.7).

Según (De Cristofaro, 2017, p. 61) a mayor contenido de fitatos y menor actividad de las fitasas vegetales endógenas, menor será la disponibilidad del fósforo para las aves, por ejemplo: insumos

alimenticios como el trigo que cuenta con una actividad fitásica endógena bastante superior en comparación a la cebada, el maíz, la soja y el girasol donde el contenido de dicha enzima (fitasa) es bastante limitado.

Jongbloed y Mroz (1999; citados en López, 2003, p. 1) acotan que en dichos insumos solamente el 15% del fósforo presente está disponible para las aves en una dieta compuesta de maíz y soya debido a que su contenido de P fítico no es digerible pues las aves no producen la cantidad necesaria de enzima fitasa, indispensable para liberar el nutrimento del fitato ingerido.

Gómez (2019) menciona que existen diferentes factores que intervienen en la disponibilidad de este mineral, representados en la ilustración 1-2:

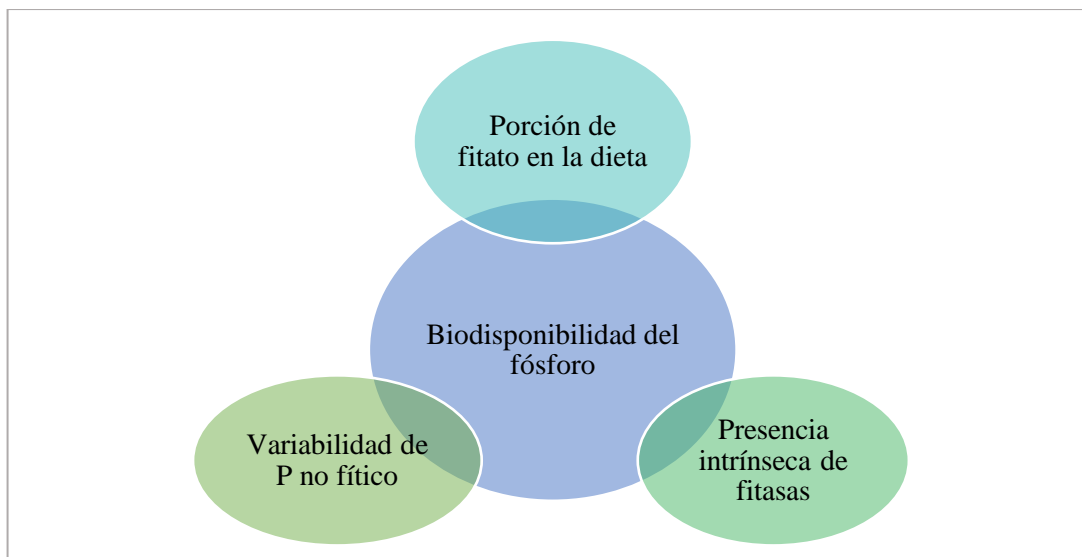


Ilustración 2-2: Factores que influyen en la biodisponibilidad del fósforo

Fuente: Gómez, 2019.

Realizado por: Pérez, P., 2023.

Griffith y Schexnaider (1970; citado en Núñez y Terán, 2013: p.7) mencionan que la variación de la disponibilidad biológica en los alimentos vegetales depende del tamaño de la partícula de la ración. Además, es necesario considerar la duración del periodo experimental como factor de variación en la biodisponibilidad del fósforo (Ammerman et al. 1961; citado en Núñez y Terán, 2013, p.7).

Al momento de formular raciones alimenticias para pollos es importante cubrir los niveles de fósforo que junto al calcio y a la vitamina D₃ ayudan a mantener la buena salud de las aves por lo cual es necesario conocer su biodisponibilidad en el organismo dependiendo del nivel de absorción de nutrientes a nivel intestinal (Rodehutschord, 2011; citado en Murga, 2019, p. 3).

Para definir la cantidad de P disponible hay que considerar el criterio seleccionado para la investigación de la disponibilidad del fósforo dependiendo del sistema de evaluación cuyas mediciones puede ser cualitativas, cuantitativas o por la obtención de resultados mediante un test *in vitro* (Gómez, 2019).

Es fundamental mantener el correcto equilibrio de fósforo en la alimentación de los pollos pues su baja biodisponibilidad se debe a que los insumos usados para la elaboración del balanceado son de origen vegetal donde el contenido de este elemento a pesar de ser elevado forma parte de la molécula de fitato, razón por la cual el fósforo es aprovechado en bajos porcentajes (Núñez y Terán, 2013, p.3).

2.1.4. Digestibilidad

Villanueva (2021, p.1) define a la digestibilidad como el porcentaje de un alimento que es absorbido en el intestino para ser aprovechado por el animal en resumen, es la diferencia entre lo que entra y lo que sale del aparato digestivo, se emplea este concepto para conocer el porcentaje de fósforo digestible o disponible

Según Gómez (2019) la digestibilidad pre cecal (PC) es un criterio que se emplea para definir la calidad proteica en las aves y constituye una herramienta alternativa para medir la disponibilidad del fósforo donde los valores obtenidos no están afectados por la actividad microbiana post ileal, además con este método elimina el efecto de la contaminación por excreción urinaria.

Rebollar y Mateos (2006, p. 19) indican que las tablas de composición de alimentos muestran el aporte de fósforo utilizable en las aves usando diferentes términos: las tablas INRA (1989) indican el contenido de fósforo disponible y las tablas CVB (1998) indican el contenido de fósforo digestible, ambas terminologías pretenden expresar el método empleado para determinar su valor.

El término disponibilidad se refiere a que se empleó una recopilación de datos bibliográficos referentes a la disponibilidad del fósforo en la alimentación de aves y se determinó por ensayos "slope-ratio" por lo cual los valores relativos obtenidos de una fuente a la que se le asigna arbitrariamente el valor de 100% y el P digestible se obtuvo mediante ensayos de digestibilidad aparente obteniendo valores absolutos (Rebollar y Mateos, 2006, p. 19).

En la siguiente tabla, se muestra los valores de digestibilidad de P que existe en diferentes tipos de fosfatos en aves.

Tabla 2-1: Comparación de los valores de utilización del fósforo (%) en los fosfatos minerales

FOSFATOS MINERALES	INRA (1994) P disponible	CVB (1998) P digestible
Fosfato monocalcico	100	85
Fosfato bicalcico. H ₂ O	85(80-87)	55
Fosfato bicalcico. 2H ₂ O	93(85-97)	78
Fosfato mono-bicalcico	95(90-100)	79
Fosfato mono o bisodico	98(95-100)	91
Fosfato monoamonico	-	-
Ácido fosforico	-	-
Fosfato Ca-Mg-Na	98	-
Fosfato roca	60(40-80)	-
Fosfato roca defluorinado	85 (80-90)	-
Harina huesos	85 (80-90)	62

Fuente: (INRA, 1994., y CVB,1998; citados en Rebollar y Mateos, 2006: p. 22).

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El P disponible para los insumos que no exhiben datos de estudios previos, se estima que contienen un 30% de fósforo total cuya fuente de referencia es el fosfato monosódico (INRA, 1994; citado en Rebollar y Mateos, 2006, p. 22).

Van der Klis y Versteegh (1996; Jongbloed et al., 1996; citados en Rebollar y Mateos, 2006. p. 22) mencionan que el contenido de P digestible o retenido presentes en las tablas CVB (1998) se definieron en dietas experimentales de 1,8g P digestible/kg y 5 g de Ca/kg la duración del experimento fue de tres a cuatro semanas usando medidas cuantitativas del consumo y recogida de excretas donde el P digestible es el resultado de la diferencia entre el fósforo ingerido y el fósforo presente en las deyecciones, este resultado dividido para el P ingerido.

2.1.5. Necesidades nutricionales de fósforo en aves

En la fase de crecimiento de las aves se presenta la necesidad de incorporar nutrientes de alta calidad en la dieta, por lo cual el nivel de fósforo digerible debe satisfacer las exigencias alimenticias con la finalidad de evitar problemas como: el bajo desempeño zootécnico, mortalidad, baja eficiencia alimenticia y deficiente mineralización ósea (Qian et al. 1996; citado en Núñez y Terán, 2013, p.9).

A pesar de que este mineral forma parte de la composición de la mayoría de las materias primas, su presentación y dosificación influye directamente en la disponibilidad biológica donde la necesidad de este elemento puede expresarse en forma de fósforo total, fósforo digestible y fósforo disponible cuyo valor depende del criterio utilizado para su estimación final puede ser la mineralización ósea con necesidades que pueden ser superiores en 0,1 unidades porcentuales si se toma como criterio el crecimiento o los índices de conversión (NRC, 1998; citado en Garcés, 2017, p. 33).

La escasa disponibilidad de P fítico crea la necesidad de suplementar las dietas con fósforo inorgánico lo que provoca la falta del producto final y la abundante excreción de este mineral al ambiente por lo cual en la actualidad existen medidas legislativas en varios países desarrollados que penaliza este exceso (Water Quality Improvement Act, 1998; citados en Rebollar y Mateos, 2006, p. 1).

Según Harter-Denis (1999; citados en Rebollar y Mateos, 2006, p. 1) dicha ley impuesta a finales del año 2000 obliga a incluir enzimas fitasa u otros aditivos alimenticios en los alimentos de las aves con la finalidad de reducir el nivel de fósforo en las excretas.

2.1.6. Contenido de fósforo en las materias primas

La cantidad de fósforo presente en los diferentes insumos varía no solo entre fuentes sino también dentro de cada fuente, así en las materias primas de origen vegetal el contenido de este mineral depende del tipo de suelo, la variedad cultivada, el estado de maduración en el momento de la cosecha, el clima, entre otras condiciones (Ravindran et al., 1995; citados en Rebollar y Mateos, 2006, p. 3).

Es importante seleccionar correctamente las fuentes de fósforo para la elaboración de los alimentos suministrados a las aves con la finalidad de aprovechar al máximo sus propiedades, cuyo origen puede ser: vegetal, animal o mineral (Núñez y Terán, 2013, p.6).

A continuación, en la ilustración 2-2 se detalla el valor nutricional que tiene el fósforo en las diferentes materias primas según Agustin (2017; citado en Paca, 2021, p. 16).

Es necesario considerar que algunos fosfatos contienen minerales contaminantes tóxicos para las aves, entre los que se puede mencionar la presencia de: Aluminio, Vanadio, Cadmio y Flúor (Cornejo et al., 1998; Rama Rao & Ramasubba 2001; citados en Cornejo et al., 2005, p.125).

Tabla 2-2: Valores nutricionales del fósforo

	Hna. de huesos desgelati- nizados	Fosfato de roca defluorinado	Fosfato bicalcico anhidro	Fosfato dicálcico deshidratado	Fosfato monobícalcico hidratado	Fosfato monocálcico hidratado
Calcio, %	30	32.0	27	24	20.8	17.8
Fósforo, %	14.0	18.0	20.1	17.7	21.1	22.6
Sodio, %	0.45	3.80	0.03	0.08	0.28	0.08
Potasio, %	0.20	0.09	ND	0.12	0.15	0.13
Cloro, %	0.08	ND	<0.6	0.05	0.10	0.11
Magnesio, %	0.75	0.29	ND	0.60	0.60	0.10
Flúor, %	ND	0.20	ND	0.15	0.17	0.14
Azufre, %	0.35	0.13	ND	1.10	0.90	0.70
Hierro, mg/kg	840	8200	ND	4000	4000	4000
Cobre, mg/kg	15	45	15	14	9	8

Fuente: (Agustin, 2017; citado en Paca, 2021, p. 16).

Realizado por: Pérez, P., 2023.

2.1.6.1. *Materias primas de origen vegetal*

Usualmente los insumos usados para la alimentación de las aves incluyen granos y semillas de oleaginosas que en gran parte están presentes en el maíz, la harina de soya y los subproductos de cereales en forma de fitatos (Congreso Nacional de Porcicultura, 2000; citado en López, 2003, p. 1).

En la siguiente tabla se indican los valores de fósforo presentes en los diferentes insumos de origen vegetal, el valor disponible de este mineral calculado como el 30% del fósforo total (Hopkins et al., 1987; citados en Rebollar y Mateos, 2006, p. 7).

Tabla 2-3: Contenido en P total, inorgánico y fítico de algunas materias primas (g/kg MS)

<i>Gramíneas</i>	P total	P fítico	P inorgánico	P no fítico	P disponible
Trigo	3,9	2,2	1,1	1,7	1,2
Cebada	4,3	2,4	1,2	1,9	1,3
Avena	3,6	1,9	1,2	1,7	1,1
Triticale	4,4	3	1,5	1,4	1,3
Maíz	3	2	1,2	1	0,9
Gluten feed	7,2	2,9	2,6	4,3	2,2
<i>Leguminosas</i>	P total	P fítico	P inorgánico	P no fítico	P disponible
Guisantes	4,3	2,1	1,3	2,2	1,3
Habas	5,8	1,5	1,5	4,3	1,7
Hna de pradera	2,6	1,1	1,2	1,5	0,8
Harina de soja	7	3	1,4	4	2,1
Soja integral	5,3	2,3	1,2	3	1,6
Hna de girasol	9,4	3	1,4	6,4	2,8
Hna de colza	12,4	2,1	1,7	10,3	3,7

Fuente: (Hopkins et al., 1987; citados en Rebollar y Mateos, 2006: p.7).

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El valor nutricional de los insumos de origen vegetal es variable debido a que se desconoce el contenido de fósforo digestible pues el valor nutricional depende del porcentaje de fósforo fítico y de la actividad fitásica endógena del pienso disponible por lo cual a mayor contenido de fitatos y menor actividad de las fitasas endógenas existirá una baja disponibilidad de fósforo lo que prácticamente hace obligatorio el uso de suplementos nutricionales con la finalidad de aumentar la biodisponibilidad de este mineral (Garcés, 2017, p. 35).

