

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN NUTRICIÓN



**“DIGESTIBILIDAD, ENERGÍA DIGESTIBLE Y
METABOLIZABLE DE LA TORTA DE COCO (*Cocos
nucifera*) Y RESPUESTA PRODUCTIVA EN CUYES (*Cavia
porcellus*)”**

Presentada por:

FOLKE CLAUDIO TANTAHUILLCA LANDEO

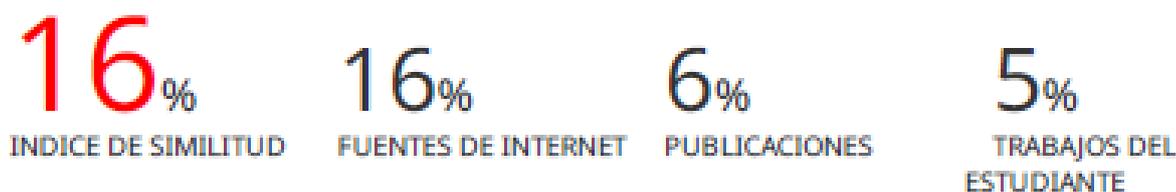
**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN**

Lima – Perú

2024

DIGESTIBILIDAD, ENERGÍA DIGESTIBLE Y METABOLIZABLE DE LA TORTA DE COCO Y RESPUESTA PRODUCTIVA EN CUYES

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	nutrinenews.com Fuente de Internet	1%
2	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	dev.scielo.org.pe Fuente de Internet	1%
4	1library.net Fuente de Internet	1%
5	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	idoc.pub Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN NUTRICIÓN

**“DIGESTIBILIDAD, ENERGÍA DIGESTIBLE Y
METABOLIZABLE DE LA TORTA DE COCO (*Cocos
nucifera*) Y RESPUESTA PRODUCTIVA EN CUYES (*Cavia
porcellus*)”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO

MAGISTER SCIENTIAE

Presentada por:

FOLKE CLAUDIO TANTAHUILLCA LANDEO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Víctor Vergara Rubín

PRESIDENTE

Mg. Sc. Alejandrina H. Sotelo Méndez

ASESORA

Ph.D. Víctor Hidalgo Lozano

MIEMBRO

Mg.Sc. Gloria Palacios Pinto

MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis padres Claudio y Tereza, quienes con su amor, consejos y paciencia me acompañan en cada paso que doy para de ser mejor como persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

- A mi familia por darme siempre el apoyo incondicional para el desarrollo de esta investigación, hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amada familia, como una meta más conquistada.
- A la Universidad Nacional Agraria La Molina, mi segunda casa superior de estudios.
- A los docentes de la maestría de nutrición por compartir todas sus experiencias profesionales en clases.
- A la Mg. Sc. Alejandrina H. SOTELO MÉNDEZ, patrocinadora del presente trabajo de investigación, por su paciencia y guía durante el desarrollo de mi tesis. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no tenía ideas claras para investigar lo que hoy he logrado.
- A la Granja de cuyes ALLIN PERÚ S.A.C., por brindarme las facilidades de realizar esta investigación en sus instalaciones.
- Al Ing. Alex LLAMOCURI LOZANO, colega y gran amigo por su apoyo y consejo durante la etapa experimental de esta investigación y sobre todo por hacer de su familia, una familia para mí.
- A los miembros del jurado de tesis por todas sus valiosas sugerencias y recomendaciones brindadas para la culminación y publicación de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	DIGESTIBILIDAD.....	3
2.2.	ENERGÍA DIGESTIBLE (ED).....	12
2.3.	ENERGÍA METABOLIZABLE (EM).....	13
2.4.	PROCESAMIENTO DE LA TORTA DE COCO.....	15
2.5.	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA TORTA DE COCO.....	16
2.6.	LA TORTA DE COCO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	19
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1.	MATERIALES.....	25
3.1.1.	Lugar del ensayo biológico y análisis químico.....	25
3.1.2.	Instalaciones y equipos.....	25
3.1.3.	Animales experimentales.....	26
3.1.4.	Ingredientes a evaluar.....	26
3.1.5.	Tratamientos experimentales.....	27
3.1.6.	Metodología del experimento.....	27
3.1.7.	Periodo de adaptación y consumo voluntario.....	28
3.1.8.	Periodo experimental o de colección: Digestibilidad aparente <i>in vivo</i>	28
3.1.9.	Manejo de la orina.....	28
3.1.10.	Suministro de alimento.....	29
3.1.11.	Análisis químico proximal y calorimétrico.....	29
3.2.	PARÁMETROS A EVALUAR.....	30
3.2.1.	Consumo de alimento diario.....	30
3.2.2.	Cambio de pesos de los animales.....	30
3.2.3.	Cálculos de digestibilidad y nutrientes digestibles totales (NDT).....	30
3.2.4.	Cálculo de energía digestible (ED).....	31
3.2.5.	Cálculo de energía metabolizable (EM).....	31
3.2.6.	Indicadores estadísticos.....	32
3.3.	ANIMALES EXPERIMENTALES.....	32
3.4.	INSTALACIONES.....	32
3.5.	TRATAMIENTOS.....	33

3.6.	EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS	34
3.6.1.	Consumo de alimento	34
3.6.2.	Peso final y ganancia del peso vivo.....	34
3.6.3.	Conversión alimenticia	34
3.6.4.	Rendimiento de carcasa	35
3.6.5.	Mérito Económico (M.E)	35
3.7.	DISEÑO ESTADÍSTICO.....	36
3.8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1.	CONSUMO VOLUNTARIO DE ALIMENTO DIARIO.....	37
4.2.	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE LA TORTA DE COCO, DE NUTRIENTES Y ENERGIA DIGESTIBLE (ED) Y METABOLIZABLE (EM).....	38
4.3.	PESO FINAL Y GANANCIA DE PESO	41
4.4.	RENDIMIENTO DE CARCASA (PORCENTAJE)	44
4.5.	MERITO ECONÓMICO	44
V.	CONCLUSIONES.....	47
VI.	RECOMENDACIONES	48
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
VIII.	ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores nutritivos de la torta de coco obtenida por dos métodos de extracción de aceite	16
Tabla 2: Composición proximal, energética, mineral y aminoácidos de la torta de coco prensada	17
Tabla 3: Análisis proximal de la torta de coco (expresado en porcentaje)	26
Tabla 4: Análisis proximal de las dietas evaluadas (expresado en porcentaje)	27
Tabla 5: Contenido nutricional de las dietas experimentales (Base fresca) (expresado en porcentaje) y precio por kg	33
Tabla 6: Consumo voluntario del alimento (g/100 g PV) por cuyes diariamente	37
Tabla 7: Valores de coeficientes de digestibilidad promedio de la torta de coco en cuyes (expresado en base seca)	38
Tabla 8: Valores de energía digestible y metabolizable (kcal/kg MS) del de la torta de coco en cuyes	40
Tabla 9: Efecto de diferentes niveles de torta de coco en las dietas (por ciento) sobre la performance en cuyes de crecimiento y engorde.	43
Tabla 10: Valores de peso y rendimiento promedio de carcasa de los tratamientos	44
Tabla 11: Retribución económica y mérito económico según tratamientos	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de análisis químico de torta de coco.	61
Anexo 2. Análisis estadístico del consumo voluntario de alimento diario.....	62
Anexo 3. Valores de peso vivo de los cuyes durante el consumo voluntario.....	63
Anexo 4. Consumo promedio materia seca del Subproducto de trigo (Tratamiento 1) (g/cuy).....	64
Anexo 5. Consumo promedio de materia seca de la mezcla o tratamiento 2 (40% de Torta de coco más 60% de subproducto de trigo) (g/cuy).....	65
Anexo 6. Determinación de humedad inicial y materia seca de las heces por tratamiento (porcentaje).....	65
Anexo 7. Excreción de heces en base fresca y seca con el tratamiento 1 (subproducto de trigo).....	66
Anexo 8. Excreción de heces en base fresca y seca con el tratamiento 2 (mezcla).	67
Anexo 9. Cálculo de digestibilidad de la materia seca del tratamiento 1 (SPT).	67
Anexo 10. Cálculo de digestibilidad de la materia seca del tratamiento 2 (Mezcla).	68
Anexo 11. Cálculo de digestibilidad de los nutrientes del Tratamiento 1 (subproducto de trigo).	68
Anexo 12. Cálculo de digestibilidad de los nutrientes del Tratamiento 2 (Mezcla).	69
Anexo 13. Cálculo de digestibilidad de los nutrientes de la Torta de coco.....	69
Anexo 14. Cálculo de nutrientes digestible totales (NDT).....	70
Anexo 15. Excreción de orina (ml) del Tratamiento 1 (subproducto de trigo).	70
Anexo 16. Excreción de orina (ml) del Tratamiento 2 (Mezcla).....	71
Anexo 17. Densidad de la orina del Tratamiento 1 y del Tratamiento 2.....	71
Anexo 18. Cálculo de energía digestible del Tratamiento 1 (subproducto de trigo).....	72
Anexo 19. Cálculo de energía digestible del Tratamiento 2 (Mezcla).....	72
Anexo 20. Cálculo de energía digestible de la Torta de coco (Base seca).....	73
Anexo 21. Cálculo de la energía de la orina del Tratamiento 1 (subproducto de trigo)..	73
Anexo 22. Cálculo de la energía de la orina del Tratamiento 2 (Mezcla).....	74
Anexo 23. Cálculo de la energía de la orina por Kg de alimento seco y por tratamiento.	74

Anexo 24. Cálculos de la energía metabolizable de los tratamientos.	75
Anexo 25. Cálculo de la energía metabolizable de la torta de coco.	75
Anexo 26. Promedio de pesos de cuyes adquiridos.....	76
Anexo 27. Pesos promedio semanales según tratamiento.	77
Anexo 28. Ganancia de peso semanal por tratamiento.....	77
Anexo 29. Ganancia de peso diaria por tratamiento.....	77
Anexo 30. Análisis de varianza de la ganancia de peso por tratamientos.....	78
Anexo 31. Análisis de varianza del consumo de materia seca por tratamientos.....	79
Anexo 32. Valores de consumo promedio de alimento en base fresco por tratamiento (kg).....	80
Anexo 33. Consumo de alimento en materia seca (MS) por tratamiento.....	81
Anexo 34. Valores de ganancia total de peso (g)	81
Anexo 35. Conversión alimenticia promedio por tratamiento	83
Anexo 36. Análisis estadístico - Prueba de comparación de medias.....	83
Anexo 37. Valores promedios de rendimiento de carcasa por tratamiento	86
Anexo 38. Variación de costos por la inclusión del insumo de torta de coco.....	84

RESUMEN

El objetivo fue determinar la digestibilidad, energía digestible y metabolizable de la torta de coco y evaluar la respuesta productiva en cuyes. Se realizaron dos experimentos, en el experimento I, se utilizaron 10 cuyes machos mejorados del tipo 1 de 7 semanas de edad con un peso promedio de 700 ± 50.52 g distribuidos al azar en jaulas metabólicas. Se usaron dos tratamientos, una dieta basal y una con 60 por ciento de torta de coco. Se realizaron pruebas de biodigestibilidad por un periodo de 21 días. En el experimento II, se utilizaron 400 cuyes machos de línea mejorada tipo I de 14 días de edad con peso promedio de 294.76 ± 3.97 g distribuidos en un diseño completo al azar con diferentes niveles de torta de coco en la dieta. Se evaluaron parámetros como ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y mérito económico durante 56 días. Los coeficientes de digestibilidad de la torta de coco fueron de 57.09 ± 5.26 por ciento y una energía digestible y metabolizable de $3,773.31 \pm 0.19$ kcal/kg MS y $3,688.16 \pm 185.55$ kcal/kg MS respectivamente. En el experimento II mostraron que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en los parámetros productivos. El beneficio económico y la rentabilidad fueron mayores en los tratamientos que recibieron mayores niveles de inclusión. Se concluye que la torta de coco es un ingrediente proteico y energético y que se puede incluir niveles hasta 30 por ciento en la alimentación de cuyes.

Palabras clave: cuy, cobayo, digestibilidad, energía digestible, energía metabolizable, parámetros productivos, torta de coco.

ABSTRACT

The aim was to determine the digestibility, digestible and metabolizable energy of coconut cake and to evaluate the productive response in guinea pigs. Two experiments were carried out. In experiment I, 10 type 1 improved male guinea pigs of 7 weeks of age with an average weight of 700 ± 50.52 g were randomly distributed in metabolic cages. Two treatments were used, a basal diet and one with 60 percent coconut cake. Bio-digestibility tests were carried out for a period of 21 days. In experiment II, 400 male guinea pigs of improved line type I of 14 days of age with an average weight of 294.76 ± 3.97 g were distributed in a randomized complete design with different levels of coconut cake in the diet. Parameters such as weight gain, feed intake, feed conversion, carcass yield and economic merit were evaluated for 56 days. The digestibility coefficients of coconut cake were 57.09 ± 5.26 percent and digestible and metabolizable energy of $3,773.31 \pm 0.19$ kcal/kg DM and $3,688.16 \pm 185.55$ kcal/kg DM, respectively. Experiment II showed that there were no significant differences ($P>0.05$) in productive parameters. The economic benefit and profitability were higher in the treatments that received higher inclusion levels. It is concluded that coconut cake is a protein and energy ingredient and that it can be included at levels up to 30 percent in guinea pig feed.

Keywords: guinea pig, digestibility, digestible energy, metabolizable energy, productive parameters, coconut cake.

I. INTRODUCCIÓN

La carne de cuy es una excelente fuente animal por su nivel de proteína, bajo contenido de grasa, exquisito sabor y contribuye a mejorar el estado nutricional de la población, además es una actividad pecuaria en crecimiento.

El incremento del costo de alimento ha forzado a los productores de cuyes a minimizar sus costos de producción, mediante la búsqueda de alternativas que puedan suplir a los alimentos convencionales por otras fuentes, pero con el mismo nivel de nutrientes. Es así que muchas investigaciones se orientan a evaluar el rendimiento productivo en el cuy obteniéndose iguales o mejores resultados.

Por lo tanto, existe la necesidad de explorar la viabilidad de incorporar insumos alternativos para cuantificar las respuestas animales desde una perspectiva productiva y económica, como el uso de subproductos agroindustriales en la alimentación animal. Sin embargo, la mayoría de estos insumos aún no se han estudiado, en cuanto a su composición y sus niveles aptos para uso económico y biológico en la producción animal (Pompeu *et al.* 2006).

Considerando el valor nutricional, la disponibilidad y el bajo precio de mercado, el uso de subproductos agroindustriales es una buena opción. En algunas regiones del trópico peruano existen diversos subproductos agroindustriales provenientes de la producción de arroz, cacao, coco, café entre otros, los cuales han demostrado tener un adecuado potencial nutricional (Bernal *et al.* 2017; Goñas 2017); no obstante, han sido escasamente estudiados.

La producción de coco en el Perú ha aumentado significativamente en los últimos años debido a la demanda nacional e internacional. El gobierno peruano ha implementado programas para promover el cultivo de coco y mejorar las técnicas de producción. El coco en Perú se utiliza principalmente para la producción de aceite de coco,

leche de coco y coco rallado. También se utiliza en la industria cosmética y en la fabricación de productos alimenticios.

La torta de coco es un subproducto agrícola obtenido después de la extracción de aceite de coco, contiene cantidades satisfactorias de nutrientes y a esto se debe su valor alimenticio, además de tener buen porcentaje de proteína cruda (18 a 21 por ciento que son componentes fundamentales de todos tejidos del cuerpo y también complementa funciones metabólicas y reguladoras del organismo.

Por otro lado, también es alta en carbohidrato y lípido, regular en minerales y alta en materia seca. Aunque es pobre en uno de los ácidos esenciales como el ácido linoleico, sin embargo, es rica en varios de los otros ácidos de cadena media (C:14), bien suplementada la torta de coco es un alimento bastante completo (FEDNA 2014).

En ese sentido, el presente trabajo tiene por objetivos determinar el coeficiente de digestibilidad *in vivo*, energía digestible y metabolizable de la torta de coco, así como también evaluar el efecto del uso de torta de coco en raciones de cuyes en crecimiento – engorde sobre los parámetros productivos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DIGESTIBILIDAD

Fernández (2019) define la digestibilidad como una medida de la capacidad de una especie para digerir y beneficiarse de un nutriente, es decir, representa la proporción de nutrientes disponibles para absorber los alimentos de manera eficiente y voluntaria, influenciada por la presencia de sus nutrientes crudos. presente en la composición química de los alimentos y en las excreciones.

La digestibilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de los distintos insumos destinados a usarse en las raciones para alimentar a los animales, indica el grado de disponibilidad de los nutrientes que van a ser aprovechados directamente por el organismo que lo ingiere, puesto que, una buena digestibilidad de la dieta resultará en una máxima productividad por parte del animal (Caprita *et al.* 2013).

