



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MÉDICINA VETERINARIA

**PAPA CHINA COMO ALTERNATIVA DE REMPLAZO ENERGÉTICO
PARCIAL EN LA RACIÓN ALIMENTICIA DE POLLOS BROILER**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTORES: JHON MOISES BARROS GUICHAY

PABLO SEBASTIAN VERDUGO PIÑA

DIRECTOR: MERCY DEL CISNE CUENCA CONDOY

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**PAPA CHINA COMO ALTERNATIVA DE REPLAZO
ENERGÉTICO PARCIAL EN LA RACIÓN ALIMENTICIA DE
POLLOS BROILER**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTOR: JHON MOISES BARROS GUICHAY

PABLO SEBASTIÁN VERDUGO PIÑA

DIRECTOR: MERCY DEL CISNE CUENCA CONDOY

Cuenca – Ecuador

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Universidad
Católica
de Cuenca

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Nosotros **Jhon Moises Barros Guichay y Pablo Sebastián Verdugo Piña** portadores(a) de las cédulas de ciudadanía N.º **0107127037 y 0107265365**. Declaramos ser los autores de la obra: **“Papa china como alternativa de remplazo energético parcial en la ración alimenticia de pollos Broiler”**, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **28 de septiembre de 2022**

C.L. 0107127037

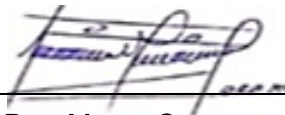
Jhon Moises Barros Guichay

C.L. 0107265365

Pablo Sebastián Verdugo Piña

I. CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jhon Moises Barros Guichay y Pablo Sebastián Verdugo Piña, bajo mi supervisión.



Dra. Mercy Cuenca.

DIRECTORA

II. DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación los dedicamos a nuestros padres Elías Barros Buestan y Delia Guichay Pulgarin; Pablo Verdugo Espinoza y Nancy Piña Tenesaca; a nuestros hermanos y familiares más cercanos; también como a nuestros profesores, amigos que compartieron enseñanzas académicas y nos ayudaron en culminar nuestra carrera profesional.

*Jhon Moisés Barros Guichay
Pablo Sebastián Verdugo Piña*

III. AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por darnos sabiduría, fortaleza y perseverancia, luego a nuestros padres, compañeros, Docentes de la Unidad Académica quienes fueron un pilar fundamental para terminar nuestra carrera y culminar nuestros logros académicos.

IV. ÍNDICE GENERAL

I.	DECLARACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
II.	CERTIFICACIÓN.....	2
III.	DEDICATORIA.....	3
IV.	AGRADECIMIENTOS.....	4
V.	ÍNDICE GENERAL.....	5
VI.	ÍNDICE DE CUADROS.....	7
VII.	ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
VIII.	ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
IX.	RESUMEN.....	10
X.	ABSTRACT.....	11
	CAPÍTULO I.....	12
1.1.	Introducción.....	12
1.2.	Antecedentes.....	14
1.3.	Problema y justificación.....	16
1.4.	Objetivos.....	17
1.5.	Hipótesis.....	18
	CAPÍTULO II.....	19
2.	MARCO TEÓRICO.....	19
2.1.	Fisiología del pollo Broiler.....	19
2.2.	Requerimientos nutricionales del pollo broiler.....	20
2.3.	Producción avícola:.....	25
2.4.	<i>Colocasia esculenta</i> (L) schott.....	27
	CAPÍTULO III.....	29

3. METODOLOGÍA.....	29
3.1. Ubicación del área de estudio	29
3.2. Materiales:.....	30
3.3. Procedimiento	31
3.4. Procesamiento de parámetros de producción.....	34
3.5. Digestibilidad de la papa china	35
3.6. Análisis Estadístico:.....	36
CAPÍTULO IV	37
4. Resultados	37
4.1. Análisis de la variable Consumo de alimento.....	37
4.2. Análisis de la variable Peso semanal.....	38
4.3. Análisis de la variable ganancia de peso	40
4.4. Análisis de la variable Conversión alimenticia	42
4.5. Análisis de la variable porcentaje de mortalidad	43
4.6. Análisis de la variable digestibilidad	44
4.7. Análisis financiero.....	48
5. Discusión.....	52
6. Conclusiones.....	56
7. Recomendaciones.....	58
8. BIBLIOGRAFÍA.....	59
9. ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos de nutrientes sugeridos para pollos de engorde.....	20
Cuadro 2. Composición nutricional de la harina de Papa china y dietas experimentales.....	33
Cuadro 3. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de la variable Consumo de alimento en pollos Broilers suplementados con harina de papa china.....	37
Cuadro 4. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de la variable Peso semanal en pollos Broilers suplementados con harina de papa china.....	39
Cuadro 5. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey de la variable Ganancia de peso en pollos Broilers suplementados con harina de papa china	41
Cuadro 6. Resultados de ANOVA y prueba de Tukey del Factor de Conversión alimenticia en pollos Broilers suplementados con harina de papa china	42
Cuadro 7. Descripción general de rubros para el cálculo de la utilidad del proyecto.	48
Cuadro 8. Cálculo de presupuesto parcial por tratamiento	49

V. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de carne de pollo de engorde de calidad – proceso completo.	26
Figura 2. Mapa de ubicación del proyecto, provincia del Azuay, ciudad Cuenca, parroquia Monay Baguanchi	30
Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento experimental.	34
Figura 4. Registro de consumo de alimento de los pollos broilers a lo largo del periodo experimental.....	38
Figura 5. Registro de ganancia de peso de los pollos broilers a lo largo del periodo experimental.....	40
Figura 6. Registro de ganancia de peso de los pollos Broilers a lo largo del periodo experimental.....	41
Figura 7. Registro del factor de conversión alimenticia (FCA) de los pollos Broilers a lo largo del periodo experimental.	43
Figura 8. Porcentajes de mortalidad por tratamiento y por semanas durante el periodo experimental.....	44
Figura 9. Registro de digestibilidad de los pollos broilers en la primera fase, a lo largo del periodo experimental.	46
Figura 10. Registro de digestibilidad de los pollos broilers en la segunda fase, a lo largo del periodo experimental.	47

VI. ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Producción de carne de pollo de engorde de calidad – proceso completo.	26
Imagen 2. Mapa de ubicación del proyecto, provincia del Azuay, ciudad Cuenca, parroquia Monay Baguanchi.....	30

VII. RESUMEN

El estudio evaluó la adición de papa china (*Colocasia esculenta*), como remplazo energético parcial en la alimentación de pollos Broiler, sobre la respuesta productiva y digestibilidad *in vivo*. Se utilizó 800 pollos Broiler de un día de edad, distribuidos en 4 tratamientos, 8 repeticiones y 25 pollos por repetición. Los tratamientos incluyeron el grupo control (T0), la inclusión de harina de papa china en la ración alimenticia T1 (10%), T2 (15%) y T3 (20%). El manejo zootécnico de las aves fue similar en todos los tratamientos, teniendo una duración de 49 días. Las variables estudiadas fueron: parámetros productivos, digestibilidad del alimento y relación costo-beneficio. Los resultados mostraron que el consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad, evidencian diferencia significativa ($p < 0.05$) durante la fase de crecimiento; alcanzando el incremento de peso más alto el T3 con 506.94 g; la mejor conversión se registra en el T2 con 1.34, la digestibilidad de la MS y PB del sustento fue más comestible en el T0, el contenido de grasa del alimento fue más digestible en el T1 y T3 durante la fase de crecimiento y engorde respectivamente. Los parámetros hematológicos no registraron variedad significativa ($p > 0.05$) entre procedimientos y fases analizadas. La relación costo-beneficio registro mayor ganancia con el T3, obteniendo 0.70 centavos/ave en relación con el T0 quien mostro una relación costo-beneficio de 0.49 centavos/ave. Se concluye que la suplementación con papa china en la alimentación de los pollos Broiler, surge como alternativa de remplazo energético parcial.

Palabras clave: Colocasia esculenta, parámetros de producción, pollos Broiler.

ABSTRACT

The study evaluated the addition of Chinese potato (*Colocasia esculenta*), as a partial energy replacement in broiler chickens, on the effective response and *in vivo* digestibility. A total of 800 one-day-old broilers were used, distributed in 4 treatments, eight replicates and 25 broilers per replicate. Treatments included the control group (T0), the inclusion of Chinese potato meal in the feed ration T1 (10%), T2 (15%) and T3 (20%). The zootechnical management of the birds was similar in all treatments, with 49 days. The variables studied were: productive parameters, feed digestibility and cost-benefit ratio. The results showed that feed intake, weight gain, feed conversion and mortality percentage evidenced significant difference ($p < 0.05$) during the growth phase, reaching the highest weight gain in T3 with 506.94 g. The best feed conversion was recorded in T2 with 1.34, the digestibility of DM and PB of feed was more edible in T0, and the fat content of the meal was more digestible in T1 and T3 during the growth and fattening phases, respectively. Hematological parameters did not show significant variation ($p > 0.05$) between procedures and phases analyzed. The cost-benefit ratio was higher with T3, obtaining 0.70 cents/bird concerning T0, which showed a cost-benefit ratio of 0.49 cents/bird. It is concluded that supplementation with Chinese potato in broiler chickens' feed is an alternative for partial energy replacement.

Keywords: *Colocasia esculenta*, production parameters, broiler chickens.

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

La producción avícola en el mundo va en crecimiento, por ello se vienen generando mejoras en nutrición, estado sanitario y manejo con el único propósito de aumentar la producción, brindándoles una mejor calidad de vida a los animales (Schaus, 2020). Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), para el año 2025 la producción de carne deberá aumentar a 131.25 millones de toneladas ya que la carne es la más consumida a nivel mundial y su producción es rentable. Estados Unidos es el principal país en su producción seguido por Brasil, India y Tailandia, mientras que los países con mayor importación de carne de pollo son Reino Unido, Emiratos Árabes Unidos, Japón, y países sudafricanos (Tejeira, 2018).

La industria avícola se ha adaptado a diferentes regiones debido a su rentabilidad y aceptación en diferentes mercados. El consumo de alimento de estas aves de corral se basa en balanceados híbridos que se comercializan y son eficientes tanto para producción de carne como huevos. Este tipo de alimento llega a representar hasta un 70 % del costo total en la producción, por ello surge la necesidad de buscar nuevas fuentes de alimento que logre disminuir los costos de producción sin alterar el comportamiento productivo en peso vivo, que cubran los requerimientos nutricionales de las aves y ganancia de peso (Ahammad, 2018). Hay disponible una amplia gama de alimentos alternativos para la alimentación en los tres sistemas de producción avícola. Algunos alimentos pueden haber comenzado como no tradicionales, pero ahora se utilizan cada vez más en las dietas comerciales. Un buen ejemplo es la harina de palmiste, que es un alimento no tradicional en África Occidental, pero un alimento cada vez más normal para los productores de alimentos en el sudeste asiático, especialmente en las dietas de aves ponedoras (El-Deek, et al., 2020).

El Ecuador es un país con una gran variedad de productos agrícolas con potencial en alimentación animal alternativa, los cuales no son aprovechados de

la mejor manera. Existen varias investigaciones en las que se han registrado diferentes géneros de frutas y vegetales con gran valor nutricional y además con un coste de producción menor que las materias primas tradicionales, lo que los convierte en un negocio rentable (Aimacaña Gallardo, 2021).

Los tubérculos forman parte del grupo de los alimentos alternativos avícolas, entre ellos destaca la papa china (*Colocasia esculenta*). Es un cultivo tradicional, inter desarrollado y tuberoso cosechado en todo el mundo en áreas tropicales y subtropicales. Corresponde a la familia propia de las “Arecaceae” y dentro del territorio ecuatoriano y otros países de Latinoamérica es más conocida como papa china, mientras que en otros lugares se le conoce como mafafa, malanga o taro. Se cultiva principalmente como una fuente abundante de almidón para el uso de sus sabrosos bulbos y hojas como verdura comestible (Sharma et al., (2020). Históricamente, este tubérculo se utilizaba por sus características antitumorales, antimicrobianas (antibacterianas y antifúngicas), antidiabéticas, antihepatotóxicas y antimelanogénicas. En pleno siglo XXI, donde el consumidor demanda ingredientes naturales que integren productos alimenticios, la malanga tiene diversas potencialidades para su uso en la industria alimenticia tanto para humanos como para animales (Caicedo, et al., 2016).

En este contexto, el presente proyecto de investigación, basándose en los principios de la producción agropecuaria sostenible, pretende desarrollar una evaluación sobre la digestibilidad y el efecto de los parámetros productivos de pollos Broilers suplementados con papa china.

1.2. Antecedentes

La avicultura representa una de las actividades en crianza de aves más importantes del sector agropecuario ecuatoriano debido a la gran demanda de productos como la carne y huevos. El criadero de gallinas ha incrementado su producción en los últimos años, a diferencia de otros tipos de utilidad cárnica, por lo que esta industria busca alternativas nutricionales que hagan más eficiente la productividad en el menor tiempo posible. En 2019, Ecuador se fabricaba aproximadamente 525 mil toneladas de carne de pollo a partir de 279 millones de pollos de engorde, lo que implica que un ecuatoriano consume en promedio 30 kilogramos de pollo cada año (Mendoza Rivadeneira et al., (2019). Debido a que el costo de la alimentación para la producción de pollos de engorde en el país representa actualmente el 75 % del costo total de producto, es posible encontrar varios estudios sobre alimentos alternativos innovadores que reduzcan los gastos en comparación con la utilización de insumos alimentarios convencionales (Ahammad, 2018; Aimacaña Gallardo, 2021; El-Deek, et al., 2020).

Sharma et al. (2020) mencionan que la mayoría de los forrajes para pollos están hechos de avena la cual es deficiente en ciertos aminoácidos esenciales, lo que resulta en la suplementación con aminoácidos sintéticos y, por lo tanto, los agricultores rurales no pueden aumentar el rendimiento de la carne. En este sentido proponen el uso de la hoja de taro (papa china) como ingredientes de alimentación de pollo. Así mismo, Hoyos Muñoz (2017) evaluó el rendimiento productivo en pollos de engorde haciendo uso de papa china en raciones de finalización, obteniendo resultados favorables en cuanto a reducción de costos y eficiencia de los sistemas productivos pecuarios. Por otro lado, también se registran estudios sobre el uso de harina de tubérculos de papa china en la alimentación de cerdos tanto para crecimiento como engorde (Pujapat Tseremp, 2018; Velásquez Pincay, 2015).

Desde el punto de vista nutricional, la papa china es rica en fibra, calcio, potasio, hierro, vitamina A, vitamina B1, vitamina B2 y vitamina C. Este tipo de

papa es superior a la papa tradicional ya que contiene mayor proporción de proteínas y minerales en general, además contiene mayor cantidad de complejo B que la leche entera (Orozco et al., (2014). El principal uso que se le da a esta planta es como producto alimenticio dentro de la dieta de personas y animales, principalmente su parte rizomatosa o cormo, de igual manera sus hojas y peciolo son comestibles (Caicedo, et al., 2016). Desde el punto de vista agronómico, la papa china presenta una producción anual, con un ciclo biológico de 7 a 10 meses, este ciclo puede dividirse en tres periodos: el primero comprende desde el brote hasta la aparición de los cormos, el segundo involucra el crecimiento rápido del follaje y el máximo desarrollo foliar finalmente, se presenta un crecimiento rápido junto a cosmos secundarios y terciarios y la consecuente senescencia del follaje (Placeholder2). Sin embargo, todas las partes de la planta de papa china en estado natural contiene factores anti-nutricionales (Hoyos-Muñoz, 2005).