La actividad de las fitasas endógenas son elevadas en el trigo y su salvado, apreciable pero más reducida en los cereales blancos (cebada). Finalmente, el P fítico en las harinas proteicas suele oscilar en valores de 60% a 85% siendo despreciable para la harina de alfalfa. (Yauri, 2013, p. 55).

2.1.6.2. Materias primas de origen animal

Jongbloed et al (1993; citados en Rebollar y Mateos, 2006, p. 24) indican que los valores de fósforo presentes en los productos lácteos y en la sangre no tienen diferencias significativas en cuanto al índice de digestibilidad y disponibilidad. Las harinas tanto de carne como de pescado presentan distintos niveles de biodisponibilidad del fósforo, esto debido a que el proceso de fabricación para

cada materia prima es diferente.

El fósforo se encuentra predominantemente de manera inorgánica en los alimentos de origen animal en forma de ortofosfatos dentro del medio celular y como fosfatos de calcio en los huesos como indican Rebollar y Mateos (1999; citados en Villacis y Vizhco, 2016, p. 22).

Según McDowell (1992; citados en Rebollar y Mateos, 2006, p. 3) la cantidad de fósforo en los productos de origen animal varía dependiendo del contenido de huesos y en los subproductos derivados de la sangre o la leche el contenido de P es mucho menor.

2.1.6.3. Materias primas de origen mineral: fosfatos

Según Garcés (2017, p. 33) debidos a la limitada disponibilidad del fósforo en las materias primas de origen vegetal se usan fosfatos de origen mineral cuyo B.D.P es superior y de esta manera asegurar el suministro adecuado de este elemento a las aves. Como consecuencia se ha incluido a los fosfatos monocálcicos monohidratados frente al uso del fosfato bicálcico anhidro, este último era la fuente más usada por su alto índice de digestibilidad (FEDNA, 2003; citado en Garcés, 2017, p. 33).

Tradicionalmente se ha utilizado como suplemento alimenticio el fosfato bicálcico dihidratado cuya forma química se ha incorporado en piensos y se le asignó de manera arbitraria una biodisponibilidad del 100%. En las materias primas disponibles para cada zona se estimaba que el valor de B.D.P estaba en relación con el fosfato bicálcico en forma relativa (FEDNA, 2010; citado en Yauri, 2013, p. 56).

(Paca, 2021, p. 15) indica que el fósforo inorgánico se encuentra como: fosfato bicálcico, P monobicálcico, tricíclico, roca fosfórica defluorinada, harina de hueso calcinada y vaporizada, insumos que son altamente digeribles por su buena disponibilidad.

González et al (1998; citados en Cornejo et al.,2005, p.125) mencionan que la industria de alimentos balanceados destinados a la alimentación de aves cuenta con una gran gama de suplementos fosfatados que tienen diferentes características químicas que influyen en la salud de estos animales debido a su origen y composición. Mateos y García (1998; citados en Rebollar y Mateos, 2006, p.3) mencionan que el nivel de fósforo presente en los suplementos minerales depende de factores como: el proceso de fabricación, el nivel de hidratación y el origen de material usado.

2.1.7. Efectos de la deficiencia de fósforo

Núñez y Terán (2013, p. 10) mencionan que la deficiencia de fósforo puede ser absoluta, si el suministro de este mineral es deficiente o relativa si existe una deficiente digestibilidad, en ambos casos los problemas que provoca la carencia de fósforo se indican en la siguiente ilustración:

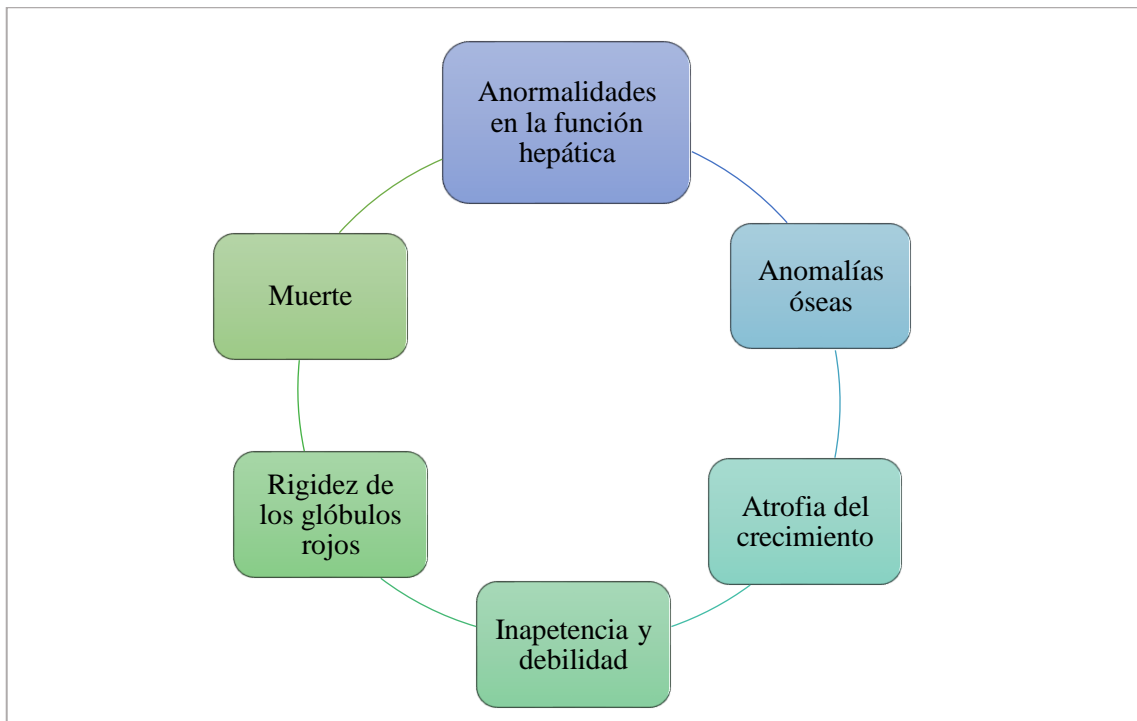


Ilustración 2-3: Problemas que provoca la deficiencia de fósforo

Fuente: (Núñez y Terán, 2013, p. 10).

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

Adicionalmente, Peebles et al (2007; citado en Núñez y Terán, 2013, p. 10) reportan la presencia de efectos graves en la salud de las aves quienes presentan disfunción cerebral. Además, el suministro insuficiente de fósforo digerible en la dieta de las aves generalmente es el resultado de un desbalance en las proporciones alimenticias donde la cantidad de calcio es superior a la cantidad de fósforo lo que posiblemente provoca la precipitación del fosfato cálcico no aprovechable en el intestino (Núñez y Terán 2013, p. 10).

2.1.8. Exceso de ingestión de fósforo

El fósforo es un componente esencial para las aves, pero su consumo excesivo puede tener importantes implicaciones en su metabolismo. Cuando una ave ingiere una cantidad excesiva de

fósforo, esto resulta en una mayor excreción, sin importar la calidad de la fuente de fósforo que haya sido probada (Rodehutsord, 2011, pp. 237-239). La porción no absorbida de fósforo se elimina a través de las heces o mediante la vía urinaria. De hecho, la excreción urinaria desempeña un papel crucial en la regulación del metabolismo del fósforo en las aves (Eeva et al., 2020, p. 124).

Avi News (2022, p. 1) señala que se lleva a cabo una meticulosa regulación para mantener el equilibrio de los niveles de calcio y fosfato en el cuerpo de las aves. Esta regulación abarca tanto la absorción intestinal como la excreción renal. Los minerales, el calcio y el fosfato, son absorbidos en el tracto intestinal, pero también están sometidos a procesos de reabsorción y excreción en los riñones, lo que contribuye a garantizar su disponibilidad adecuada.

Se ha comprobado que un exceso en el consumo de fósforo puede tener repercusiones negativas en la salud de las aves. Diversas investigaciones realizadas en diferentes modelos animales han revelado que un alto nivel de ingesta de fósforo se asocia con problemas como hipocalcemia, hiperfosfatemia e hiperparatiroidismo secundario, lo que, a su vez, provoca una mayor reabsorción ósea y pérdida de masa ósea. Además, resulta interesante destacar que las aves que anidan y los polluelos excretan una asombrosa cantidad de fósforo cada año, aproximadamente 99,000 toneladas métricas (Perkins, 2018, p. 1).

2.1.9. Ajuste del nivel fósforo

Es esencial prestar especial atención al ajuste del nivel de fósforo en el pienso para pollos en crecimiento, ya que la concentración de fósforo disponible requerida disminuye de forma continua con la edad de las aves. El límite tolerable de fósforo en estudios de disponibilidad no es constante, sino que varía dependiendo de la especie y la edad de las aves, siendo más bajo a medida que estas envejecen (Rodehutsord, 2011, pp. 237-239).

Las aves de corral jóvenes en crecimiento tienen una mayor demanda de fósforo en comparación con los adultos, debido a las necesidades del fósforo para el desarrollo del esqueleto. En el caso de las gallinas ponedoras, el fósforo es necesario no solo para el mantenimiento de los huesos y tejidos blandos, sino también para la producción de huevos. Cada huevo producido contiene una cantidad aproximada de 80 a 120 mg de fósforo, lo que hace que los requerimientos varíen según la tasa diaria de producción de huevos de las gallinas (Scheiderler, 1986, pp. 2-3).

El concepto de alimentación por fases se basa en estos cambios en los requerimientos de fósforo en las gallinas ponedoras según su etapa de vida y producción de huevos. A medida que las aves

envejecen y la producción de huevos disminuye, la necesidad de fósforo en la dieta también se reduce. La alimentación por fases es una práctica de manejo que ajusta los niveles de suplementación de fósforo en las dietas de las gallinas de acuerdo con su edad y tasa de producción de huevos, lo que suele resultar en un ahorro económico al reducir los costos de suplementación con fósforo (Scheiderler, 1986, pp. 2-3).

Determinar con precisión los requerimientos reales de fósforo para las aves de corral es un desafío, dado que diversos factores influyen en estos requisitos, como se ha mencionado anteriormente. Para obtener información precisa, muchos investigadores han utilizado técnicas de equilibrio para determinar las necesidades de fósforo en las aves. Sin embargo, la literatura carece de una evaluación exhaustiva de los requerimientos de fósforo mediante estas técnicas en diferentes etapas del período de producción de las gallinas (Scheiderler, 1986, pp. 2-3).

2.1.10. El gallo

Se estima que la especie *Gallus gallus* se originó en el sudeste asiático, la subespecie *Gallus gallus domesticus* está representada por el gallo y la gallina, aves que se encuentran en mayor cantidad a nivel mundial (Castellón, 2013; citado en Núñez, 2021, p. 14).

En el proceso de domesticación, estas aves fueron seleccionadas genéticamente según las características de interés que en su mayoría son beneficios productivos (carne, huevos) y como consecuencia se puede constatar los diversos cambios morfológicos y de comportamiento a lo largo de las generaciones (Väisänen et al., 2005; Mirkena et al., 2010; citados en Chacón, 2015, p. 61).

2.1.10.1. Sistema digestivo

Los órganos que conforman el aparato digestivo de las aves son notablemente distintos al de otros vertebrados, las siguientes características morfológicas provocan que la digestión en estos animales sea diferente: las aves no poseen dientes, presentan un buche que es el órgano de almacenamiento, una molleja, dos ciegos y finalmente carecen de colon (Rodríguez, 2017; citado en Núñez, 2021, p. 15). A continuación, se ilustran las partes internas del sistema digestivo de esta especie doméstica:

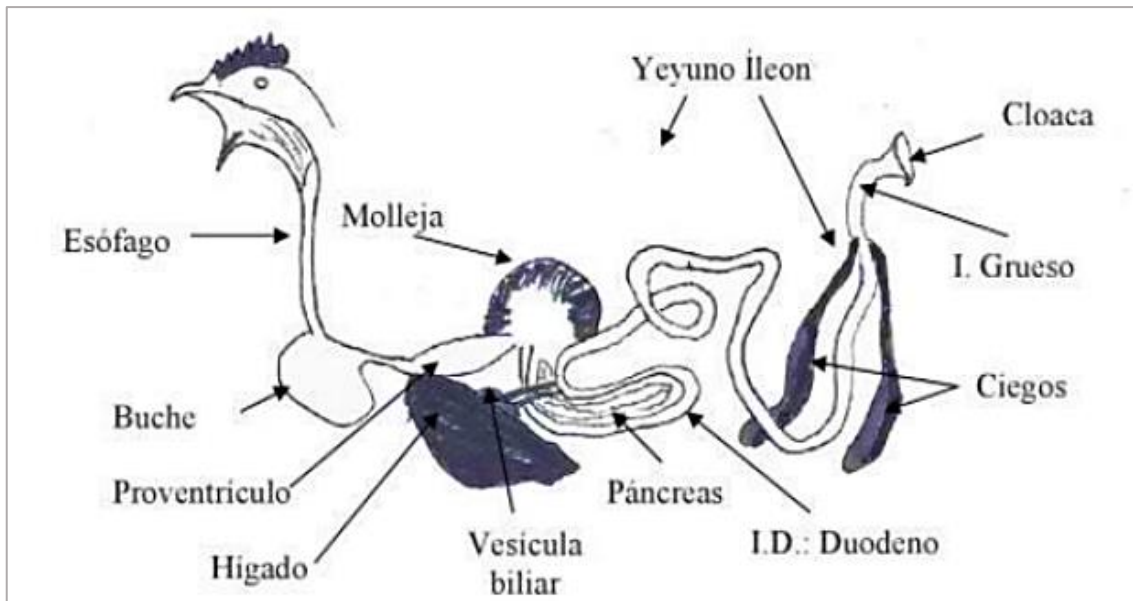


Ilustración 2-4: Esquema del sistema digestivo del gallo

Fuente: (Angulo, 2009; citado en Abarca, 2021, p. 3).