2.1.1 Coeficiente de digestibilidad

El coeficiente de digestibilidad (CD) se puede utilizar para cuantificar la digestibilidad. Esto se puede definir de dos maneras, dependiendo de si se debe sopesar la posibilidad de la presencia de partes de posible origen endógeno en las excretas fecales. De este modo se define un Coeficiente de Digestibilidad Real (CDR) y un coeficiente de Digestibilidad Aparente (CDA) (Guillaume *et al.* 2004).

- $CDA = (ingesta - fecal) \div (ingesta)$
- $CDR = (ingesta - (fecal - fecal\ endogeno)) \div ingesta$

2.1.2 Tipos de Digestibilidad

Existen diferentes maneras de determinar la digestibilidad de los nutrientes, tales como: las pruebas de digestibilidad *in vivo*, *in situ* e *in vitro* (Shimada 2003).

- a) **Digestibilidad *in vivo* (DIV)**, según Aduviri y Blair (2017), las mediciones de digestibilidad *in vivo* se miden en animales vivos, evaluando así la descomposición del alimento y sus componentes que determinan la cantidad de alimento que se ingiere y la cantidad que el cuerpo excreta a medida que circula por el tracto digestivo. El cual, tras un período de adaptación al tratamiento, será evaluada para determinar su adaptación al microbiota gastrointestinal, se registrará el consumo de alimentos y se recogerán las heces en la medida de lo posible para evitar que se contaminen con orina, pelo o alimentos. En este método, el estudio finaliza con el análisis de alimentos secos y muestras fecales en el laboratorio (Campos 2003).

Para realizar una prueba de digestibilidad *in vivo*, se puede elegir entre métodos directos (tradicionales) e indirectos (inferenciales) para determinar la digestibilidad de un alimento. Esta prueba, determina la proporción de los nutrientes de una dieta o un alimento que son absorbidos en el conducto gastrointestinal (Church y Pond 1987).

2.1.3 Expresión de la digestibilidad

- i. **Digestibilidad aparente (DA)**, se denomina digestión aparente (DA) cuando las fuentes de nutrientes que aparecen en las heces no están diferenciadas, es decir, las heces contienen tanto nitrógeno metabolizado como nitrógeno no digerido (Maynard y Loosli 2017). Esta digestión aparente (DA) se evalúa a partir de la digesta ileal y/o las heces. Por lo tanto, con este método, se desconoce la proporción de proteína del alimento o de la secreción endógena de nitrógeno (NE) y sólo se puede inferir la cantidad de alimento utilizado. asimilado por animales; Por tanto, la principal pérdida de nitrógeno endógeno (NE) proviene de micro proteínas, enzimas pancreáticas e intestinales, saliva, bilis y fluidos gástricos y células descamadas de la mucosa intestinal, así como proteínas de

origen bacteriano; Sin embargo, los valores de digestibilidad aparente están influenciados por los niveles de proteína en la dieta (Parra y Gómez 2009).

2.1.4 Métodos de estudio de la digestibilidad

Para cualquiera de los dos métodos que se presentaran a continuación, es necesario la colecta total o parcial de las heces y para esto es necesario el uso de técnicas apropiadas para entregar valores de energía digestible confiables, la colección de heces sin la pérdida de nutrientes es importante en la determinación de energía digestible (NRC 2011).

- a. Método directo:** El total de alimentos consumidos y la cantidad de heces excretadas se miden en respuesta a una o más comidas. Este método es aplicable siempre que se permita recoger cuantitativamente las materias fecales derivadas de la ración (Guillaume *et al.* 2004). Este método fue propuesto por Tunison *et al.* (1948), utilizada por Post *et al.* (1965) y ampliamente desarrollado por Smith (1976).

Una de sus ventajas es que puede ser usado para evaluar dietas vivas y alimentos, cuantificando los nutrientes aportados por la dieta y excretados en las heces, y por diferencia obtener el porcentaje de nutrientes asimilado por el organismo (Choubert *et al.* 1979).

Se puede utilizar para ello una cámara metabólica, La recolección de excrementos se determina cualitativa y cuantitativamente. Por tanto, es posible saber la absorción aparentemente de los nutrientes (por diferencia entre lo ingerido y excretado) y luego calcular el coeficiente de digestibilidad (Guillaume *et al.* 2004).

- b. Método indirecto:** no mide la ingesta total de alimentos ni la producción fecal. Su originalidad reside en la utilización de un marcador inerte no digestible y no absorbible incluido en los alimentarios o incorporado a la dieta (NRC 2011). Debido a sus propiedades especiales, esta sustancia se recupera completamente en las heces después de pasar por el bolo. El aumento de la concentración del

marcador, en comparación con la de los nutrientes, permite cuantificar la desaparición de estos nutrientes y esta desaparición se equipará a la absorción (Guillaume *et al.* 2004).

La principal ventaja del método del indicador es que no requiere toda la colección, basta con una muestra aleatoria que contenga el indicador. Un inconveniente de este método es que las heces se eliminan cuando entran en contacto con el agua. Al respecto es necesario ser muy uniforme en la realización de todos los procedimientos de manera que todas las muestras sufran el mismo grado de lixiviación y los resultados continúan siendo válidos, porque son comparativos (Gutiérrez *et al.* 2009).

2.1.5 Factores que afectan la digestibilidad

a. Consumo de alimento

Un consumo elevado puede reducir la digestibilidad. La velocidad de pasaje del alimento por el tracto digestivo es determinada por el nivel de ingestión; es decir; se acelera el paso del alimento, reduciendo el tiempo para los procesos de digestión enzimática y absorción (Huayhua 2008).

En cuanto a los niveles de consumo, se ha comprobado experimentalmente que los animales domésticos suelen digerir un porcentaje algo mayor de su alimento cuando reciben una ración limitada, que cuando se les suministra una ración completa con abundancia de alimento concentrado (Morrison 1994). Asimismo, Maynard *et al.* (1981) afirman que el animal tiende a ser más eficiente en la digestión de los alimentos y el aprovechamiento de nutrientes, cuando se reduce la ingestión del alimento por debajo del nivel de mantenimiento.

b. Niveles de inclusión

Los niveles de ingredientes y sus características organolépticas también son determinantes en la digestibilidad, ya que alimentos poco palatables reducen el consumo de alimento y se obtiene un valor reducido de energía metabolizable

aparente (EMA), lo cual se acentúa con niveles altos de alimentación (Arenaza 1996).

Cuando se reduce la ingestión de alimento por debajo del nivel de mantenimiento, los animales tienden a ser más eficientes en la digestión de estos y el aprovechamiento de nutrientes (Maynard *et al.* 1981).

c. Composición de la dieta

La composición química del alimento afecta la digestibilidad, asimismo el estado de madurez al momento de la cosecha parece ser el factor de mayor importancia que influye en la composición de los forrajes ya que conforme la planta madura, aumenta el contenido de la pared celular, en tanto el contenido celular se reduce y la planta se vuelve menos digestible (Maynard *et al.* 1981).

Uno de los componentes de los alimentos que más influye en la digestibilidad es la fibra cruda, y agregar grandes cantidades de fibra cruda reduce la digestibilidad de otros componentes individuales del alimento. Además, la presencia de fibra en un alimento reduce la digestibilidad de la energía de la dieta (Arenaza 2008).

Al respecto, Cheeke (1995) encontró que aumentar el contenido de fibra en la dieta en casi todas las especies aumenta el desprendimiento de enterocitos (nitrógeno endógeno) debido al efecto abrasivo de las fibras, lo que observo que la digestibilidad aparente de las proteínas disminuye. sin embargo, los conejos y los cuyes no se ven afectados porque regulan su ingesta de proteínas a través de los nutrientes cecales.

Por otro lado, los alimentos bajos en fibra como el maíz y el trigo son más fáciles de digerir porque sus paredes celulares son más delgadas y pueden ser penetradas fácilmente por los fluidos digestivos y las enzimas. Cuanto mayor es el contenido de fibra de un alimento, más espesas y resistentes son las paredes de la celulosa a la acción enzimática, disminuyendo la digestión de los componentes como el extracto libre de nitrógeno, y en menor proporción las proteínas y las grasas (Morrison 1994).

De manera similar, la fibra cruda reduce la digestibilidad de otros componentes de los alimentos. Esto se debe principalmente a que no hay tiempo suficiente para completar la fermentación.

Cantidades considerables de almidón y proteína que son intrínsecamente muy digeribles, no son completamente digeridos, debido a su aprisionamiento en una cubierta celulósica (Alvarado 1975).

Niveles reducidos de proteína en relación a los carbohidratos de fácil digestión alteran la actividad de las bacterias digestivas, las cuales prefieren degradar almidón y azúcares, reduciendo la digestión de los otros nutrientes, este hecho tiene una gran importancia, pues es una de las razones por lo que resulta ineficaz una ración pobre en proteínas (Morrison 1994). Además, la falla de la digestión completa de la celulosa provoca por lo tanto una falla en la digestión completa de ciertas sustancias intrínsecamente digeribles, ocasionando heces copiosas (García 2009).

Los extractos libres de nitrógeno (NLE) son ligeramente más digeribles que las proteínas y las grasas, y mucho más digeribles que la celulosa. El ELN de los granos de cereales y de casi todas las semillas están constituidas casi totalmente por almidón que es fácilmente digestible (Morrison 1994).

d. Preparación de la dieta

Por lo general, es necesario picar, triturar o moler los alimentos antes de su administración. Es preferible suministrar el alimento picado o triturado en vez de finamente molido, ya que puede reducir la digestibilidad motivada por la consistencia pulverulenta del alimento ingerido o por el pasaje más rápido a través del tracto digestivo (Maynard *et al.* 1981). Asimismo, la reducción del tamaño de partículas, mediante la molienda, disminuye la tasa de pasaje del alimento, lo que favorece su digestión y absorción, sobre todo en monogástricos, los cuales mastican el alimento por menos tiempo (Campos 2007). La explicación del mejoramiento de la digestibilidad al disminuir el tamaño de partícula puede encontrarse en la menor tasa de pasaje de la ingesta a través del tracto

gastrointestinal (Correa 1994). De manera similar, se ha observado que los alimentos granulados se multiplican más rápido que la harina, ya sea que se consuman de manera restringida o ad libitum.

Otros métodos de procesamiento que mejoran la digestibilidad de los alimentos. Entre ellos, el tratamiento térmico es uno de los más comunes y efectivos, ya que, al generar una alteración en la forma física de los alimentos, especialmente en semillas de leguminosas y al inactivar o reducir sus factores antinutricionales, logra incrementar la biodisponibilidad de los nutrientes, como la energía y las proteínas (Campos 2007).

El volumen también disminuye la ingesta de los nutrientes digeribles totales, reduciéndose la digestibilidad (Maynard *et al.* 1981).

Aunque la molienda de granos generalmente no mejora la digestibilidad en animales que mastican bien sus alimentos, las semillas que escapan a la masticación pueden permanecer sin digerir a medida que pasan por el tracto digestivo. También es útil para animales jóvenes cuyos dientes aún no se han desarrollado, así como para animales mayores con dientes deficientes. Además, la influencia que ejerce la molienda sobre la ingesta voluntaria y la digestibilidad, dependerá de qué tanto modifique ésta el tiempo de retención y la tasa de degradación de los alimentos en el tracto digestivo (Maynard *et al.* 1981).

e. Factor animal

Diferentes especies animales tienen diferente eficiencia a la hora de digerir los mismos nutrientes. Esta diferencia es mayor entre animales rumiantes y no rumiantes por tipo de aparato digestivo, capacidad de digestión y utilización de los alimentos, estas diferencias anatómicas y funcionales de los rumiantes les permite una mejor utilización de los alimentos fibrosos en comparación con las especies como el porcino y aún más con las aves, por lo que es conveniente determinar los coeficientes de digestibilidad de los alimentos para cada especie (Bondi 1988).

Maynard *et al.* (1981), estudiaron la capacidad digestiva comparativa del hombre, ratas, cobayos, ovejas y cerdos, alimentados con una misma ración baja en fibra y

alta en energía; en este estudio comparativo la mayoría de los nutrientes fueron digeridos ligeramente mejor por el hombre y por los porcinos que cualquier otra especie. Esto sugiere que, con una dieta baja en fibra, la fermentación bacteriana ruminal en ovejas no tiene ninguna ventaja especial sobre la digestión enzimática en no rumiantes. También dicen que los herbívoros no rumiantes se diferencian de los rumiantes en que pueden digerir azúcares y almidones antes de ingresar a la microbiota y microfauna cecal. Los nutrientes hidrocarbonados que llegan al ciego, después de haber sido liberados por los microorganismos cecales, probablemente se convertirán en su mayoría en ácidos grasos volátiles al igual que en el rumen (García 2009).

Según Moreno (1989), los cuyes digieren las proteínas de los alimentos energéticos y proteicos de manera más eficiente en comparación con los rumiantes. Esto se debe a que la fisiología digestiva implica primero la digestión enzimática en el estómago y luego la digestión microbiana en el ciego. Sin embargo, es menos eficaz en alimentos fibrosos (forrajes) que en rumiantes.

En este contexto, Esquerre *et al.* (1974) descubrieron que los cobayos consumen una gran cantidad de fibra dietética principalmente a través de la digestión microbiana en el ciego y el colon, produciendo ácidos grasos volátiles que pueden contribuir significativamente a satisfacer sus necesidades energéticas.

En el caso de rumiantes la digestibilidad depende en mayor o menor medida de la cantidad de alimento ingerida; en el caso de los monogástricos, la cantidad de alimento ingerida prácticamente no afecta a la digestibilidad de los alimentos (Flores y Rodríguez 2005).

f. Actividad cecotrófica

La cecotrofia es un proceso digestivo poco estudiado. Se sabe mediante que este proceso el cuy puede aprovechar las proteínas de las células bacterianas presentes en el ciego, así como la reutilización del nitrógeno proteico y no proteico que no ha sido digerido en el intestino delgado (Hidalgo *et al.* 1995). La cecotrofia como mecanismo de excreción selectiva puede ocasionar variabilidad en los valores de

digestibilidad de la fibra y es posible que parte de esta puede retenerse en el ciego durante algún tiempo para ser luego eliminada (Cheeke 1995).

g. Materia fecal metabólica

La materia fecal metabólica procede fundamentalmente de las bacterias y de la mucosa intestinal, por tanto, los coeficientes de digestibilidad aparente de la proteína y grasa, son siempre inferiores a los coeficientes de digestibilidad verdaderas (Bondi 1988; Crampton y Harris 1974).

Una parte de las heces está formada por enzimas y otras sustancias que se secretaron en los intestinos pero que no se absorbieron, así como restos celulares de la mucosa intestinal. El nitrógeno procedente del organismo y no directamente del alimento, se le denomina nitrógeno metabólico fecal (Maynard *et al.* 1981; McDonald *et al.* 2013). Asimismo, en el tracto digestivo se sintetiza compuestos grasos, posiblemente por microorganismos, y al parecer en las heces se denomina grasa fecal metabólica (Crampton y Harris 1974).

2.1.6 Factores que afectan el consumo de materia seca

Chauca (2013), manifiesta que el consumo de materia seca en cuyes oscila entre 5 a 8 por ciento del peso vivo.

Para Caycedo (2000), el cuy consume alimento en función de su calidad y composición del alimento, calidad y disponibilidad del alimento, edad y peso corporal, temperatura ambiente, salud bienestar y composición de la dieta. El consumo de materia seca en cuyes puede verse afectado por varios factores, entre ellos:

- a. Calidad y composición del alimento:** El tipo de alimento suministrado, su contenido de nutrientes y su palatabilidad pueden influir en la cantidad de materia seca consumida por los cuyes.
- b. Calidad y disponibilidad del alimento:** La calidad de la alimentación es fundamental para el buen desarrollo de los cuyes. El contenido de nutrientes, la palatabilidad y la disponibilidad del alimento pueden influir en el consumo de materia seca.

- c. **Edad y peso corporal:** Los cuyes más jóvenes y de menor peso corporal tienden a consumir menos materia seca que los adultos. A medida que crecen y aumentan de peso, su consumo también se incrementa.
- d. **Temperatura y ambiente:** Las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, pueden afectar el apetito de los cuyes. En climas cálidos, es posible que disminuya su consumo de alimento.
- e. **Salud y bienestar:** Los cuyes enfermos o estresados pueden presentar una disminución en su consumo de materia seca. Es importante mantener un buen estado de salud y bienestar de los animales para asegurar un consumo adecuado.
- f. **Composición de la dieta:** La composición de la dieta, incluyendo la proporción de fibra, proteína y energía, puede influir en el consumo de materia seca. Una dieta equilibrada y adecuada para las necesidades nutricionales de los cuyes es esencial.