1.3. Problema y justificación

Los altos costos de producción que presentan las principales materias primas para elaborar balanceados y utilizarlos en la dieta de la industria avícola, hacen que la producción avícola sea cada vez menos rentable, afectando a muchas locaciones rurales que cuentan con plantas productoras de alimento (Maisanche & Medina, 2014). Por lo tanto, en países en vías de desarrollo como el Ecuador se busca alimentos alternativos generados a partir de materia prima más barata y con agentes nutricionales de óptima calidad para la alimentación animal. No obstante, el desconocimiento hace que estos productos no sean utilizados, por ejemplo, el oriente ecuatoriano cuenta con suelos ricos en materia orgánica donde la papa china se cultiva, lo que le otorga a este tubérculo un gran potencial para producción de alimento avícola ya que no es muy popular dentro de la alimentación del hombre (León & Fernandez, 2018).

La papa china es uno de los primeros cultivos agrícolas utilizados por el hombre, por lo que se asocia a la cultura neolítica; además, es una fuente barata de carbohidratos (Prada Ospina, 2012). En Ecuador este producto no presenta mayor demanda y en su mayoría, se lo desperdicia. Sin embargo, su cultivo puede representar una fuente importante de alimento para animales (Bonilla & Dario, 2018).

En la presente investigación se plantea la elaboración de un suplemento energético como alternativa para alimentación animal con aporte nutricional de valor, con el fin de brindar beneficios para el desarrollo de áreas de producción, con un impacto positivo a la economía. Se busca utilizar alimentos alternativos, en este caso papa china, ricos en proteínas y carbohidratos, mismos que serán transformados a harina para la alimentación de aves, específicamente pollos en etapa de engorde. Los resultados permitirán obtener información clara y precisa con una proyección para procesamiento a escala industrial para la elaboración de balanceados.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de la adición de papa china (*Colocasia esculenta*), como remplazo energético parcial en la ración alimenticia de pollos Broiler, sobre la respuesta productiva y digestibilidad *in vivo*.

Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros de producción (consumo de alimento, incremento de peso, peso a la canal, conversión alimenticia y mortalidad) de los pollos Broilers.
- Analizar parámetros de digestibilidad de la papa china (*Colocasia esculenta*).
- Valorar la relación costo – beneficio de la utilización de la papa china en pollos Broiler.

1.5. Hipótesis

Hi: La inclusión de harina de Papa China en la ración alimenticia de pollos Broilers tendrá impacto positivo sobre los parámetros de producción.

H0: La inclusión de harina de Papa China en la ración alimenticia de pollos Broilers no posee impacto positivo sobre los parámetros de producción.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fisiología del pollo Broiler

El pollo de engorde es un pollo joven, generalmente de 6 a 8 semanas de edad, de cualquier sexo, que es carne tierna con piel suave, agradable al paladar, de textura suave y cartílago de esternón flexible. El sistema gastrointestinal del pollo broiler tiene como función el almacenamiento del alimento, la secreción de enzimas, procesos de absorción y digestión de los nutrientes. En el intestino delgado se encuentran enzimas especializadas que son las encargadas de desdoblar lípidos, proteínas y carbohidratos para que luego sean absorbidas (Anggraeni, et al., 2020). El pollo apenas de 4-5 días sigue recibiendo nutrientes del saco vitelino que está dentro de su cavidad abdominal, por lo que la primera semana de vida es crítica, no cuenta con gran capacidad de secreción de enzimas y su intestino delgado no es adecuado, ya que sus vellosidades no alcanzan la altura adecuada. A partir de los 10-14 días, el pollo es capaz de procesar nutrientes exógenos que se le suministran. En resumen, en la primera semana del ave la digestibilidad es crítica, pero mejora en la segunda y es óptima para la tercera semana (Castilla, 2018).

La fisiología del pollo de engorde tiene variación en sus diferentes etapas en la que se desarrolla, depende en su mayor parte del requerimiento de nutrientes, además de la energía y proteína que se les brinda en la dieta. De esta manera, es importante saber cuáles son las etapas críticas en la producción avícola. Las necesidades son complejas y varían entre razas, especie, edad, sexo del ave, etc. Alrededor de 40 compuestos químicos específicos deben formar parte de la dieta de las aves para procurar su crecimiento y reproducción adecuados. Para una mejor función, todos los compuestos deben contener las cantidades correctas, si existe insuficiencia de alguno de ellos, el crecimiento se verá retrasado (Jaramillo et al., (2019).

2.2. Requerimientos nutricionales del pollo broiler

El pollo de engorde es un pollo joven, generalmente de 6 a 8 semanas de edad, de cualquier sexo, que es carne tierna con piel suave, agradable al paladar, de textura suave y cartílago de esternón flexible. Es necesario obtener un crecimiento rápido en los pollos de engorde. En última instancia, los requisitos de nutrientes también son más altos que los de los pollos que se crían para la producción de huevos. En el caso de las ponedoras, la tasa de crecimiento no es importante ya que obtienen un peso corporal de 1,5 kg en 20 semanas. El mismo peso se obtiene en tan solo 5-6 semanas en el caso de los pollos de engorde (Van der Klis & Vinyeta, 2015). Los pollos de engorde requieren energía para el crecimiento del tejido, el mantenimiento y la actividad. Normalmente, las fuentes de carbohidratos, como el maíz y el trigo, y varias grasas o aceites son la principal fuente de energía en los alimentos para aves. Los niveles de energía en las dietas se expresan en Megajulios (MJ/kg) o kilocalorías (kcal/kg) de Metabolizable (Gutierrez et al., (2013).

Cuadro 1. Requerimientos de nutrientes sugeridos para pollos de engorde

	Unidad	Broil	Broil	Broil
	es	er	er	er
EDAD	Días	0 –	11 –	25 -
		10	24	market
Energía metabolizable	(Kcal/Kg)	3000	3100	3200
Proteína cruda, (mín.)	%	23.00	22.00	20.00
Fibra cruda, (Máx.)	%	5.00	5.00	5.00
Ácido linoleico, (mín.)	%	1.00	1.00	1.00
Lisina, (mín.)	%	1.30	1.20	1.00

Metionina , (mín.)	%	0.50	0.50	0.45
Treonina	%	0.97	0.88	0.78
Valina	%	1.10	1.00	0.90
Isoleucina	%	0.97	0.89	0.81
Triptófano	%	0.23	0.21	0.19
Arginina	%	1.52	1.37	1.22
Metionina +cistina,	%	0.90	0.90	0.85
Extracto de éter, (min.)	%	3.0	3.5	4.0
<i>Minerales y vitaminas</i>				
Mangane so, mg/kg	mg/kg	100.0 0	100.0 0	100.0 0
Yodo, mg/kg	mg/kg	1.20	1.20	1.20
Hierro, mg/kg	mg/kg	80.00	80.00	80.00
Cinc, mg/kg	mg/kg	80.00	80.00	80.00
Cobre, mg/kg	mg/kg	12.00	12.00	12.00
Selenio, mg/kg	mg/kg	0.15	0.15	0.15
Vitamina A, UI/Kg	UI/Kg	6000	6000	6000
Vitamina D3, UI/Kg	UI/Kg	600	600	600
Tiamina, mg/kg	mg/kg	5.00	5.00	5.00
Riboflavin a, mg/kg	mg/kg	6.00	6.00	6.00

Ácido pantoténico, mg/kg	mg/kg	15.00	15.00	15.00
Ácido nicotínico, mg/kg	mg/kg	70.00	70.00	70.00
Biotina, mg/kg	mg/kg	0.20	0.20	0.20
Vitamina B12, mg/kg	mg/kg	0.015	0.015	0.015
Ácido fólico, mg/kg	mg/kg	1.00	1.00	1.00
Colina, mg/kg	mg/kg	1400	1400	1000
Vitamina E, mg/kg	mg/kg	15.00	15.00	15.00
Vitamina K, mg/kg	mg/kg	1.00	1.00	1.00
Piridoxina mg/kg	mg/kg	5.00	5.00	5.00

Fuente: Tomado de Li, et al., (Modelling Methionine Requirements of Fast- and Slow-Growing Chinese Yellow-Feathered Chickens during the Starter Phase, 2020) y Rostagno et al., (Nutrient requirements of broilers for optimum growth and lean mass., 2007).

El objetivo del período de crianza (0-10 días de edad – Broiler Starter) es establecer un buen apetito y un crecimiento temprano máximo para cumplir con el objetivo de peso corporal de siete días. Se recomienda que se administre un alimento de inicio para pollos de engorde durante diez días (ver Tabla 1) (Ravindran, 2015).

El alimento para pollos de engorde (Broiler Grower) generalmente se administra durante 14 a 16 días después del iniciador. La transición de principiante a productor implicará un cambio de textura de migajas/mini gránulos a gránulos. Para una ingesta de alimento y crecimiento óptimos, es fundamental

proporcionar la densidad de nutrientes de la dieta correcta, especialmente energía y aminoácidos como se detalla en la Tabla 1 (Ravindran, 2015).

Los alimentos de finalización para pollos de engorde (Broiler Finisher) representan el mayor volumen y costo de la alimentación de un pollo de engorde. Por lo tanto, es importante que los alimentos estén diseñados para maximizar el rendimiento financiero para el tipo de productos que se producen (ver Tabla 1). Los alimentos de finalización deben administrarse desde los 25 días hasta el procesamiento (Ravindran, 2015).

2.2.1. Requerimientos de proteínas para pollos de engorde:

El crecimiento de los pollos de engorde depende del nivel de una proteína equilibrada junto con otros nutrientes. La necesidad del cuerpo de proteínas es en realidad una necesidad de aminoácidos, especialmente los aminoácidos esenciales. Para nuestra comodidad, en lugar de calcular los requisitos de aminoácidos, calculamos los requisitos de proteínas, ya que es fácil de calcular. El requerimiento de proteína del pollo en crecimiento incluye la cantidad de proteína necesaria para el mantenimiento más la cantidad necesaria para el crecimiento del tejido con un margen para las pérdidas en la digestión y el metabolismo (Li, et al., 2020).

2.2.2. Cálculo del requerimiento de proteína

Para el cálculo del requerimiento proteico en pollos Broilers se consideran los siguientes aspectos detallados por (ROSS, 2018)

- El 61% de la proteína total consumida es retenida por el cuerpo de un pollo en crecimiento.
- La proteína para el requisito de mantenimiento es de 1,6 g de proteína por kg de peso corporal, es decir, 250 mg N/kg de peso corporal.
- Para el crecimiento del tejido: Como el músculo contiene un 18% de proteína, el requerimiento de proteína será la ganancia diaria en g multiplicada por 0,18.

- Para el crecimiento de las plumas: La pluma contiene 82% de proteína y el 7% del peso corporal es pluma. Entonces, el requerimiento de proteína será la ganancia diaria en g $\times 0.07 \times 0.82$.
- El requerimiento diario de proteína total para un pollo en crecimiento será:

(Peso corporal en kg $\times 1,6$ g) + (ganancia diaria en g $\times 0,18$) + (ganancia diaria en g $\times 0,07 \times 0,82$)

Esto es en realidad proteína retenida (61%). Entonces, la ingesta real será:

= (Peso corporal en kg $\times 1,6$ g) + (ganancia diaria en g $\times 0,18$) + (ganancia diaria en g $\times 0,07 \times 0,82$) $\times 100 / 61$

2.2.3. Aminoácidos:

El requerimiento total de proteína se puede satisfacer fácilmente, pero en animales monogástricos la nutrición con proteínas es en realidad una nutrición con aminoácidos, por lo que es más importante satisfacer el requerimiento de aminoácidos que el porcentaje de proteína cruda que satisface. En general, hay diez aminoácidos esenciales para la tasa de glicina de aves de corral y la arginina rara vez se requiere adicionalmente (Lozano, 2018).

La glicina es necesaria porque el producto final del metabolismo de la proteína en las aves es ácido úrico, no es urea y se requiere la biosíntesis de glicina de ácido úrico. La glicina se puede sintetizar a partir de la queratina y la serina siempre que la vitamina B12, el ácido fólico y la piridoxina no sean deficientes. La arginina es para aves de corral porque produce urea y ornitina, ornitina muy esencial porque junto con la glicina se requiere para la desintoxicación de compuestos aromáticos en el hígado. La cisteína y la tirosina son semiesenciales porque este aminoácido se puede obtener a partir de la metionina y la fenilalanina (Li, et al., 2020).

2.2.4. Minerales:

Los minerales que se requieren en mayor porcentaje en el organismo son los macrominerales y aquellos que se requieren en mínimos porcentajes se los

conocen como microminerales. En sí, los minerales son los encargados de mantener la vida y salud del organismo. En las aves, los macrominerales requeridos con el calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio y cloro: en cuanto a microminerales tenemos cobre, azufre, yodo, cadmio, cobalto hierro, manganeso y molibdeno. La adecuada dosificación de minerales dentro de la alimentación de aves, se encuentra relacionada a bajas condiciones de estrés y menor porcentaje de mortalidad (Amazan, et al., 2012).

2.2.5. Vitaminas:

Se presentan en bajas concentraciones y son compuestos orgánicos responsables de un sinnúmero de procesos esenciales, al punto de que si se presenta una avitaminosis puede causar la muerte del organismo. Las vitaminas se clasifican según su clase y estructuración, dentro de ellas se encuentran las liposolubles e hidrosolubles, dentro del grupo de las liposolubles esta la Vitamina A, D, E y K; en el grupo de las solubles esta la vitamina C y el complejo B. Las vitaminas hidrosolubles se pueden producir en la flora intestinal de los ciegos, aunque no es lo suficiente para cubrir la demanda, excepto la vitamina C, por esta razón se considera innecesaria el aporte de esta vitamina en la dieta del ave (Lozano, 2018).

2.2.6. Requerimientos de otros nutrientes

La concentración máxima de fibra cruda (FC) y sal (NaCl) en la dieta de los pollos de engorde debe ser del 5 % y el 0,5 %, respectivamente. Las cenizas insolubles en ácido no deben ser más del 2,5 % en los alimentos para pollos de engorde. Una mayor ingesta de estos componentes reduce la eficiencia de utilización del alimento. Los niveles de calcio (Ca) y fósforo total (P) deben ser como mínimo del 1 % y del 0,7 %, respectivamente, mientras que el fósforo disponible debe ser como mínimo del 0,45 % en todos los tipos de raciones para pollos de engorde (Li, et al., 2020).

2.3. Producción avícola:

La producción avícola en el mundo está controlada por empresas productoras, entre ellas la principal es la empresa brasileña JBS, encabezando el primer lugar

en el mundo con un sacrificio de más de 4.000 millones de aves por año, y en segundo lugar se encuentra la empresa Tyson Foods. En el 2019 y 2020 se crearon 16 nuevas empresas en Estados Unidos entrando en las 50 empresas más grandes del mundo. El gigantesco asiático, China, también incluyó 9 empresas clasificando entre las 25 empresas más grandes del planeta, pero debido al impacto del Covid19, su participación disminuyó considerablemente. En Latinoamérica están las empresas Industrias Bachoco de México, San Fernando en Perú, y el conglomerado DIP-CMI que abarca Costa Rica, Guatemala, Honduras y El Salvador (Clements, 2020).

2.3.1. Producción del pollo de engorde

La etapa de crecimiento del pollo de engorde es una parte sustancial del proceso completo integrado de producción de carne, el mismo que incluye una serie de espacios, instrumentos e intercesores tales como: molinos de alimentos, granjas de reproductoras, plantas de incubación o incubadoras, granjas de pollos de engorde, procesadores, vendedores minoristas y consumidores (ver Imagen 1) (ROSS, 2018).