El sistema digestivo de las aves conformado por: la cavidad oral, región faríngea y esofágica, región gástrica, región pancreática, región hepática, región intestinal, ciegos y cloaca. En conjunto todas las secciones mencionadas cumplen con la finalidad de digerir los alimentos ingeridos para transformarlos en sustancias asimilables y posteriormente transportarlos a la sangre y tejidos del cuerpo (Vaca, 2003; citado en Ayala, 2020, p. 18).

Gómez et al (2010; citado en Ayala, 2020: p. 18) indica que cerca del 75% de la inmunidad de las aves se encuentra en el tracto gastrointestinal, pues es el punto de entrada de diversos microorganismos presentes en el medio, mismos que afectan positiva o negativamente en la salud del animal repercutiendo finalmente en el aspecto económico de la avicultura.

- El pico

Es el lugar donde empieza la digestión, órgano óseo que se encuentra recubierto por una estructura córnea caracterizada por consistencia dura (ranfoteca). El pico es de forma curva en las gallinas y gallos misma que sirve como defensa y para la recepción por cortos tiempo del alimento para posteriormente transportarlo a la cavidad bucal la cual presenta un gran número de glándulas salivales las cuales segregan saliva cuyas enzimas (amilasa y lipasa) se encuentran en pequeñas cantidades (Cano, 2018; y Getty, 2005; citado en Ayala, 2020, pp. 18- 19).

Estrada (2014; citado en Escobar, 2018, p. 14) menciona que, al tomar el alimento con el pico, las aves lo mezclan con la saliva, levantan la cabeza y extienden el cuello para que el alimento baje por

acción tanto de la gravedad como de la presión negativa al esófago.

En la parte superior del pico se presentan los orificios nasales y está unida al cráneo; la parte inferior es móvil y colgante que permite los movimientos de apertura y cierre del pico (Estrada, 2014; citado en Escobar, 2018, p. 14).

Dentro de la cavidad bucal se encuentra la lengua que tiene forma puntiaguda y posee poca movilidad, en la parte posterior de la lengua se encuentran las papilas filiformes que impiden el retorno del alimento (Rodríguez, 2017; citado en Núñez, 2021, p. 15). En esta cavidad también se presentan dos glándulas mandibulares (una anterior y una posterior), la glándula palatina, angular, maxilar posterior y cricoaritenoides (Also, 2017; citado en Ayala, 2020, p. 19).

En la base de la lengua existe una línea conocida como glotis que es la entrada a la laringe. Las aves carecen de paladar blando, mejillas y músculo milohideo pero si cuentan con un paladar duro que presenta una hendidura que comunica a la cavidad oral con la cavidad nasal (Estrada, 2014; citado en Escobar, 2018, p. 14).

Existe una cavidad común denominada orofaringe que está conformada por la cavidad oral y la faringe de las aves, en esta zona se presenta una mucosa con epitelio escamoso estratificado no queratinizado que exhibe un gran número de crestas extendidas a lo largo del paladar y papilas que se dirigen caudalmente (Getty, 2005; citado en Ayala, 2020: p. 19).

- Región faríngea y esofágica

La faringe es una estructura que tiene la función de controlar el paso del aire y del alimento ingerido, cuando el cuello se extiende para deglutir se presenta un cambio en la tráquea que impide el paso del alimento hacia la misma como menciona Estrada (2014; citado en Escobar, 2018, p. 14).

El esófago se ubica sobre la tráquea la cual se dilata para permitir el paso del alimento y se expande en caso de que exista mayor ingestión (Rodríguez, 2017; citado en Núñez, 2021: p. 15). Este tubo muscular se extiende desde la faringe hasta el cardias en el estómago y mueve el bolo alimenticio gracias a sus movimientos peristálticos de contracción y relajación coordinada de los músculos lisos, logrando el transporte unidireccional para empujar el alimento hacia el tracto digestivo (Estrada 2014; citado en Escobar, 2018, p. 14).

El buche se encuentra en la región medio del esófago, se presenta como un ensanchamiento en el cual se almacena la comida cuando el ave no está en ayunas, caso contrario el alimento pasa

directamente de la cavidad oral al proventrículo y molleja (Estrada 2014; citado en Escobar, 2018, p. 15). En este órgano se humedece el alimento almacenado para ablandarlo en un tiempo máximo de dos horas con un pH de 5 sin producir la absorción del alimento (Rodríguez, 2017; citado en Núñez, 2021, p. 15).

- Región gástrica

Según (Rodríguez, 2017; citado en Núñez, 2021, p. 15) la digestión gástrica se efectúa en dos órganos conocidos como estómago glandular y estómago muscular cuyas funciones se ilustran a continuación en la ilustración 2-5.

El estómago muscular tiene forma redondeada y no secreta jugos gástricos, posee tonalidades azuladas debido a la presencia de músculos desarrollados que ayudan a la trituración de los alimentos que junto con la ingestión de materias duras (piedras) ayudan a la molienda de la comida para reducir el tamaño de los granos ingeridos (Rodríguez, 2017; citado en Núñez, 2021, p. 16).

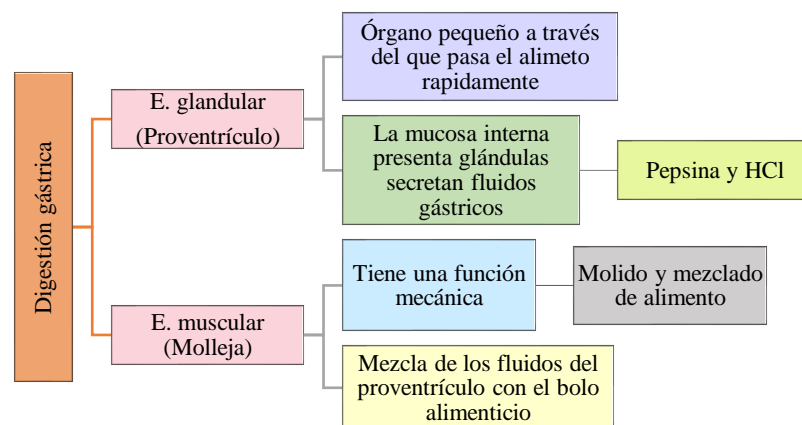


Ilustración 2-5: Órganos que intervienen en la digestión gástrica

Fuente: (Estrada 2014; citado en Escobar, 2018, p. 15).

Realizado por: Pérez, P., 2023.

- Región pancreática

El páncreas es un órgano accesorio que cuenta con una estructura glandular y tiene una función esencial en la fisiología digestiva de las aves, es una glándula tanto endócrina como exocrina; dentro de la función endócrina cumple con la secreción hormonal de insulina y glucagón (Estrada 2014; citado en Escobar, 2018, p. 15).

En la función exocrina se encarga de secretar fluidos para llevar a cabo la digestión dentro del intestino delgado en forma de enzimas proteolíticas, amilasa, lipasa nucleasa y electrolitos. Cabe

mencionar que esta glándula cuenta con una red ramificada de conductos por los cuales se transportan los fluidos mencionados (Osorio et al., 2016; Ross y Pawlina, 2007; citado en Ayala, 2020, pp. 24-25).

- Región hepática

Esta región está compuesta por el hígado, la vesícula y conducto biliar. El hígado es relativamente grande en comparación a otros mamíferos; está formado por dos lóbulos y un itsmo. El conducto hepático izquierdo se comunica con el duodeno y el conducto derecho se comunica con la vesícula biliar de donde nacen los conductos biliares y convergen en el duodeno (Jaramillo, 2011; citado en Ayala, 2020, p. 24).

Estrada (2014; citado en Escobar, 2018, p. 15) menciona que si bien el hígado es un órgano accesorio, es indispensable para la digestión pues la mayoría de nutrientes metabolizados se transportan mediante la vena porta del hígado, este órgano cumple las funciones mencionadas en la siguiente ilustración:

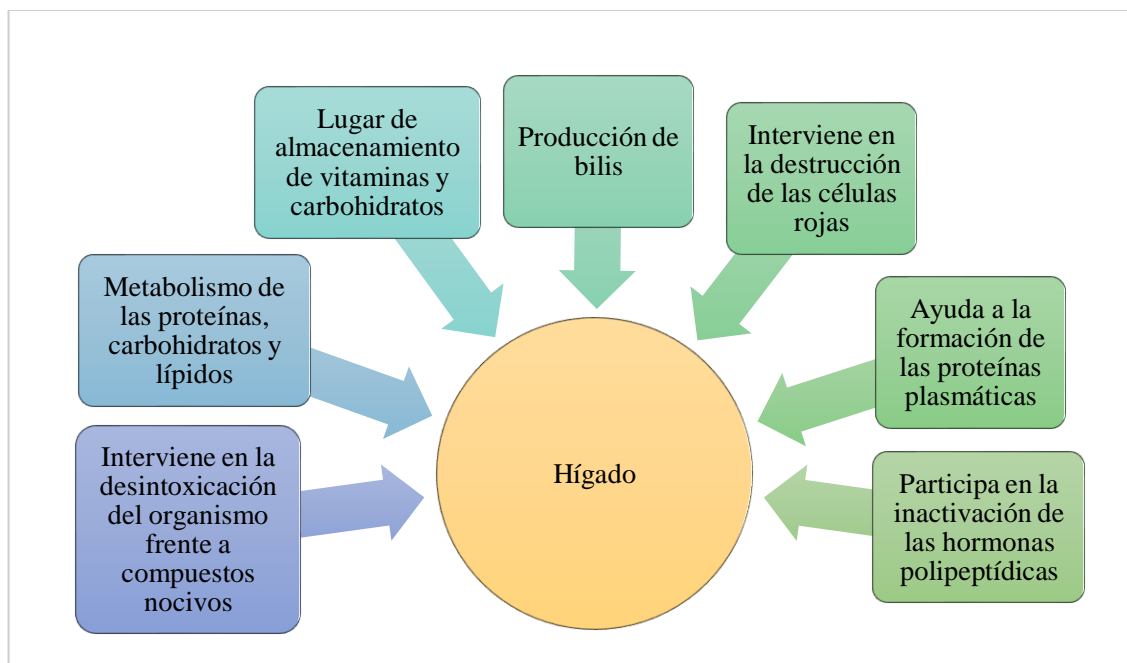


Ilustración 2-6: Funciones fisiológicas del hígado

Fuente: (Estrada 2014; citado en Escobar, 2018, p. 16).

Realizado por: Pérez, P., 2023.

La vesícula biliar se ubica debajo del hígado y su función principal es almacenar y concentrar la bilis segregada por el hígado, la segregación de la bilis por la vesícula se estimula por la ingestión de alimentos que contengan carne o grasa, momento en el que dicha vesícula se contrae,

expulsando la bilis hacia el duodeno (Masaquiza, 2012, p. 17).

Según Sturkie (1998; citado en Ayala, 2020: p. 24) la bilis es un fluido de color verdoso que se vacía mediante la vesícula biliar, la función principal de esta sustancia es la absorción de los lípidos en el intestino delgado por su acción emulsionante y su efecto sobre las lipasas del páncreas ayudando a la excreción de productos de desecho como el colesterol.

- Región intestinal

En las aves el intestino delgado es la porción más larga del sistema digestivo, se extiende desde la molleja hasta los ciegos, a través de esta región pasan los nutrientes que sirven para el metabolismos, crecimiento y mantenimiento del animal mediante la asimilación de nutrientes, por lo cual es importante administrar una alimentación balanceada y de alta calidad para mantener a este órgano que sirve como barrera protectora contra las infecciones además de realizar movimientos peristálticos para empujar la materia no digerida hacia el ciego y recto (Gauthier, 2005; citado en Ayala, 2020, p. 21).

Rubio (2010; citado en Villacis y Vizhco, 2016, p. 25) menciona que conforme el alimento pasa hacia el tracto gastrointestinal se produce un incremento en el nivel de pH y el ácido fítico se precipita con algunos minerales (en especial con el calcio), proteínas y con enzimas específicas precipitándose y formando el fitato dando como resultado el aumento de la secreción intestinal debido a la acción de la sal en la mucosa intestinal lo que provoca el incremento de moco en el intestino por lo cual actúa como un factor anti nutricional.

Según (Rodríguez, 2017; citado en Núñez, 2021, p. 17) indica que en esta región se diferencian tres zonas que son: duodeno, yeyuno e íleon cuyas funciones se representan en la siguiente ilustración.

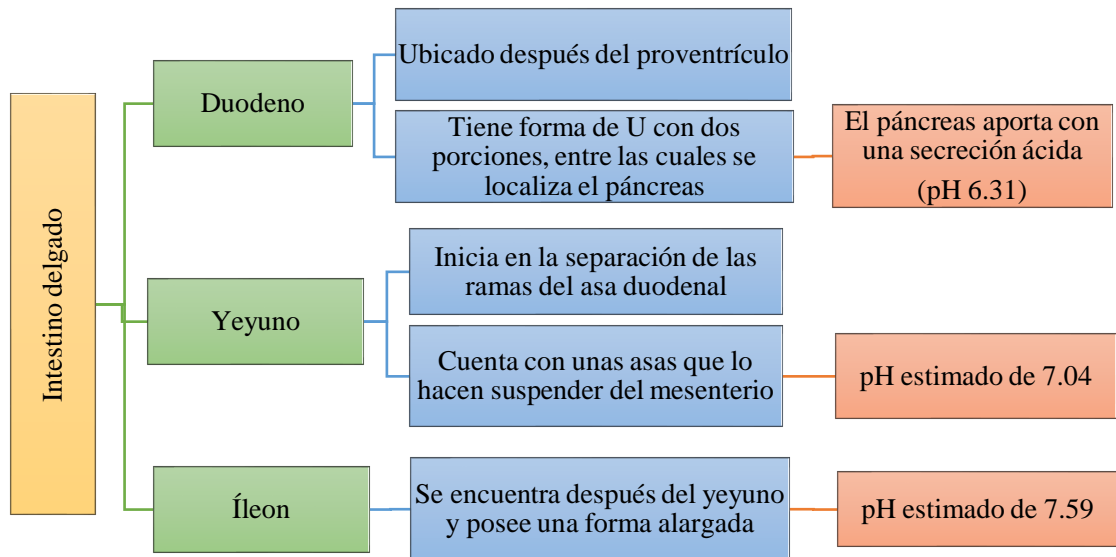


Ilustración 2-7: Segmentos del intestino delgado

Fuente: (Rodríguez, 2017; citado en Núñez, 2021, pp. 16-17)

Realizado por: Pérez, P., 2023.