2.2. ENERGÍA DIGESTIBLE (ED)

La energía digestible aparente de un alimento, es la energía bruta contenida en una unidad de peso del alimento, menos la energía bruta contenida en las heces procedentes del consumo de una unidad de peso de dicho alimento (McDonald *et al.* 2013). En los alimentos se puede determinar fácilmente la energía bruta (EB) a través de un equipo llamado bomba calorimétrica, mediante el cual el alimento combustionado se oxida por completo o lo que es lo mismo se quema hasta obtener los productos finales de la oxidación como son CO₂ y O₂ (Pesti y Edwards 1983).

La energía bruta de un alimento es producto de sus componentes químicos, esencialmente carbohidratos, grasas y proteínas. El animal no utiliza toda la energía contenida en los alimentos; parte de la energía se pierde en las partes no digeridas del alimento. La energía digerible (ED) es la energía bruta (EB) menos la energía contenida en las heces. Una parte de la energía bruta se convierte en metano, que representa aproximadamente el 1 por ciento de la energía total digerida. La energía metabólica (EM) se obtiene considerando la pérdida de energía en la orina, además de la pérdida de energía en las heces y el gas metano. La energía perdida en la orina consiste principalmente en sustancias excretadas como la urea y el ácido úrico. En los animales monogástricos, las pérdidas de energía por la orina oscilan entre el 2 y el 6 por ciento de la energía total, dependiendo principalmente del exceso de

nitrógeno excretado. Si la energía metabolizable (EM) se le sustrae el incremento de calor resultante del metabolismo de los nutrientes se obtiene la energía neta (EN), energía química que puede ser empleada para el mantenimiento y producción animal (Djouadi *et al.* 1992; citados por Arenaza 1996).

FEDNA (2014), menciona que la energía digestible (ED) para porcinos es de 3 350 (kcal/kg MS) para porcinos en crecimiento, 3 100 (kcal/kg MS) para conejos y 3 450 (kcal/kg MS) para caballos.

2.3.ENERGÍA METABOLIZABLE (EM)

La energía metabolizable de un insumo o alimentos puede definirse como aquella fracción energética de la energía bruta (EB), usada para el mantenimiento, la síntesis de nuevos componentes corporales o para su conversión en calor (NCR 1994). Se obtiene al restar la energía contenida en las heces, orina y productos gaseosos de la digestión animal (Bernuy 1999). En los alimentos, la energía metabolizable es la porción de energía alimentaria que los tejidos del cuerpo pueden utilizar para mantener los procesos metabólicos. Químicamente, la energía metabolizable comprende los productos finales de la digestión, tales como glucosa, ácidos grasos, aminoácidos, etc. (Rojas 1979).

La energía contenida en la orina proviene de la oxidación incompleta de productos nitrogenados de la dieta, ácido úrico en aves y urea en mamíferos y del nitrógeno endógeno urinario, de los animales que está en ayunas es la única pérdida la cual debemos considerar o restar (Maynard 1975).

FEDNA (2014), muestran valores de 2 840 (kcal/kg MS) para rumiantes, 3 120 (kcal/kg MS) para porcinos en las tablas de composición de alimentos.

2.3.1 Factores que afectan la energía metabolizable (EM)

Los principales factores que afectan el valor energético metabólico de los alimentos son aquellos que afectan la digestibilidad. Además, los valores de energía metabolizable de los alimentos varían de acuerdo con la especie que lo consume y al tipo de digestión a que son sometidos (McDonald *et al.* 2013).

Las dietas inadecuadas dan como resultado un aumento de las concentraciones de metano y, en general, a medida que aumenta el consumo de alimento, disminuye la proporción de energía consumida que se pierde en productos gaseosos. Las pérdidas en forma de productos gaseosos son insignificantes o generalmente se ignoran en muchos no rumiantes, pero algunas pérdidas se producen por fermentación en el ciego y el intestino grueso. Esta pérdida es de importancia en los herbívoros no rumiantes, como el caballo o el conejo, que presentan un nivel alto de fermentación en el ciego (Pond *et al.* 2010). Según Vigil (1999), el tipo de dieta es una de las variaciones más importantes en la determinación de energía metabolizable, la dieta más simple es aquella compuesta solamente por el insumo en prueba, pero algunos son poco palatables por ello se emplea una mezcla de dietas.

La digestión fermentativa, que se produce en el rumen y la última parte del intestino delgado, provoca una pérdida de energía en forma de metano. En algunos casos, la preparación de las comidas puede afectar los valores de energía metabólica. En los rumiantes, triturar y granular los alimentos gruesos aumenta la pérdida de energía fecal, pero esto se compensa parcialmente con una menor producción de metano. En cuanto a las aves, la molienda de los cereales, no parece afectar de forma constante a los valores de energía metabolizable (McDonald *et al.* 2013).

Según McDonald *et al.* (2013), los aumentos en el nivel de alimentación de los rumiantes, pueden determinar una reducción apreciable de la digestibilidad de los alimentos y, como consecuencia, en los valores de energía metabolizable. El aumento de la defecación causado por una mayor ingesta se compensa parcialmente con una menor pérdida de energía en forma de orina y metano. Sin embargo, el efecto de la mayor reducción de la energía metabolizable es más marcado con los alimentos de baja calidad, llegando hasta el 10 por ciento en los rumiantes al duplicar la digestión (Bondi 1988).

Por otro lado, Pond *et al.* (2010) manifiestan que la digestibilidad puede disminuir en condiciones en las que la rapidez de paso se incrementa; por ejemplo, consumos altos o en condiciones de temperatura ambientales frías. Un consumo muy elevado de

cereales sin procesar o mal procesados reduce la capacidad de absorción de componentes no estructurales.

El entorno en el que se encuentra un animal puede influir en el valor de la energía metabolizable aparente. A medida que aumenta la temperatura ambiente, la demanda y el consumo de energía disminuyen. Sin embargo, el nivel de energía metabolizable suele aumentar. Posiblemente se debe al hecho de que las pérdidas endógenas disminuyen y los menores consumos de alimento reducirían la velocidad de pasaje del alimento a través del tracto digestivo lo que aumentaría el contacto y acción con las enzimas digestivas, por lo que se observa mayores valores de energía metabolizable cuando aumenta la temperatura (Bedoya 2003; Verástegui 2007).

2.4. PROCESAMIENTO DE LA TORTA DE COCO

La torta de coco es el residuo de la extracción del aceite de la pulpa seca del coco, que es el fruto de la palmera de coco (*Cocos nucifera*), la pasta procede generalmente de la extracción del aceite por el método hidráulico o de compresión (Flores 1986).

La extracción de aceite de la torta puede realizarse por dos métodos: prensado y extracción con solventes. El uso de solventes como el hexano, es más efectivo y se obtiene una extracción más completa que la lograda por prensado, igualmente es más rápido y más caro en comparación con el proceso de extracción mecánica (Rossi 2019).

Para la extracción del aceite de coco, se aparta el agua de coco y se procede a extraer el endocarpio, para obtener la pulpa, seguidamente se tritura la pulpa de coco (Martínez 2022).

2.4.1 Extracción de aceite de coco por el proceso seco

La copra recién cosechada se pela con un pelador, se pela, se lava, se pica, se blanquea y se seca. La carne picada seca se pasa por una prensa para extraer el aceite. Los copos de coco ricos en grasas se producen como subproducto alimentario, pero también se producen copos de coco grasos. Aquí es donde se muelen para producir harina de coco (Villarino *et al.* 2020).

2.4.2 Extracción por el proceso fresco-seco

Para el coco rallado, la unidad de proceso parte la nuez, la ralla, la blanquea, la seca y luego extrae el aceite usando una prensa de tornillo para producir aceite de coco virgen. Los residuos de los copos se muelen para producir harina de coco (Villarino *et al.* 2020).

2.4.3 Extracción por el proceso de molienda fresca, seca y húmeda

Este proceso implica pelar la piel de la carne de forma manual o mecánica utilizando una máquina deshuesadora, separarla, rebanarla, limpiarla, triturarla o triturarla en húmedo, secar la carne en partículas y utilizar una prensa de tornillo para quitar la piel de la carne. Puedes triturar el pan rallado y añadir al probador harina de coco. Varias tecnologías han revolucionado la extracción del aceite de coco virgen. Esto implica usar aceite como medio y secar al vacío la carne fresca antes de retirarla. La ventaja de este proceso es que se produce un mayor volumen de producto con el tiempo y el uso de bajas temperaturas para el manejo seguro de materiales mediante el proceso húmedo (Figuroa 2013).

2.4.4 Torta de coco

Es un subproducto muy importante que se obtiene después de la extracción del aceite de coco. Las proteínas de la torta de coco son de mejor calidad que del gluten de maíz, pero no tan buenos como de la harina de soya (Morrison 1994).

2.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA TORTA DE COCO

Los valores nutricionales de la torta de coco obtenidos por los dos métodos de extracción de aceite se muestran en la Tabla 1. En promedio, la torta de coco contiene un 21,3 por ciento de proteína, un poco menos que el gluten de maíz y más que el salvado de trigo.

Tabla 1: Valores nutritivos de la torta de coco obtenida por dos métodos de extracción de aceite

Descripción	Por Presión		Por Disolvente	
	Base seca	Digestible (porcentaje)	Base seca	Digestible (porcentaje)
Materia Seca	90.7	--	91.1	--
Proteína	20.8	18.1	21.4	19.2
Grasa	8.2	7.8	3.4	3.1
Elemento libre de nitrógeno	45.0	38.2	47.0	40.9
Fibra	10.4	6.3	13.3	8.0
Cenizas	6.3	--	6.0	--

Fuente: Flores (1986)

Menon y Pandalai (1990) afirmaron que la torta de coco de Ceilán contiene entre 18 y 21 por ciento de proteínas y la composición de carbohidratos de la torta es la siguiente: sacarosa 14,33 por ciento, rafinosa 2,24 por ciento; galactosa 2,42 por ciento.

Flores (1986), reporta que la proteína de la torta de coco es de buena calidad, pero inferior a la de harina de torta de Soya. Por lo tanto, la torta de coco no debe administrarse a los cerdos como único suplemento proteico. La torta de coco contiene un promedio de 6-7 por ciento de grasa y proporciona un poco más de nutrientes digeribles que el gluten de maíz. Al ser una harina de semillas oleaginosas, tiene un valor energético muy alto, y un color blanco o marrón muy claro indica buena calidad. Si la temperatura es muy alta durante el proceso de extracción del aceite, el color de la torta será oscuro, el valor nutricional se reducirá y la digestibilidad se reducirá significativamente.

Pond y Maner (1976), indican que, en zonas del trópico, la torta de coco puede ser una de las pocas fuentes de proteínas disponibles para la alimentación del ganado. La torta contiene cantidades moderadas de proteínas y son una fuente importante y económica de proteínas en áreas donde otras fuentes no están disponibles. La composición aproximada de minerales y aminoácidos de la torta de coco prensada se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Composición proximal, energética, mineral y aminoácidos de la torta de coco prensada

Descripción	Porcentaje
Materia Seca	89.90
Proteína bruta	20.90
Fibra bruta	10.50
Extracto Etéreo	5.80
Cenizas	6.50
Extracto libre de nitrógeno	46.20
Energía bruta (kcal/gr)	4.20
E.D. (kcal/gr)	3.60
Calcio	0.16
Fosforo	0.55
Magnesio	0.23
Potasio	1.75
Zinc (mg/kg)	53.00
Cobre (mg/kg)	40.00
Manganeso (mg/kg)	75.00
Aminoácidos	Porcentaje
Arginina	9.37
Histidina	1.96
Isoleucina	2.87
Lisina	5.87
Metionina	2.79
Cistina	1.77
Metionina + Cistina	1.14
Fenilalanina	2.91
Treonina	3.87
Valina	3.15
Glicina	4.25
Tirosina	2.20
Ácido aspártico	7.75
Ácido glutámico	17.41

Fuente: Pond y Maner (1976)

Godoy *et al.* (2020) mencionan que el insumo de mayor aporte proteico fue proporcionado por la torta de coco con 21.9 por ciento de proteína cruda respecto a otros residuos agrícolas en la región de San Martín. También obtuvo resultados de 92,4 por ciento para materia seca, 16,4 por ciento para extractos esenciales, 6,8 por ciento para cenizas, 40,4 por ciento para

extractos libres de nitrógeno y 14,6 por ciento para fibra cruda. Sin embargo, el pastel de coco presentó un valor de fibra neutra (FND) de 51,7. La torta de coco es más eficiente al considerarla como un aporte proteico de alta calidad debido a su mayor contenido de fracción B3 y menor fracción A (8,0 por ciento) y fracción C (16,5 por ciento) en comparación con la cáscara de cacao.

2.6. LA TORTA DE COCO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

2.6.1 Torta de coco en la alimentación de vacunos

La torta de coco es un alimento balanceado para vacas destinadas a la producción de leche. También es útil como complemento proteico para el engorde de bovinos y ovinos. No transmite color ni sabor a la carne o la leche (Zaragoza 2013, citado por Thieme 1970).

Thieme (1970), reportó que el contenido de nitrógeno en la torta de coco es de aproximadamente un por ciento, lo cual la hace adecuada para su uso como fertilizante. Además, se ha observado que el contenido de ácido fosfórico de la torta de coco es menor que el de otras tortas de aceite, mientras que el contenido de potasio es significativamente mayor que el promedio. Los resultados obtenidos en el Reino Unido mostraron una composición media en elementos minerales de la torta de coco, con un contenido de calcio de 0.16 por ciento, ácido fosfórico de 1.27 por ciento, potasio de 2.41 por ciento y cloro de 0.65 por ciento. Estos hallazgos resaltan el valor nutricional y fertilizante de la torta de coco.

De lo anterior se deduce que la torta de coco está en desventaja respecto a la mayoría de las demás tortas de aceite para usarlo como fertilizante puesto que, es necesario compensar las deficiencias minerales agregándole productos químicos (Thieme 1970).

La posibilidad de utilizar la torta de coco como alimento rico en proteínas para el consumo humano ya se ha intentado en Filipinas utilizándola como ingrediente para elaborar “salsas” (Zaragoza 2013, citado por Thieme 1970). La composición de las proteínas en aminoácidos da a la torta de coco un buen valor nutritivo, siempre que la digestibilidad no se vea demasiado afectada por las elevadas temperaturas a que se

somete la torta durante la elaboración del aceite, sin embargo, la copra industrial es un producto bastante antihigiénico, y no puede considerarse como materia prima apropiada para la fabricación de una torta apta para el consumo humano (Thieme 1970).

La principal característica del aceite de coco es que es rico en ácidos grasos saturados de cadena corta y media (79 por ciento y C_{14:0}). Este tipo de ácido graso se digiere fácilmente en animales monogástricos, produciendo grasa corporal sólida de color blanco. Y un poco de acidez. Comúnmente se incorpora a los sustitutos de la leche, ya que también está presente en los animales lactantes. El contenido de ácidos grasos esenciales (ácido linoleico) es muy bajo, lo que puede suponer un problema para las gallinas ponedoras. Además, un alto contenido de aceite de coco en raciones de vacas de leche puede resultar altos contenidos en ácidos grasos de cadena corta en la leche que pueden afectar su calidad (FEDNA 2014).

Peralta *et al.* (2013), compararon la ganancia de peso en vacas descarte suplementadas con expeller de pulpa de coco sobre pastura cultivada durante 90 días. Se utilizaron dos grupos de ganado Cebú con un peso promedio de 308 kg. El Grupo Control pastoreó sobre pastura cultivada y el Grupo Tratamiento fue suplementado con 1,5 kg de expeller de pulpa de coco. Los resultados mostraron que el Grupo Tratamiento obtuvo una ganancia de peso promedio de 60,6 kg/animal, mientras que el Grupo Control tuvo una ganancia de 42,05 kg/animal. El análisis estadístico reveló una diferencia significativa entre ambos grupos. Estos hallazgos sugieren que la suplementación con expeller de pulpa de coco puede mejorar la ganancia de peso en vacas descarte. Sin embargo, se requiere de más investigaciones para confirmar estos resultados y evaluar su aplicabilidad en otras situaciones.

Fernández (2014), encontró que la suplementación con expeller de pulpa de coco en la dieta de las vacas descarte puede tener efectos positivos en su rendimiento de ganancia de peso. Aunque al principio las vacas pueden mostrar resistencia a consumirlo, si se introduce gradualmente en su ración, comienzan a disfrutarlo. Se observó que esta suplementación aumentó el contenido de grasa en la leche y afectó la grasa de la mantequilla, haciéndola más dura y con un sabor agradable. Sin embargo, es importante respetar las cantidades recomendadas, ya que dosis excesivas pueden resultar en una

textura grasosa indeseable. Los bovinos destinados a la producción de carne pueden consumir mayores cantidades sin afectar la calidad de la canal. Aunque estos hallazgos son prometedores, se requiere de más investigaciones para confirmarlos y evaluar su aplicabilidad en diferentes contextos y razas de ganado.