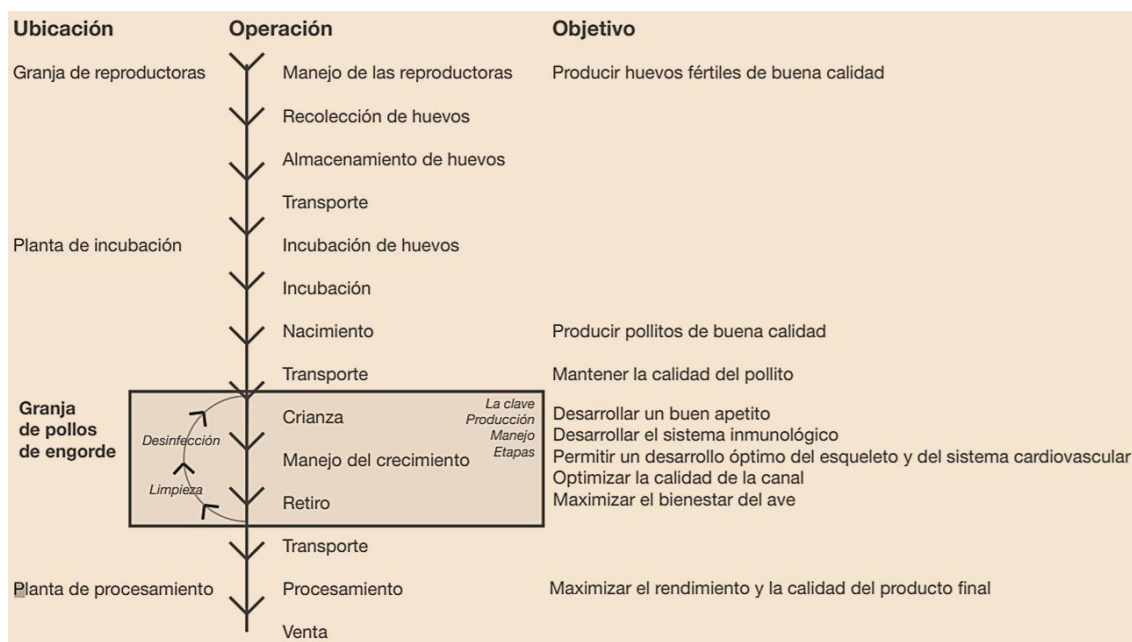


Figura 1. Producción de carne de pollo de engorde de calidad – proceso completo.

Fuente: ROSS, (Manual de Manejo de pollos de engorde, 2018, pág. 6)

2.3.2. Producción avícola en Ecuador

En el Ecuador el sector avícola crece paulatinamente desde el 2018 al 2020 ha incrementado el 27% su producción. El 87.7 % de crianza avícola se da por el sector industrial y el 15.3% en el campo. Este sector se centra en las 24 provincias del país, pero el 80% de esta producción está centrada en provincias como Guayas, Pichincha, Tungurahua, Santo Domingo, Manabí, El Oro, Cotopaxi, Imbabura y Pastaza. En el Ecuador el sector avícola esta con la balanza negativa, en lugar de exportar se está importando 0.16 miles de toneladas anuales de EE-UU, Perú, Cuba, Colombia y Brasil (Hoyos Muñoz, 2017).

2.4. Colocasia esculenta (L) schott

La papa china es de origen asiático, siendo India y Malasia los primeros países que la cultivaron. Se extendió por Europa y durante la conquista del nuevo continente fue traída por personas que se adueñaron de las tierras y la cultivaron (Bonilla & Dario, 2018).

La papa china pertenece a la familia de las aráceas, en las que están incluidos todos los tubérculos o raíces, como por ejemplo la remolacha, zanahoria, etc. Tiene diferente nombre según el lugar donde se encuentre por nombrar: bore, quisquis que, taro, y su nombre científico es *Colocasia esculenta*. (Songor & Tenesaca, 2019).

Los tubérculos de este producto, tiene niveles elevados de almidón y proteínas, complejo B en cantidades razonables y azúcares; además, alcanza una altura de hasta 2 metros. El contenido de almidón supera el 80%, por lo que puede ingresar como una ración balanceada para alimentación animal (Moya, 2018).

2.4.1. Características:

Su nombre científico "*Colocasia esculenta*" de origen asiático. Se cree que el primer cultivo en el Ecuador fue en la provincia del Oro. Su conformación es gruesa y arrugada, tiene dos colores que lo caracterizan marrón y casi negro, está rodeado por un espeso revestimiento fibroso y durante la cosecha es de

fácil remoción. Pertenece a la familia de las herbáceas de rizomas engrosados, sus hojas tienen forma de corazón, llegan a alcanzar en su etapa adulta de 1-3 metros, no posee tallo aéreo porque tiene un corno elipsoidal, y su pulpa es de color blanco. Se ha convertido en un alimento tradicional en varias áreas tropicales donde es cultivada. No debe consumirse cruda ya que es indigerible y tiene sustancias ergásticas en las células de la planta (Sharma et al., (2020).

2.4.2. Factores antinutricionales de la papa china:

Posee alto contenido de cristales de oxalato de calcio, principalmente causa irritación y ardor en la boca cuando son consumidos en estado natural. Cuando se administra de forma cruda y en grandes cantidades puede causar envenenamiento, ya que tiene sustancias irritantes para el sistema digestivo (Moya, 2018).

2.4.3. Influencia de la papa china en la alimentación animal:

Colocasia esculenta forma parte de la familia de los tubérculos, su alto contenido de almidón y fibra dietética ha sido utilizada como alimento para el hombre y, ahora sus rechazos como alimento animal en especial para aves y cerdos. A la papa china se la considera como fuente barata de carbohidratos en relación con cereales u otros tubérculos. Es digerible ya que tiene un almidón con un diámetro menor frente a otros tubérculos. Este producto al no tener un proceso de cocción suele ser peligroso debido a los altos niveles de oxalato de calcio, por ello es muy recomendable un tratamiento previo antes de darle a los animales (Yungan et al., (2016).

2.4.4. Harina de papa china:

La *Colocasia esculenta* de ser procesada en harina, genera un gran aporte a la alimentación humana y animal. A los animales les brinda una fuente de vitaminas y minerales que influyen en el desarrollo de los animales en el área de nutrición. Esta harina proporcionaría mayor digestibilidad al momento del consumo animal, además de constituir una fuente nutritiva para su correcto desarrollo y producción, ya sea carne, huevos o leche, gracias a que cuenta con un importante aporte de carbohidratos, proteínas y minerales (Enver & Cargua, 2017).

2.4.5. Suplementos nutricionales:

Estos suplementos nutricionales no son medicamentos, más bien es una formulación de un producto que, en la mayoría de casos son de origen natural y en otros solo apoyan y complementan la nutrición. Su principal ventaja es que no tienen efectos adversos si se lleva a cabo de manera ordenada sus indicaciones, casi todos provienen de plantas y alimentos naturales (Caicedo, et al., 2015). La dieta en la alimentación animal debe ser rica en nutrientes, todos los suplementos adicionan valores nutritivos que a veces no están presentes en la ingesta cotidiana que requieren los animales. El suplemento nutricional da al animal gran cantidad de elementos energéticos, proteicos y minerales con el objetivo que logren rentabilidad (García & García, 2015).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el sector de Monay Banguachi, perteneciente al cantón Cuenca, provincia del Azuay, el cual se encuentra ubicado a 2560 m.s.n.m., con una temperatura que varía entre 7-17 grados centígrados, la humedad es relativa entre 78 a 86% y su precipitación es de 1612 mm.

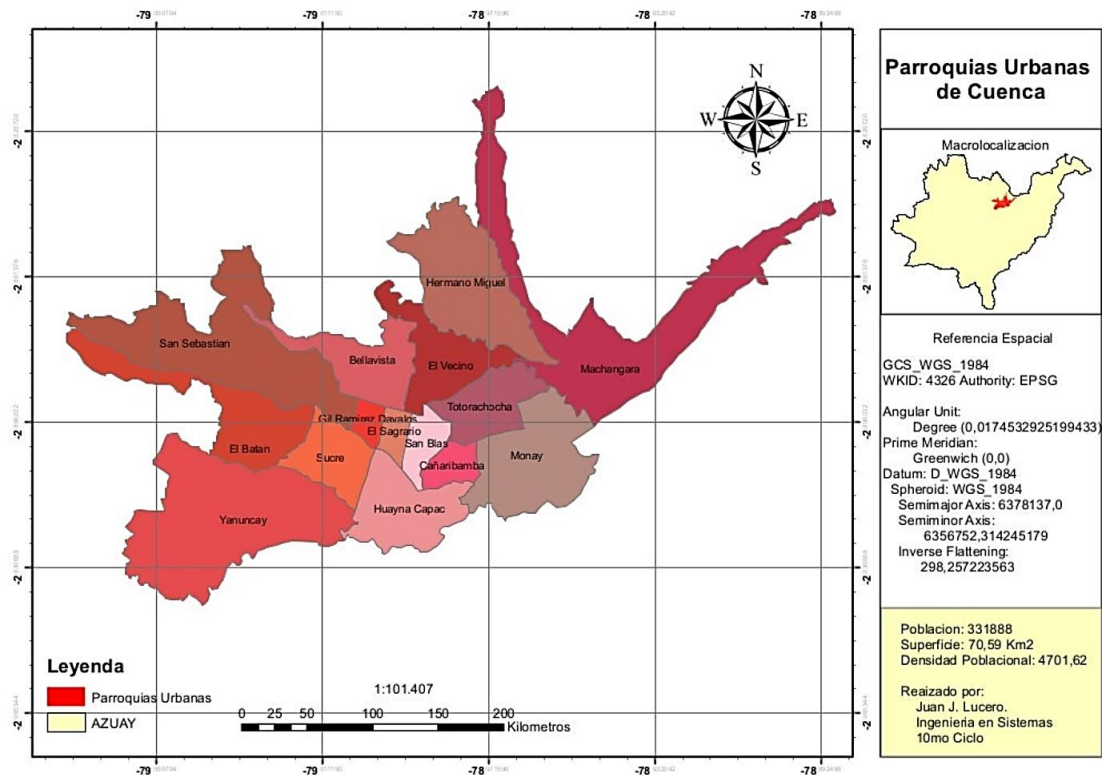


Figura 2. Mapa de ubicación del proyecto, provincia del Azuay, ciudad Cuenca, parroquia Monay Baguanchi

Fuente: (Lucero J 2014)

3.2. Materiales:

3.2.1. *Materiales de campo*

- Infraestructura
- Registros
- Equipo de bioseguridad personal

3.2.2. *Material de oficina*

- Libreta de apuntes
- Computadora
- Cámara fotográfica

3.2.3. *Equipos*

- Balanza
- Biológicos
- Pollos Cobb 500
- Balanceado
- Papa China "*Colocasia esculenta*"
- Vacunas

3.3. Procedimiento

3.3.1. Adecuación de Infraestructura:

Los galpones para la crianza de los pollos en estudio son de hormigón, con dimensiones de 120 m², cada lote de aves fue rotulado con su respectivo tratamiento y repetición. Se realizó la limpieza de los galpones y se aplicó una solución de amonio cuaternario para su desinfección, se procedió de igual manera con sus bebederos y comederos. Finalmente, se adecuó la cama, el ambiente, los comederos y bebederos para recibir a los pollitos siguiendo las normas respectivas.

3.3.2. Fase o etapa 1. Elaboración de raciones alimenticias

Para la formulación del alimento balanceado se ajustaron los requerimientos nutricionales de las aves, en base a la etapa fisiológica de los pollos broiler. Para su elaboración se utilizó el procedimiento que se describe a continuación:

Selección, limpieza, deshidratación y trituración:

La papa china es la materia prima principal de la investigación, por lo que su selección es importante. En este aspecto, se escogieron aquellas que ya hayan cumplido su etapa de madurez y que no tengan impurezas y se descartaron las papas que estaban partidas por la mitad o estropeadas.

Las papas chinas que se destinaron como materia prima debían pasar por un proceso de lavado y desinfección, para posterior a ello, ser cortadas en hojuelas finas, con el fin de facilitar el secado.

Para la deshidratación se utilizó una estufa de aire forzado, facilitando la trituración de la misma. Una vez que fueron secadas y deshidratadas, se procedió a su trituración mediante un molino mecánico y para calibrar el tamaño de partícula se usaron tamices.

3.3.3. Fase o Etapa 2.

Tratamientos:

Se formularon las raciones alimenticias en base a los requerimientos nutricionales de las aves, dependiendo de su etapa fisiológica. Los niveles de inclusión de *Colocasia esculenta* fueron acoplados como sustituto parcial del maíz, ajustando el nivel óptimo energético en todas las raciones alimenticias. El periodo de experimentación para cada grupo experimental fue delimitado hasta los 49 días.

Descripción de los tratamientos:

T0= Testigo, netamente alimento Wayne balanceado tradicional.

T1= Balanceado comercial en mezcla con un 10% de harina de Papa China.

T2= Balanceado comercial en mezcla con un 15% de harina de Papa China.

T3= Balanceado comercial en mezcla con un 20% de harina de Papa China.

3.3.3.1. Análisis nutricionales

Los análisis nutricionales, realizados en el laboratorio SETLAB - servicios de transferencia y laboratorios agropecuarios, evidencian que las dietas experimentales contenían porcentajes similares de nutrientes (ver Cuadro 2) pese a tener concentraciones de papa china diferentes. No obstante, a diferencia de la composición nutricional del balanceado sin alteración (T0), las dietas experimentales presentaron mínimas mejoras en dicha composición.

De acuerdo a la composición nutricional de los ingredientes utilizados en este experimento, se deduce que la humedad tiene los valores más altos en el balanceado sin alteración (T0). Es decir, a medida que aumenta la concentración de harina de papa china, la humedad final de la mezcla disminuye (Cuadro 2), tratándose de una relación inversamente proporcional. Esto implicaría que el balanceado tiene mayor higroscopia que la harina de papa china.

Cuadro 2. Composición nutricional de la harina de Papa china y dietas experimentales

Parámetro	Harina de Papa china	*Alimento balanceado T0	10% Papa china T1	15% Papa china T2	20% Papa china T3	Método/Norma dietas experimentales
Humedad total (%)	7,27	13,00	11,83	12,73	11,96	AOAC/Gravimétrico
Materia seca (%)	92,73	--	88,17	87,27	88,04	AOAC/Gravimétrico
Proteína (%)	8,17	20,0–24,0	24,76	24,55	24,22	AOAC/Kjeldahl
Fibra (%)	11,05	4,00	5,03	4,89	5,11	AOAC/Gravimétrico
Grasa (%)	1,02	7,00	6,17	6,33	6,27	AOAC/Goldfish
Ceniza (%)	3,37	10,00	7,61	7,32	7,90	AOAC/Gravimétrico
Materia orgánica (%)	96,63	--	92,39	92,68	92,10	AOAC/Gravimétrico

Fuente: Autor, resultados de análisis del laboratorio SETLAB, 2022.

*Composición nutricional detallada en información del empaque del producto.

Por otro lado, se aprecia que los porcentajes de proteína en los tratamientos presentan un considerable aumento en comparación al balanceado sin alteración. Sin embargo, se puede precisar que mientras aumenta la cantidad de harina, disminuye la cantidad de proteína en la dieta. A diferencia de esta tendencia, se observa que los valores de grasa y fibra muestran una tendencia independiente a la mezcla. En ambos casos, la adición de la harina de papa china aparenta una mejora en la composición nutricional del alimento balanceado neto.