Remus (2006; citado en Villacis y Vizhco, 2016: p. 28) menciona que el pH va aumentando a medida que el alimento se transporta hacia el duodeno y continúa hacia el intestino delgado, por esta razón dentro del intestino delgado se efectúa de manera más eficiente el desdoblamiento del fósforo en el duodeno, los fitatos restantes son en su mayoría desechados.

- Intestino grueso y cloaca

Histológicamente el intestino grueso es similar al intestino delgado, diferenciado de este último gracias a sus vellosidades que son más cortas (Rebollar, 2002; citado en Ayala, 2020: p. 23). La actividad de la microbiota que se presenta en el intestino grueso se efectúa gracias a las fitasas microbianas que hidrolizan a los fitatos y liberan el fósforo inorgánico, el animal no se beneficia de este fósforo pues es excretado (Rebollar y Mateos, 1999; citado en Villacis y Vizhco, 2016, p. 27).

(BASF, s.f; citados en López, 2003, p. 12) indica que los microorganismos habitan en la parte posterior de los intestinos del ave, producen cantidades mínimas de fitasa por lo cual el desprendimiento de fósforo digerible es de poco valor para el animal debido a la pobre absorción del fósforo en el intestino grueso. Abarca (2021, p. 7) indica que el intestino grueso en las aves se divide en dos ciegos y un colon recto.

Jaramillo (2011; citado en Ayala, 2020, p. 23) menciona que las aves se presentan dos ciegos que son estructuras tubulares con extremidades cerradas y se originan en la unión del intestino delgado y el intestino grueso, el pH del ciego derecho es de 7.08, mientras que el ciego izquierdo posee un pH de 7.12.

En los ciegos se almacena el excremento de naturaleza fibrosa cuya digestión se dio gracias a las bacterias celulóticas donde se absorben los azúcares simples convertido en celulosa como indica Vargas (2015; citado en Abarca, 2021: p. 7), además en este órgano se continua con la desintegración de los principios nutritivos y la absorción del agua (Jaramillo, 2011; citado en Ayala, 2020: p. 23)

Jaramillo (2011; citado en Ayala, 2020: p. 23) indica que el colon recto es pequeño y se expande para formar la cloaca. La función de este órgano es recoger el producto de todo el proceso de la digestión realizada en el intestino delgado, además en este segmento del intestino grueso se efectúa la absorción del agua y proteínas; el pH del colon recto es de 7.38 como indica Vargas (2015; citado en Abarca, 2021: p. 7).

Según (Barros, 2018; citado en Abarca, 2021: p. 7) la cloaca es el órgano que cumple las funciones del tracto urinario, digestivo razón por la cual las evacuaciones (orina y heces) están unidas y se desechan juntas. Este órgano se divide en tres partes:

- a. Copródeo: lugar donde desemboca el recto
- b. Uródeo: lugar de unión de los genitales y los conductos urinarios
- c. Proctódeo: parte final de la cloaca, se comunica con el exterior

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la empresa AVIPAZ. CIA.LTDA, ubicada en el barrio Santa Fe, sector cuatro esquinas S/N del cantón Ambato que se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua. Las condiciones meteorológicas del cantón Ambato se muestran a continuación en la tabla 1-3.

El tiempo de duración del estudio fue de 60 días, los cuales se distribuyó de la siguiente manera: Formulación de las raciones, recepción y adaptación de los animales, suministro de tratamientos, y análisis bromatológicos de las excretas

Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas de la zona

PARÁMETROS	PROMEDIO
Temperatura °C	13.- 19 °C
Humedad relativa %	85%
Viento	17 km /h.
Altitud, msnm	2577 msnm
Precipitación mm	139 mm

Fuente: (SIN,2015)

Realizado por: Pérez, P., 2023.

3.2. Unidades experimentales

En el presente estudio fueron utilizados 20 gallos de 50 semanas de edad pertenecientes a la línea Lohmann Brown, en la cual el tamaño de unidad experimental fue 1 gallo, con 5 repeticiones por tratamiento.

3.3. Materiales, equipos e instalaciones

3.3.1. *Materiales de campo*

- Botas

- Overol
- Balanza

3.3.2. *Materiales de oficina*

- Libreta de Campo
- Esferos
- Hojas de registro
- Libreta

3.3.3. *Equipos*

- Cámara Fotográfica
- Computadora
- Calculadora
- Jaulas de tipo metabólico

3.3.4. *Semovientes*

- 20 gallos Lohmann Brown

3.3.5. *Instalaciones*

- Las dimensiones de las jaulas metabólicas que fueron destinadas para los distintos tratamientos fueron de 0.70 X 0.80 X 0.90 m, mismas que fueron ubicadas en las instalaciones de la empresa AVIPAZ.CIA. LTDA.

3.4. *Tratamientos y diseño experimental*

Se evaluó la biodisponibilidad de fósforo mediante la utilización de tres niveles de fosfato (2, 4, 6) Kg/Tn mismo que fueron comparados con un tratamiento testigo. Se aplicó, un Diseño Completamente al Azar, con 5 repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de 1 animal, es decir se utilizaron 5 animales por tratamiento.

El modelo lineal aditivo es el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Valor estimado de la variable

μ = Valor de la media general.

T_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental

Tabla 3-2: Esquema experimental

Tratamiento	Código	Repet.	T.U.E.	REP/TRAT
Tratamiento testigo	T0	5	1	5
2 Kg de fosfato/Tn	T1	5	1	5
4 Kg de fosfato/Tn	T2	5	1	5
6 Kg de fosfato/Tn	T3	5	1	5
Total				20

T.U.E: Tamaño de la Unida Experimental

Realizado por: Pérez, P., 2023.

3.5. Mediciones experimentales

- Consumo de alimento, (g)
- Cantidad de excretas, (g)
- Materia seca (g)
- Cenizas (g)
- Fósforo (g)
- Calcio (g)
- Coeficiente de digestibilidad de Materia orgánica (%)
- Coeficiente de digestibilidad de Materia seca (%)
- Coeficiente de digestibilidad de fósforo (%)
- Coeficiente de digestibilidad de calcio (%)
- Costos de producción (\$)

3.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos de la presente investigación fueron sometidos los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza ADEVA a un nivel de significancia de $P < 0.05$ y $P < 0.01$.
- Para la separación de medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de $P < 0.05$ y $P < 0.01$
- Análisis de correlación y regresión a un nivel de significancia de $P < 0.05$ y $P < 0.01$.

Tabla 3-3: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamiento	3
Error	16

Realizado por: Pérez, P., 2023.

3.7. Procedimiento experimental

3.7.1. Descripción del experimento

3.7.1.1. Plan sanitario

Se aplicó un plan sanitario de desinfección en las instalaciones donde fueron alojadas las aves, se procedió a desinfectar con amonio cuaternario (10ml/L), paredes, pisos y finalmente las jaulas.

3.7.1.2. Adecuación de lugar

Una vez desinfectado se procedió a la adecuación de las jaulas que alojaron los tratamientos de estudio, se distribuyó 5 filas de jaulas, mismas que alojaron 1 animal por jaula.

3.7.1.3. Adaptación de los animales

Una vez que los animales han pasado la semana de adaptación rotando el consumo de los tratamientos experimentales, realizamos el sorteo de los mismos, así como también de las jaulas para cada uno de ellos, además se obtuvo el peso inicial de los animales.

3.7.1.4. Suministro de alimento

Se suministró el alimento balanceado (90 g), además de dotar agua a voluntad, este procedimiento se lo realizó a diario por los 60 días, así mismo se procedía a tomar los pesos diarios del sobrante del alimento balanceado para obtener el consumo diario de alimento.

3.7.1.5. Recolección de muestras

La recolección de las excretas de los animales se la realizo dos veces al día en la mañana y en la tarde con la finalidad de obtener una muestra homogénea.

3.8. Metodología de la evaluación

3.8.1. Consumo total de alimento, (g)

El consumo total de alimento se obtuvo de la diferencia del alimento ofrecido y el alimento sobrante, se procedió a pesar el alimento previo al suministro, y posteriormente se pesó el alimento sobrante.

$$\text{CA} = \text{Alimento ofrecido} - \text{Desperdicio}$$

3.8.2. Cantidad de excretas, (g)

Para el cálculo de la cantidad de excretas se procedió a la recolección diaria de cada tratamiento, y se procedió a pesar.

3.8.3. Análisis bromatológico de los tratamientos

Mediante la recolección de las heces se procedió a la homogeneización una muestra por tratamiento con peso de 1kg, mismo que fue enviado a laboratorio para ser analizada, y obtener la cantidad de materia seca, cenizas, calcio y fósforo.

3.8.4. Coeficiente de digestibilidad de los nutrientes, (%)

Obtenidos los datos de las muestras enviadas al laboratorio procedemos a cálculo de los

coeficientes de digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, fósforo y calcio, esto expresado en porcentaje.

$$CDA \% = \frac{\text{Nutrientes ingerido (g)} - \text{Nutrientes en heces (g)}}{\text{Nutrientes ingeridos (g)}} \times 100$$

3.8.5. Costo de producción, (\$)

Para el cálculo del costo se debe considerar los egresos y para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de producción} = \text{egresos totales}$$

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.3. Formulación de dietas con diferentes niveles de fosfato

A continuación, en la tabla 4-1 se muestra la formulación de dietas en gallos Lohmann Brown con diferentes niveles de fosfato, mismas que fueron realizadas con la ayuda de un software de nutrición.

Tabla 4-1: Composición de las dietas experimentales para gallos Lohmann Brown con diferentes niveles de fosfato

INGREDIENTE	FOSFATO (PHOSFIT)			
	T0	T1 (2 Kg)	T2 (4 Kg)	T3 (6 Kg)
TB MAIZ AMARILLO 7.86%	570,221	568,834	567,648	567,188
TB TRIGO, SALVADO (AFRECHO)	350,35	345,474	340,968	337,042
TB SOYA, HARINA 46 %	55,283	61,216	66,555	70,537
CARBONATO CALCIO 38 %	8,546	7,743	6,942	6,147
ACEITE DE PALMA	7,231	6,507	5,789	5,08
SAL	2,969	2,97	2,972	2,973
PHOSFIT	0	2	4	6
METIONINA 99 %	1,675	1,631	1,591	1,562
OSMEQ 140	1,596	1,596	1,595	1,595
VIT Y MIN BROILER	1,5	1,5	1,5	1,5
TISAN BROILER	0,25	0,25	0,25	0,25
TRIPTOFANO	0,191	0,165	0,142	0,126
TREONINA	0,188	0,114	0,048	0
TOTAL Kg	1000	1000	1000	1000

Realizado por: Pérez, P., 2023.

4.4. Digestibilidad del fósforo en gallos Lohmann Brown

A continuación, en la tabla 4-2 se muestra la digestibilidad del fósforo en gallos Lohmann Brown con diferentes niveles de fosfato.

4.4.1. Consumo de alimento, (g)

En la ilustración 4-1 la variable consumo de alimento presenta diferencias significativas entre los

tratamientos del estudio, presentando un mayor consumo de alimento en el T3 (6kg/Tn) con 89.2 g, seguido del T2 (4kg/Tn) con un consumo de 88.6 g, en el T1 (2kg/Tn) con un consumo de 78 g, y finalmente el menor consumo se presenta en el T0 con 77.6 g.

Tabla 4-2: Digestibilidad del fósforo en gallos Lohmann Brown

VARIABLE	T0 (0 Kg/Tn)	T1 (2 Kg/Tn)	T2 (4 Kg/Tn)	T3 (6 Kg/Tn)	E.E.	P - VALOR	SIG
Consumo de Alimento (g)	77.6 a	78 a	88.6 b	89.2 b	1.24	<0.0001	*
Cantidad de excretas (g)	40.8 a	63.8 bc	56.6 ab	78 c	4.81	0.0005	**
Cenizas (g)	10.37 a	12.05 a	7.5 ab	9.91 a	1.25	0.1204	N.S.
Fósforo (g)	0.08 a	0.61 b	0.66 b	0.65 b	0.03	<0.0001	**
Calcio (g)	1.25 a	1.26 a	1.18 a	1.54 b	0.06	0.0017	*
CD. Mat. Orgánica (%)	90.24 a	93.28 b	92.9 b	91.29 b	0.34	<0.0001	**
CD. Materia Seca (%)	86.93 a	91.88 c	91.89 c	89.57 b	0.48	<0.0001	**
CD. Fósforo (%)	58.13 a	84.93 b	84.88 b	82.95 b	1.02	<0.0001	**
CD Calcio (%)	78.06 a	86.48 b	86.77 b	78.17 a	0.39	<0.0001	**

Realizado por: Pérez, P., 2023.