2.6.2 Torta de coco en la alimentación de pollos

El uso de harina de coco para la alimentación de aves producirá resultados diferentes debido a la diferente calidad de los productos. La presencia de carbohidratos fibrosos como los polisacáridos a base de manosa limita su uso en aves de corral. Sin embargo, se han utilizado tratamientos físicos y el uso de enzimas para mejorar la calidad nutricional. La densidad aparente y la capacidad de retención de agua son indicadores de la calidad de los alimentos y pueden influir en el valor nutricional de una comida. Además, la harina de coco es baja en aminoácidos esenciales como lisina y metionina. Los carbohidratos predominantes en la harina de coco son los polisacáridos, especialmente los mananos y galactomananos. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar la calidad y composición de la harina de coco al utilizarla en la alimentación de aves de corral. Con respecto a los carbohidratos presentes en la harina de coco, el 61 por ciento son polisacáridos, dentro de los cuales la mayoría son mananos y galactomananos, superando en ese sentido a los valores encontrados en la harina de soja (Sundu *et al.* 2020).

Pluske *et al.* (1997) observaron que el uso de enzimas que hidrolizan los mananos aumentó el peso corporal de las aves y disminuyó la mortalidad. Se ha demostrado que el uso de piensos granulados tiene un impacto positivo en la mejora del valor nutricional de los piensos para aves. Esta mejora fue evidente cuando las aves fueron alimentadas con dietas de baja densidad aparente. La mejora del rendimiento de los pollos de engorde debido a la granulación del alimento puede deberse a varios mecanismos, incluido el aumento del consumo de alimento, la mejora de la digestibilidad del alimento y la reducción del consumo de energía.

Sundu *et al.* (2006), descubrieron que el rendimiento de crecimiento de los pollos de engorde alimentados con harina de coco fue similar al de los pollos alimentados con

una dieta estándar de maíz y soya. Esto sugiere que el principal problema al utilizar harina de coco para la nutrición de aves puede estar relacionado con sus propiedades físicas más que con su contenido químico. Estos hallazgos son alentadores y sugieren que, con el tratamiento adecuado, la harina de coco podría ser una opción viable en la alimentación de aves de corral. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para confirmar estos resultados y determinar las mejores prácticas de uso de harina de coco en la dieta de aves de corral.

Sundu *et al.* (2018), manifiestan que la adición de polisacáridos a base de manosa del coco en las dietas de pollos de engorde redujo el pH intestinal y promovió el crecimiento de bacterias beneficiosas. Esto resultó en una mejora en el estado de salud de las aves y un aumento en la ganancia de peso corporal. Sin embargo, se observó que la mejora en el peso solo fue significativa cuando se agregó manano de coco al 0,05 por ciento en la dieta. Estos hallazgos sugieren que la adición de manano de coco en la alimentación de pollos de engorde puede tener beneficios, pero se requiere una dosis adecuada para obtener resultados significativos.

El uso de harina de coco en los alimentos para pollos de engorde puede tener un impacto positivo en el rendimiento cuando se trata física y enzimáticamente. El manano de coco se comporta como el manano de levadura ya que ambos podrían promover el crecimiento de pollos de engorde, incluso cuando las aves fueron desafiadas contra la contaminación por *E. coli* (Sundu *et al.* 2020)

2.6.3 Torta de coco en la alimentación de conejos

Acosta-Acosta *et al.* (2019), reportaron que la inclusión de harina de coco desgrasada en la dieta de conejos en crecimiento (0, 10, 20, 30 y 40 por ciento), fueron determinados los coeficientes de digestión aparente (CDA) de la materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), materia orgánica (MO) y la ceniza (Cz). El período experimental fue de 12 días. Incluir harina de coco sin grasa en la dieta no tuvo ningún efecto sobre el ADC de DM, que promedió cerca del 60 por ciento. Se encontró ADC alto (74,92 y 77,86 por ciento) en PB, que disminuyó en niveles de inclusión de 30 y 40 por ciento. El CDA de FB mostró una tendencia similar al de PB, con valores

promedio que oscilaron entre 44.66 y 49.80 por ciento. El conejo utilizó bien la ceniza, con un ADC que oscila entre 66,80 y 72,99 por ciento y más en niveles de inclusión de 0 y 10 por ciento. Estos resultados sugieren que los conejos tienen una alta absorción de compuestos inorgánicos y que la harina de coco desgrasada puede usarse como parte de la dieta de conejos en crecimiento, pero es importante considerar la ingesta para asegurar una adecuada digestibilidad de los nutrientes.

2.6.4 Torta de coco en la alimentación de porcinos

Para Fernández (2014), la harina de coco es bastante rica en fibra, y esto limita su inclusión en las raciones para los cerdos. Dependiendo de otros ingredientes, puede contener hasta un 25 por ciento del total. En áreas donde la harina de coco es abundante y están dispuestas a aceptar una menor eficiencia en el procesamiento del alimento, puede contener hasta un 50 por ciento de harina de coco. Esto forma grasa sólida en el cerdo.

2.6.5 Torta de coco en la alimentación de ovinos

De Souza *et al.* (2011), evaluaron el efecto de incluir niveles crecientes de torta de coco (*Cocos nucifera L.*) sobre la ingesta de alimentos y la digestibilidad aparente de la materia seca, la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida. Se utilizaron 16 ovejas no castradas, con un peso corporal promedio de 28 kg ($\pm 3,2$ kg), distribuidas en un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (0; 0.4; 0.8 y 1.2 por ciento PC de inclusión de pastel de coco) y cuatro repeticiones. Se tuvo un período experimental de 21 días con 14 días de adaptación y siete días de recolección de datos, en el cual se monitoreó el suministro de la dieta y la recolección total de heces. La digestibilidad aparente de la materia seca y la fibra detergente ácida mostraron efectos lineales y crecientes con la inclusión de torta de coco en la dieta (44,9 a 57 y 30,57 a 40,32 por ciento) para niveles de inclusión de 1.2 por ciento, respectivamente. La fibra detergente neutra mostró un comportamiento cuadrático, y el mejor nivel de inclusión se presentó con 0,9 por ciento y la máxima digestibilidad de FDN con 59.39 por ciento. La torta de coco es una excelente fuente de complemento alimenticio y puede contribuir

a satisfacer las demandas nutricionales para la producción de carne y leche en la Amazonía oriental.

2.6.6 Torta de coco en la alimentación de pez paco

De Oliveira *et al.* (1997), determinaron la digestibilidad aparente de la torta de aceite de palma (*Elais guineensis*) y del salvado de coco (*Cocus nucífera*) en pacos. Se utilizaron tres tanques de digestibilidad con peces paco, y se les alimentó con una dieta completa durante 24 horas antes de comenzar el experimento. Luego, se les alimentó con dietas de prueba que contenían torta de aceite de palma o salvado de coco como ingredientes principales, elaboradas con 70.00 por ciento del ingrediente de prueba (torta de palma y salvado de coco), 29.50 por ciento de salvado de trigo y 0.50 por ciento de óxido de cromo (Cr_2O_3), granulado con un diámetro de 3.00 mm. El coeficiente de digestibilidad aparente para torta de palma fue: 54.80 por ciento para la fracción MS, 75.76 por ciento para CP, 88.98 por ciento para EE, 0.00 por ciento para FB y 74.60 por ciento para ceniza, mientras que para salvado de coco: 72.63, 83.35, 97.56, 38.77 y 87.42. por ciento, respectivamente, para las fracciones MS, PB, EE, FB y ceniza. Estos resultados indican que tanto la torta de aceite de palma como el salvado de coco pueden utilizarse como sustitutos en la preparación de dietas para peces tropicales. Sin embargo, el salvado de coco mostró una mayor digestibilidad aparente en comparación con la torta de aceite de palma para el paco.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

EXPERIMENTO I: DETERMINACIÓN DEL CONSUMO VOLUNTARIO, COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD, ENERGÍA DIGESTIBLE Y METABOLIZABLE DE LA TORTA DE COCO

3.1. MATERIALES

3.1.1. Lugar del ensayo biológico y análisis químico

El experimento I del presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el bioterio correspondiente al Laboratorio de Evaluación Biológica de los alimentos (LENA). Asimismo, los análisis químicos fueron efectuados en el laboratorio de servicios del LENA, ambos correspondientes al Departamento Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Realizándose la prueba de consumo voluntario, digestibilidad, determinación de la energía digestible y energía metabolizable entre los meses de setiembre - octubre del 2021 y los análisis de laboratorio en el mes de diciembre del 2021.

3.1.2. Instalaciones y equipos

Los cuyes fueron alojados en 10 jaulas metabólicas de metal, con un área de 0.29 m² (56 cm de largo x 51 cm de ancho y 34 cm de altura), con piso de malla de acero, además cada jaula contó con comederos y bebederos de arcilla.

En la parte inferior de las jaulas metabólicas tienen una bandeja con malla metálica en forma de embudo para la colección de heces y de orina por separado.

Se utilizó una balanza electrónica digital de 5 Kg de capacidad con 1 g de sensibilidad para el pesado de los cuyes, de las heces e insumos.

Se utilizaron bolsas de polietileno para la colección de heces y alimento residual, se usaron frascos de vidrio para la colección de la orina y para medir el volumen de la orina se utilizó una probeta volumétrica y artículos de limpieza.

3.1.3. Animales experimentales

Se utilizaron 10 cuyes machos del genotipo mejorado tipo 1 provenientes de la granja de cuyes de Cieneguilla de la Universidad Nacional Agraria La Molina, de aproximadamente 7 semanas de edad y con un peso promedio de 700 ± 50.52 g. El mismo que se distribuyó aleatoriamente en cada jaula metabólica por separado. Se formaron dos grupos de 5 animales cada uno.

3.1.4. Ingredientes a evaluar

En el presente trabajo se utilizó la torta de coco (*Cocos nucifera*), el cual se adquirió de una planta de alimentos ubicado en la provincia y región de San Martín.

El subproducto de trigo se utilizó como alimento basal para determinar la digestibilidad, energía digestible y metabolizable de la torta de coco, de la empresa Alicorp.

Tabla 3: Análisis proximal de la torta de coco (expresado en porcentaje)

Componentes	B. Fresca	Base Seca
Humedad	10.83	0.00
Proteína total (N x 6.25)	19.53	21.90
Grasa cruda	12.58	14.11
Fibra cruda	6.68	7.49
Ceniza	4.94	5.54
ELN	45.44	50.96
Energía total (kcal/kg)	4956.90	5558.93
Materia seca	89.17	100.00

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – Dpto. Académico de nutrición - UNALM

3.1.5. Tratamientos experimentales

Se establecieron y evaluaron dos dietas:

- Tratamiento 1 (T1): Subproducto de trigo (afrecho) 100 por ciento - dieta basal.
- Tratamiento 2 (T2): Mezcla del 40 por ciento de torta de coco más 60 por ciento de subproducto de trigo (afrecho) – dieta experimental.

Tanto al tratamiento 1 (100 por ciento de subproducto de trigo) y el tratamiento 2 (mezcla del 40 por ciento de torta de coco más 60 por ciento de subproducto de trigo) se adicionó 30 mg de vitamina C protegida (Rovimix Stay-C-36) por cuy/día a una mezcladora HOBART MFC.Co TROY – OHIO, de acero inoxidable, de paleta con capacidad de 5 kg. El uso de vitamina C fue necesario porque en ningún tratamiento se suministró forraje verde. También se suministró agua fresca diariamente a discreción utilizando bebederos de arcilla con capacidad de 200 ml.

Tabla 4: Análisis proximal de las dietas evaluadas (expresado en porcentaje)

Componentes	T1 (Subproducto de trigo)		T2 (60 por ciento de Subproducto de trigo + 40 por ciento de torta de coco)	
	Base Fresca	Base Seca	Base Fresca	Base Seca
Humedad	11.84	0.00	10.55	0.00
Materia seca	88.16	100.00	89.45	100.00
Proteína total (N x 6.25)	14.68	16.65	17.71	19.80
Grasa cruda	3.78	4.29	7.65	8.55
Fibra cruda	8.02	9.10	6.19	6.92
Ceniza	4.98	5.65	4.65	5.20
ELN	56.70	64.31	53.25	59.53
Energía total (kcal/kg)	4357.81	4943.03	4648.36	5196.60

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – Dpto. Académico de nutrición - UNALM

3.1.6. Metodología del experimento

La prueba experimental tuvo una duración total de 21 días distribuidos en dos periodos: adaptación y experimental (colección).

3.1.7. Periodo de adaptación y consumo voluntario

El periodo adaptación duró 14 días, tiempo necesario para adaptar a los animales al tipo de alimento y al manejo. En los últimos 7 días se controló el consumo voluntario de los animales de los dos tratamientos. En este periodo se controló el peso del alimento ofrecido y residual (cada 24 horas) para obtener por diferencia el consumo de materia seca. El periodo de adaptación terminó cuando los animales mostraron un consumo normal entre el rango de 30 a 40 g de alimento diario, equivalente al 5 por ciento de su peso vivo.

3.1.8. Periodo experimental o de colección: Digestibilidad aparente *in vivo*

En el periodo experimental se controló el consumo de alimento (cantidad ofrecida – cantidad residual), la excreción de heces y la recolección de la orina por cuy durante 7 días.

Para la colección de heces se realizó por el método de colección total, los mismos que fueron guardados en refrigeración (2 – 4°C) con 1.0 g de timol/muestra para su conservación. Las heces fueron pesadas en una balanza electrónica de 5 kg de capacidad y con 1 gramos de sensibilidad.

Al término del periodo de colección las muestras de heces fueron mezcladas homogéneamente de cada cuy. Una parte (10 por ciento) fue llevada al laboratorio para determinar la humedad inicial utilizando una estufa (105 °C) por 24 horas. El 90 por ciento de las heces colectadas en los 7 días fueron pre-secadas a 60°C por 24 horas, luego fueron molidas utilizando un molino MIKRO SAMBL MILL, de seis cuchillos y tamiz de 1mm y guardadas en frascos de vidrio codificados para determinar posteriormente su composición química y energía total en la bomba calorimétrica.

3.1.9. Manejo de la orina

La orina se colectó por separado de las heces utilizando una bandeja en forma de embudo ubicado debajo de cada jaula metabólica en frascos de vidrio, se controló el peso y volumen en una probeta graduada de 100 ml diariamente. A los frascos de vidrio se

adicionó de 2 – 3 gotas de tolueno después de la colección para ponerlo en refrigeración (2 – 4°C). Al término del periodo experimental se hizo la mezcla de orina colectada diariamente por cada animal y se extrajo una muestra de 250 ml para la determinación de la densidad y de nitrógeno.

3.1.10. Suministro de alimento

Los dos tratamientos se realizaron con el mismo sistema de alimentación, la cantidad diaria de alimento fue de 80 g, el cual se alimentó a cada animal una vez al día a la misma hora (9 am), y también se suministró agua en cada pozo. Se añadió vitamina C (35 por ciento de Rovimix) a la mezcla a razón de 200 mg de ácido ascórbico/kg de alimento en harina. Los alimentos y las heces se pesaron utilizando una báscula electrónica marca OHAUS modelo GT 2100 con una sensibilidad de 1 g.

3.1.11. Análisis químico proximal y calorimétrico

Las muestras del alimento en estudio y de las heces fueron enviados al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos del Dpto. Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia, para la determinación de materia seca y pre-secado (heces); utilizando las normas establecidas por la Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C 2012).

- Materia seca: Estufa a 105°C por 24 horas.
- Proteína Cruda: Método Semi Micro Kjeldhal.
- Extracto Etéreo: Extractor de grasa Soxhlet.
- Fibra Cruda: Doble digestión ácida y alcalina.
- Ceniza: Mufla a 600°C por 24 horas.
- Extracto Libre de Nitrógeno: Por diferencia.

Las muestras de alimento y heces fueron sometidas a la determinación del contenido de energía bruta, utilizando una bomba calorimétrica (A.S.T.M. METHOD 1972) del Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimento (LENA). En muestras de orina se determinaron la densidad con un picnómetro y el porcentaje de nitrógeno para determinar su energía total.