Cada tratamiento constaba de 100 individuos divididos en 4 réplicas (25 en cada una), a los que se les proporcionó el alimento con su respectivo porcentaje de balanceado con harina de Papa China.

3.3.4. Fase o Etapa 3. Registro de datos

Los registros de datos sobre los parámetros productivos (consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, ganancia de peso, y mortalidad) fueron registrados semanalmente, a excepción del peso a la canal que se evaluó al finalizar el periodo de tratamiento en el día 49.

Los datos de digestibilidad fueron analizados en tres fases con intervalos de 15 días (15-30-45 días de edad de las aves), para ello se utilizaron jaulas metabólicas, recolectando las heces en un período de 24h.

Una vez obtenidos los datos totales posterior a todo el procedimiento descrito, se procedió a registrar y tabular los datos para su respectivo análisis de resultados.

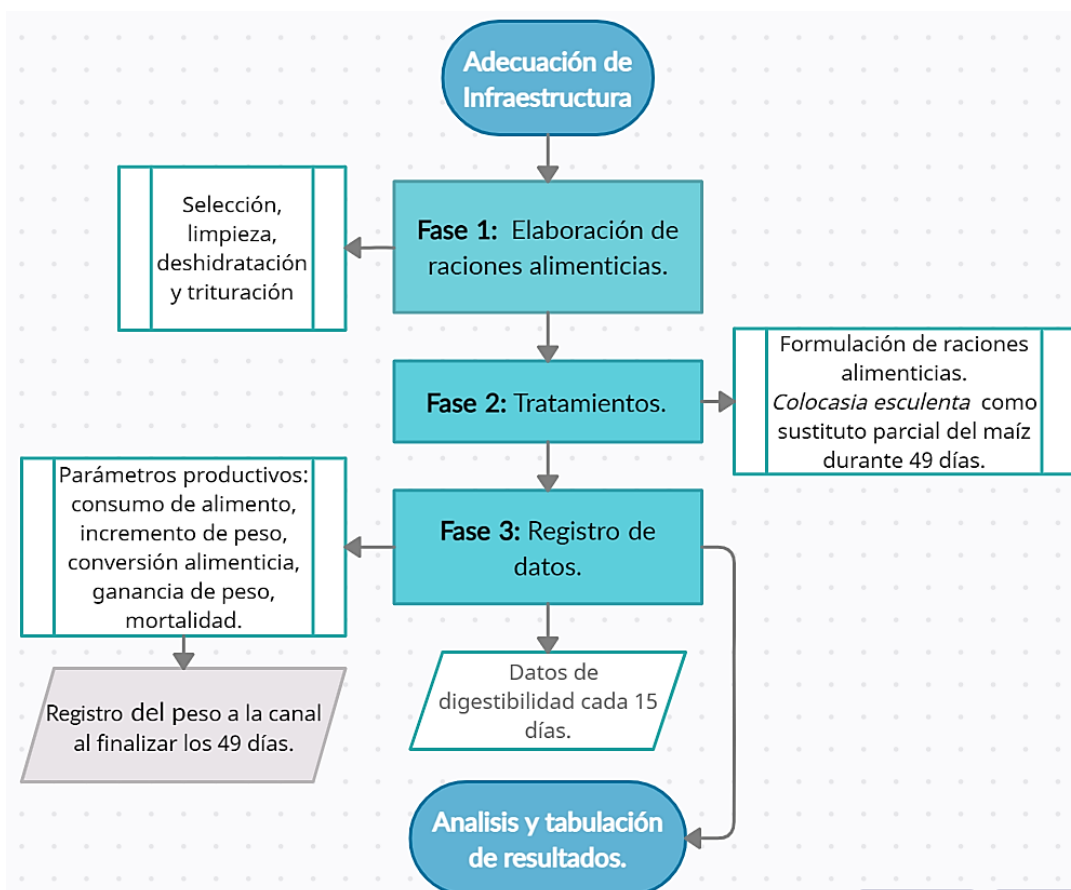


Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento experimental.

Fuente: Por el mismo autor

3.4. Procesamiento de parámetros de producción

3.4.1. Consumo de alimento

El consumo de alimento fue determinado durante el periodo de experimentación, registrando la ración ofrecida y la rechazada.

$$\text{Cons. Alimento} = \text{Alimen. Suministrado} - \text{Alimen. Sobrante}$$

3.4.2. Ganancia de peso

Los individuos experimentales fueron pesados al inicio del experimento y posteriormente cada 7 días. De esta manera se determinó el incremento de peso de cada pollo, restando del peso final el peso inicial, a lo largo de los ensayos.

$$Ganancia\ peso = P. Inicial - P. Final$$

3.4.3. Conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia es un indicador que se utiliza habitualmente en todo tipo de ganadería, así como en el ámbito de la investigación. Puede proporcionar una buena indicación de cuán eficiente puede ser un alimento o una estrategia de alimentación (Mariño- Guerrero & Roa-Vega, 2021).

En el presente proyecto, el factor de conversión alimenticia (FCA) se calculó de la siguiente manera:

$$FCA = \frac{Consumo\ de\ alimento}{Incremento\ peso}$$

3.4.4. Mortalidad

La mortalidad fue calculada en términos de porcentaje, dividiendo el número de individuos experimentales muertos al finalizar el experimento para el total de animales adquiridos inicialmente, multiplicado por 100.

$$\% Mortalidad = (Total\ de\ animales\ vivos / Total\ de\ animales\ muertos) * 100$$

3.5. Digestibilidad de la papa china

Para el periodo experimental de digestibilidad *in vivo* se manejó un total de 400 pollos, analizando 100 pollos por tratamiento, y 25 por repetición. Los datos de digestibilidad fueron analizados en tres fases con intervalos de 15 días (15-30-45 días de edad de las aves), para ello se recolectaron las heces de las aves utilizando jaulas metabólicas, en un período de 24h.

Todas las muestras de las dietas experimentales y excretas de las aves se enviaron a un laboratorio calificado para la determinación de humedad, materia inorgánica, materia seca, fibra cruda y proteína bruta, en base al método detallado en el Cuadro 2. Los resultados obtenidos fueron utilizados para estimar la digestibilidad aparente a través de la siguiente fórmula (Atchade et al., (2019):

Digestibilidad Aparente

$$= \frac{(\% \text{Nutrientes en el alimento} * FI) - (\% \text{Nutrientes en las heces} * FO)}{\% \text{Nutrientes en el alimento} * FI} \times 100$$

Donde:

FI= consumo de alimento

FO= producción fecal

3.6. Análisis Estadístico:

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), analizando la variabilidad de los datos y dependiendo de ello utilizar análisis paramétrico o no paramétrico.

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1. Análisis de la variable Consumo de alimento

Los resultados del análisis de la variable consumo de alimento de los pollos Broilers por semana y tratamiento se detallan en el Cuadro 3. Se registró que no existe diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0,05$), durante la fase pre inicial y de engorde, semanas 1 y 4, 5, respectivamente. Mientras que, en la fase de crecimiento, semanas 2 y 3, y en las semanas finales (6 y 7) se observa diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$), registrándose el mayor consumo durante en la semana 6, que corresponde al tratamiento T0, con 1120,39 g (Figura 4).

Cuadro 3. Consumo de alimento en pollos Broilers suplementados con harina de papa china

SEMANAS	Consumo de alimento semanal por pollo (g)			
	TRATAMIENTOS			
	MEDIAS			
	T0	T1	T2	T3
1	53,08 ^a	59,48 ^a	52,54 ^a	55,81 ^a
2	180,78 ^a	209,89 ^{ab}	234,41 ^b	184,35 ^a
3	377,69 ^a	314,33 ^a	396,28 ^a	366,65 ^a
4	752,01 ^c	569,21 ^b	449,05 ^a	479,60 ^a
5	785,40 ^a	832,60 ^a	765,20 ^a	803,91 ^a
6	799,85 ^a	899,85 ^b	809,99 ^a	873,89 ^b
7	1120,39 ^c	970,44 ^b	956,14 ^b	893,30 ^a

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

En la Figura 4, se presentan los datos de forma más detallada.

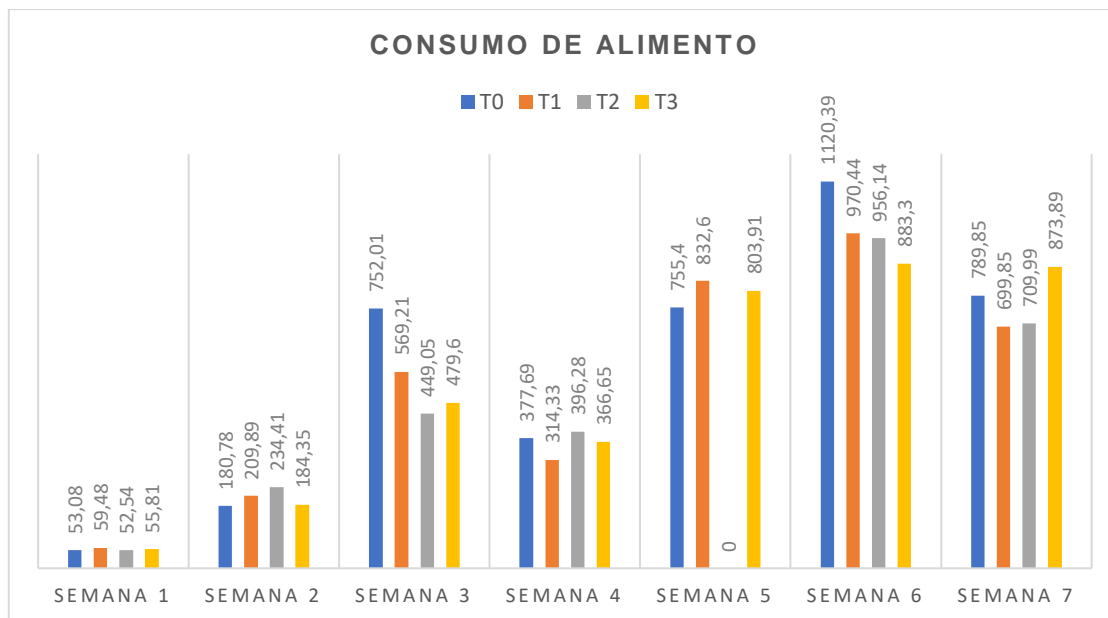


Figura 4. Registro de consumo de alimento de los pollos broilers a lo largo del periodo experimental.

4.2. Análisis de la variable Peso semanal

Los resultados del análisis de la variable Peso semanal de los pollos Broilers, por semana y tratamiento, son detallados en el Cuadro 4. Se evidencia diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0,05$) durante las semanas 2, 3, 4, 5, 6 y 7, alcanzando el peso final más alto en la semana 7, resultado del T0 con 2712,58 g (Figura 5). En la semana 3, 4, 5 y 6 los pesos más altos los tienen los individuos del Testigo (T0). No se registraron diferencias significativas en la semana 1.

Cuadro 4. Análisis del peso semanal de los pollos (g)

SEMANAS	Peso semanal (g)			
	TRATAMIENTOS			
	MEDIAS			
	T0	T1	T2	T3
1	105,05 ^a	110,93 ^a	102,98 ^a	104,51 ^a
2	245,46 ^a	286,85 ^b	297,63 ^b	258,50 ^a
3	806,78 ^b	706,69 ^b	643,46 ^a	617,41 ^a
4	1068,74 ^b	927,60 ^a	885,78 ^a	873,95 ^a
5	1634,60 ^b	1476,56 ^b	1427,08 ^a	1403,14 ^a
6	2257,70 ^c	1975,99 ^b	2017,59 ^b	1949,56 ^a
7	2712,58 ^b	2483,94 ^a	2518,30 ^a	2456,50 ^a

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

En la Figura 5, se representan los valores resultantes registrados cada semana, por tratamiento, con relación al Peso neto de los animales en el periodo experimental. En comparación con las dietas experimentales (T1, T2, T3), los individuos de T0 mostraron un mejor peso a partir de la etapa de crecimiento (desde la semana 3). El peso promedio de los individuos de T0 fue 2712,58 g en la semana final, seguido por el peso promedio de los individuos de T2, que fue de 2518,3 g. No obstante, los valores de la semana final no presentan diferencias significativas entre tratamientos experimentales.

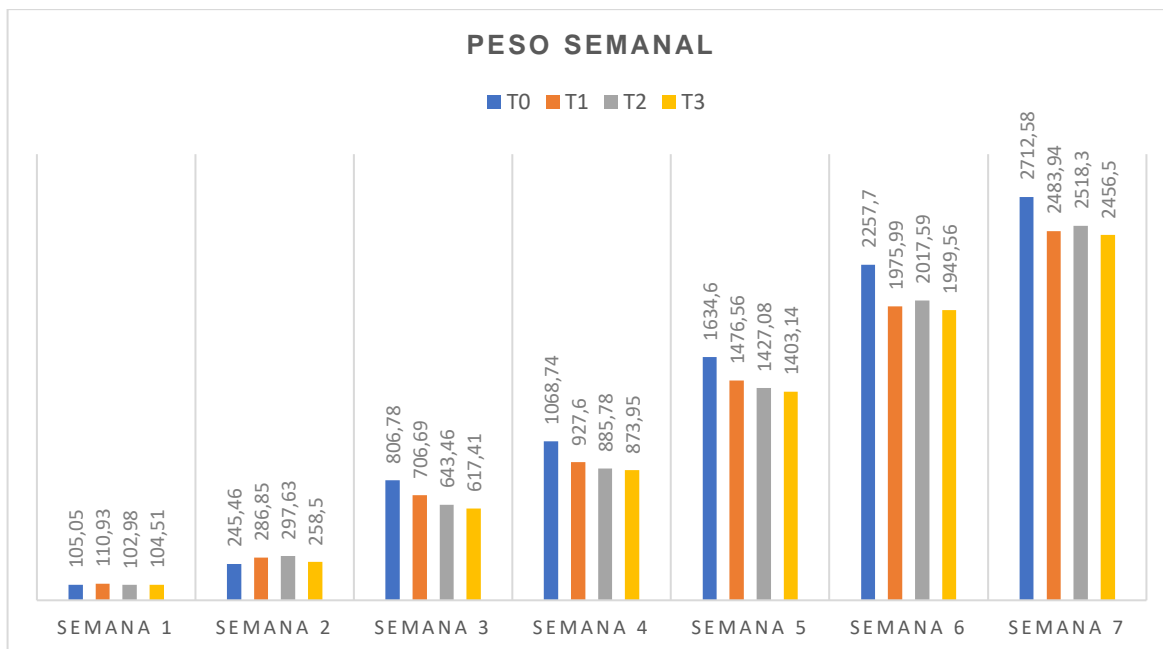


Figura 5. Registro de peso neto semanal de los pollos broilers a lo largo del periodo experimental.

4.3. Análisis de la variable ganancia de peso

Los resultados del análisis referente a ganancia de peso, por semana y tratamiento, se presentan en el Cuadro 5. Se observó diferencia estadística ($p < 0,05$) durante la fase de crecimiento, semanas 2 y 3, y en la semana final (7). Como se detalla en la Figura 6, los individuos del tratamiento T2 sobresalieron durante la segunda semana con un incremento de peso de 194,65 g y en la semana 4, con un incremento de 279,81 g. Por otro lado, los individuos del tratamiento T0 registraron los mayores valores de incremento de peso durante las semanas 3, 5 y 6, despuntando en la semana 6 con 623,1 g de peso promedio ganado (Figura 6). En la semana 7, la mayor ganancia de peso lo tuvieron los individuos del tratamiento T3, alcanzando un promedio de 506,9 g (Figura 6).