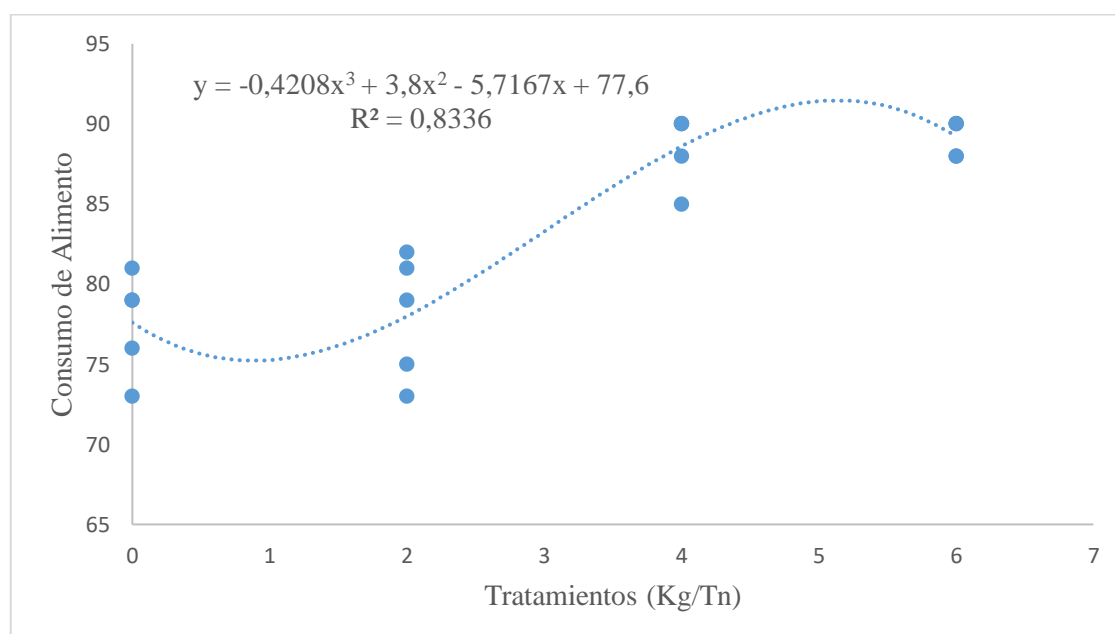


Ilustración 4-1: Análisis de regresión con respecto al consumo de alimento

Realizado por: Pérez, P., 2023.

La línea de regresión con respecto al consumo de alimento en la presente investigación muestra una ecuación cubica con una probabilidad calculada de 1,8081E-06, por lo cual podemos observar que el consumo de alimento dependerá de un 83,36% de los kilogramos de fosfato por tonelada y con una correlación alta de correspondiente a 0,80, es decir que en el T0 (0Kg/Tn) y el T1 (2 Kg/Tn) se obtuvo un menor consumo con respecto al T2 (4Kg/Tn) en donde el consumo de alimento se ve incrementado sin embargo en el T3 llega a su pico por lo cual se puede concluir que si se incorpora mas de 6Kg/Tn de fosfato en el alimento el consumo baja. Por lo cual se presenta en los datos reportados en el T3 (6 kg/Tn) con 89.2 g siendo el mejor tratamiento de nuestro estudio, y con un menor consumo en el T0 (0kg/Tn) con un consumo de 77.6 g.

Vera (2013. p. 44) menciona en su estudio con la adición de fitasa a una ración alimenticia en pollos de engorde en la cual el tratamiento con 0.0045% de fitasa reporta un mayor consumo con 0.567 g durante los primeros 14 días de edad, y con un menor consumo de 0.542 g en su tratamiento con 0.015%, desde los 14 hasta los 28 días de edad en su estudio reporta datos con un consumo de 1.627 g en el tratamiento con el 0.015% de fitasa en la ración alimenticia siendo este el mayor consumo, el menor consumo se presenta el en tratamiento con 0.030% de fitasa con el 1.606 g.

4.4.2. Cantidad de excretas (g)

En lo que se refiere a la cantidad de excretas en la presente investigación presenta diferencias altamente significativas entre los tratamientos. La mayor cantidad de excretas está presente en el T3 (6kg/Tn) con 78g, seguido del T1(2kg/Tn) con 63.8g, el T2(4kg/Tn) con una cantidad de 56.6 y finalmente el T0(0kg/Tn) con 40.8 g.

En la ilustración 4-2 se muestra el análisis de regresión con respecto a la cantidad de excretas.

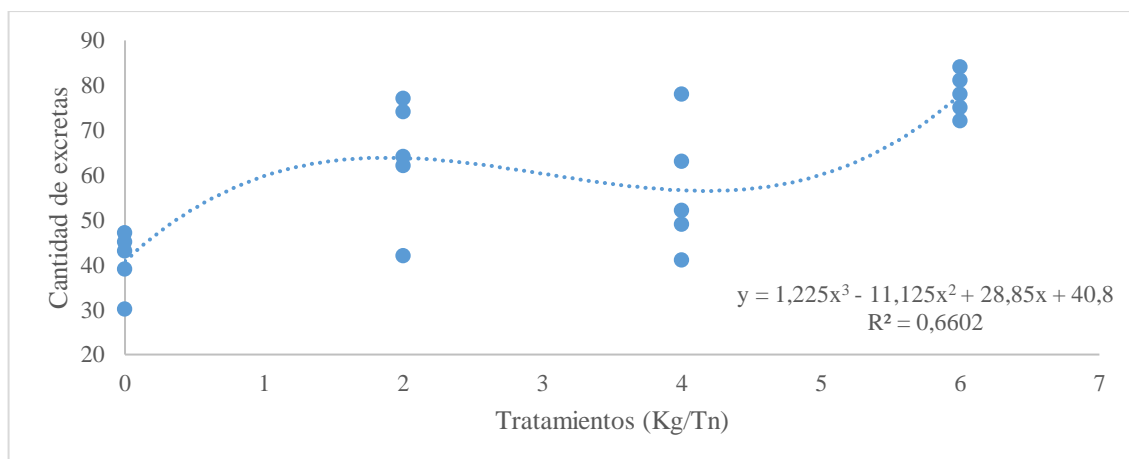


Ilustración 4-2: Análisis de regresión con respecto a la cantidad de excretas

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El análisis de regresión en la Ilustración 4-2 representa la cantidad de excretas en la presente investigación, por lo cual se puede visualizar una ecuación cubica con una probabilidad calculada de 0,000495343, es decir que la cantidad de excretas dependerá de 66,02% de los tratamientos y con una correlación media correspondiente al 0,60, es decir que la cantidad de excretas tiene una influencia media con respecto a la cantidad de kilogramos de fosfato presente en los tratamiento, el resto dependerá de factores externos.

4.4.3. Cenizas (g)

En cuanto a la variable cenizas no presenta diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, entre los tratamientos de estudio si presentan diferencias numéricas manifestando una mayor cantidad de cenizas en el T1 (2kg/Tn) con 12.05g, seguido del T0 (0kg/Tn) 10.37g, el T3 (6kg/Tn) con 9.91, finalmente el T2(4kg/Tn).

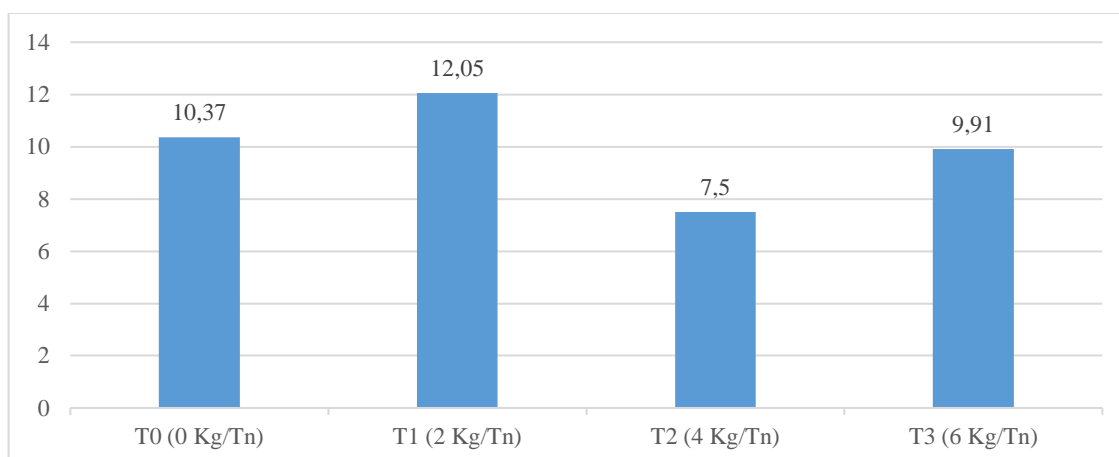


Ilustración 4-3: Cantidad de cenizas (g)

Realizado por: Pérez, P., 2023.

4.4.4. Fósforo (g)

La variable cantidad de fósforo en cuanto al análisis bromatológico presenta diferencias altamente significativas entre los tratamientos, mismos que se detalla a continuación; presentando la menor cantidad de fósforo en el T0 (kg7Tn) con 0.08g, y con mayor presencia de calcio en el T1 (2kg/Tn), T2 (4kg/Tn), T3 (6kg/Tn) con 0.61g, 0.65g, 0.66g respectivamente.

En la ilustración 4-4 se muestra el análisis de regresión con respecto a la cantidad de fósforo.

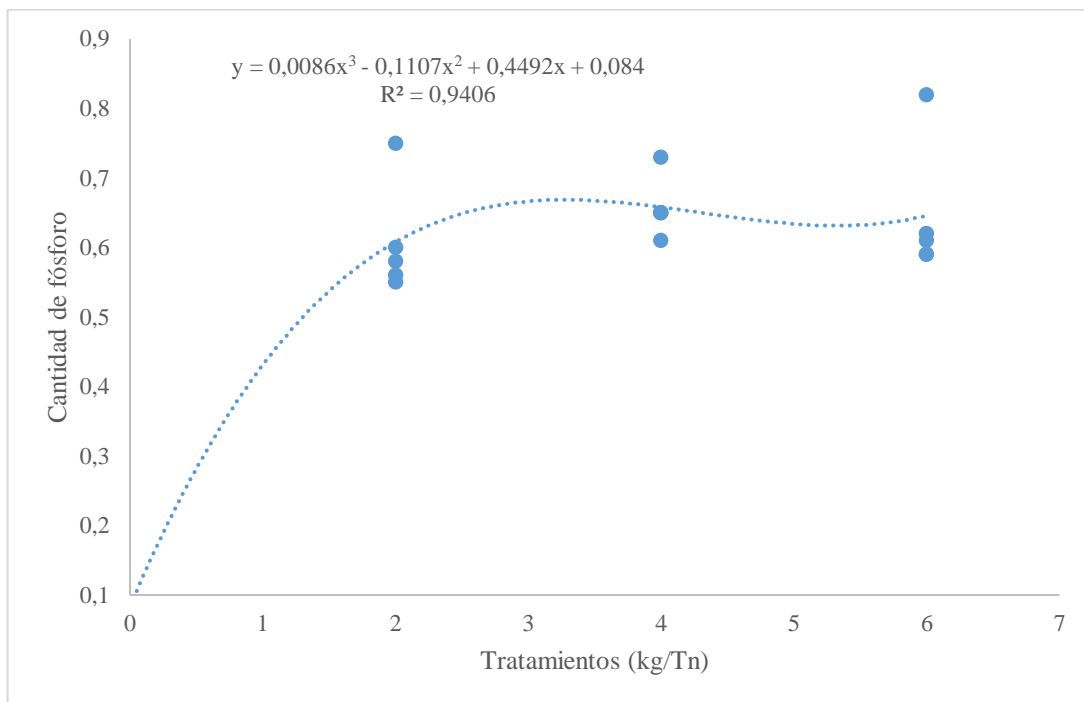


Ilustración 4-4: Análisis de regresión con respecto a la cantidad de fósforo

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El análisis de regresión con respecto a la cantidad de fósforo resulta en una ecuación cubica con una probabilidad calculada de 5,04897E-10, es decir que la cantidad de fósforo dependerá 94,06% de los kilogramos de fosfato presente en los tratamientos y con una correlación alta correspondiente a 0,9, es decir que en el T1 (2kg/Tn) hay un incremento en la cantidad de fósforo sin embargo el T2 (4kg/Tn) presenta la mayor cantidad de fósforo siendo esta de 0.65g.

(Pareja, 2015, p. 40) reporta en su estudio una cantidad de Fósforo de 0.320 en su tratamiento con 1000 UF/kg, siendo un valor muy inferior comparado al reportado en la presente investigación, considerando que su estudio se basó en la adición de fitasa en el alimento balanceado destinado para la alimentación de aves de postura en la edad de 25 semanas.

4.4.5. Cantidad de calcio (g)

Con respecto a la cantidad de calcio presenta en las excretas dentro de los tratamientos de estudio presenta diferencias significativas, teniendo una mayor cantidad de calcio en T3 (6kg/Tn) con 1.54g, seguido del T1(2kg/Tn) con 1.26g, en el T0 (0kg/Tn) presenta un peso de 1.25g y finalmente el T2 (4Kg7Tn) con 1.18g, siendo este el menor valor dentro de nuestro estudio.

En la ilustración 4-5 se muestra el análisis de regresión con respecto a la cantidad de calcio.