3.2. PARÁMETROS A EVALUAR

3.2.1. Consumo de alimento diario

Se tomaron datos del consumo de alimento diario durante 7 días, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento diario} = \text{Alimento Ofrecido} - \text{Alimento residual.}$$

3.2.2. Cambio de pesos de los animales

Los animales experimentales fueron pesados al inicio y al final del periodo experimental y se calculó el cambio del peso vivo (P.V) durante el estudio.

$$\text{Cambio de P.V} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

3.2.3. Cálculos de digestibilidad y nutrientes digestibles totales (NDT)

En base a los resultados obtenidos del análisis químico proximal de los alimentos y de las heces se determinó el porcentaje de coeficiente de digestibilidad (C.D) de los nutrientes del subproducto de trigo (tratamiento 1: dieta basal) y para el tratamiento 2 (subproducto de trigo más torta de coco), se utilizó el método directo. Para la determinación de la digestibilidad solo de la torta de coco se utilizará el método indirecto (por diferencia) descrito por Crampton y Harris (1974).

a. Método directo:

$$\text{C.D (\%)} = \frac{\text{Nut. ingerido} - \text{Nut. heces}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

b. Método indirecto:

$$\text{C.D (\%)} = \frac{100 (M - B)}{S} + B$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} \text{C.D (\%)} = & \text{Coeficiente Digestibilidad de la torta de coco.} \\ M & = \text{Coeficiente Digestibilidad de la mezcla.} \end{array}$$

B = Coeficiente Digestibilidad del alimento basal
(Subproducto de trigo)

S = Porcentaje de torta de coco en la mezcla.

3.2.4. Cálculo de energía digestible (ED)

Para realizar los cálculos de energía digestible (ED) de la torta de coco, se determinó la energía total del subproducto de trigo (T1), de la mezcla de alimento (T2) y de las heces, utilizando un calorímetro adiabático de oxígeno en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento Académico de Nutrición, UNALM. Los valores de ED se calcularán en base a materia seca, utilizando la fórmula descrita por Crampton y Harris (1974).

$$ED \text{ (kcal/kg)} = EB - EH \times Qh/Ia$$

Donde:

ED = Energía Digestible del alimento (Kcal/kg)

EB = Energía Bruta del alimento (Kcal/Kg)

Qh = Heces producidas por día (Kg)

EH = Energía Bruta de las heces (Kcal/kg)

Ia = Alimento ingerido por día (Kg)

3.2.5. Cálculo de energía metabolizable (EM)

La energía estimada de la orina se determinó, asumiendo 30 kj/g nitrógeno como pérdida de energía urinaria en conejos (Jentsh *et al.* 1963, citados por Maertens y Villamide 1998). Se utilizó la energía de la orina, calculada a partir de su contenido de nitrógeno, determinado por el método semi Micro Kjeldahj (A.O.A.C. 2012). Asimismo, se empleó el valor equivalente de 4.184 kj que equivale a 1 kcal, según Shimada (2003) que luego fue convertido de g en kg. El cálculo se realizó utilizando la siguiente formula:

$$E.M \text{ (kcal/kg)} = ED - EO$$

Donde:

EM	=	Energía Metabolizable del alimento (kcal/kg).
ED	=	Energía Digestible del alimento (kcal/kg).
EO	=	Energía de la orina (kcal/kg).

3.2.6. Indicadores estadísticos

Se utilizaron como indicadores estadísticos: al promedio, la desviación estándar (D.S.) y el coeficiente de variabilidad (C.V. en porcentaje), de cada uno de los parámetros a evaluar.

EXPERIMENTO II: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS MEDIANTE PRUEBA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE DE CUYES ALIMENTADOS CON TORTA DE COCO.

3.3. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 400 cuyes machos destetados de un promedio de edad de ± 14 días del genotipo de línea mejorada tipo I, con un peso promedio de 294 ± 3.97 g, provenientes de la granja ALLIN PERÚ S.A.C. Los animales fueron distribuidos al azar en cuatro grupos de tratamiento, con 100 cuyes en cada grupo y cinco repeticiones de 20 cuyes por poza en cada grupo. Este estudio se llevó a cabo en la empresa de cuyes de la granja ALLIN PERÚ S.A.C.

3.4. INSTALACIONES

Se utilizaron 20 pozas con medidas de 1.7 m de largo x 1.2 m de ancho y de 0.40 m de altura, construidas de ladrillo con falso piso, dentro de un galpón cerrado con ventanas de mantada para proveer un adecuado manejo de ventilación; con comederos tipo tolva de plástico que tiene una capacidad de 5-6 kg y el suministro del 15 por ciento del peso vivo promedio de rastrojo de brócoli como forraje proporcionado, en forma restringida. Se usó cascarilla de arroz como material de cama de 5 cm de espesor.

3.5. TRATAMIENTOS

Los 400 cuyes se distribuyeron en cuatro tratamientos de 100 animales cada uno divididos en cinco repeticiones con igual número de animales, los mismos que fueron alimentados durante 56 días (8 semanas de experimento) de la siguiente manera:

- Tratamiento 1: Dieta control (0 por ciento de torta de coco)
- Tratamiento 2: Dieta con 10 por ciento de torta de coco.
- Tratamiento 3: Dieta con 20 por ciento de torta de coco.
- Tratamiento 4: Dieta con 30 por ciento de torta de coco.

Tabla 5: Contenido nutricional de las dietas experimentales (Base fresca) (expresado en porcentaje) y precio por kg

INGREDIENTES	Niveles de torta de coco				Precio mercado unitario (S/. Por Kg)
	0	10	20	30	
Afrecho Alicorp	50.00	49.50	40.11	35.00	1.09
Torta de soya	22.48	19.41	19.22	14.07	2.53
Maíz nacional	21.70	16.25	15.09	15.87	1.72
Melaza de caña	3.00	2.00	2.85	1.50	1.00
Torta de coco	0.00	10.00	19.90	30.00	1.00
Premezcla de vit. y min.	0.15	0.15	0.15	0.15	17.20
Sal común	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Calcio	1.82	1.84	1.82	1.84	0.17
Vitamina C protegida	0.05	0.05	0.05	0.05	32.21
Aditivos ¹	0.49	0.50	0.52	1.21	
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	
Valor nutritivo					
Energía Digestible Cuyes (kcal/kg MS)	3024.35	3000.00	3000.00	3010.62	
Proteína Cruda	19.20	19.20	19.72	19.20	
Grasa Cruda	3.19	4.16	5.00	6.00	
Fibra Cruda	7.36	7.71	7.24	7.09	
Calcio	0.84	0.84	0.84	0.84	
Fósforo	0.71	0.74	0.70	0.70	
Vitamina C (mg)	450.00	450.00	450.00	450.00	
Costo/Kg (S/.)²	S/1.66	S/1.57	S/1.55	S/1.55	

¹ Aditivos, contienen dentro de la ración: aminoácidos sintéticos, promotor de crecimiento, captador de micotoxinas.

² Precios obtenidos a la fecha del mes de noviembre del 2022.

El alimento balanceado fue formulado con el uso del software profesional para la formulación optimizada de raciones alimenticias para cualquier especie animal DAPP Nutrition 2.0 y preparado en la planta de alimentos de la empresa ALLIN PERÚ S.A.C. El alimento concentrado ofrecido fue en forma de harina, adicionando vitamina C recubierto de un 97 por ciento como fuente de ácido ascórbico (vitamina C) equivalente a 97 mg vitamina C/100 g de concentrado.

3.6. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

3.6.1. Consumo de alimento

El suministro de alimento balanceado se realizó diariamente, pesando la cantidad ofrecida y residual después de 24 horas. Así mismo se determinó el porcentaje de humedad del alimento ofrecido y del residuo, para calcular el consumo de materia seca (MS):

$$\text{Consumo de M.S.} = \text{M.S. ofrecida} - \text{M.S. residual.}$$

3.6.2. Peso final y ganancia del peso vivo

El control de peso de los animales se realizó semanalmente en las primeras horas del día. En la noche anterior se dejó de dar alimento y se pesó a los animales empleando una balanza digital con aproximación a 1 g. Con los pesos vivos semanales se calculó la ganancia de peso diario, semanal y final del periodo de crecimiento y engorde.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

3.6.3. Conversión alimenticia

Utilizando los valores de ganancia de peso y consumo de materia seca se calculó las conversiones alimenticias promedio de cada tratamiento.

$$C.A = \text{Consumo de materia seca (g)} / \text{Ganancia de peso (g)}$$

3.6.4. Rendimiento de carcasa

Del total de animales, 10 cuyes de cada tratamiento fueron sacrificados o beneficiados al final del experimento (8 semanas), para ello se les sometió a 12 horas de ayuno previas al sacrificio, para evitar la distorsión del cálculo del rendimiento de carcasa. Se realizó mediciones del peso vivo antes del beneficio, del peso de carcasa y el rendimiento de carcasa se expresará en porcentaje.

3.6.5. Mérito Económico (M.E)

Se determinó a partir de la utilidad bruta por kilogramo de cuy (expresado en Soles), otorgándole al tratamiento control un valor referencial de 100 por ciento, de esta manera mayores porcentajes indicarán una mejor respuesta económica. El presente método considera que los costos directos e indirectos se mantienen constantes. Para la determinación de este parámetro se utilizaron la siguiente fórmula:

$$M.E. (\%) = \frac{UBPV_{\text{tratamiento}}}{UBPV_{\text{contraste}}} \times 100$$

$$UBPV_{\text{tratamiento}} = \frac{UBC_{\text{tratamiento}}}{PVF_{\text{tratamiento}}}$$

$$UBC_{\text{tratamiento}} = ITC - CTPC$$

Donde:

UBPV (S/. /Kg) = Utilidad bruta por kg de peso vivo

UBC (S/. / unid.) = Utilidad bruta por cuy

ITC (S/. Unid.) = Ingreso total por cuy

CTPC (S/. unid.) = Costo total de producción por cuy

PVF (Kg/ unid.) = Peso vivo final.

3.7. DISEÑO ESTADÍSTICO

Para el experimento II se utilizó el diseño estadístico completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones cada uno, con un nivel de significación de $p = 0.05$.

$$Y_{ijk} = u_i + T_j + \epsilon_{j(i)}$$

Donde:

- Y_{ijk} = valor de la variable de respuesta correspondiente a la k-ésima muestra sobre la unidad experimental que lleva el tratamiento i en la repetición j.
- u_i = Media general de la variable respuesta.
- T_j = Efecto del i-ésimo tratamiento.
- $\epsilon_{j(i)}$ = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos fueron procesados en oficina utilizando una hoja de cálculo Excel y el paquete de software estadístico SAS v 9.4 para calcular parámetros estadísticos como porcentaje, media, desviación estándar, coeficiente de variación, coeficiente de determinación y análisis de varianza. (ANOVA) y comparación de medias para contrastar las hipótesis consideradas. De igual forma se realizó análisis e interpretación a partir de los datos procesados para presentar resultados, conclusiones y recomendaciones respecto al tema en estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EXPERIMENTO I: DETERMINACIÓN DEL CONSUMO VOLUNTARIO, COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD, ENERGÍA DIGESTIBLE Y METABOLIZABLE DE LA TORTA DE COCO

4.1. CONSUMO VOLUNTARIO DE ALIMENTO DIARIO

Los valores promedio de consumo voluntario de los alimentos en materia seca (g/100 g PV) fueron 28.99 ± 0.64 g para el tratamiento 1 (T1) y 30.84 ± 1.49 g para el tratamiento 2 (T2), como se muestra en la Tabla 6 y el Anexo 3. Según el análisis de varianza, no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$).

Tabla 6: Consumo voluntario del alimento (g/100 g PV) por cuyes diariamente

	T1 (Subproducto de trigo)	T2 (60 por ciento de subproducto de trigo + 40 por ciento de torta de coco)
Base Fresca	32.89 ± 0.72^a	34.47 ± 1.66^a
Materia Seca	28.99 ± 0.64^a	30.84 ± 1.49^a

(ab): Letras diferentes indican que existe significancia estadística
Media \pm Error Estándar

El estudio demostró que los cuyes consumieron una cantidad de alimento acorde a lo esperado para su peso vivo, lo cual coincide con otros estudios previos reportados por Hidalgo y Valerio (2020), Díaz *et al.* (2020) y Saucedo (2023) en pruebas de digestibilidad. Además, se concluyó que factores como la calidad y composición del alimento no afectaron el consumo de materia seca en los cuyes del estudio, según lo mencionado por Caycedo (2000).

4.2. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE LA TORTA DE COCO, DE NUTRIENTES Y ENERGIA DIGESTIBLE (ED) Y METABOLIZABLE (EM)

Los resultados obtenidos de los coeficientes de digestibilidad de la materia seca y de los nutrientes se presentan en la Tabla 7 y los Anexos 10, 12, 13, 14.

Tabla 7: Valores de coeficientes de digestibilidad promedio de la torta de coco en cuyes (expresado en base seca)

Componentes	Coefficiente de digestibilidad (por ciento)	Desviación estándar
Materia seca	57.08	5.26
Proteína	63.35	3.63
Extracto etéreo	75.58	5.65
Fibra cruda	53.94	9.87
ELN	51.36	4.4

El coeficiente de digestibilidad de la materia seca obtenido de la torta de coco es de 57.08 por ciento con una variabilidad de 5.26 por ciento, el cual es inferior al aceite de palma (85.29 por ciento) y torta de palmiste (65.73 por ciento) reportados por Saucedo (2023), además al de la torta de Sacha Inchi peletizado (82.5 por ciento) y torta de Sacha Inchi extruida (76.7 por ciento) reportados por Diaz *et al.* (2021), en comparación con otros residuos agroindustriales del trópico, por otro lado también fueron inferiores a la torta de soya (89.78 por ciento) y al maíz amarillo (86.42 por ciento) reportados por Reynaga (2010), pero superiores a la semilla de Sacha Inchi peletizado (54.5 por ciento) y semilla de Sacha Inchi extruida (48.7 por ciento) reportados por Diaz *et al.* (2021), este bajo coeficiente de digestibilidad de la materia seca de la torta de coco, podría deberse a su alto contenido de lignina que muestran la cáscara de coco (42,30 por ciento) es elevado y significativamente superior al resto de residuos (Cabrera *et al.* 2016), lo que impide el correcto aprovechamiento de nutrientes como fibra insoluble, lo que se refleja en otros coeficientes de digestibilidad (Caballero 1992). El contenido de fibra de un alimento tiene el mayor impacto en la digestibilidad, y tanto la cantidad como la estructura química de la fibra son importantes. La digestibilidad de las paredes celulares es variable ya que depende del grado de lignificación (McDonald *et al.* 2013).

Igualmente, el coeficiente de digestibilidad de la materia seca de la torta de coco es inferior al reportado por De Oliveria *et al.* (1997) de 72.63 por ciento para paco y ligeramente superior al valor reportado por De Souza *et al.* (2011) de 44.9 a 57.00 por ciento para ovinos. Es importante tener en cuenta que existen diversos factores que pueden afectar la digestibilidad en diferentes especies animales, y la eficiencia de la digestión de los nutrientes puede variar (Bondi 1988). Esto sugiere que las diferencias en la anatomía y fisiología digestiva entre las especies pueden afectar la capacidad de los animales para digerir y aprovechar los nutrientes presentes en la torta de coco. La discrepancia en los valores de digestibilidad reportados en la literatura puede deberse a factores como la variabilidad en la composición nutricional de la torta de coco utilizada, las diferencias en la metodología utilizada para determinar la digestibilidad y las características individuales de los animales utilizados en los estudios.

La digestibilidad de la proteína (63.35 por ciento) de la torta de coco es menor a los reportados por Díaz *et al.* (2021) para la semilla de Sancha Inchi peletizado y extruido (79.6 y 83.5 por ciento respectivamente), la torta de Sancha Inchi peletizado y extruido (81.2 y 83.2 por ciento respectivamente) y por Vela (2020) para la torta de palmiste (69.96 por ciento), se debe al proceso térmico que mejora el valor nutricional de las proteínas vegetales (Brenes y Brenes 1993), y de las diferencias entre paletización y extrusión que sufren estos insumos, esta última es más sensible a la inhibición de los insumos, según Valls (1993), se cree que aumenta la disponibilidad de proteínas y una mejor actividad enzimática en el intestino.

El coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda de la torta de coco fue de 53.94 por ciento, la cual es mayor a los reportados por Díaz *et al.* (2021) para la semilla de Sancha Inchi peletizado y extruido (27.0 y 16.2 por ciento respectivamente) y menor a los reportados por Díaz *et al.* (2021) para la torta de Sancha Inchi peletizado y extruido (98.7 y 92.8 por ciento respectivamente) y Vela (2020) para la torta de palmiste (60.88 por ciento), esta diferencia puede deberse al menor contenido de fibra cruda presente en estos insumos y a la degradación por parte de la flora bacteriana el cuy.