Cuadro 5. Ganancia de peso en pollos Broilers suplementados con harina de papa china

SEMANAS	Ganancia de peso (g)			
	TRATAMIENTOS			
	MEDIAS			
	T0	T1	T2	T3
1	54,65 ^a	63,55 ^a	55,35 ^a	58,71 ^a
2	140,41 ^a	175,93 ^{bc}	194,65 ^c	153,99 ^{ab}
3	561,31 ^c	419,84 ^{bc}	345,84 ^a	358,89 ^{ab}
4	261,96 ^a	220,91 ^a	279,81 ^a	256,56 ^a
5	565,86 ^a	549,96 ^a	504,93 ^a	529,19 ^a
6	623,10 ^a	599,43 ^a	590,51 ^a	546,43 ^a
7	454,88 ^{ab}	407,95 ^a	413,21 ^a	506,94 ^b

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

En la Figura 6, se representan los valores obtenidos de cada semana, por tratamiento, de la ganancia de peso.

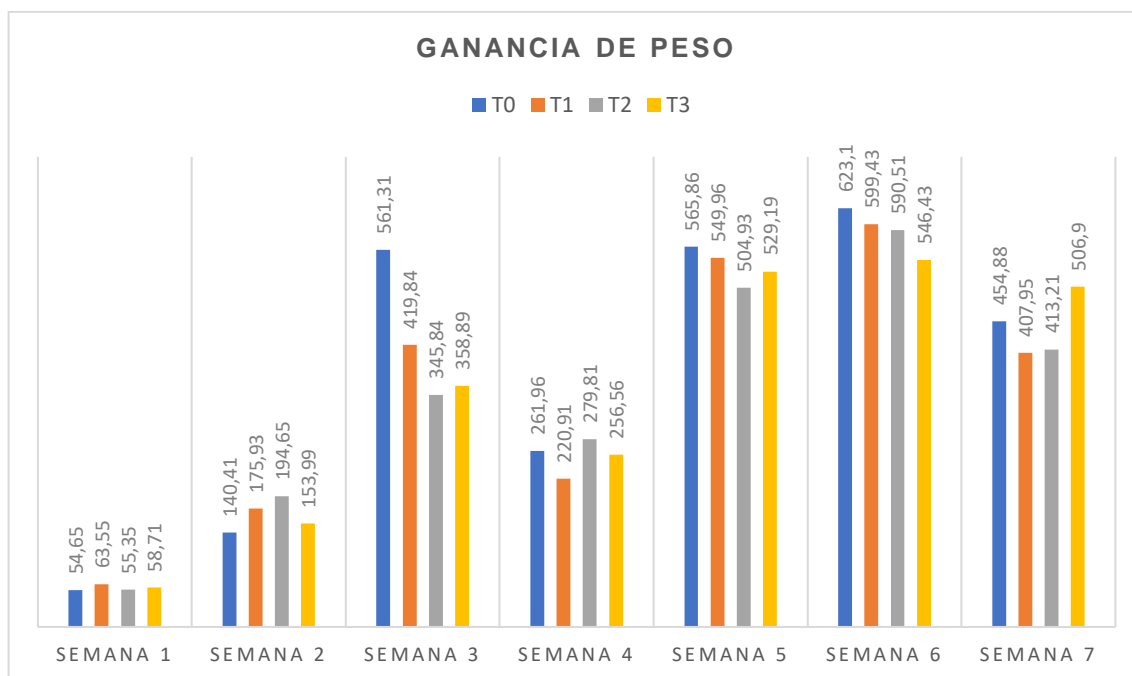


Figura 6. Registro de ganancia de peso de los pollos Broilers a lo largo del periodo experimental.

4.4. Análisis de la variable Conversión alimenticia

El análisis de conversión alimenticia de los pollos de engorde se exhibe en el cuadro 6. En detalle, no se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) durante las semanas 1 y 2 de la fase experimental. Sin embargo, en el resto de semanas se encontró diferencia significativa entre tratamientos y testigo ($p > 0,05$), pese a que los índices de conversión alimenticia fueron relativamente cercanos o similares (Figura 7).

Cuadro 6. Conversión alimenticia en pollos Broilers suplementados con harina de papa china

SEMANAS	Conversión alimenticia			
	TRATAMIENTOS			
	MEDIAS			
	T0	T1	T2	T3
1	0,97 ^a	0,98 ^a	0,97 ^a	0,97 ^a
2	1,20 ^a	1,19 ^a	1,21 ^a	1,20 ^a
3	1,34 ^c	1,33 ^{ab}	1,32 ^a	1,34 ^{bc}
4	1,44 ^b	1,42 ^a	1,42 ^a	1,43 ^a
5	1,54 ^b	1,52 ^a	1,52 ^{ab}	1,52 ^{ab}
6	1,64 ^b	1,62 ^a	1,62 ^a	1,62 ^a
7	1,74 ^b	1,72 ^a	1,72 ^a	1,72 ^{ab}

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

En la Figura 7, se presentan los datos de forma más detallada, evidenciando el incremento progresivo de esta variable en todas las semanas.

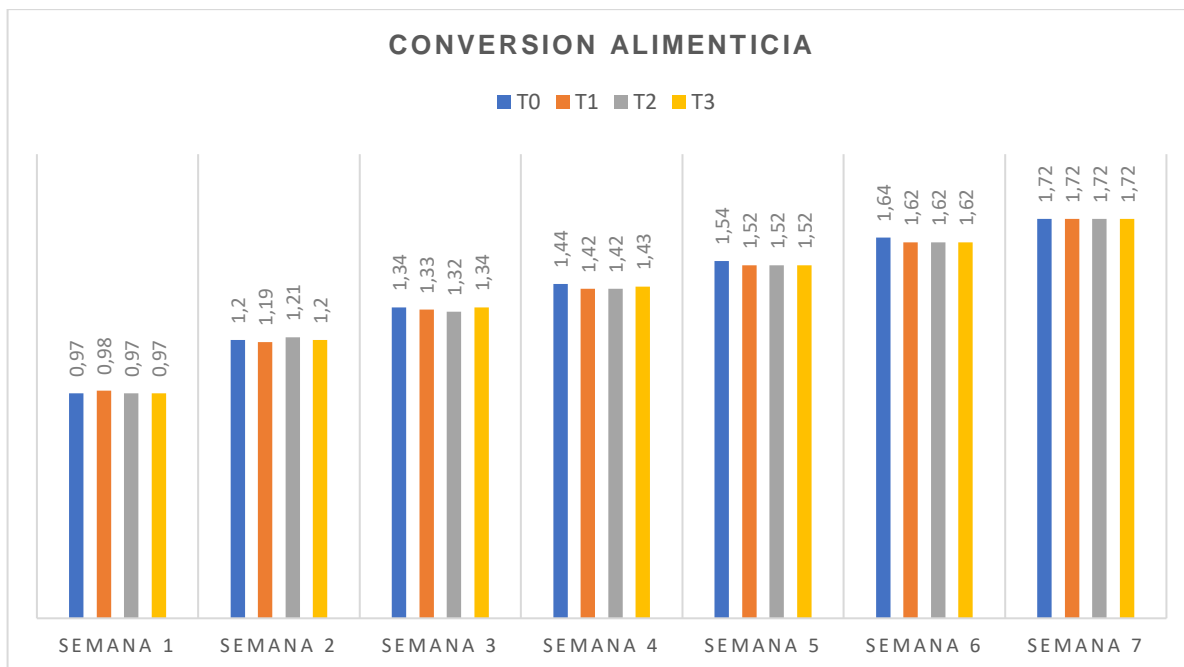


Figura 7. Registro del factor de conversión alimenticia (FCA) de los pollos Broilers a lo largo del periodo experimental.

4.5. Análisis de la variable porcentaje de mortalidad

Referente a la tasa de mortalidad, se determinó que el porcentaje de mortalidad más alto, en total, fue en la semana 1, con la pérdida de 14 individuos, correspondientes al 1.75%. El menor porcentaje de mortalidad registrado, por tratamiento, fue en la semana 7 con 0.12% (1 individuo) correspondiente al tratamiento T3, mientras que en los demás tratamientos no se registró ningún deceso. Al comparar la tasa mortalidad total, entre tratamientos, se registró que el menor porcentaje por tratamiento fue del 0.62% (5 individuos) del testigo, durante todo el periodo experimental.

Cuadro 7. Porcentaje de mortalidad de pollos Broiler

Semanas	T0	T1	T2	T3	Total/semana	% Total
1	2 (0,25%)	4 (0,5%)	3 (0,37%)	5 (0,62%)	14	1,75%
2	1 (0,12%)	1 (0,12%)	4 (0,5%)	2 (0,25%)	8	1%
3	1 (0,12%)	3 (0,37%)	1 (0,12%)	1 (0,12%)	6	0,75%
4		1 (0,12%)	2 (0,25%)	1 (0,12%)	4	0,50%
5	1 (0,12%)	1 (0,12%)	1 (0,12%)		3	0,38%
6		1 (0,12%)		2 (0,25%)	3	0,38%
7				1 (0,12%)	1	0,12%
Total/tratamiento	5 (0,62%)	11 (1,37%)	11 (1,37%)	12 (1,50%)	39	4,87%

En la figura 8, se presentan los porcentajes de mortalidad en su totalidad, por tratamiento y por semana hasta finalizar el periodo experimental, a detalle.

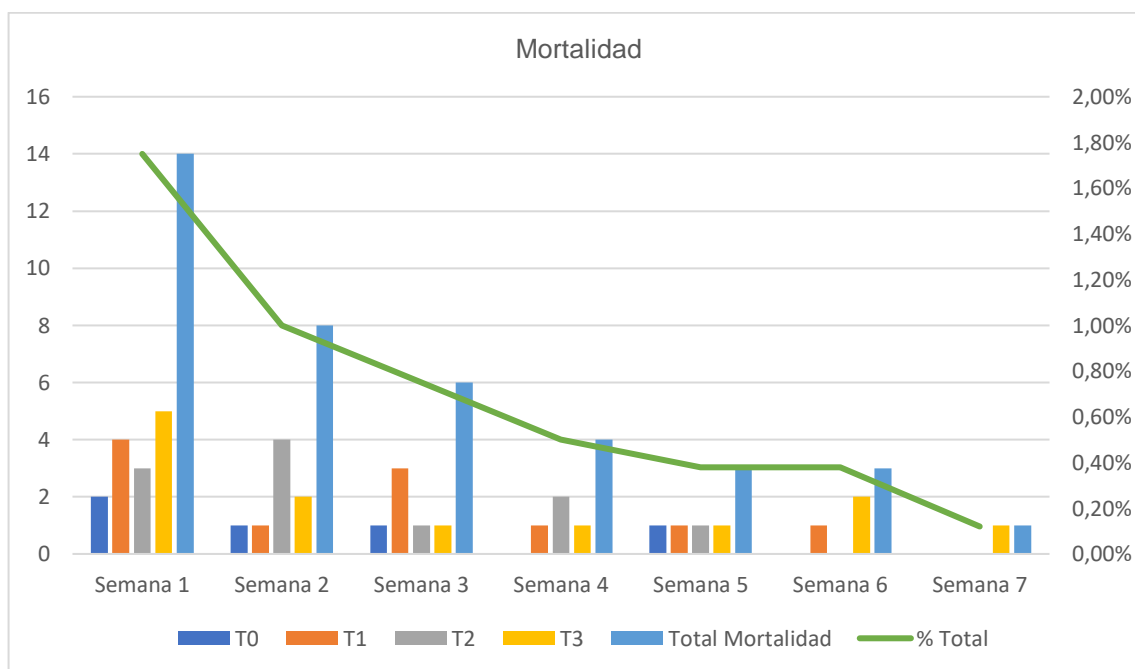


Figura 8. Porcentajes de mortalidad por tratamiento y por semanas durante el periodo experimental.

4.6. Análisis de la variable digestibilidad

4.6.1. Digestibilidad primera fase

El resultado de digestibilidad de la fase 1 (Día 21) se presenta en el cuadro 8, analizando materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra cruda (FC) y grasa.

Respecto a la digestibilidad de la MS y PB, se determinó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos experimentales y entre el testigo, en todos los casos. El valor más alto de digestibilidad de MS fue del tratamiento T0 con 73,20% y el valor más bajo correspondía a al porcentaje registrado en el tratamiento T3 con 65,96%. En cuanto a la digestibilidad de PB, en el tratamiento T1 se registra un 66,60%. La digestibilidad más alta de FC la alcanzó el tratamiento T3 con 22,70% mientras que el menor valor lo registró el tratamiento T1 con 16,30%. Finalmente, la digestibilidad resultante más alta de la grasa correspondió al tratamiento T1 con 69,37% y el valor más bajo fue para el testigo T0 con 64,83%.

Cuadro 8. Digestibilidad de los tratamientos en la primera fase de experimentación

PRIMERA FASE				
COMPONENTES DEL ALIMENTO	TRATAMIENTOS			
	T0	T1 (10%)	T2 (15%)	T3 (20%)
MS	88	88,17	87,27	88,04
PB	24	24,76	24,55	24,22
FB	4	5,03	4,89	5,11
GRASA	6	6,17	6,33	6,27
PRIMERA FASE				
RESIDUAL DE LOS COMPONENTES EN HECES	TRATAMIENTOS			
	TESTIGO	T1 (10%)	T2 (15%)	T3 (20%)
MS	23,58 ^a	23,99 ^{ab}	24,27 ^b	29,97 ^c
PB	5,16 ^a	8,27 ^c	7,83 ^b	7,89 ^b
FB	3,22 ^b	4,21 ^c	3,82 ^a	3,95 ^a
GRASA	2,11 ^{b c}	1,89 ^a	2,02 ^b	2,18 ^c
DIGESTIBILIDAD % - PRIMERA FASE				
	TESTIGO	T1 (10%)	T2 (15%)	T3 (20%)
MS	73,20 ^c	72,79 ^{bc}	72,19 ^b	65,96 ^a
PB	78,50 ^c	66,60 ^{bc}	68,11 ^b	67,42 ^a
FB	19,5 ^b	16,30 ^a	21,88 ^b	22,70 ^c
GRASA	64,83 ^a	69,37 ^c	68,09 ^{bc}	65,23 ^b

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

Analizados los datos de los componentes tanto en el alimento como en las heces, se procedió a presentar la digestibilidad en cada componente en su primera fase, como se observa en la Figura 9.