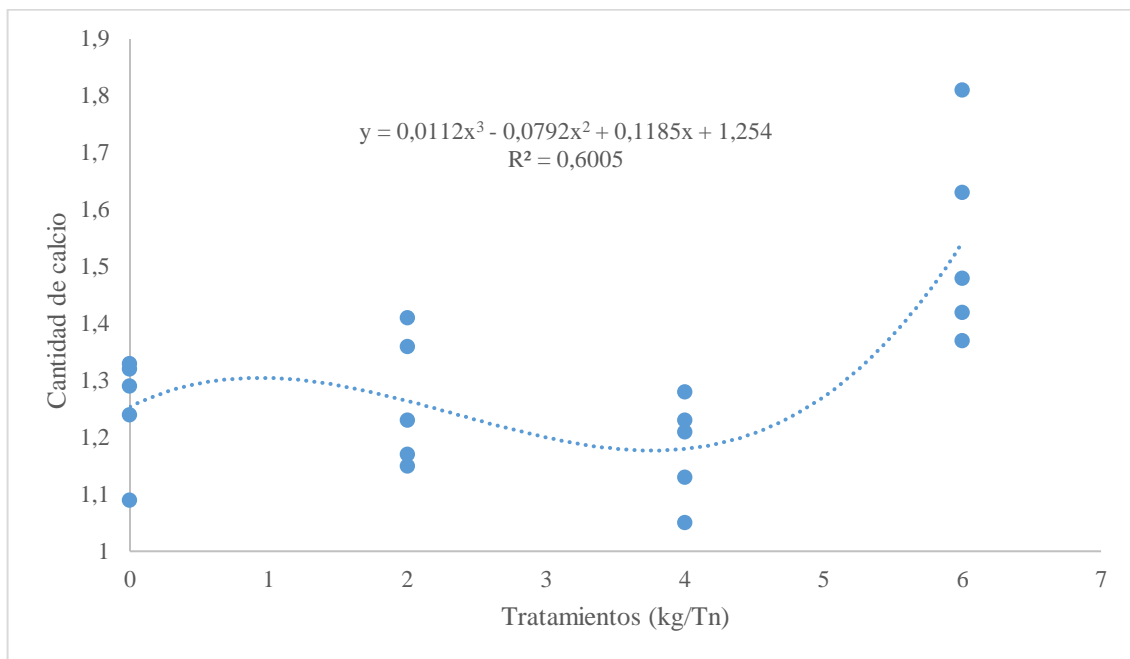


Ilustración 4-5: Análisis de regresión con respecto a la cantidad de calcio

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El análisis de regresión resulta ser una ecuación cúbica con una probabilidad calculada de 0,00173851, es decir que la cantidad de calcio dependerá 60,05% de los kilogramos de fosfato presente en los tratamientos y con una correlación media correspondiente a 0,53, es decir que existe mayor cantidad de calcio presente en los resultados del T3 (6kg/Tn) con 1.54, mientras que el T2 (4kg/Tn) presenta la menor cantidad de calcio presente con 1.18, sin embargo al ser una correlación media los kilogramos de fosfato presente en los tratamientos no dependen totalmente de la cantidad de calcio.

(Pareja, 2015, p.40) reporta datos con respecto a la cantidad de calcio un valor de 1.57 en su tratamiento con (250 UF/kg) siendo este su mayor valor datos que se asemeja a nuestra investigación, considerando que su estudio se basó en la adición de fitasa en el alimento balanceado destinado para la alimentación de aves de postura en la edad de 25 semanas.

(Hurtado et al., 2017: p. 49) menciona en su estudio con niveles de calcio para codornices en la cual incremento la postura y el consumo de alimento suministrando 2.45% de calcio, sin embargo, en el tratamiento con el 2.75% dieta reporta como uno de los mejores en cuanto al consumo de alimento.

(Quintanilla, 2012. p .61) reporta datos en su estudio mediante la suplementación de calcio en la

calidad de huevo de codornices en la cual el tratamiento en la que se suministró 4.3% de calcio reporto un incremento en la producción de huevos, así como también en el peso y tamaño de huevo.

4.4.6. *Coefficiente de digestibilidad de la materia orgánica (%)*

El coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica en la presente investigación muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando el mejor coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica en el T2 (2kg/Tn) con 93.28%, seguido del T2 (4kg/Tn) y T3 (4kg/Tn) con 92.9% y 91.29% respectivamente, finalmente el tratamiento con un menor porcentaje estuvo en el T0 (0kg/Tn) con el 90.24%.

En la ilustración 4-6 se muestra el análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica.

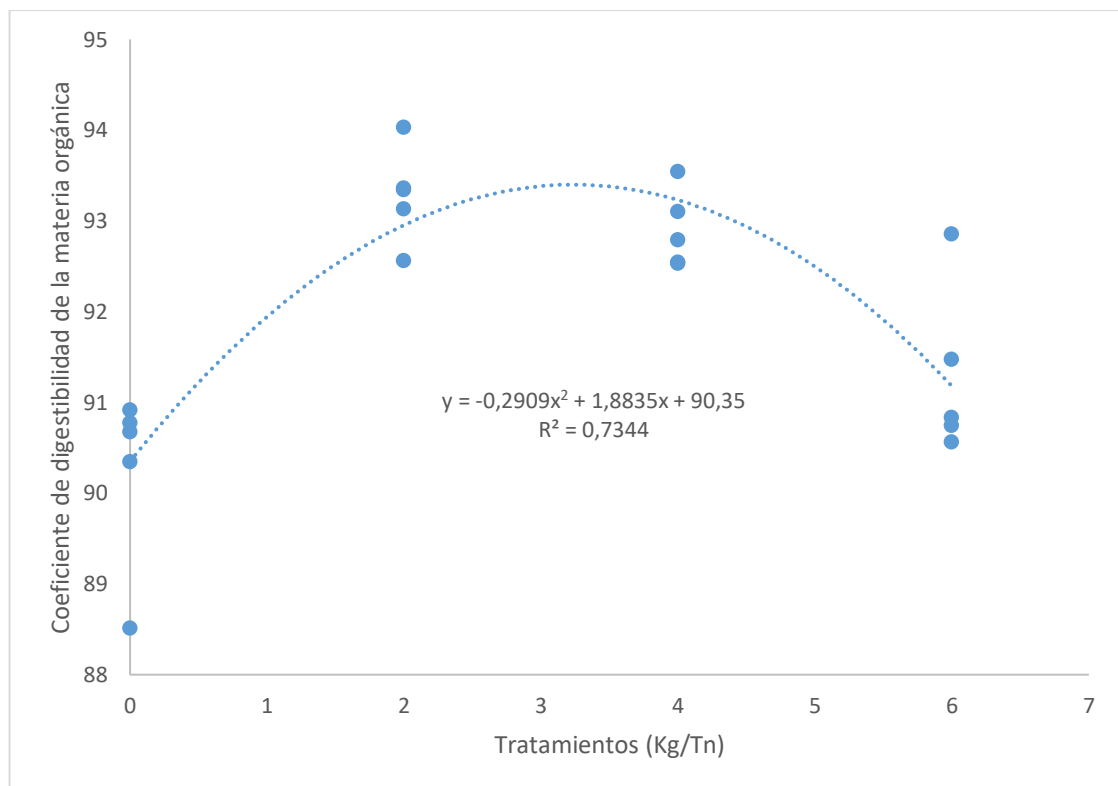


Ilustración 4-6: Análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad de la Materia Orgánica

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El análisis de regresión resulta ser una ecuación cuadrática con una probabilidad calculada de 1,27693E-05, es decir que el 73,44% del coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica

depende de los kilogramos de fosfato presente en los tratamientos, con una correlación media correspondiente a 0,70 teniendo su pico más alto de incremento del T1 (2kg/Tn) al T2 (4kg/Tn) con 93.28% y 92.9%, sin embargo para el T3 (6kg/Tn) y presenta una digestibilidad inferior, con el 91.2 y en el T0 (0kg/Tn) con 90.24%.

4.4.7. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca (%)

Con respecto a la variable coeficiente de digestibilidad de la materia seca en la presente investigación muestra diferencias altamente significativas éntrelos tratamiento de estudio, siendo así que los mayores valores estuvieron presentes en el T1 (2kg/Tn) y en el T2 (4kg/Tn) con 91.88% y 91.89% respectivamente, el T3 (6kg/Tn) presento un valor de 89.57% y finalmente el T0 (0kg/Tn) presento un valor de 86.93% siendo este el de menor valor entre los tratamientos.

En la ilustración 4-7 se muestra el análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad de la materia seca.

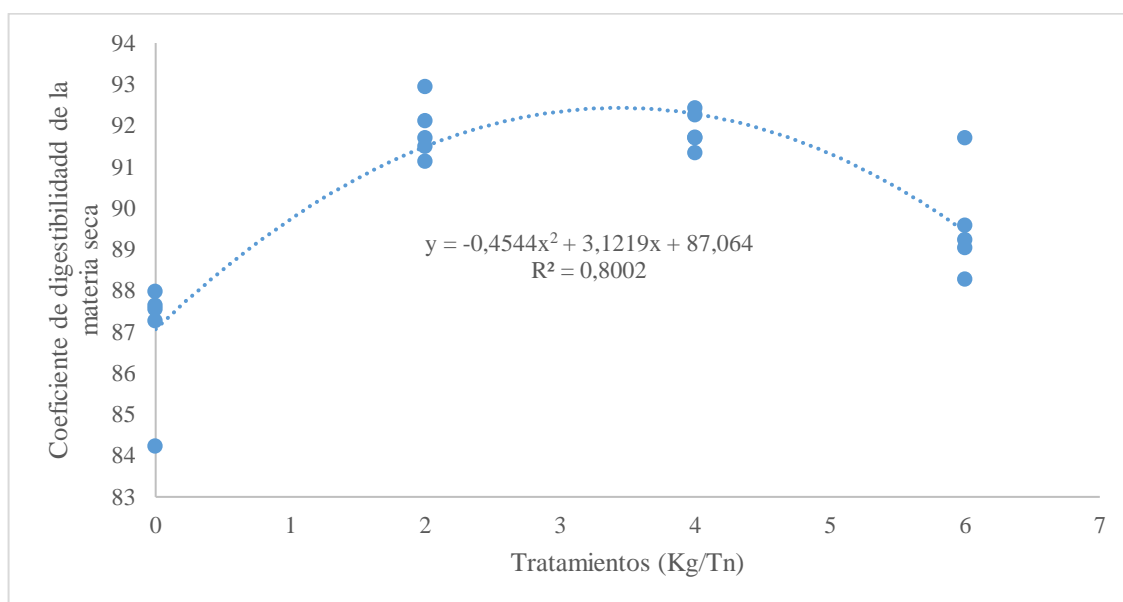


Ilustración 4-7: Análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad de la materia seca

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El análisis de regresión con respecto al análisis del coeficiente de digestibilidad resulta ser una ecuación cuadrática, con una probabilidad calculada de 1,13647E-06, por lo que el 80,02% del coeficiente de digestibilidad de materia seca depende de los kilogramos de fosfato presente en los tratamientos con una correlación media de 0,78, por lo cual existe mayor eficiencia en el T1 (2kg/Tn) y T2 (4kg/Tn) con el 91.89% y 91.88% respectivamente, por otro lado, el T3 (6kg/Tn)

presenta una eficiencia inferior con el 89.57%.

4.4.8. Coeficiente de digestibilidad del fósforo (%)

El coeficiente de digestibilidad del fósforo en la presente investigación presenta diferencias significativas entre los tratamientos, siendo así que los mayores valores están presentes en los T1 (2kg/Tn), T2 (4kg/Tn) y T3 (6kg/Tn) con el 84.93%, 84.88 % y 82.95% respectivamente, y el menor porcentaje de digestibilidad está presente en el T0 (0kg/Tn) con el 58.13%.

En la ilustración 4-8 se muestra el coeficiente de digestibilidad del fósforo

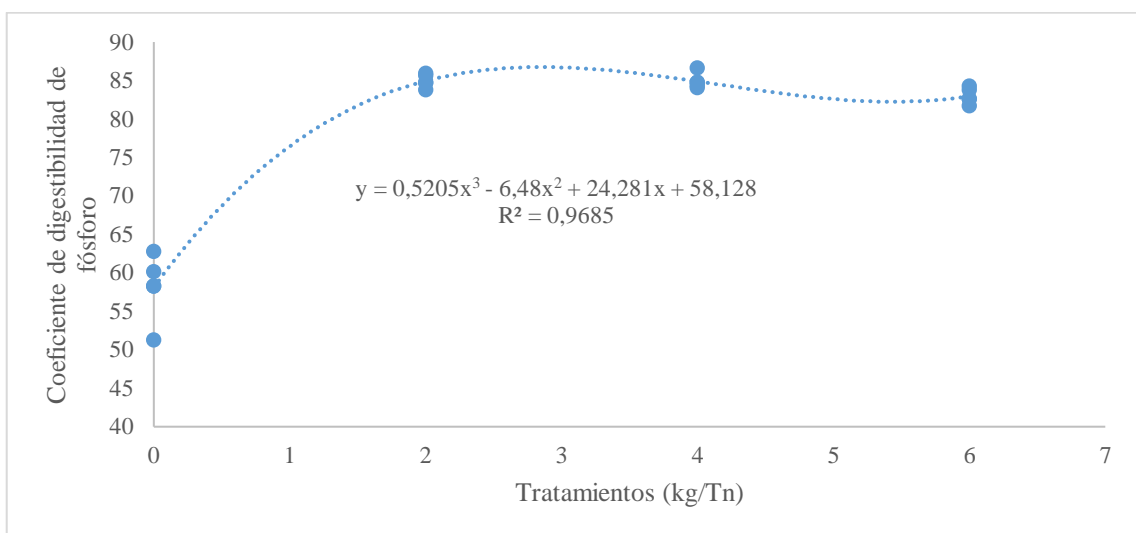


Ilustración 4-8: Coeficiente de digestibilidad del fósforo (%)

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El análisis de regresión en cuanto al coeficiente de regresión de digestibilidad de fosfato resulta en una ecuación cubica con una probabilidad calculada de 3,16548E-12, es decir que el coeficiente de digestibilidad de fósforo dependerá 96,85% de los kilogramos de fosfato presente en los tratamientos y con una correlación alta correspondiente a 0,96, es decir que el mejor tratamiento con mayor eficiencia en cuanto a la digestibilidad está presente en el T1 (2kg/Tn) con el 84.93% seguido del T2 (4kg/Tn) con el 84.88%, existiendo una menor eficiencia en el T0 (0kg/Tn) con el 58.13%.