El extracto etéreo de la torta de coco tiene un coeficiente de digestibilidad de 75.58 por ciento superior a los reportados por Díaz *et al.* (2021) para la torta de Sancha Inchi peletizado y extruido (65.9 y 62.4 por ciento respectivamente) pero inferior a los reportados por Vela

(2020) para la torta de palmiste (81.37 por ciento) y Díaz *et al.* (2021) para la semilla de Sancha Inchi extruido (81.7 por ciento), Esta diferencia puede deberse a la disponibilidad de componentes grasos, ya que la torta de coco presenta aceite residual que está fácilmente disponible para los animales y también por su riqueza en ácidos grasos saturados de cadena corta y media (79 por ciento y C_{14:0}), este tipo de ácido grasos se digiere fácilmente en animales monogástricos (FEDNA 2014).

Tabla 8: Valores de energía digestible y metabolizable (kcal/kg MS) del de la torta de coco en cuyes

Ingrediente	Energía Digestible (kcal/kg MS)	Desviación estándar	Energía Metabolizable (kcal/kg MS)	Desviación estándar
Torta de coco	3773.00	0.19	3688.00	185.55

Los resultados obtenidos de los valores de energía digestible (ED) y metabolizable (EM) se presentan en la Tabla 8 y los Anexos 20 y 25.

La energía digestible (ED) de la torta de coco es de 3 773 (kcal/kg MS) superior a la torta de palmiste (1900 y 3500 kcal/kg MS) reportados por Saucedo (2023) y Vela (2020) respectivamente, a la semilla de semilla de Sacha Inchi peletizado (3296 kcal/kg MS) y semilla de Sacha Inchi extruida (3681 kcal/kg MS) reportados por Diaz *et al.* (2021), a la torta de soya (3710 kcal/kg MS) y al maíz amarillo (3448 kcal/kg MS) reportados por Reynaga (2010), pero inferior al aceite de palma (7181 kcal/kg MS) reportado por Saucedo (2023), a la torta de Sacha Inchi peletizado (4621 kcal/kg MS) y torta de Sacha Inchi extruida (4161 kcal/kg MS) reportados por Diaz *et al.* (2021), se puede deber a que la torta de coco presenta grasa residual proveniente de la extracción mecánica del aceite de coco y dicha extracción al ser de forma mecánica tiende a presentar mayor cantidad de residuo graso que si se hiciera por extracción química con solventes orgánicos.

La energía digestible (ED) comparando con otras especies animales fueron superiores a los encontrados por Rostagno *et al.* (2017) y FEDNA (2014), reportando estudios con valores de 3 020 (kcal/kg MS) para porcinos y 3 219 (kcal/kg MS) para cerdas, 3 350 (kcal/kg MS) para

porcinos en crecimiento, 3 100 (kcal/kg MS) para conejos y 3 450 (kcal/kg MS) para caballos. Estos hallazgos indican que la torta de coco puede ser considerada como una fuente de energía altamente digestible para la alimentación de animales, especialmente porcinos, cerdas, porcinos en crecimiento, conejos y caballos. Además, su valor energético supera ligeramente al de la torta de soya, lo cual podría ser de interés para la formulación de dietas balanceadas en función de las necesidades nutricionales específicas de cada especie animal.

En tanto la energía metabolizable (EM) obtenida para la torta de coco (3 688 kcal/kg MS) fue superior al reportado por FEDNA (2014) que muestran valores de 2 840 (kcal/kg MS) para rumiantes, 3 120 (kcal/kg MS) para porcinos, superior a la torta de soya (3 447 kcal/kg MS) y al maíz grano amarillo (3 329 kcal/kg MS) reportado por Reynaga (2010). Su alto valor se debe a una excelente fuente de energía, debido a los nutrientes aportadores de energía como el extracto libre de nitrógeno y sobre todo los ácidos grasos saturados de cadena media que se encuentran en buenas proporciones en la torta de coco. Igualmente, la proteína cuyo esqueleto carbonado podría ser fuente de energía, se encuentra en mayor cantidad que en el maíz, siendo ésta de mejor calidad porque contiene mayor cantidad de ácido glutámico (Pond y Maner 1976), que está también involucrado en la síntesis de proteínas y en el metabolismo de los aminoácidos, además de jugar un papel importante en la palatabilidad y la aceptabilidad de los alimentos (McDonald *et al.* 2013).

EXPERIMENTO II: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS MEDIANTE PRUEBA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE DE CUYES ALIMENTADOS CON TORTA DE COCO

4.3. PESO FINAL Y GANANCIA DE PESO

Los pesos obtenidos al inicio y final del experimento, así como la ganancia total de peso y ganancia diaria se detallan en la Tabla 9 y los Anexos 27, 28, 29, 30 y 35. Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas ($P>0.05$) entre los diferentes tratamientos, similares resultados a los reportados por Trejo (2018), Camino y Hidalgo (2014), Solorzano *et al.* (2010), Ganchada (2022), Condori y Vergara (2014), Rengifo y Vergara (2005) y Vergara *et al.* (2005) utilizando dietas a base de concentrado y rastrojo de brócoli como forraje. Esto sugiere que la torta de coco aporta

una mayor concentración de aminoácidos libres, péptidos y energía metabolizable, resultado del proceso de obtención de la torta de coco, en comparación con los ingredientes de torta de soya y maíz grano amarillo (Reynaga 2010).

Los resultados obtenidos sobre el consumo promedio total y diario de materia seca por tratamiento se presentan en la Tabla 9 y en el Anexo 33, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos. No obstante, al comparar estos resultados con otros estudios realizados en cuyes, se observó que los valores obtenidos para el consumo de materia seca con dietas a base de concentrado y rastrojo de brócoli como forraje fueron similares a los reportados por Ganchada (2022), Condori y Vergara (2014), Camino y Hidalgo (2014), y Vergara *et al.* (2005). Esto podría deberse a la palatabilidad del ingrediente utilizado en la dieta, es decir, a medida que la alimentación sea más nutricionalmente adecuada, los animales tendrán una mejor aceptación y, por lo tanto, mostrarán un mejor comportamiento productivo (Quinatoa 2007; Vivanco 2019).

Los valores de la conversión alimenticia promedio por tratamiento se presentan en la Tabla 9 y Anexo 35. No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Sin embargo, al comparar otros estudios realizados en cuyes, se observó que la conversión alimenticia con dietas a base de concentrado y al rastrojo de brócoli como forraje fueron similares a los valores encontrados por Camino y Hidalgo (2014), Solorzano *et al.* (2010), Rengifo y Vergara (2005) y Vergara *et al.* (2005), pero ligeramente inferiores a los obtenidos por Jara y Vergara (2013) y Condori y Vergara (2014). Esta diferencia puede atribuirse a la presencia del ácido glutámico en la torta de coco, Castillo *et al.* (2022) observaron que un mayor contenido de glutamato mejoraba la ganancia de peso corporal y la utilización del alimento, lo que puede estar asociado con una mejor integridad de las vellosidades intestinales (Ren *et al.* 2016; Wang *et al.* 2020), asegurando la presencia de células intestinales maduras con mejores enzimas, sin embargo, los resultados no están necesariamente correlacionados. Cabrera *et al.* (2013) demostraron que la glutamina en la dieta promueve el crecimiento de las vellosidades, pero la actividad de la enzima maltasa no se ve afectada.

Tabla 9: Efecto de diferentes niveles de torta de coco en las dietas (por ciento) sobre la performance en cuyes de crecimiento y engorde

Parámetros	Niveles de torta de coco (porcentaje)			
	0	10	20	30
Peso vivo inicial (g)	295.35± 16.20 ^a	297.01 ± 16.34 ^a	291.06 ± 15.72 ^a	295.60 ± 15.69 ^a
Peso vivo final (g)	1020.84 ± 84.98 ^a	1006.26 ± 80.61 ^a	995.12 ± 68.59 ^a	1009.68 ± 81.95 ^a
Ganancia total de peso (g) ¹	725.76 ± 85.06 ^a	708.15 ± 85.68 ^a	704.14 ± 69.41 ^a	714.56 ± 85.00 ^a
Ganancia diaria de peso (g) ²	12.96 ± 5.92 ^a	12.64 ± 5.79 ^a	12.57 ± 5.97 ^a	12.76 ± 5.45 ^a
Consumo acumulado (MS, g/cuy) ²	2314.27 ^a	2471.22 ^a	2235.44 ^a	2161.36 ^a
Consumo diario (MS, g/cuy)	41.33 ^a	44.13 ^a	39.92 ^a	38.60 ^a
Conversión alimenticia acumulada	3.19 ^a	3.49 ^a	3.17 ^a	3.02 ^a

Leyenda: (a, b) Letras iguales en una misma fila indican que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos (Tukey P>0,05)

1: Corresponde a 8 semanas de evaluación (10 semanas de edad promedio)

2: Diferencia entre (peso final – peso inicial) /56 días

3: Ganancia diaria promedio de las 8 semanas

4.4. RENDIMIENTO DE CARCASA (PORCENTAJE)

Los valores promedios de peso vivo al beneficio, peso de carcasa y rendimiento de carcasa se presentan en la Tabla 10 y Anexo 37.

Tabla 10: Valores de peso y rendimiento promedio de carcasa de los tratamientos

Tratamientos	Peso vivo ¹ (g)	Peso carcasa ¹ (g)	Rendimiento de carcasa (porcentaje)
T1	1139.90	839.50	73.64 ± 1.23 ^a
T2	1091.50	798.10	73.13 ± 1.07 ^a
T3	1075.20	785.60	73.06 ± 0.92 ^a
T4	1115.00	818.60	73.43 ± 0.75 ^a

¹: Valores a la 8^a semana de evaluación (8 semanas de edad por cuy)

T1: Alimento balanceado con 0 por ciento de torta de coco (control)

T2: Alimento balanceado con 10 por ciento de torta de coco

T3: Alimento balanceado con 20 por ciento de torta de coco

T4: Alimento balanceado con 30 por ciento de torta de coco

De acuerdo con el análisis de varianza estos valores indican que no hay diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos. Sin embargo, comparando otros estudios en cuyes respecto al rendimiento de carcasa con dietas a base de concentrado y al rastrojo de brócoli como forraje fue similar al valor encontrado por Rengifo y Vergara (2005) y ligeramente superior a Condori y Vergara (2014), Camino e Hidalgo (2014) y Vergara *et al.* (2005). En este estudio no se observaron dichas diferencias posiblemente por el grado de especialización que poseen los genotipos de línea mejorada tipo I orientados a la producción de carne. Los rendimientos de carcasa fueron similares al 73 por ciento obtenido a la octava semana de edad para el genotipo Perú (Chauca *et al.* 2005).

4.5. MERITO ECONÓMICO

En la Tabla 11 y Anexo 38 se presentan los valores de la retribución económica y mérito económico por tratamiento.

Tabla 11: Retribución económica y mérito económico según tratamientos

TRATAMIENTOS	1	2	3	4
RUBROS				
Peso vivo inicial (kg)	0.295	0.297	0.291	0.296
Peso vivo final (kg)	1.021	1.006	0.995	1.010
Ganancia de peso (kg)	725.760	708.149	704.138	714.557
INGRESO BRUTO				
Por cuy (S/. Animal)	20.42	20.13	19.90	20.19
Por kilo de peso vivo (S/.)	20.00	20.00	20.00	20.00
EGRESOS (sólo alimentación)				
Consumo de alimento balanceado/cuy (kg)	2.55	2.65	2.39	2.37
Consumo de forraje/cuy (kg)	8.00	8.00	8.00	8.00
Precio del balanceado (S/. /kg)	1.66	1.54	1.48	1.43
Precio del forraje (S/.)	0.3	0.3	0.3	0.3
Costo de alimentación (S/.)	6.63	6.47	5.95	5.79
EGRESO POR ANIMAL	6.63	6.47	5.95	5.79
RETRIBUCIÓN ECONÓMICA				
Por cuy (S/.)	13.78	13.66	13.96	14.40
Por kg peso vivo (S/.)	13.37	13.53	14.05	14.21
MÉRITO ECONÓMICO				
Por cuy (%)	100.000	99.07	101.25	104.49
por kg peso vivo (%)	100.00	101.23	105.14	106.30

Valores similares de retribución económica a lo reportado por Condori y Vergara (2014) y ligeramente superior a Vergara *et al.* (2005), alimentados en base de alimento balanceado y rastrojo de brócoli como forraje.

Los valores de retribución económica obtenidos en el estudio fueron de S/. 13.37, S/.13.53, S/.14.05 y S/. 14.21 soles por kilogramo de peso vivo. Estos resultados fueron influenciados por el costo de la torta de coco y como consecuencia de este costo, se redujo parcialmente el uso de la torta de soya y el maíz amarillo como sustitutos.

El costo por kilo de alimento sin el uso de la torta de coco fue de S/. 1.66 soles, pero al incluir en el tratamiento 4 un nivel de inclusión del 30 por ciento de torta de coco, este

costo por kilo de alimento disminuyó a S/. 1.55 soles. La inclusión del 10 por ciento de torta de coco en relación al costo total de alimento redujo los costos en un 5.21 por ciento. Asimismo, la inclusión del 20 por ciento disminuyó los costos en un 6.28 por ciento y, finalmente, la inclusión del 30 por ciento redujo los costos de los insumos en un 6.62 por ciento en comparación al total de costos de alimentos.

Estos resultados sugieren que los niveles de 20 y 30 por ciento de torta de coco en la dieta de los cuyes pueden ser beneficiosos desde un punto de vista económico, presentando un mejor rendimiento económico, con un ingreso de 104.49 por ciento y 101.25 por ciento en comparación al control (100 por ciento). Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos resultados se obtuvieron en un estudio específico y pueden variar en otros contextos.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este trabajo de investigación, se pueden extraer las siguientes conclusiones.

1. El coeficiente de digestibilidad de la materia seca de la torta de coco fue de 57.08 ± 5.26 por ciento y el valor de los nutrientes fueron: PT de 63.35 por ciento, EE DE 75.58 por ciento, FC de 53.94 por ciento y ELN de 51.36 por ciento.
2. El valor de energía digestible de la torta de coco fue de $3\ 773.31 \pm 0.19$ kcal/kg MS y el valor de energía metabolizable de la torta de coco fue de $3\ 688.16 \pm 185.55$ kcal/kg MS.
3. La inclusión de la torta de coco en la dieta de los cuyes no tuvo un impacto significativo en su rendimiento productivo, no obstante, se observó un impacto positivo en el mérito económico con niveles del 20 y 30 por ciento de la inclusión de torta de coco.

VI. RECOMENDACIONES

Según los resultados de este estudio, se recomienda:

1. Usar niveles hasta el 30 por ciento de la torta de coco como reemplazo parcial de la torta de soya y maíz en la producción de cuyes.
2. Utilizar en la formulación de dietas los valores nutricionales, los coeficientes de digestibilidad, energía digestible y metabolizable de la torta de coco obtenidos para cuyes.
3. Realizar ensayos de digestibilidad y respuesta productiva de la torta de coco en otras especies.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Acosta, Y., La-O-Michel, A. L., Valdivié-Navarro, M., Maceo-Martínez, A., Acosta-Ramos, E., Betancourt-Santos, N. N., Villalón-Moracen, Y., & Hechavarría-Riviaux, S. 2019. Efecto de la harina de coco desgrasada en el crecimiento del conejo. *Ciencia y Agricultura*, 16(3), 47-59. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n3.2019.9751>.
- Aduviri, T. y Blair, W. 2017. *Uso de residuos de quinua (Chenopodium quinoa W.) en la productividad y rentabilidad de cuyes (Cavia porcellus L.)*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Del Altiplano] <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6233>
- Alvarado, M. 1975. *Digestibilidad de la cama de cuyes en ovinos*. [Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista- Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.
- Arenaza, V. 1996. *Determinación de los coeficientes de digestibilidad y energía digestible del bagazo de marigol (Tagetes erecta) y subproducto de trigo (Triticum savitum) por calorimetría en el cuy (Cavia porcellus)*. [Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista- Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists. 2012. Official methods of analysis. 19th ed. Washington DC, USA.
- A. S. T. M. METHOD. 1972. *American Society for Testing and Materials*. D – 2015 – 66.
- Bernal, W., Maicelo, J. L. y Yoplac, I. 2017. Bromatological characterization of nontraditional supplies for animal feed in the Amazonas region. *Revista científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería* 2 (1) 60-65,2019. <https://dx.doi.org/10.25127/ucni.v2i1.449>
- Bedoya, G. 2003. *Determinación de la energía metabolizable del aceite acidulado de soya y su evaluación comparativa en dietas de inicio para pollos de carne*. [Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista- Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.