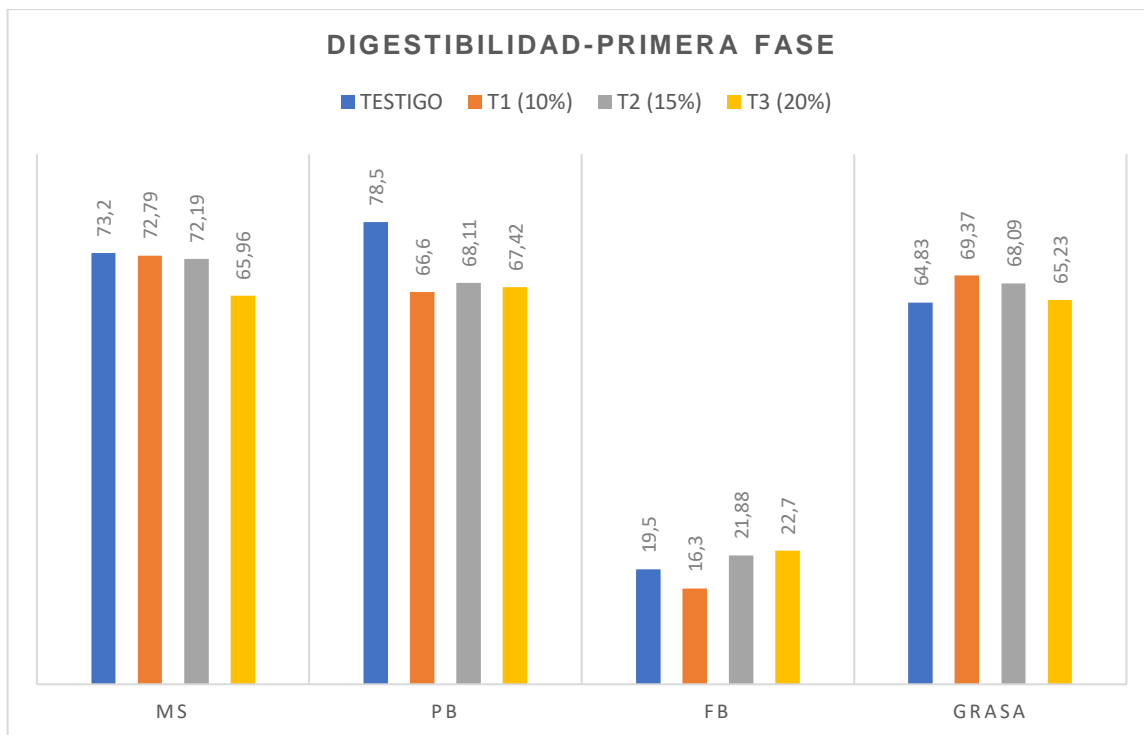


Figura 9. Registro de digestibilidad de los pollos broilers en la primera fase, a lo largo del periodo experimental.

4.6.2. Análisis de Digestibilidad segunda fase

Los resultados de digestibilidad en la segunda fase mostraron diferencia significativa entre tratamientos y nutrientes analizados. Para la MS y PB se encontró mayor digestibilidad en el tratamiento T0 con 76,05 y 79,92%, respectivamente. Los valores más bajos de digestibilidad de PB resultaron del tratamiento T3 con 72,92% y de T1 con 69,04%. Por otro lado, el tratamiento T3 mostró la mayor digestibilidad para la fibra y grasa con 35,12% y 71,24% respectivamente. Por último, el tratamiento T0 mostró la menor digestibilidad para la fibra con 0,50 % y, el tratamiento T1 para la grasa con 63,62%.

Cuadro 9. Digestibilidad de los tratamientos en la segunda fase de experimentación

SEGUNDA FASE				
COMPONENTES DEL ALIMENTO	TRATAMIENTOS			
	T0	T1 (10%)	T2 (15%)	T3 (20%)
MS	88	88,49	87,92	88,01
PB	24	23,77	23,31	24,04
FB	4	5,12	5,03	5,21

GRASA	6	6,02	6,24	6,19
SEGUNDA FASE				
COMPONENTES DE LAS HECES		TRATAMIENTOS		
	TESTIGO	T1 (10%)	T2 (15%)	T3 (20%)
MS	21,08 ^a	21,77 ^{ab}	22,79 ^{bc}	23,83 ^c
PB	4,82 ^a	7,36 ^c	6,35 ^{ab}	6,77 ^{bc}
FB	3,98 ^a	4,1 ^a	4,14 ^a	3,38 ^b
GRASA	2,16 ^b	2,19 ^b	1,92 ^a	1,78 ^a
DIGESTIBILIDAD – SEGUNDA FASE				
	TESTIGO	T1 (10%)	T2 (15%)	T3 (20%)
MS	76,05 ^c	75,40 ^{bc}	74,08 ^b	72,92 ^a
PB	79,92 ^c	69,04 ^a	72,76 ^b	71,84 ^{ab}
FB	0,50 ^a	19,92 ^b	17,69 ^b	35,12 ^c
GRASA	64,00 ^a	63,62 ^a	69,23 ^b	71,24 ^c

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

Presentados los componentes tanto en el alimento como en las heces, se procede a presentar la digestibilidad en cada componente en su segunda fase, representada en la Figura 10.

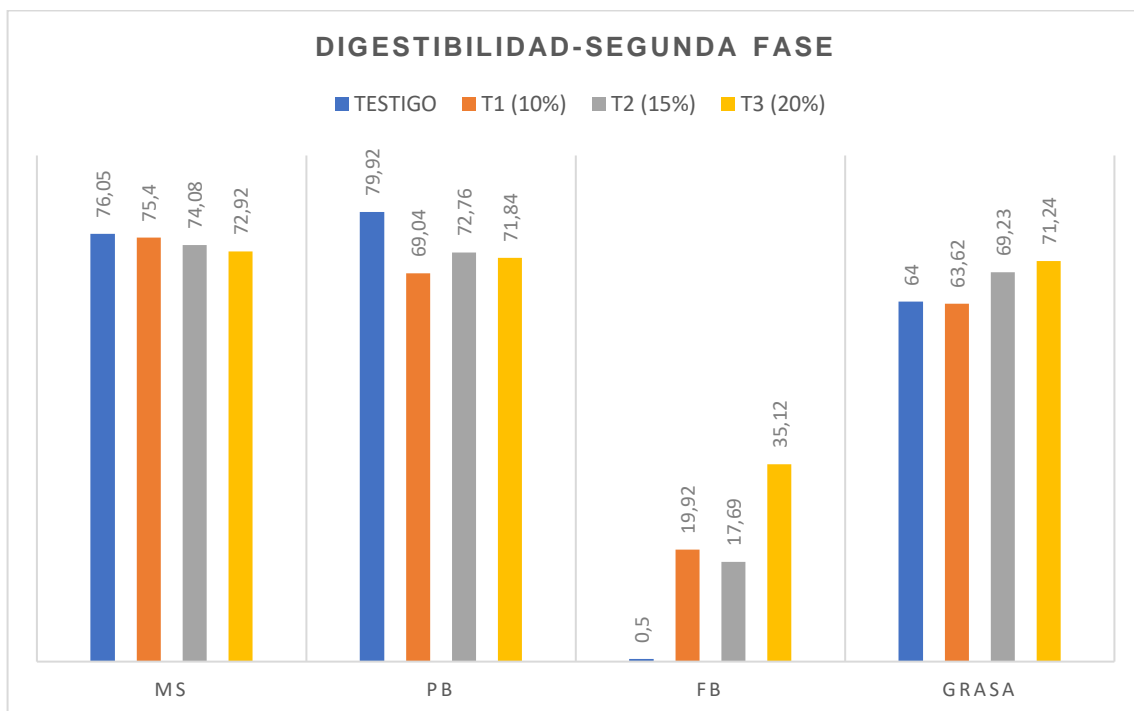


Figura 10. Registro de digestibilidad de los pollos broilers en la segunda fase, a lo largo del periodo experimental.

4.7. Análisis financiero

Con la finalidad de valorar la relación costo – beneficio que conlleva el uso de papa china en la alimentación de pollos Boiler, se tomaron en cuenta todos los costos de inversión del presente proyecto de investigación. Estos parámetros, correspondientes a la variable de egresos, fueron: alimentación convencional, alimentación experimental, infraestructura, pollos, personal, vacunas; mismos que se desglosan a detalle en el cuadro 10. De igual manera, se calculó un estimado de los posibles ingresos que se obtendría de la venta de los pollos Broiler al terminar el periodo de experimentación.

El análisis financiero fue calculado a partir de la resta del total de ingresos, el total de egresos, obteniendo como resultado la utilidad neta de los costos parciales.

$$\text{Utilidad} = \text{Total de Ingresos} - \text{Total de Egresos}$$

Cuadro 10. Descripción general de rubros para el cálculo de la utilidad del proyecto

EGRESOS		
Rubro	Detalle	Costes (\$)
	Balanceado testigo Wayne	
Alimentación	Ingredientes para formulación de alimento con papa china	\$1.633,00
	Harina de maíz	
	Harina de papa china	
Infraestructura	Acoplamiento del galpón	
	Tamo de arroz para el piso	\$1.200,00
Individuos experimentales	Pollos Broilers de 1 día	\$ 512,00
Sanitario	Vacunas Gumboro-Nwecastle- Bronquitis vitaminas	\$ 690,00

\$4.035,00

El total de ganancia teórica de la comercialización de los pollos broilers se obtiene a partir del coste por individuo por el total de pollos que sobrevivieron a lo largo de la experimentación, siendo 761 pollos.

Para obtener el beneficio neto de cada tratamiento experimental y comparar su utilidad, se calculó el beneficio de campo y el presupuesto invertido por tratamiento. El beneficio de campo fue obtenido a partir del precio aproximado de mercado por individuo. Mientras que el presupuesto por tratamiento se calculó en base a los costos de alimentación, tomando en cuenta los precios de las materias primas utilizadas, y el consumo observado de cada dieta.

$$\text{Costo de alimentación por ave} = \text{Consumo de alimento por ave (g)} * \text{costo de g de alimento}$$

En el cuadro 11 se exponen los costos relativos de cada una de las materias primas en relación a cada kg, con respecto a la formulación del balanceado inicial.

Cuadro 11. Costo de la ración alimenticia etapa inicial

Costo Racion alimenticia Inicial										
INGREDIENTE	COSTO	UNIDAD	COSTO x K	T0	10	\$	15	\$	20	\$
HARINA DE MAIZ	\$ 24.00	45	\$ 0.533	-	49.20	\$ 26.24	44.72	\$ 23.85	39.72	\$ 21.18
HARINA SOJA	\$ 34.00	45	\$ 0.756	-	33.50	\$ 25.31	33.50	\$ 25.31	33.50	\$ 25.31
HARINA CARNE	\$ 117.20	90	\$ 1.302	-	13.00	\$ 16.93	13.00	\$ 16.93	13.00	\$ 16.93
HARINA PAPA C	\$ 11.25	45	\$ 0.250	-	10.00	\$ 2.50	15.00	\$ 3.75	20.00	\$ 5.00
ACEITE SOJA (L	\$ 25.00	23	\$ 1.087	-	2.50	\$ 2.72	2.00	\$ 2.17	2.00	\$ 2.17
LISINA	\$ 189.00	45	\$ 4.200	-	0.15	\$ 0.63	0.15	\$ 0.63	0.15	\$ 0.63
METIONINA	\$ 270.00	45	\$ 6.000	-	0.23	\$ 1.36	0.23	\$ 1.36	0.23	\$ 1.36
TREONINA	\$ 243.00	45	\$ 5.400	-	0.12	\$ 0.64	0.12	\$ 0.64	0.12	\$ 0.64
SAL	\$ 24.30	45	\$ 0.540	-	0.38	\$ 0.20	0.38	\$ 0.20	0.17	\$ 0.09
ANTIMICOTICO	\$ 180.90	45	\$ 4.020	-	0.30	\$ 1.21	0.30	\$ 1.21	0.30	\$ 1.21
ATRAPANTE TC	\$ 189.00	45	\$ 4.200	-	0.30	\$ 1.26	0.30	\$ 1.26	0.30	\$ 1.26
ANTICOCCIDIAL	\$ 252.00	45	\$ 5.600	-	0.30	\$ 1.68	0.30	\$ 1.68	0.30	\$ 1.68
Costo x Kg				0.75		\$ 0.73		\$ 0.72		\$ 0.70
Costo x QUINTAL				\$ 30.00		\$ 29.35		\$ 28.73		\$ 28.18
PRIMERA ETAPA										

El costo del balanceado inicial por cada kg es de \$0,75 y por cada quintal fue de \$30 para el tratamiento Testigo (T0). Mientras que, el costo de producción de

los tratamientos experimentales por kg fue de \$0,73 (T1), \$0,72 (T2) y \$0,70 (T3). Posteriormente, el valor del quintal fue de \$29,35 (T1), \$28,73 (T2) y \$28,18 (T3).

En el cuadro 12 se representan los valores de cada una de las materias primas en relación a cada kg, con respecto a la formulación del balanceado final.

Cuadro 12. Costo de la ración alimenticia etapa final

Costo Racion alimenticia final											
INGREDIENTE	COSTO	UNIDAD	COSTO x K	T0	T10	\$	T15	\$	T20	\$	
HARINA DE MAIZ	\$ 24.00	45	\$ 0.53	-	55.42	29.56	44.90	23.95	40.18	21.43	
HARINA SOJA	\$ 34.00	45	\$ 0.76	-	30.20	22.82	30.20	22.82	30.20	22.82	
HARINA CARNE	\$ 117.20	90	\$ 1.30	-	3.99	5.20	3.99	5.20	3.99	5.20	
HARINA PAPA C	\$ 11.25	45	\$ 0.25	-	10.00	2.50	15.00	3.75	20.00	5.00	
ACEITE SOJA (L	\$ 25.00	23	\$ 1.09	-	2.49	2.71	2.49	2.71	0.99	1.08	
LISINA	\$ 189.00	45	\$ 4.20	-	0.15	0.63	0.15	0.63	0.15	0.63	
METIONINA	\$ 270.00	45	\$ 6.00	-	0.23	1.36	0.23	1.36	0.23	1.36	
TREONINA	\$ 243.00	45	\$ 5.40	-	0.12	0.64	0.12	0.64	0.12	0.64	
SAL	\$ 24.30	45	\$ 0.54	-	0.38	0.20	0.38	0.20	0.38	0.20	
ANTIMICOTICO	\$ 180.90	45	\$ 4.02	-	0.30	1.21	0.30	1.21	0.30	1.21	
ATRAPANTE TC	\$ 189.00	45	\$ 4.20	-	0.30	1.26	0.30	1.26	0.30	1.26	
ANTICOCCIDIAL	\$ 252.00	45	\$ 5.60	-	0.30	1.68	0.30	1.68	0.30	1.68	
AFRECHO	\$ 17.80	45	\$ 0.40	-	0.00	0.99	0.99	0.39	2.24	0.89	
CARBONATO DI	\$ 216.00	45	\$ 4.80	-	0.49	2.35	0.49	2.35	0.49	2.35	
Costo x Kg				\$ 0.75		\$ 0.67		\$ 0.66		\$ 0.63	
Costo x QUINTAL				\$ 30.00		26.74		26.20		25.04	
SEGUNDA ETAPA											

El costo del balanceado final por cada kg fue de \$0,75 y por cada quintal fue de \$30,00 para el Testigo (T0). El valor de producción de los tratamientos experimentales por kg fue de \$0,67 (T1), \$0,66 (T2) y \$0,63 (T3). Consecuentemente, el valor del quintal fue de \$26,74 (T1), \$26,20 (T2) y \$25,04 (T3).

Cuadro 13. Costo de producción 1kg carne

	Semana	T0	T1	T2	T3
Conversion alimenticia x Costo x Kg	1	\$ 0,73	\$ 0,72	\$ 0,70	\$ 0,68
	2	\$ 0,90	\$ 0,87	\$ 0,87	\$ 0,84
	3	\$ 1,01	\$ 0,97	\$ 0,95	\$ 0,93
	4	\$ 1,08	\$ 0,95	\$ 0,93	\$ 0,90
	5	\$ 1,15	\$ 1,02	\$ 1,00	\$ 0,96
	6	\$ 1,23	\$ 1,09	\$ 1,07	\$ 1,02
	7	\$ 1,30	\$ 1,15	\$ 1,13	\$ 1,09

Al evaluar el costo de producción de 1Kg de carne con respecto a la inversión en cada una de las semanas se deduce que, para producir 1kg de carne para la

última semana en el T0 se requiere \$1,30 de balanceado comercial. Mientras que para el T1 se requiere una inversión de \$1,15 de balanceado experimental, para T2 se requiere \$1,13 de balanceado experimental y para T3 se requiere \$1,09 de balanceado experimental, como se detalla en el cuadro 13.