(Nakandakari, 2018) reporta datos en su estudio de coeficiente de digestibilidad del fósforo un valor de 97% la utilización de Fosfato Dicálcico dihidratado (18.5%), este resultado supera a los reportados en nuestra investigación, sin embargo, hay que considerar que el mencionado autor

realiza su evaluación en aves de engorde a la edad de 21 días, edad en la cual el fósforo disponible es aprovechado para el crecimiento de huesos de las aves.

4.4.9. Coeficiente de digestibilidad del calcio (%)

En cuanto al coeficiente de digestibilidad del calcio dentro de la presente investigación existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en los cuales los mayores valores están presentes en el T2 (4kg/Tn) y T1 (2kg/Tn) con 86.77% y 86.48% respectivamente, finalmente los tratamientos con menores valores en el T3 (6kg/Tn) con el 78.17% y el T0 (0kg/Tn) con el 78.06%.

En la ilustración 4-9 se muestra el análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad del calcio.

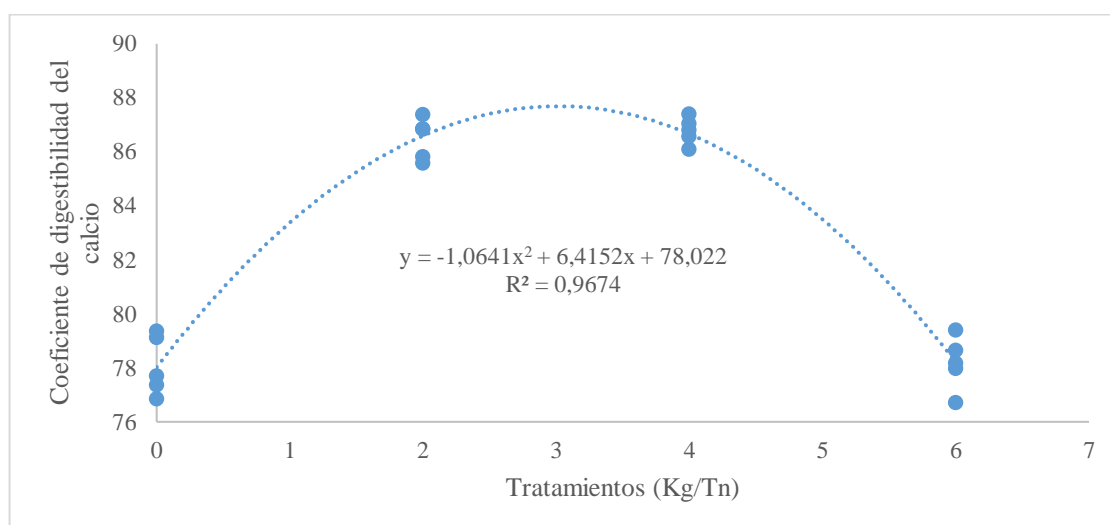


Ilustración 4-9: Análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad del Calcio

Realizado por: Pérez, P., 2023.

El análisis de regresión con respecto a la digestibilidad de calcio en la presente investigación resulta en una ecuación cuadrática cuya probabilidad calculada es de 2,32543E-13, por lo que el 96,74% del coeficiente de digestibilidad del calcio depende de los kilogramos de fosfato presente en los tratamientos, con una correlación alta de 0,96, por lo cual el T2 (4kg/Tn) y el T1 (2kg/Tn) resultan ser los tratamientos con mayor eficiencia con el 86.77% y con el 86.48% respectivamente, sin embargo, la menor eficiencia está presente en los tratamientos T3 (6kg/Tn) y T0 (0kg/Tn) con el 78.17% y 78.06% respectivamente.

4.5. Costos de la investigación por tratamiento

En la tabla 4-3 se muestran los costos de producción por cada tratamiento dentro de la investigación.

Tabla 4-3: Costos de producción con diferentes niveles de fosfato

EGRESOS	NIVELES DE FOSFATO			
	T0 (0kg/Tn)	T1 (2kg/Tn)	T2 (4kg/Tn)	T3 (6Kg/Tn)
Costo de animales	50	50	50	50
Jaulas metabólicas	100	100	100	100
Balanceado (Kilogramos)	7.87	7.86	7.85	7.85
Sanidad	4	4	4	4
Mano de obra	30	30	30	30
Fosfato	0	1.6	3.2	4.8
Total Egresos	\$191.87	\$193.46	\$195.05	\$196.65

Realizado por: Pérez, P., 2023.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las formulaciones elaboradas cubrieron los requerimientos nutricionales de los gallos tomando en cuenta que se adicionó los niveles de fosfato en cada tratamiento. T0, T1: 2 Kg /Tn, T2: 4Kg/Tn, T3:6 Kg /Tn.
- Al incorporar los diferentes niveles de fosfato en cada tratamiento podemos observar que el T1 (2kg/Tn) presentó los mejores resultados en cuanto a los coeficientes de digestibilidad del fósforo.
- En cuanto al costo de los tratamientos, el que presenta un menor costo es el T0 con \$191.87 sin embargo, este no presenta fosfato en su formulación por lo cual el T1 (2kg/Tn) con \$193.46 en comparación con los tratamientos en los cuales se incorporó el fosfato es el mejor, tomado en cuenta como antes mencionado el T1 es el tratamiento en el cual las aves tiene un mejor aprovechamiento del fosfato.

5.2. Recomendaciones

- Replicar el experimento en otras aves en producción considerando otras fuentes de fosfato, ya sea de tipo animal o vegetal.
- Replicar el experimento en diferentes especies de producción pecuaria, principalmente en monogástricos con el fin de evaluar los aspectos productivos y reproductivos.
- Difundir los datos investigativos a pequeños, medianos y grandes productores con la finalidad de usar el nivel adecuado de fosfato dentro de las dietas para aves.

BIBLIOGRAFÍA

ABARCA ALULEMA, Liseth Angélica. Efectos de las enzimas digestivas en la producción de pollos de engorde (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera Zootecnia. Riobamba-Ecuador. 2021. pp. 3-7. [Consulta: 27 marzo 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15644/1/17T01672.pdf>

ARIAS TORRES, Ariel. Factores relacionados con el metabolismo y suplementación con calcio en gallinas ponedoras (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia. Bogotá- Colombia. 2016. pp. 43-56. [Consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&context=zootecnia>

ARROYO PÉREZ, Brayan Alejandro. Estudio de la productividad y el impacto económico y social sobre la exposición al Sars-CoV-2 en el sector avícola del Ecuador (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial. Ibarra-Ecuador. 2022. pp. 19-30. [Consulta: 9 marzo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12113/2/04%20IND%20333%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

AVI NEWS. Calcio y fósforo equilibrio necesario en las dietas para pollos de engorde. *Avi news LATAM* [en línea]. 2022. [Consulta: 18 julio 2023]. Disponible en: <https://avinews.com/calcio-y-fosforo-equilibrio-necesario-en-las-dietas-para-pollos-de-engorde/>

AYALA LOPEZ, Mayra Sujey. Evaluación de parámetros zootécnicos y sistema digestivo utilizando programas de alimentación modulada en pollo de engorda (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas. Michoacán-México. 2020. pp. 18-30. [Consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/1919/IIAF-M-2020-0400.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHACÓN CHACÓN, Tony; et al. “Desempeño Cardiovascular de dos Estirpes de *Gallus gallus domesticus* sometidas a estrés calórico agudo”. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*

[en línea], 2015, (Venezuela) 56(2), pp. 60-66. [Consulta: 21 marzo 2023]. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/rfcv/v56n2/art01.pdf>

CORNEJO, S; et al. “Evaluación de un fosfato dicálcico importado en dietas de pollos broiler”. *Archivos de medicina veterinaria* [en línea], 2005, (Chile) 37(2), pp. 125-132. [Consulta: 21 marzo 2023]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2005000200006

DE CRISTOFARO, Agustín Marcelo. Importancia del calcio y fósforo en la formación de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras (Trabajo de titulación) (Especialista en Nutrición Animal) [en línea]. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires-Argentina. 2017. pp. 22-23. [Consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66423/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DÍAZ ARANGO, Guillermo. “El calcio y fósforo como protagonistas en la nutrición de ponedoras”. *XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura* [en línea], 2011, (Colombia). [Consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/foros/calcio-fosforo-como-protagonistas-t15308/>

EEVA, T.; et al. “Bird Feces as Indicators of Metal Pollution: Pitfalls and Solutions”. *Toxics* [en línea], 2020, 8(4). pp. 124. [Consulta: 18 julio 2023]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7767019/>

ESCOBAR AGUILAR, Pablo Milton. Efecto de polen, lactosa y su combinación sobre la digestibilidad e integridad de la mucosa en pollos broiler (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cevallos-Ecuador. 2018. pp. 13-21. [Consulta: 21 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27599/1/Tesis%20132%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20570.pdf>

GARCÉS NARRO, Carlos. *Aves de carne Madrid, 2017. Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo* [en línea]. Madrid, España: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017. [Consulta: 19 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio->

ambiente/bases_zootecnicas_para_el_calculo_del_balance_alimentario_-_aves_de_carne_tcm30-440947.pdf

GIL-ARAUJO, Marcelo; et al. “Biodisponibilidad relativa del fósforo en fosfatos comerciales utilizados en la alimentación de pollos de engorde”. *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2018, (Ecuador) 4(1), pp. 44-64. [Consulta: 9 marzo 2023]. ISSN 2477-8818. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2FqpAHRL7Z8J:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6255071.pdf&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>

GÓMEZ, Federico. “Determinación de la disponibilidad del fósforo en aves una mirada hacia la sostenibilidad ambiental”. *Avicultura* [en línea] 2019, (Colombia). [Consulta: 12 marzo 2023]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/avicultura/determinacion-de-la-disponibilidad-del-fosforo-en-aves-una-mirada-hacia-la-sostenibilidad-ambiental-2574/>

HURTADO NERY Michelle; et al. “Niveles de calcio para codornices de postura. (Artículo original)”. *ORINOQUIA*, 2017, (Colombia), 21(2). pp. 46 – 50. [Consulta: 2 marzo 2023] Disponible en: <https://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/417/1013>

JARAMILLO ORDOÑEZ Michelle; et al. “Rol de las enzimas en la alimentación de monogástricos, con énfasis en pollos de engorde (Artículo de revisión)”. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal* [en línea], 2018, (Ecuador), 2(3), pp. 25-42. [Consulta: 8 marzo 2023]. ISSN 2602-8220. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EIYdCFIglOsJ:www.revistaecuatoriana.decienciaanimal.com/index.php/RECA/article/download/89/86/&cd=4&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>

JARAMILLO ORDOÑEZ, Mónica Michelle; & RODRÍGUEZ BRAVO, Mateo Xavier. Efecto de la superdosis de fitasa sobre productividad, oxígeno sanguíneo, enzimas hepáticas y deposición de cenizas óseas en pollos de engorde (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cuenca- Ecuador. 2019. pp. 28-41. [Consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32071/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>

LÓPEZ TOBAR, Bárbara Gabriela. Evaluación de tres niveles de fitasa en dietas balanceadas para pollo de engorde. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de San Carlos

de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Zootecnia. Ciudad de Guatemala-Guatemala. 2003. pp. 10-63. [Consulta: 14 marzo 2023]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5453/1/Tesis%20Lic.%20Zoot.%20B%C3%A1rbara%20Gabriela%20L%C3%B3pez%20Tobar.pdf>

MASQUIZA MOPOSITA, Diego Armando. Evaluación de cuatro atrapadores de micotoxinas (Mycofix Plus, Mycofix Select, aluminosilicatos, paredes de levaduras) en dietas para pollos parrilleros en crecimiento-engorde (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2012. pp. 11-28. [Consulta: 25 de marzo de 2023]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1854/1/17T01079.pdf>

MENA BUSTAMANTE, Carlos Eduardo. Adición de cuatro niveles de fosfatidilcolina (Biocholine) en la dieta de gallinas Lohmann Brown Classic en tercera fase de producción (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Departamento De Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Sangolquí-Ecuador. 2018. pp. 1-25. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14250/1/T-IASA%20I-005435.pdf>

NAKANDAKARI ARASHIRO, Luis. “Ensayo de biodisponibilidad del fósforo en pollos de carne a los 21 días con diferentes fuentes comerciales de fosfatos inorgánicos”. *Actualidad Avipecuaria* [en línea], 2018, (Perú). [Consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en: <https://actualidadavipecuaria.com/ensayo-de-biodisponibilidad-del-fosforo-en-pollos-de-carne-a-los-21-dias-con-diferentes-fuentes-comerciales-de-fosfatos-inorganicos/>

NÚÑEZ CALLE, Jonathan Steven. Estudio de las diferencias morfo fisiológicas entre gallinas y patos, y su adaptación a los sistemas intensivos de producción (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Machala-Ecuador. 2021. pp. 14-18. [Consulta: 22 marzo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17563/1/ECUACA-2021-MV-DE00012.pdf>

NÚÑEZ VILLEGAS, Lourdes Rebeca, & TERÁN VEGA, María Fernanda. Evaluación de la biodisponibilidad del fósforo usando tres fuentes en dietas para pollos de engorde (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Quito-Ecuador. 2013. pp.