- Bernuy, H. E. 1999. *Determinación de la energía metabolizable del hominy feed por dos métodos en pollos de carne*. [Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista- Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.
- Bondi, A. 1988. *Nutrición Animal*. Editorial Acribia. Zaragoza. España
- Brenes, A., y Brenes, J. 1993. *Tratamiento tecnológico de los granos de leguminosas: Influencia sobre su valor nutritivo*. IX Curso de especialización FEDNA. Barcelona. Recuperado de <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP11.pdf>.
- Caballero, A. 1992. *Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (Cavia porcellus)*. [Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista- Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.
- Cabrera Rodríguez, E., León Fernández, V., Montano Pérez, A., y Dopico Ramírez, D. 2016. Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. *Revista Centro Azúcar*, 43(4), 27-35. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612016000400003&lng=es&tlng=es.
- Cabrera R.A, Usry J.L, Arrellano C, Nogueira E.T, Kutschenko M, Moeser A.J, Odle J. 2013. Effects of creep feeding and supplemental glutamine or glutamine plus glutamate (Aminogut) on pre- and post-weaning growth performance and intestinal health of piglets. *J Anim Sci Biotechno* 4: 29. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23916292/>
- Camino M., J., y Hidalgo L., V. 2014. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 25(2), 190–197. <https://doi.org/10.15381/rivep.v25i2.8490>
- Campos, L. J. 2007. *Evaluación nutricional del frijol mucuna (Stizolobium deeringianum) y su uso en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde*. [Tesis de título - Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.
- Campos Villarroel, J. A. 2003. *Digestibility of legumes and grassy forages in guinea pig feeding*. [Tesis de título, Universidad Mayor de San Simón]. Bolivia. <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6340&context=etd>
- Caprita, R., Caprita, A., Cretescu, I., Ursulescu, G., y Nicu, V. 2013. Estimation of in vitro dry matter solubility and protein digestibility of barley grains. *Lucrări Stiintifice* -

- (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista UNIMAR* 19(3):897-903, 1997.
<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevUNIMAR/article/view/4568>
- De Souza Junior, L., De Brito Lourenço Júnior, J., Alves Dos Santos, N. D., Dias Gonçalves Ferreira, G., Rossetto Garcia, A., y de Souza Nahúm, B. 2011. Ingestão de alimentos e digestibilidade aparente das frações fibrosas da torta de coco para ovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 33(2), 169-174.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126504009>
- Díaz Céspedes, M., Rojas Paredes, M., Hernández Guevara, J., Linares Rivera, J., Durand Chávez, L., & Moscoso Muñoz, J. 2021. Digestibilidad, energía digestible y metabolizable del sachá inchi (*Plukenetia volubilis L*) peletizado y extruido en cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(5), e19654. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19654>
- Djouadi, A., Kalinowski, J. y Zerwas, P.M. 1992. Higgs radiation off top quarks in high-energy colliders. *Z. Phys. C - Particles and Fields* 54, 255–262
<https://doi.org/10.1007/BF01566654>
- Edivaldo, L., De Oliveira, A., Angelo O., Ribeiro, M., y Barros, M. 1997. Coeficiente de digestibilidade aparente da torta de dendê e do farelo de coco em pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista UNIMAR* 19(3):897-903, 1997.
<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevUNIMAR/article/view/4568>
- Estévez, D. 2002. *Determinación de la digestibilidad de material seca, material orgánico y de la energía digestible del pasto elefante enano (Pennsetum purpureum cv. Mott) en cuyes (Cavia porcellus)*. [Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista-Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.
- Ensminger, M.E. y Olentine, C.G. 1983. *Alimento y Nutrición de los Animales*. Edit. El Ateneo, Buenos Aires- Argentina. 682 p.
- Esquerre, J. A., Valenzuela y Candela, E. 1974. Digestión microbiana en cuyes criollos de la altura. *Rev. Inv. Pec. (IVITA)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos 3 (19: 67-76).
- FEDNA. 2014. Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3ª edición.

- http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/torta-de-presi%C3%B3n-de-copra
- Fernández Oller, A. 2019. *Nutrición animal*. Obtenido de Nutrición animal: <https://nutricionanimal.info/digestibilidad/>
- Fernández, M.A. 2014. *Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina*. Boletín Técnico N°20. ISSN 0327 – 8549. 1ra Edición. INTA - EEA Bordenave, Buenos Aires. 200 p.
- Figueroa Fuentes, E.L. 2013. *Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de la extracción de la fracción lipídica de la copra del coco (Cocos nucifera L.) Variedad verde utilizando tres solventes a escala laboratorio*. [Tesis de título, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Química]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1398_Q.pdf
- Flores Menéndez, J.A. 1986. *Alimentación Animal*. Edit. LIMUSA. México 1089. p 6.
- Flores, M. P. y Rodríguez, M. 2005. *Nutrición Animal*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria – España. <http://www.webs.ulpgc.es/nutraim>.
- Ganchada Casa, D. R. 2022. *Utilización de bloques nutricionales con la adición de tres niveles de harina de brócoli (brassica oleracea) en la alimentación de cuyes (cavia porcellus) en fase de crecimiento engorde, en la provincia de Cotopaxi, cantón pujili, barrio el Tejar*. [Tesis de título, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8998>
- García, A. R. 2009. *Determinación de la energía digestible de residuos seco de cervecería y raicilla de malta en cuyes*. [Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista- Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., Metailler, R. 2004. *Nutrición y alimentación de peces y crustáceos*. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. p 74-77
- Gutiérrez, W., Zaldivar, J., Contreras, G. 2009. Coeficientes de digestibilidad de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomum*. *Rev. PE. biología* 15(2): 111- 115. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332008000200018&script=sci_abstract

- Godoy Padilla, D. J., Daza La Plata, R., Fernández Curi, L. M., Layza Mendiola, A. E., Roque Alcarraz, R. E., Hidalgo Lozano, V., Gamarra Carrillo, S. G., y Gómez Bravo, C. A. 2020. Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de San Martín, Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(2), e1374. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1374
- Goñas, K. 2017. *Caracterización nutricional de once subproductos agroindustriales para la alimentación animal en la Región Amazonas*. [Tesis de Ingeniero Zootecnista. Amazonas: Univ. Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <http://repositorio.unrtm.edu.pe/handle/UNTRM/1356>.
- Hidalgo, V., Montes, T., Cabrera, P. y Moreno, A. 1995. *Crianza de Cuyes Programa de Investigación en Carnes*. UNALM. Perú
- Hidalgo, L., V., y Valerio, C., H. 2020. Digestibilidad y energía digestible y metabolizable del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(2), e17816. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17816>
- Huayhua, V. 2008. *Determinación de los coeficientes de digestibilidad y energía digestible del bagazo de marigol (*Tagetes erecta*) y subproducto de trigo (*Triticum sativum*) por calorimetría en el cuy (*Cavia porcellus*)*. [Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista- Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima-Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. Censo Nacional Agropecuario 2012. CENAGRO v 1.0.
- Jara, N. y Vergara, R. 2013. Evaluación de un aditivo multifuncional en la dieta sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. *Programa de investigación y proyección social en alimentos*. http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumenes_investigacion/Cuyes.pdf
- Jentsch, W., Schiemann, L., Hofmann, L. y Nehring, K. 1963. Die energetische verwertung der futterstoffe. 2. Die energetische verwertung der kraftfutterstoffe durchkaninchen. *Arch.Tierernahr* 13: 133-145., doi: 10.1080/17450396309424064.

- Laqui, R. 2018. *Alimentación de cuyes (Cavia porcellus) con rastrojo de brócoli (Brassica oleracea itálica variedad Plenck) en la etapa de crecimiento y engorde, Tacna – 2017*. [Tesis de título, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3696>
- Ly, J., Reyes, L., Delgado, E., Castro, M. 2013. Royal palm nut meal fattening in pigs. Influence of body weight on rectal digestibility and faecal output of materials. *Cuban J Agr Sci* 47: 283-287. <https://www.redalyc.org/journal/1930/193060591006/html/>
- Maertens, L. y Villamide, M. 1998. Feeding Systems for Intensive Production In: C. de Blas y J. Wiseman (eds.). *The Nutrition of Rabbits*. CABI Publishing. Cambridge. pp: 255-272.
- Martinez Vicente, L. 2022. *Extracción artesanal de aceite de coco*. [Tesis de título, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/188397/Martinez%20-%20EXTRACCION%20ARTESANAL%20DE%20ACEITE%20DE%20COCO.pdf?sequence=1>
- Maynard, L. 1975. *Nutrición animal*. Editorial Ms Graw Hill 7° ed. p 202 – 208.
- Maynard, L., Loosli, J., Hirtz, F. y Warner, R. 1981. *Nutrition animal* (7° Ed). Graw Hill Book Company. New Cork, N.Y.
- Maynard, D. y Loosli, J. 2017. *Nutrition animal*. McGraw-Hill, New York. 7th Edition.
- Menon, K. y Pandalai, K. 1990. The Coconut Palma Monograph. *Editorial Indian Central Coconut Committee*, Erakulam, S. India. <https://www.worldcat.org/es/title/coconut-palm-a-monograph/oclc/5365698>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2008. *Realidad y problemática del sector pecuario-Cuyes*. http://www.minag.gob.pe/pecuaria/pec_crianza_produccion_cuyes.shtml
- McDonald, P., Edwards, R.A, Greenhalgh, J.F.D, Morgan, C.A, Sinclair, L.A.,Wilkinson, R.G. 2013. *Nutrición animal*. 7°ed. Zaragoza, España: Acribia. 653 p.
- Moreno, R. A. 1989. *Producción de cuyes*. UNALM. Perú. 132 p.
- Morrison Frank, B. 1994. *Compendio de Alimentación Animal*. Editorial. LIMUSA- México.
- National Research Council (NRC). 2011. *Nutrient Requirements of poultry*. Washington, D.C.

- National Research Council (NRC). 1998. *Nutrient Requirements of poultry*. Washington, D.C.
- Parra, J. y Gómez, A. 2009. Importancia de la utilización de diferentes técnicas de digestibilidad en la nutrición y formulación porcina. *Revista MVZ Córdoba*, 1(14), 1633-1641. <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v14n1/v14n1a12.pdf>
- Pesti, G.M. y Edwards, H.M. 1983. Metabolizable Energy Nomenclature for Poultry Feedstuffs. Department of Poultry Science, University of Georgia, Athens, Georgia 30602. *Poultry Science* 62:1275-1280. <https://pdf.sciencedirectassets.com/776861/1-s2.0-S0032579119X64676>
- Peralta, J., Feltes, F. y Branda, L. 2013. Ganancia de peso en vacas descarte suplementadas con expeller de pulpa de coco (*acrocomia totai mart*) sobre pastura cultivada. *Compendio de ciencias veterinarias*. 2013; 03 (01): 11 – 14. ISSN 2225-5214. http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2226-17612013000100003
- Pompeu, R. C. F. F. P., Neiva, J. N. M., Cândido, M. J. D., Oliveira Filho, G. S. de, Aquino, D. C. y Lobo, R. N. B. 2006. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) com níveis crescentes de subprodutos do processamento de frutas tropicais. *Revista Ciência Agronômica*. v. 37, n. 1, p. 77-83. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista>.
- Pond, W. y Maner, J. 1976. *Producción de cerdos en climas templados y tropicales*. Trad. Pedro Ducar Malvenda, Editorial Acribia, Zaragoza, España. 871p.
- Pond, W. G.; Church, D. C. y Pond, K. R. 2010. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. 2 da Edición. Editorial. Limusa. México
- Post, G., Shank, W., y Smith Y. 1965. *A method for collecting metabolic excretions from fish*. *Prog Fish. Cult.*, 27: 108-111
- Pluske, J.R., Pethick, D.W., Durmic, Z., McDonald, D.E., Mullan, B.P y Hampson D.J. 1997. Diseases and conditions in pigs, horses and chickens arising from incomplete digestion and absorption of carbohydrates. *Recent advances in animal nutrition* Vol.11, pp.33-41. <http://researchportal.murdoch.edu.au/esploro/outputs/journalArticle/Diseases-andconditions-in-pig-horses/991005541978207891>

- Quinatoa Quiquintuña, G. 2007. *Evaluación de diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales en la alimentación de cuyes* [Tesis de título, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1725/1/17T0810.pdf>
- Ren W, Wang K, Yin J, Chen S, Liu G, Tan B, Wu G, Bazer F.W, Peng Y, Yin Y. 2016. Glutamine-induced secretion of intestinal secretory immunoglobulin A: a mechanistic perspective. *Front Immunol* 7: 503. doi: 10.3389/fimmu.2016.00503
- Rengifo, G.O y Vergara R.V. 2005. *Evaluación de alimento balanceado peletizado y en harina con suministro de forraje en cuyes (Cavia porcellus) mejorados*. Resúmenes de investigación en alimentación mixta – UNALM. http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumenes_investigacion/Cuyes.pdf
- Reynaga, H.N. 2010. *Determinación de energía digestible y metabolizable del subproducto de trigo, maíz amarillo y de la torta de soya en cuyes (Cavia Porcellus)*. [Tesis de título, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Rojas, S.W. 1979. *Nutrición Animal Aplicada*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Rostagno, H., Teixeira, L., Hannas, M., Lopez, J., Kazue, N., Guilherme, F., Saravia, A., Teixeira M., Borges, P., De Oliveira, R., Toledo, S., y De Oliveira, C. 2017. *Tablas brasileñas para aves y cerdos – Composición de alimentos y requerimientos nutricionales*. 4. ed. – Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV.
- Rossi Paredes, G. 2019. *Efecto cicatrizante del aceite de cocos nucífera L. “coco” en heridas de animales de experimentación*. [Tesis de título, Universidad Católica de Santa María].
- Ruiz, M. y Chávez, G. 2004. *Crianza del cuy en el Perú*. Perucuy. 2004 ; [Internet], [2004]. Disponible en : <http://www.perucuy.com/site/modules>.
- Saravia, J.D. 1993. *Avances de investigación en la alimentación de cuyes*. I Curso Regional de Capacitación en Crianzas Familiares de Cuyes – Cajamarca.
- Saucedo Alanya, E.M. 2023. *Determinación del coeficiente digestible aparente de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en cavia porcellus l. (cuyes)*. [Tesis de título, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

- https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2386/TS_SAEM_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Socorro Da Silva, M. 2017. *Torta de coco em rações para codornas em fase de postura* [Tesis de maestría, Universidad Federal de Alagoas]. <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/3316>.
- Solorzano, A., Vergara R. y Remigio E. 2010. *Evaluación de dos tipos de alimento balanceado con diferentes densidades nutricionales en la etapa de crecimiento en una crianza en jaulas*. [Tesis de título – Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Soledad Paz, A. 2012. *Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable del pasto alemán (Echinochloa polystachya H.B.K) en cuyes (Cavia porcellus) en el trópico*. [Tesis de título, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/775>.
- Sundu, B., Hatta, U., Monzy, S. Toana, N., Hafisah, Marhaeni y Sarjuniand, S. 2020. Coconut meal as a feed ingredient and source of prebiotic for poultry. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 492 (2020) 012126. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/492/1/012126>.
- Sundu, B., Hatta, U., Bahry, S. y Damry, H.B. 2018. Effect of palm polyssacharides on growth performance, feed digestibility and carcass percentage of broilers. *Internacional Journal of Poultry. Science.* 17 57-62. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2018.57.62>.
- Sundu, B., Bahry, S. y Dien, R. 2018. Palm Polysaccharides in the Diet of Broilers Challenged Against Escherichia coli (A Preliminary Study) (Bali: Kementerian Pertanian) *Indonesian center for animal science research and development (ICARD)*. <https://doi.org/10.14334/Proc.Intsem.LPVT-2016-p.385-389>.
- Sundu, B., Kumar, A., y Dingle, J. 2006. Response of broiler chicks fed increasing levels of copra meal and enzymes. *Internacional Journal of Poultry. Science.* 5 13-8. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2006.13.18>
- Shimada, A. 2003. *Nutrición Animal*. 1º Edi. Editorial Trillas. México.
- Smith, R. 1971. *A method for measuring digestibility and metabolizable energy of fish feed*. Prog. Fish. Cult. 33: 132-134.
- Smith, R. 1976. *Metabolizable energy of feedstuffs for trout*. Feedstuffs 48: 16-21

- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., y Russell, J.B. 1992. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: II. Carbohydrate and Protein Availability. *Journal of Animal Science*, 70(11), 3562-3577. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>.
- Tunison, A., Phillips, A., Shaffer, H., Maxwell, J., y Brockway, D. 1948. *The nutrition of trout*. Cortland Hatchery Rep., 13. N.Y. Conserv. Dept. Fish- Res- Bull., 6:1-21.
- Trejo, W., Roter, E. y Palacios, G. 2018. *Evaluación del tamaño de lote en la crianza comercial de cuyes (Cavia porcellus) en la etapa de crecimiento*. *Anuales Científicos*, 79 (1): 126 - 129 (2018). <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i1.1148>
- Thieme, J.G. 1970. *La Industria del Aceite de coco organización de la Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación - Roma*. <https://catalogosiidca.csuca.org/Search/Results?lookfor=%22Cuadernos+de+fomento+agropecuario+%28Italia%29%22&type=Series>.
- Valls, A. 1993. *El proceso de la extrusión en cereales y habas de soja*. IX curso de especialización FEDNA. Barcelona España
- Valerio Calderón, H.Y. 2015. *Determinación de la energía metabolizable y digestible del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (Cavia porcellus)*. [Tesis de título, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1831>
- Valenzuela Rocha, R. 2015. *Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (Stizolobium deeringianum) en cuyes*. [Tesis de título, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2139>
- Vela, L. 2020. *Digestibilidad y estimación de la energía digestible de la torta de palmiste (Elaeis guineensis) en cuyes (Cavia porcellus)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4467/vela-roman-luisarturo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vergara, R.V., Remigio E.R. y Benito L.D. 2005. *Evaluación de diferentes niveles de vitamina c en dietas de crecimiento para cuyes*. Resúmenes de investigación en alimentación mixta – UNALM.