Cuadro 14. Costo beneficio del proyecto experimental

Tratamientos	Costo kg en pie	Costo Operacional	Costo Alimentación	Ganancia x Kg	B/C
T0	\$ 2,42	\$ 0,63	\$ 1,30	\$ 0,49	1,254
T1	\$ 2,42	\$ 0,63	\$ 1,15	\$ 0,64	1,360
T2	\$ 2,42	\$ 0,63	\$ 1,13	\$ 0,66	1,375
T3	\$ 2,42	\$ 0,63	\$ 1,09	\$ 0,70	1,407

Por cada tratamiento se utilizaron 200 individuos experimentales. Para el cálculo de costo-beneficio se utilizó el total de 800 pollos utilizados al iniciar el periodo experimental de cada tratamiento y al finalizar el experimento con un total de 761 pollos.

El costo – beneficio del proyecto experimental, tomando en cuenta todos los valores de alimentación, individuos experimentales y gastos sanitarios, resulta un costo operacional de \$0.63 por tratamiento. Por ende, se calculó el costo de alimentación con referencia al costo del kg en pie del ave actual en el país. En base a ello resulta que, por cada 1\$ de inversión en T0 se obtiene una remuneración de \$1.25 por cada 1\$ de inversión en T1 se obtiene una ganancia de \$1.36 por cada 1\$ de inversión en T2 se obtuvo \$1.37 y por cada 1\$ de inversión para el T3 se genera una remuneración de \$1.40.

5. Discusión

La adición del 10%, 15% y 20% de harina de *Colocasia esculenta* en las dietas experimentales para alimentación de pollos de engorde marcó, en su mayoría, una diferencia significativa ($p > 0,05$) dentro de los parámetros de producción. A excepción de la variable Ganancia de peso, la cual no presentó diferencia significativa durante las semanas 1, 4, 5 y 6; los demás parámetros de producción registraron medias que difieren significativamente entre sí a partir de la semana 1.

En la sexta semana de experimentación, el tratamiento con mejores resultados con respecto a los parámetros consumo de alimento (T1) y ganancia de peso, fue el tratamiento testigo (T0). En dicho tratamiento se registró un total de 899,85 g de alimento consumido en promedio y una ganancia de peso de 623.10 g promedio. Mientras que en la semana final de la experimentación (semana 7, a los 49 días), el tratamiento T0 registró el peso neto promedio más alto alcanzado entre tratamientos, con 2712.58 g y un índice de conversión alimenticia de 1.72, junto con la mejor relación costo-beneficio con 0.70 centavos de dólar/ave. Resultados similares reportan Aragadvay et al. (2016), con la inclusión de papa china en la alimentación de cerdos, reportando el mejor índice de conversión de 1.30 con la inclusión del 20% de *C. esculenta*, y el mayor beneficio neto.

Resultados similares reporta Hoyos-Muñoz (2005), en su estudio relacionado al uso de papa china en raciones de finalización en pollos de engorde, no tuvo un efecto significativo sobre el consumo de alimento y el incremento de peso de los pollos de engorde en la fase final. De igual manera, los resultados obtenidos por Flórez-Delgado & Romero-Arias (2018), en su estudio de índole similar pero utilizando harina de morera (*Morus alba*), demuestran que la inclusión de esta harina no supera los rendimientos productivos en los pollos de engorde, obtenidos con el pienso comercial.

Con relación a las variables Consumo de alimento y Ganancia de peso, se observa que durante la séptima semana experimental, los valores que despuntan pertenecen a las medias del tratamiento T3 (20% de papa china), con 873,89 g de alimento consumido y 506,9 g de peso ganado. Por otro lado, los valores que le siguen a los anteriores, correspondientes a estos parámetros, son las medias del tratamiento testigo T0, mientras que las medias de los tratamientos T1 y T2 no sobresalen. Estas diferencias de consumo pueden deberse a que, generalmente, el contenido nutricional de los piensos comerciales está en consonancia con los requisitos para el crecimiento de los pollos, con mayor exactitud, siendo el del tratamiento T3 el más similar. Según Shroha et al. (2019), los piensos comerciales son una mezcla de varios ingredientes que han sido preparados con determinadas formulaciones que permitan satisfacer las necesidades del animal de crianza en cuestión.

Adicionalmente, la manera en que se presenta el alimento a las aves de corral también es un factor que puede influir al momento de consumir el alimento. Por nombrar, el pienso en forma de papilla (harina) suele ser ineficaz en ciertas ocasiones porque muchos de los polluelos están dispersos, por lo que el pienso para pollos de engorde se suele dar en forma de gránulos o pellet para que su uso sea más eficiente (Chisoro et al., (2018). Andrade-Yucailla et al. (2017) en su estudio *“Evaluación de parámetros productivos de pollos broilers Coob 500 y ross 308 en la Amazonia del Ecuador”*, concluye que, para lograr un desarrollo óptimo en la producción de pollos de engorde, la alimentación ofrecida debe ser ideal y suficiente, en el sentido de que el alimento suministrado debe incluir todos los ingredientes dietéticos que necesita el organismo en cantidades suficientes.

Por otro lado, el factor de conversión alimenticia registrado durante el periodo experimental fue el parámetro con menor variabilidad en sus medias, y con diferencia significativa mínima ($p < 0,05$). Esta discrepancia en la conversión alimenticia es atribuible a las variaciones en las reacciones de los pollos de engorde al tipo de alimento ofrecido y cómo lo asimilan. A diferencia de Adejumo (2011), quien reporta un valor medio más bajo del índice de conversión alimenticia en comparación con los otros tratamientos para las aves alimentadas con papa china pelada hervida, en su estudio sobre los efectos de *Colocasia*

esculenta procesada de manera diferente en el crecimiento y las características de la canal de los pollos de engorde. Es decir, la tasa de conversión alimenticia fue mayor en las dietas de tratamiento, con el valor más alto obtenido en la dieta que contenía cáscaras con un valor medio de 4.70. Según Amrullah (2004 citado por (Nuraini, et al., 2020), la genética, la temperatura, la ventilación, el saneamiento, la calidad del pienso, el uso de aditivos, la calidad del agua, las enfermedades y el tratamiento, y la gestión del mantenimiento son los principales elementos que influyen en la conversión alimenticia, los cuales es necesario tomar en cuenta al momento de analizar este parámetro.

El análisis de digestibilidad de la harina de papa china fue desarrollado a los 21 días (primera fase) y a los 49 días (segunda fase) del periodo experimental. Los resultados obtenidos mostraron diferencia significativa entre tratamientos experimentales y testigo, en la digestibilidad de MS, PB, FC y grasa. En general, a los 49 días se registró una mayor digestibilidad de la MS y PB en el tratamiento T0 con 76.05 y 79.92%, respectivamente; no obstante, fue la menor digestibilidad de la fibra con 0.50%.

Mientras que, los valores más bajos de digestibilidad de PB resultaron del tratamiento T3 con 72.92% y de T1 con 69.04%, al igual que en la digestibilidad de la grasa con 63,62% en el tratamiento T1. Por otro lado, en el tratamiento T3 los individuos mostraron la mayor digestibilidad de la FC y grasa con 35.12% y 71.24%, respectivamente. Esto podría deberse a que la papa china contiene fibras solubles y digeribles (Adane et al., (2013). Este alimento también tiene una baja concentración de fibra insoluble, y su fibra es fácilmente soluble y digerible (Gallardo, 2019). Como resultado, la alimentación con poca fibra, como la de la papa china, mejora la digestibilidad y la voluminosidad de la dieta. Por el contrario, un consumo elevado de fibra dietética extremadamente insoluble se relaciona frecuentemente con una tasa de tránsito más lenta y puede perjudicar la digestión normal (Doeschate et al., (2007). Sin embargo, Yirmaga (2017) menciona que el almidón (carbohidratos simples) es la principal fuente de energía para las aves y se absorbe fácilmente, lo cual concuerda con el principal componente de la papa china.

Estos resultados están en línea con los de Temesgen et al. (2017), quienes reportan que, en general, la digestibilidad mejoró del orden de T1 a T4, correspondiendo a 0% (T1), 3% (T2), 5% (T3) and 7% (T4) de *Colocasia esculenta*. Pese a que no se registra diferencia significativa ($P>0,05$) en la digestibilidad aparente, en la digestibilidad real reportan valores mayores en el orden de $T4 > T3 > T2 > T1$. Debido a que el contenido de PB en el estudio varió de $21,27 \pm 0,05$ a $21,30 \pm 0,02$ y no hubo diferencias entre los tratamientos, los autores mencionan que para considerar a *Colocasia esculenta* como una fuente de proteína, se debe considerar el nivel de inclusión.

De igual manera, en consistencia con los resultados anteriores, Ajetunmobi et al. (2019) reveló que la digestibilidad aparente de los nutrientes, específicamente la fibra cruda, fue significativamente ($p<0,05$) más alta en la dieta experimental 4 (con un nivel de inclusión del 100% de harina de *Colocasia esculenta*). Estos autores concluyen que la harina de *Colocasia esculenta* sancochada y secada al sol podría reemplazar el 50% del maíz en la dieta de inicio de pollos de engorde sin ningún efecto nocivo.

En cuanto al análisis financiero se refiere, el presente estudio confirma los resultados reportados por otros autores (Hoyos Muñoz, 2017; Flórez-Delgado & Romero-Arias, 2018); Chisoro et al., (2018), en trabajos con un enfoque similar; ya que se concluye que, la inclusión de niveles de alimentos naturales como reemplazo energético parcial reduce los costes de alimentación. Este resultado también ha sido resaltado en experimentaciones con otro tipo de animales de crianza, por nombrar, Aragadvay-Yungán et al. (2017) en su estudio sobre el uso de harina de papa china en la alimentación de cerdos, obteniendo resultados positivos con reducción de costos relacionados a este rubro. De igual manera, Cargua (2014), en su estudio sobre el uso de tres niveles de harina de papa china como alimento para el engorde de cuyes, obtuvo un beneficio neto de \$1,22, al utilizar 10% de harina de papa china en la fase de crecimiento y engorde de cuyes. Este valor fue el más rentable de los tres porcentajes experimentales de su estudio, el cual tiene similitud con el beneficio neto obtenido en los tratamientos experimentales del presente estudio.

6. Conclusiones

- El análisis estadístico de los datos sobre la inclusión del 10%, 15% y 20% de harina de papa china como parte del alimento balanceado comercial para pollos de engorde demuestra que si existe diferencia significativa entre tratamientos experimentales y con relación a la alimentación convencional estrictamente con alimento concentrado (T0), a excepción de ciertas semanas. No obstante, los resultados de los parámetros de producción de los pollos Broilers en los tratamientos experimentales T1 y T2 no superan los resultados logrados en el tratamiento testigo al finalizar el periodo de experimentación. Mientras que los resultados obtenidos en el tratamiento T3 superan a los obtenidos en el tratamiento testigo, en dos parámetros específicamente, ganancia de peso y consumo de alimento.

En la etapa final de la experimentación (semana 7), dentro de la variable de consumo de alimento se obtuvieron medias de 789.85 g en el tratamiento testigo (T0), 699.85 g en T1, 709.99 g en T2 y 873.89 g en T3. En cuanto a la variable de incremento de peso, las medias alcanzadas fueron de 454.88 g con T0, 407.95 g con T1, 413.21 con T2 y 506.9 g con T3. Dentro de los pesos netos alcanzados en cada tratamiento se obtuvo 2712.58 g en T0, 2483.94 en T1, 2518.3 g en T2 y 2456.5 g en T3. Con referencia al factor de conversión alimenticia, al final del periodo de experimentación el FCA registrado fue de 1,72 para todos los tratamientos, tanto para el tratamiento testigo (T0), como para las dietas experimentales. Finalmente, se registra un mayor porcentaje de mortalidad durante la primera semana de experimentación, con la pérdida de 14 individuos en total, correspondientes al 1.75%. En cuanto al porcentaje de mortalidad total por tratamiento, se registraron 11 individuos muertos (1,37%) en el área de los tratamientos T1 y T2, y 12 individuos en el tratamiento T3, mientras que el porcentaje de mortalidad del tratamiento T0 fue de 0,62% correspondiente a 5 individuos.

- Los análisis de digestibilidad de la papa china se los realizó en dos fases; la primera a los 21 días y la segunda a los 49 días, analizando materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra cruda (FC) y grasa. En ambas fases los resultados mostraron diferencia significativa entre tratamientos experimentales y

testigo. Entre los valores de digestibilidad durante la primera fase, se destaca la digestibilidad de MS registrada en el tratamiento T0 con 73,20% como el porcentaje más alto y el valor del tratamiento T3 con 65,96% como el porcentaje de digestibilidad más bajo. En cuanto a la digestibilidad de PB, en el tratamiento T1 se registra un 66,60%. La digestibilidad más alta de FC la alcanzó el tratamiento T3 con 22,70%; mientras que el menor valor lo registró el tratamiento T1 con 16,30%. Finalmente, la digestibilidad resultante más alta de la grasa correspondió al tratamiento T1 con 69,37% y el valor más bajo fue para el testigo T0 con 64,83%.

Durante la segunda fase, se observó mayor digestibilidad en el tratamiento T0 con 76,05% para la MS y 79,92% para la PB. Los valores más bajos de digestibilidad de PB resultaron del tratamiento T3 con 72,92% y de T1 con 69,04%. Por otro lado, el tratamiento T3 mostró la mayor digestibilidad para la fibra y grasa con 35,12% y 71,24% respectivamente. Por último, el tratamiento T0 mostró la menor digestibilidad para la fibra con 0,50 % y, el tratamiento T1 para la grasa con 63,62%.

- Para determinar el costo – beneficio del proyecto experimental se calculó el costo operacional que fue de \$0.63 por tratamiento junto con el costo de suplementación alimenticia en cada tratamiento con referencia al costo del kg en pie del ave actual en el país. En base a ello resulta que, por cada 1\$ de inversión en T0 se obtiene una remuneración de \$1,25, por cada 1\$ de inversión en T1 se obtiene una ganancia de \$1,36, por cada 1\$ de inversión en T2 se gana \$1,37 y por cada 1\$ de inversión para el T3 se genera una remuneración de \$1,40. Por ende, el uso de harina de papa china demuestra una ligera reducción en costos por concepto de alimentación. No obstante, se resalta que los parámetros productivos de los pollos broilers no tienen el mismo desempeño en comparación con la alimentación a base de balanceado convencional.

7. Recomendaciones

- Se recomienda trabajar con diferentes niveles de inclusión de papa china en la ración alimenticia de los pollos broilers, ya sea en porcentajes mayores o menores a los utilizados en el presente trabajo.
- La combinación de la harina de papa china con probióticos o prebióticos es recomendable con el fin de identificar sinergia o antagonismo sobre los parámetros productivos y de digestibilidad en las dietas para aves de corral.
- Es posible utilizar la harina de papa china como alimento energético en la elaboración de alimentos balanceados para pollos broiler y reducir costos, no obstante, se sugiere mayor investigación al respecto.