3-25. [Consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2590/3/T-UCE-0014-41.pdf>

OSORIO GUERRERO, Guadalupe. Cambios en la disponibilidad del fósforo fítico para aves y cerdos causados por la fitasa: Una revisión. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia. Puebla-México. 2021. pp. 2-16. [Consulta: 14 marzo 2023]. Disponible en:
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/14601/20210525165740-5285-TL.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

PACA PARRA, Miriam Elizabeth. El calcio y el fósforo en el comportamiento productivo de gallinas ponedoras comerciales (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2021. pp. 1-38. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15625/1/17T01653.pdf>

PAREJA LOAYSA, Javier C. Eficiencia de una nueva fitasa microbiana en dietas de gallinas ponedoras efecto sobre los rendimientos productivos y la utilización de nutrientes (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 2015. p. 40. [Consulta: 16 marzo 2023]. Disponible en:
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69189/TFM_JAVIER%20PAREJA%20LOAYZA.pdf?sequence=1

PERKINS, S. Bird poop brings 3.8 million metric tons of nitrogen out of the sea each year. *Science* [en línea]. 2018. [Consulta: 18 julio 2023]. Disponible en:
<https://www.science.org/content/article/bird-poop-brings-38-million-metric-tons-nitrogen-out-sea-each-year>

QUINTANILLA GARCÍA, José R. Niveles de calcio en la calidad del huevo de codorniz (*Coturnixcoturnix japónica*) en Santo Domingo de los Tsáchilas (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Estatal de Quevedo, Carrera de agropecuaria. Quevedo-Ecuador. 2012. p. 61. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2503/1/T-UTEQ-0085.pdf>

REBOLLAR, P.; & MATEOS, G. *El fósforo en nutrición animal. Necesidades, valoración de*

materias primas y mejora de la disponibilidad [en línea]. España: XV Curso de Especialización FEDRA, 2006. [Consulta: 21 marzo 2023]. Disponible en: http://portal.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/F%C3%B3foro_en_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf

RODRIGUEZ, Ronall. “Fuentes de fósforo en la nutrición animal”. *Porcicultura* [en línea], 2020, (España). [Consulta: 11 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/fuentes-fosforo-nutricion-animal-t45846.htm>

ROSALES TAPIA, Salomé. “Estudio de mercado avícola enfocado a la comercialización del pollo en pie, año 2012-2014”. *Superintendencia de Control del Poder de Mercado* [en línea], 2015, (Ecuador). pp. 1-43. [Consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>

SCHEIDELER, Sheila. "Utilization of phosphorus in poultry as influenced by dietary calcium and phosphorus source". *Iowa State University* [en línea]. 1986, 1(1). pp. 2-3. [Consulta: 18 julio 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/38899166.pdf>

SOTOMAYOR BURGOS, Linda Leiny. Desarrollo de balanceado para pollos (*Gallus gallus domesticus*) en fase de finalización a base de exoesqueleto de camarón (*Litopenaeus vannamei*) (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agrícola con Mención Agroindustrial. Guayaquil-Ecuador. 2022. pp. 32-33. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SOTOMAYOR%20BURGOS%20LINDA%20LEINY.pdf>

VILLACIS VIVAR, Liliana Paola.; & VIZHCO MINCHALA, Cristóbal Israel. Evaluación de dos tipos de fitasa sobre la productividad y calidad del huevo en codornices (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cuenca – Ecuador. 2016. pp. 10-55. [Consulta: 13 marzo 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23619/1/Tesis-Fitasa-Codorniz.pdf>

VILLANUEVA, Gerardo. Nutrición del gallo: digestibilidad [blog]. México, Avicultura, 2022. [Consulta: 22 marzo 2023]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/avicultura/nutricion-del-gallo-digestibilidad/>

YAURI CALLE, María Augusta. Evaluación de tres niveles de harina de vísceras de ave como fuente de proteína en la alimentación de pollos parrilleros (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Cuenca-Ecuador. 2013. pp. 10-102. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5104/1/UPS-CT002698.pdf>

ZÁRATE, Evangelina. *La importancia de los minerales en la producción avícola* [blog]. Ecuador, Avicultura, 2022. [Consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-importancia-de-los-minerales-en-la-produccion-avicola/>

ANEXOS

ANEXO A: CONSUMO DE ALIMENTO (g)

a) Cuadro de análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CON. ALIMENTO(g)	20	0,83	0,80	3,33

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	617,35	3	205,78	26,73	<0,0001
Error	123,20	16	7,70		
Total	740,55	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,02107

Error: 7,7000 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0	77,60	5	1,24 A
2	78,00	5	1,24 A
4	88,60	5	1,24 B
6	89,20	5	1,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO B: CANTIDAD DE EXCRETAS (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cantidad de excretas (g)	20	0,66	0,60	17,98

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	3592,40	3	1197,47	10,36	0,0005
Error	1848,80	16	115,55		
Total	5441,20	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05. DMS=19,45073

Error: 115,5500 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0	40,80	5	4,81 A
4	56,60	5	4,81 A B
2	63,80	5	4,81 B C
6	78,00	5	4,81 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO C: CENIZAS (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cenizas (g)	20	0,30	0,17	28,08

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	53,04	3	17,68	2,26	0,1204
Error	125,02	16	7,81		
Total	178,05	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05. DMS=5,05796

Error: 7,8136 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
4	7,50	5	1,25 A
6	9,91	5	1,25 A
0	10,37	5	1,25 A
2	12,05	5	1,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO D: CANTIDAD DE FÓSFORO (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	C V
P (g)	20	0,94	0,93	13,53

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	1,15	3	0,38	84,42	<0,0001
Error	0,07	16	4,6E-03		
Total	1,23	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05. DMS=0,12219

Error: 0,0046 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0	0,08	5	0,03 A
2	0,61	5	0,03 B
6	0,65	5	0,03 B
4	0,66	5	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO E: CANTIDAD DE CALCIO (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ca	20	0,60	0,53	9,59

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
TRATAMIENTO	0,38	3	0,13	8,02	0,0017
Error	0,25	16	0,02		
Total	0,63	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05. DMS=0,22741

Error: 0,0158 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
4	1,18	5	0,06 A
0	1,25	5	0,06 A
2	1,26	5	0,06 A
6	1,54	5	0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO F: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CD MAT. ORGANICA (%)	20	0,77	0,72	0,83

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	30,20	3	10,07	17,37	<0,0001
Error	9,27	16	0,58		
Total	39,47	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,37746

Error: 0,5795 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0	90,24	5	0,34 A
6	91,29	5	0,34 A
4	92,90	5	0,34 B
2	93,28	5	0,34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO G: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CD -MS (%)	20	0,82	0,78	1,20

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	83,41	3	27,80	23,76	<0,0001
Error	18,72	16	1,17		
Total	102,13	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05. DMS=1,95732

Error: 1,1701 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0	86,93	5	0,48 A
6	89,57	5	0,48 B
2	91,88	5	0,48 C
4	91,89	5	0,48 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO H: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DEL FÓSFORO (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CD -P (%)	20	0,97	0,96	2,94

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
TRATAMIENTO	2572,89	3	857,63	164,15	<0,0001
Error	83,60	16	5,22		
Total	2656,48	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05. DMS=4,13604

Error: 5,2248 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0	58,13	5	1,02 A
6	82,95	5	1,02 B
4	84,88	5	1,02 B
2	84,93	5	1,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO I: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DEL CALCIO (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CD-Ca(%)	20	0,97	0,96	1,05

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	362,60	3	120,87	160,09	<0,0001
Error	12,08	16	0,76		
Total	374,68	19			

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

b) Prueba de Tukey

Test: Tukey Alfa=0,05. DMS=1,57226

Error: 0,7550 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
0	78,06	5	0,39	A
6	78,17	5	0,39	A
2	86,48	5	0,39	B
4	86,77	5	0,39	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Pérez, Vanessa, 2023.

ANEXO J: ANÁLISIS DE REGRESIÓN

a) ADEVA del análisis de regresión con respecto al consumo de alimento

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	617,35	205,783333	26,72510823	1,80813E-06
Residuos	16	123,2	7,7		
Total	19	740,55			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	77,6	1,24096736	62,531862	1,49636E-20	74,96926671	80,2307333	74,9692667	80,2307333
Variable X 1	-5,71666667	2,38076785	-2,4011861	0,0288511	-10,763669	-0,66966429	-10,763669	-0,66966429
Variable X 2	3,8	1,05208127	3,61188827	0,002339706	1,569687339	6,03031266	1,56968734	6,03031266
Variable X 3	-0,42083333	0,11562031	-3,63978735	0,002205794	-0,66593744	-0,17572923	-0,66593744	-0,17572923

Realizado por: Pérez, P, 2023.

b) ADEVA del análisis de regresión con respecto a la cantidad de excretas

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	3592,4	1197,46667	10,36319054	0,00049534
Residuos	16	1848,8	115,55		
Total	19	5441,2			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	40,8	4,80728614	8,487117022	2,55449E-07	30,60900864	50,99099136	30,60900864	50,99099136
Variable X 1	28,85	9,22266984	3,128161423	0,006485587	9,298813343	48,40118666	9,298813343	48,40118666
Variable X 2	-11,125	4,07557511	-2,72967611	0,014840918	-19,7648333	-2,48516672	-19,7648333	-2,48516672
Variable X 3	1,225	0,44789244	2,735031644	0,014678629	0,27551044	2,17448956	0,27551044	2,17448956

Realizado por: Pérez, P, 2023.

c) ADEVA del análisis de regresión con respecto al fósforo

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	1,15498	0,38499333	84,42373408	5,04897E-10
Residuos	16	0,072964	0,00456025		
Total	19	1,227944			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,084	0,03020017	2,781441705	0,013342183	0,019978509	0,14802149	0,019978509	0,148021491
Variable X 1	0,44916667	0,05793834	7,75249521	8,31679E-07	0,326342883	0,57199045	0,326342883	0,571990451
Variable X 2	-0,11075	0,02560344	-4,325591291	0,000522075	-0,16502686	0,05647314	-0,16502686	-0,05647314
Variable X 3	0,00858333	0,00281373	3,0505131	0,007630564	0,002618483	0,01454818	0,002618483	0,014548184

Realizado por: Pérez, P, 2023.

d) ADEVA del análisis de regresión con respecto al consumo de calcio

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	0,37988	0,12662667	8,01688298	0,00173851
Residuos	16	0,25272	0,015795		
Total	19	0,6326			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,254	0,05620498	22,3111894	1,76147E-13	1,134850761	1,37314924	1,13485076	1,37314924
Variable X 1	0,1185	0,10782799	1,09897256	0,288042127	-0,110085123	0,34708512	0,11008512	0,34708512
Variable X 2	-0,07925	0,04765009	1,66316574	0,115740229	-0,180263682	0,02176368	0,18026368	0,02176368
Variable X 3	0,01125	0,00523659	2,14834462	0,047342767	0,000148925	0,02235107	0,00014893	0,02235107

Realizado por: Pérez, P, 2023.

e) ADEVA del análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	28,987334	14,493667	23,50102968	1,27693E-05
Residuos	17	10,484321	0,61672476		
Total	19	39,471655			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	90,3501	0,34231229	263,940566	3,73844E-32	89,62788419	91,0723158	89,6278842	91,0723158
Variable X 1	1,88355	0,27486139	6,85272675	2,80592E-06	1,303643158	2,46345684	1,30364316	2,46345684
Variable X 2	-0,290875	0,04390063	-6,62575986	4,28996E-06	-0,38349722	-0,19825278	-0,38349722	-0,19825278

Realizado por: Pérez, P, 2023.

f) Gráfica del análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad de la materia seca

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	81,723974	40,861987	34,03683813	1,13647E-06
Residuos	17	20,408881	1,20052241		
Total	19	102,132855			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	87,0639	0,47759738	182,295598	2,01449E-29	86,05625761	88,0715424	86,0562576	88,0715424
Variable X 1	3,12195	0,38348924	8,14090643	2,87534E-07	2,312858432	3,93104157	2,31285843	3,93104157
Variable X 2	-0,454375	0,06125057	-7,4182981	1,00429E-06	-0,58360241	-0,32514759	-0,58360241	-0,32514759

Realizado por: Pérez, P, 2023.

g) ADEVA del análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad del P (%)

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	2572,8859	857,628632	164,146127	3,16548E-12
Residuos	16	83,5966	5,2247875		
Total	19	2656,4825			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	58,128	1,02223163	56,8638246	6,7996E-20	55,96096576	60,2950342	55,9609658	60,2950342
Variable X 1	24,2811667	1,96112828	12,381223	1,3061E-09	20,12376043	28,4385729	20,1237604	28,4385729
Variable X 2	-6,48	0,86663903	-7,47716154	1,3177E-06	-8,31719267	-4,64280733	-8,31719267	-4,64280733
Variable X 3	0,52045833	0,09524081	5,46465681	5,1928E-05	0,318556838	0,72235983	0,31855684	0,72235983

Realizado por: Pérez, P, 2023.

h) ADEVA del análisis de regresión con respecto al coeficiente de digestibilidad del calcio

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	362,44887	181,224435	251,9429758	2,32543E-13
Residuos	17	12,228225	0,71930735		
Total	19	374,677095			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	78,0215	0,36968689	211,0475161	1,67244E-30	77,24152884	78,80147116	77,24152884	78,80147116
Variable X 1	6,41525	0,29684196	21,61166819	8,40249E-14	5,788968203	7,041531797	5,788968203	7,041531797
Variable X 2	-1,064125	0,04741134	-22,44452329	4,51015E-14	-1,164154191	-0,96409581	-1,164154191	-0,964095809

Realizado por: Pérez, P, 2023.

ANEXO K: EQUIPAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS (T0 y T1)



Realizado por: Pérez, P, 2023.

ANEXO L: EQUIPAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS (T2 y T3)



Realizado por: Pérez, P, 2023.

ANEXO M: ALIMENTO PARA CADA TRATAMIENTO



Realizado por: Pérez, P, 2023.

ANEXO N: FORMULACIÓN DE TRATAMIENTOS



Realizado por: Pérez, P, 2023.

ANEXO M: ANÁLISIS DE LABORATORIO



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 03 / 08 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Vanessa Pamela Pérez Pazmiño
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniera Zootecnista
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1550-DBRA-UTP-2023