BIBLIOGRAFÍA

(n.d.). 15(1).

Li, L., Abouelezz, K., Cheng, Z., Gad-Elkareem, A., Fan, Q., Ding, F., . . . Jiang, Z. (2020). Modelling Methionine Requirements of Fast- and Slow-Growing Chinese Yellow-Feathered Chickens during the Starter Phase. *Animals*, 10(443), 1-17. doi:doi:10.3390/ani10030443

Adane, T., Shimelis, A., Negussie, R., Tilahun, B., & Haki, G. (2013). Effect of processing method on the Proximate composition, mineral content and antinutritional factors of Taro (*Colocasia esculenta*, L.) growth in Ethiopia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 34(2), 1411-1488.

Adejumo, I. (2011). Effects of differently processed taro (*Colocasia esculenta* [(L.) Schott]) on growth performance and carcass characteristics of broiler finishers. *International Journal of AgriScience*, 1(4), 244-248. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/283564715_Effects_of_differently_processed_taro_Colocasia_esculenta_L_Schott_on_growth_performance_and_carcass_characteristics_of_broiler_finishers

Ahammad, M. (2018). Alternative feeding strategy for broiler production: No competition between food and feed. *Acta Scientific Agriculture*, 2, 103-104. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/325499332_Alternative_feeding_strategy_for_broiler_production_No_competition_between_food_and_feed

Aimacaña Gallardo, D. (2021). *Utilización de 2 niveles de inclusión de salvado de trigo (Triticum spp) en sustitución del maíz en dieta para pollos de engorde*. Latacunga, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7899/1/PC-002066.pdf>

- Ajetunmobi, A., Eguaoje, S., Adeniji, C., Omesa, M., & Iwegbu, A. (2019). Apparent nutrient digestibility of broiler starter fed varying levels of processed taro cocoyam (*Colocasia esculenta*) meal based diet. *Nigerian Journal of Animal Production*, 46(5). doi:<https://doi.org/10.51791/njap.v46i5.255>
- Amazan, D., I, R. A., Fernández, E., López-Bote, C., López, R., Coscojuela, P., & Palomo, A. (2012). Efecto de la suplementación con vitamina e natural en el agua de bebida sobre el nivel sérico de tocoferol y actividad antioxidante en lechones tras el destete. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(1), 31-35. Retrieved from <https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA310150449&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=19882688&p=AONE&sw=w>
- Andrade, V., Toalombo, P., & Lima, R. (2017). Evaluación de parámetros productivos de pollos broilers Coob 500 y ross 308 en la Amazonía del Ecuador. *REDVET. Revista Electronica de Veterinaria*, 18(2), 1-8.
- Anggraeni, S., Erma suryani, A., Sofyan, A., Sakti, A., Istiqomah, L., Karimy, M., & Darma, i. (2020). Nutrient digestibility of broiler chicken fed diets supplemented with probiotics phytase-producing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 462, pp. 1-10. ICONPROBIOS 2019 - IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/462/1/012003
- Aragadvay, R., Núñez, O., Velástegui, G., Villacís, L., & Guerrero, J. (2016). Uso de harina de *Colocasia esculenta* L., en la alimentación de cerdos y su efecto sobre parámetros productivos. *J.Selva Andina Anim. Sci.*, 3(2), 98-104. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812016000200004
- Aragadvay-Yungán, R., Núñez-Torres, O., Velástegui-Espín, G., Villacís-Aldaz, L., & Guerrero-López, J. (2017). Uso de harina de *Colocasia esculenta* L., en la alimentación de cerdos y su efecto sobre parámetros productivos. *J.Selva Andina Anim. Sci.*, 3(2), 98-104. Retrieved from

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812016000200004&lng=es&tlng=es.

Atchade, G., Houndonougbo, F., Mahoussi, C., & Mensah, G. (2019). Digestibility of feeds in broiler chicken (*Galus galus linnaeus*, 1758) in Africa: a review. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13(2), 1127-1139. doi:<https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.43>

Bonilla, T., & Dario, R. (2018). *Diseño de un proceso para la obtencion de almidon a partir de la papa china (Colocasia esculenta)*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/10450>

Caicedo, W., Lezcano, P., Ly, J., Valle, S., Flores, L., Ferreira, F., & Rodriguez, R. (2016). Physicochemical and biological indicators in silages of taro(*Colocasia esculenta* (L) Schott) tubers for animal feeding. *Scielo*, 50(1), 121-129. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802016000100014&lng=es&tlng=en.

Caicedo, W., Rodríguez, R., Ly, L., Valle, S., Flores, L., & Ferreira, F. (2015). Composicion quimica y digestibilidad in vitro de esilados de tuberculos de papa china (*Colocasia esculenta* (L) Schoott) destinados a la alimentacion de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agricola*(49), 59-64. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193036208010>

Cargua, F. (2014). *Utilización de tres niveles de harina papa china Colacasea esculenta, como alimento energético en las etapas de gestación-lactancia y crecimiento-engorde de cuyes*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/3756/1/17T1224.pdf>

Castilla, F. (2018). *Efecto de la inclusión de un suplemento nutricional líquido sobre los parámetros productivos según la edad de pollos de engorde*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

- Chisoro, P., Nkukwana, T., Mupangwa, J., & Mabusela, T. (2018). Feed intake, growth performance and carcass traits of broilers fed diets with various inclusion levels of baobab seed oil cake. *South African Journal of Animal Science*, 48(2), 284-294. doi:<http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v48i2.9>
- Clements, M. (2020). Empresas líderes de pollo y huevo del mundo. *Poultry International*, 1(1).
- Doeschate, R., Scheele, C., Schreurs, V., & Van Der Klis, J. (2007). Digestibility studies in broiler chickens: Influence of genotype, age, sex and method of determination. *British Poultry Science*, 34(1), 131-146. doi:<https://doi.org/10.1080/00071669308417569>
- El-Deek, A., Abdel-Wareth, A., Osman, M., El-Shafey, M., Khalifah, A., Elkomy, A., & Lohakare, J. (2020). Alternative feed ingredients in the finisher diets for sustainable broiler production. *Nature Research*, 10(17743), 1-9. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-020-74950-9>
- Enver, F., & Cargua, F. (2017). *Utilización de tres niveles de harina de papa china Colacasea esculenta, como alimento energético en las etapas de gestación-lactancia-engorde en cuyes*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3756>
- Flórez-Delgado, D., & Romero-Arias, Y. (2018). Evaluación de dos niveles de inclusión de harina de morera (*Morus alba*) sobre los parámetros productivos de pollo de engorde. *Mundo Fesc*, 8(16), 55-62.
- Gallardo, C. (2019). *Factores que afectan el aprovechamiento de nutrientes en pollos de engorde*. Perú: Universidad Científica del Sur – Unidad Experimental Avícola. Retrieved from <https://actualidadavipecuaria.com/digestibilidad-generalidades-parte-i-factores-que-afectan-el-aprovechamiento-de-nutrientes-en-pollos-de-engorde/>

- García, Y., & García, Y. (2015). Aditivos para la alimentación animal: el Instituto de Ciencia Animal en sus 50 años. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49(2), 173-177.
- Gutierrez, L., Montoya, O., & Velez, J. (2013). Probioticos: una alternativa de produccion limpia y de remplazo a los antibioticos promotores de crecimiento en la alimentacion animal. *Producción + Limpia*, 8(1), 135-146. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000100010&lng=en&tlng=es
- Hoyos Muñoz, W. (2017). *Evaluación del rendimiento productivo en pollos de engorde utilizando papa china (colocasia esculenta) en raciones de finalización*. CEAD POPAYÁN: Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD".
- Hoyos-Muñoz, W. (2005). Produccion de la papa china utilizando dos metodos de propagacion asexual bajo tres niveles de fertilizacion organica. Tesis Pregrado. *Escuela Politecnica de Ejercito. Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Retrieved from <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13894/10543945.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jaramillo, M., Rodriguez, M., & Rodríguez, D. (2019). Rol de las enzimas en la alimentación de mono-gástricos, con énfasis en pollos de engorde. *RECA Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2(3), 25-42. Retrieved from <http://www.revistaecuadorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/89>
- León, A., & Fernandez, E. (2018). *Comportamiento productivo de cerdos encebada largewhite x duroc por pietrain alimentados con harina de tuberculos de papa china de rechazo Colocasia esculenta*. Puyo, Ecuador: Carrera de Ingeniería Agropecuaria, UEA.

- Lozano, A. (2018). *Los aminoácidos y su rol en el desarrollo y crecimiento de los pollos de engorde*. Ibagué, Colombia: Universidad de Cooperativa de Colombia. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12494/6093>
- Maisanche, A., & Medina, M. (2014). Elaboracion de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa xparadisiaca*) como suplemento nutricional para la alimentacio animal. Tesis de Pregrado. *Universidad Tecnica Estatal de Quevedo*. Retrieved from <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/258>
- Mariño- Guerrero, I., & Roa-Vega, M. (2021). Parámetros productivos y digestibilidad de pollos, utilizando cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y probiótico (*Lactobacilius acidophilus*) más pectina. *Orinoquia*, 25(1), 35-46. doi:[https://doi.org/ 10.22579/20112629.654](https://doi.org/10.22579/20112629.654)
- Mendoza Rivadeneira, F., Barre Zambrano, R., Vargas Zambrano, P., & Zambrano Pinoargote, L. (2019). Harina integral de zapallo (*cucúrbita moschata*) para alimento alternativo en la producción avícola. *CIENCIAMATRIA*, 5(9), 668-679. doi:<https://doi.org/10.35381/cm.v5i9.256>
- Moya, A. (2018). *Composicion quimica y digestibilidad aparente de nutrientes de tuberculos de papa china (Colocasia esculenta (L) Schott)*. Puyo, Ecuador: Universidad Estatal Amazonica. Retrieved from <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/353>
- Nuraini, Napirah, A., Hafid, H., Nasiu, F., Libriani, R., Yaddi, Y., . . . Ananda, s. (2020). Feed Consumption, Average Daily Gain and Feed Conversion of Broiler Chicken with Different Feed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.*, 465. doi:10.1088/1755-1315/465/1/012047
- Orozco, M., Garcés, C., & Rivera, C. (2014). Valoraciones agronomicas y de rendimiento en la cosecha de "papa china" (*Colocasia esculenta L.*) en el tropico humedo colombiano. *Revista de Investigacion Agraria y Ambiental*, 5(2), 169-180. doi:10.22490/21456453.1335

- Prada Ospina, R. (2012). Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(72), 182-192. Retrieved from https://redib.org/Record/oai_articulo2293070-alternativa-de-aprovechamiento-eficiente-de-residuos-biodegradables-el-caso-del-almid%C3%B3n-residual-derivado-de-la-industrializaci%C3%B3n-de-la-papa
- Pujapat Tseremp, D. (2018). *Composición química y digestibilidad in vivo de la harina de tubérculos de rechazo de papa china (Colocasia esculenta L. Schott) en la alimentación de cerdos en Ceba*. Puyo, Ecuador: Universidad Estatal Amazónica.
- Ravindran, V. (2015). Poultry feed availability and nutrition in developing countries. *Poultry Development Review*, 1-4. Retrieved from <https://www.fao.org/3/al706e/al706e.pdf>
- ROSS. (2018). *Manual de Manejo de pollos de engorde*. Aviagen Brand. Retrieved from https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- Rostagno, H., Paez, L., & Albino, L. (2007). Nutrient requirements of broilers for optimum growth and lean mass. *16th European Symposium on Poultry Nutrition*, 91-98. Retrieved from <https://www.cabi.org/Uploads/animal-science/worlds-poultry-science-association/WPSA-france-2007/31.pdf>
- Schaus, L. F. (2020). *Importancia y funcionalidad de probióticos en la producción de pollos de engorde*. Lima - Perú: Universidad Científica del Sur.
- Sharma, S., Jan, R., Kaur, R., & Riar, C. (2020). Taro (*Colocasia esculenta*). In A. G. G. A. Nayik, *Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits* (pp. 341-353). Singapore: Springer Nature Singapore. doi:10.1007/978-981-15-7470-2_18

- Shroha, A., Bidhan, D., Sihag, S., & Yadav, D. (2019). Body Weight, Feed Consumption and FCR of Broiler Chicken upon Dietary Supplementation of Ajwain (*Trachyspermum ammi*). *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 8(2), 2189-2198. doi:<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.253>
- Songor, M., & Tenesaca, A. (2019). *Extracción y uso de almidón de la papa china (Colocasia esculenta) en la elaboración de productos carnicos emulsionados*. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas.
- Tejeira, D. (2018). *Evaluación económica del uso de aditivo Activo en la alimentación de pollos de engorde de la línea Ross 308 AP en Zamorano, Honduras*. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- Temesgen, M., Retta, N., & Tesfaye, E. (2017). Nutrient Composition and Digestibility of Taro Leaf in the Diets of Chicken and Effects on the MeatQuality. *Nutr Health Food Eng*, 7(3), 1-9. doi:<http://dx.doi.org/10.15406/jnhfe.2017.07.00238>
- Van der Klis, J., & Vinyeta, E. (2015). Nutrient requirements in poultry: Critical review of actual recommendations of FEDNA (2008) and suggestions for modifications. *FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal)*, (pp. 1-17). Madrid.
- Velásquez Pincay, H. (2015). *Utilización de dos niveles del tubérculo papa china (Colocasia esculenta) en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y engorde en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Latacunga: Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UTC. .
- Yirmaga, M. (2017). *Nutrient constituents of taro (Colocasia esculenta) corm and leaf for infant food development and chicken feed formulation*. Addis Ababa University. Retrieved from <http://213.55.95.56/bitstream/handle/123456789/1554/Melese%20Temesgen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yungan, R., Torres, O., Velastegui, G., Aldaz, L., & López, J. (2016). Uso de harina de Colocasia esculenta L., en la alimentación de cerdos y su efecto sobre parametros productivos. *J.Selva Andina Anim. Sci.*, 3(2), 98-104. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812016000200004&lng=es&tlng=es.

8. ANEXOS



Preparación del galpón (desinfección y cama con 15 cm de altura), rotulación y colocación de comederos.



Acondicionamiento del galpón para el desarrollo experimental.



Llegada de los pollos bebes su respectivo pesaje para la distribución en cada fosa.



Adquisición y ubicación de las unidades experimentales.



Pesaje del balanceado para su distribución en sus respectivos tratamientos.



Secado de papa china para la preparación de harina para su uso en las dietas experimentales.



Pelado de la papa china y su respectivo secado al aire libre.



Preparación y molido de la papa china con un maquina eléctrica.



Preparación y mezcla de varios productos para la alimentación.



Mezclado del producto y su respectiva peletización



Distribución y ubicación de agua y dietas experimentales para las aves.



Vacuna de los pollos Broilers 7, 14, 21 dias de edad



Vacuna de los pollos Broilers a los 21 días con sus respectivas vacunas.



Separación de los pollos para la toma de muestras de heces para su respectivo análisis de digestibilidad.



El pollo a las 7 semanas, pelado para su pesaje y respectiva distribución al mercado.



Universidad
Católica
de Cuenca

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros **Jhon Moises Barros Guichay** y **Pablo Sebastián Verdugo Piña** portadores de las cédulas de ciudadanía N.º **0107127037** y **0107265365** En calidad de autores/a y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Papa china como alternativa de remplazo energético parcial en la ración alimenticia de pollos Broiler”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizamos además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **28 de septiembre de 2022**

C.L. 0107127037

Jhon Moises Barros Guichay

C.L. 0107265365

Pablo Sebastián Verdugo Piña