- http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumenes_investigacion/Cuyes.pdf
- Verástegui, M. 2007. *Determinación de la energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn) para aves de la harina de subproducto de aves*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú].
- Vivanco Aguayo, A. 2019. *Utilización de subproductos de cosecha (choclo, habas, arveja y brócoli) en la alimentación de cuyes en la parroquia de Cusubamba del cantón salcedo provincia de Cotopaxi*. [Tesis de título, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5449/6/PC-000553.pdf>
- Villarino, C.B.J., Basinang, A.R.P., Velasquez, M.M.M., Pagulayan, J.M.D., Ong, P.K.A., y Lizada, M.C.C. 2020. Descriptive Aroma Changes in Selected Philippine Virgin Coconut Oil (VCO) during Storage at Elevated Temperatures. *Proceedings 70(1):111*.
https://www.researchgate.net/publication/352747071_Descriptive_Aroma_Changes_in_Selected_Philippine_Virgin_Coconut_Oil_VCO_during_Storage_at_Elevated_Temperatures
- Vigil de la Fuente, J. 1999. *Determinación de la energía metabolizable para aves del polvillo de arroz por dos métodos*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú].
- Wang M, Yang C, Wang Q.Y, Li J.Z, Li Y.L, Ding X.Q, Yin J. 2020. The growth performance, intestinal digestive and absorptive capabilities in piglets with different lengths of small intestines. *Animal 14: 1196-1203*. doi: 10.1017/S175173111900288X
- Zaragoza Arcega, J.L. 2013. *Propuestas tecnológicas post cosecha para un aprovechamiento integral del coco*. [Tesis de título, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/3009/T%20664%20Z46.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Resultado de análisis químico de torta de coco



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1122/2021

CLIENTE : ING. ALEJANDRINA SOTELO-FOLKE
NOMBRE DEL PRODUCTO : 02 muestras
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
IDENTIFICACION : AQ21-1122/01-03

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ21-1122/01	AQ21-1122/02
MUESTRA	60-40 TORTA DE COCO	HARINA DE COCO
a.- HUMEDAD, %	10.55	10.83
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	17.71	19.53
c.- GRASA, %	7.65	12.58
d.- FIBRA CRUDA, %	6.19	6.68
e.- CENIZA, %	4.65	4.94
f.- ELN, %	53.25	45.44

ELN: Extracto libre de nitrógeno

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05

Atentamente,

La Molina, 15 de Diciembre del 2021


Ing. Alejandrina Sotelo Méndez
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



Anexo 2. Análisis estadístico del consumo voluntario de alimento diario

TR	CV
T1	33.00
T1	33.71
T1	32.14
T1	33.43
T1	32.14
T2	33.56
T2	33.79
T2	37.43
T2	34.03
T2	33.56

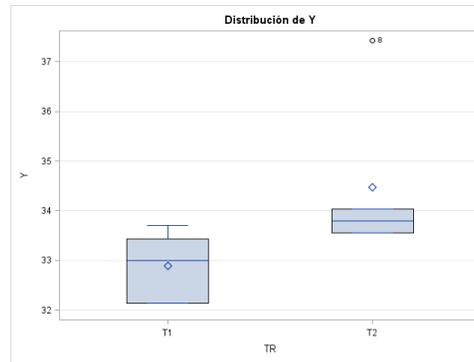
Tabla de análisis de varianza

Variable respuesta: Consumo Voluntario de alimento diario

Fuente de varianza	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	Pr > F
Tratamiento	1	6.32025000	6.32025000	3.84	0.0858
Error	8	13.17464000	1.64683000		
Total	9	19.49489000			

Prueba de Tukey para el consumo voluntario.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TR
A	34.4740	5	T2
A			
A	32.8840	5	T1



Anexo 3. Valores de peso vivo de los cuyes durante el consumo voluntario

T	N°	Peso de cuyes (g)			
T1	1	678	700	821	841
T1	2	657	646	702	781
T1	3	725	780	707	870
T1	4	633	651	744	752
T1	5	728	720	833	899
T2	6	817	898	893	915
T2	7	643	650	646	674
T2	8	701	793	714	711
T2	9	694	768	757	740
T2	10	724	766	805	818
Promedio		700.00	737.20	762.20	800.10
D.S		53.52	80.01	74.73	81.64

Tabla de análisis de varianza (ANOVA)

Variable respuesta: Peso vivo de los cuyes durante el consumo voluntario.

Fuente de varianza	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	Pr > F
Modelo	1	17056.90000	17056.90000	22.24	0.0015
Error	8	6136.00000	767.00000		
Total	9	23192.90000			

Prueba de Tukey

Tukey Agrupamiento	Media	N	TR
A	144.40	5	T2
B	61.80	5	T1

Anexo 4. Consumo promedio materia seca del Subproducto de trigo (Tratamiento 1) (g/cuy)

Consumo: Prueba de Digestibilidad										
T1: Subproducto de trigo (87 por ciento MS: Base fresca)										
Cuy N°	Día de control								Promedio	porcentaje MS
	1	2	3	4	5	6	7	Total		88.16 por ciento
1	33	33	32	32	34	34	33	231	33.00	29.09
2	34	34	31	33	35	34	35	236	33.71	29.72
3	31	33	31	33	31	33	33	225	32.14	28.34
4	32	35	33	35	34	32	33	234	33.43	29.47
5	30	33	33	34	32	33	30	225	32.14	28.34
Total	160	168	160	167	166	166	164		164.43	144.96

Promedio	32.00	33.60	32.00	33.40	33.20	33.20	32.80		32.89	28.99
Desviación Estándar (+/-)										0.64
Coefficiente de Variación (%)										2.20

Anexo 5. Consumo promedio de materia seca del tratamiento 2 (40 por ciento de Torta de coco más 60 por ciento de subproducto de trigo) (g/cuy)

Consumo: Prueba de Digestibilidad										
T2: Mezcla (60 por ciento Subproducto de trigo + 40 por ciento Torta de coco) (89.45 por ciento MS: Base fresca)										
Cuy N°	Día de control								Promedio	porcentaje MS
	1	2	3	4	5	6	7	Total		89.45 por ciento
1	30	30	32	36	33	38	36	235	33.56	30.02
2	31	36	34	35	33	32	36	237	33.79	30.23
3	39	36	36	39	38	37	37	262	37.43	33.48
4	36	34	32	31	36	34	36	238	34.03	30.44
5	29	34	30	37	35	36	34	235	33.56	30.02
Total	164.41	170.43	163.43	177.33	175	177	179		172.37	154.19
Promedio	32.88	34.09	32.69	35.47	35.00	35.40	35.80		34.47	30.84
Desviación Estándar (+/-)										1.49
Coefficiente de Variación (%)										4.82

Anexo 6. Determinación de humedad inicial y materia seca de las heces por tratamiento (porcentaje)

Tratamiento	Materia Seca de las Heces (Humedad Inicial)			
	Código	N° Muestra	Humedad Inicial	MS en heces
			Promedio	Promedio
Control	AQ21-1113/01	T1 - 1	59.16	40.84
	AQ21-1113/02	T1 - 2	61.58	38.42

	AQ21-1113/03	T1 - 3	58.06	41.94
	AQ21-1113/04	T1 - 4	59.52	40.48
	AQ21-1113/05	T1 - 5	60.53	39.47
Mezcla	AQ21-1113/06	T2 - 1	47.52	52.48
	AQ21-1113/07	T2 - 2	46.94	53.06
	AQ21-1113/08	T2 - 3	48.61	51.39
	AQ21-1113/09	T2 - 4	41.96	58.04
	AQ21-1113/10	T2 - 5	45.16	54.84

Anexo 7. Excreción de heces en base fresca y seca con el tratamiento 1 (subproducto de trigo)

Heces: Prueba de Digestibilidad										
T1: Subproducto de trigo									Promedio	Heces en MS (g/cuy)
Cuy N°	Día de control							Total		
	1	2	3	4	5	6	7			
1	22	22	24	20	23	21	23	155	22.20	9.07
2	24	23	24	24	22	23	22	162	23.17	9.82
3	22	23	22	23	21	20	23	153	21.91	9.19
4	23	22	23	23	24	21	22	158	22.59	9.14
5	24	22	22	22	23	23	21	157	22.43	8.85
Total	115	111.8	115.2	112.6	112.8	107.3	111.4		112.30	46.07
Promedio	23.00	22.36	23.04	22.52	22.56	21.46	22.28		22.46	9.21
Desviación Estándar (+/-)										0.36
Coefficiente de Variación (%)										3.91

Anexo 8. Excreción de heces en base fresca y seca con el tratamiento 2 (mezcla)

T2: Mezcla (60 por ciento Subproducto de trigo + 40 por ciento Torta de coco)									Promedio	Heces en MS (g/cuy)
Cuy N°	Día de control									
	1	2	3	4	5	6	7	Total		
1	19	22	23	21	18	18	22	143	20.43	10.72
2	20	19	20	20	19	20	21	139	19.86	10.54
3	22	24	21	24	22	21	24	158	22.57	11.60
4	19	20	21	22	18	18	20	138	19.71	11.44
5	21	21	22	21	19	22	21	147	21.00	11.52
Promedio	20.20	21.20	21.40	21.60	19.20	19.80	21.60		20.71	11.16
Desviación Estándar (+/-)										0.50
Coeficiente de Variación (%)										4.44

Anexo 9. Cálculo de digestibilidad de la materia seca del tratamiento 1 (SPT)

Cuy N°	Consumo			Heces			CD (%)
	Base Fresca (g)	% MS	Materia Seca (g)	Base Fresca (g)	% MS	Materia Seca (g)	
1	33.00	88.16	29.09	22.20	40.84	9.07	68.84
2	33.71	88.16	29.72	23.17	38.42	9.82	66.98
3	32.14	88.16	28.34	21.91	41.94	9.19	67.57
4	33.43	88.16	29.47	22.59	40.48	9.14	68.98
5	32.14	88.16	28.34	22.43	39.47	8.85	68.76
Promedio							68.22
Desviación Estándar (+/-)							0.76
Coeficiente de Variación (%)							1.12

Anexo 10. Cálculo de digestibilidad de la materia seca del tratamiento 2 (Mezcla)

Cuy N°	Consumo			Heces			CD (%)
	Base Fresca (g)	% MS	Materia Seca (g)	Base Fresca (g)	% MS	Materia Seca (g)	
1	33.56	89.45	30.02	20.43	52.48	10.72	64.29
2	33.79	89.45	30.23	19.86	53.06	10.54	65.14
3	37.43	89.45	33.48	22.57	51.39	11.60	65.35
4	34.03	89.45	30.44	19.71	58.04	11.44	62.41
5	33.56	89.45	30.02	21.00	54.84	11.52	61.64
Promedio							63.77
Desviación Estándar (+/-)							1.66
Coefficiente de Variación (%)							2.61

Anexo 11. Cálculo de digestibilidad de los nutrientes del Tratamiento 1 (subproducto de trigo)

Cuy N°	Nutriente Ingerido				Nutriente Excretado				Coeficiente de Digestibilidad (%)			
	Proteína	Grasa	Fibra	ELN	Proteína	Grasa	Fibra	ELN	Proteína	Grasa	Fibra	ELN
1	4.84	1.25	2.65	18.71	1.37	0.19	1.79	4.60	71.67	84.68	32.47	75.40
2	4.95	1.27	2.70	19.12	1.49	0.19	1.99	5.08	69.83	84.70	26.27	73.41
3	4.72	1.22	2.58	18.23	1.40	0.19	1.86	4.80	70.29	84.75	27.86	73.68
4	4.91	1.26	2.68	18.95	1.46	0.21	2.00	4.60	70.15	83.02	25.38	75.72
5	4.72	1.22	2.58	18.23	1.37	0.20	1.80	4.60	71.05	83.47	30.19	74.77
Promedio	4.83	1.24	2.64	18.65	1.42	0.20	1.89	4.74	70.60	84.12	28.43	74.60
Desviación Estándar (+/-)									0.75	0.82	2.90	1.02
Coefficiente de Variación (%)									1.06	0.98	10.21	1.37

Anexo 12. Cálculo de digestibilidad de los nutrientes del Tratamiento 2 (Mezcla)

Cuy N°	Nutriente Ingerido				Nutriente Excretado				Coeficiente de Digestibilidad (%)			
	Proteína	Grasa	Fibra	ELN	Proteína	Grasa	Fibra	ELN	Proteína	Grasa	Fibra	ELN
1	5.94	2.57	2.08	17.32	1.84	0.39	1.30	5.91	68.96	84.81	37.50	65.86
2	5.98	2.59	2.09	17.69	1.85	0.53	1.23	5.74	69.13	79.63	41.00	67.58
3	6.63	2.86	2.32	16.87	2.14	0.53	1.36	6.05	67.65	81.57	41.15	64.16
4	6.03	2.60	2.11	17.54	2.08	0.56	1.29	6.17	65.41	78.48	38.76	64.85
5	5.94	2.57	2.08	16.87	1.94	0.54	1.36	6.06	67.35	79.07	34.77	64.06
Promedio	6.11	2.64	2.13	17.26	1.97	0.51	1.31	5.98	67.70	80.71	38.64	65.30
Desviación Estándar (+/-)									1.50	2.57	2.65	1.46
Coeficiente de Variación (%)									2.21	3.18	6.87	2.24

Anexo 13. Cálculo de digestibilidad de los nutrientes de la Torta de coco

Cuy N°	Torta de Coco			
	Proteína	Grasa	Fibra	ELN
1	64.89	84.99	45.05	51.54
2	68.07	72.01	63.11	58.84
3	63.69	76.79	61.09	49.88
4	58.30	71.66	58.82	48.55
5	61.80	72.46	41.63	48.00
Promedio	63.35	75.58	53.94	51.36
Desviación Estándar (+/-)	3.63	5.65	9.87	4.40
Coeficiente de Variación (%)	5.73	7.48	18.30	8.56

Anexo 14. Cálculo de nutrientes digestible totales (NDT)

NUTRIENTES DIGESTIBLE TOTALES							
T1: (Subproducto de trigo)				T2: (60% afrecho + 40% Torta de coco)			
Nutriente	Materia seca (%)	Coefficiente Digestible (%)	Nutriente Digestible	Nutriente	Materia seca (%)	Coefficiente Digestible (%)	Nutriente Digestible
Proteína cruda	16.65	70.60	11.76	Proteína cruda	19.80	67.70	13.40
Grasa cruda (x 2.25)	4.29	84.12	8.12	Grasa cruda	8.55	80.71	15.53
Fibra cruda	9.10	28.43	2.59	Fibra cruda	6.92	38.64	2.67
ELN cruda	64.31	74.60	47.98	ELN cruda	59.53	65.30	38.88
			70.43				70.48

NDT Torta de coco
70.56

Anexo 15. Excreción de orina (ml) del Tratamiento 1 (subproducto de trigo)

Cuy N°	Día de control							Total	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7		
1	42	35	41	32	42	55	60	307	43.86
2	38	32	31	28	35	38	42	244	34.86
3	36	29	39	43	43	42	50	282	40.29
4	50	39	40	25	40	41	35	270	38.57
5	33	30	38	29	30	46	43	249	35.57
Total	199	165	189	157	190	222	230		193.14
Promedio	39.80	33.00	37.80	31.40	38.00	44.40	46.00		38.63
Desviación Estándar (+/-)									3.66
Coefficiente de Variación (%)									9.48%

Anexo 16. Excreción de orina (ml) del Tratamiento 2 (Mezcla)

Cuy N°	Día de control								Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1	65	68	73	66	58	63	71	464	66.29
2	42	41	48	43	42	53	52	321	45.86
3	44	52	49	53	57	60	58	373	53.29
4	60	54	42	54	55	49	47	361	51.57
5	55	40	50	44	50	40	47	326	46.57
Total	266	255	262	260	262	265	275		263.57
Promedio	53.20	51.00	52.40	52.00	52.40	53.00	55.00		52.71
Desviación Estándar (+/-)									8.22
Coefficiente de Variación (%)									15.60%

Anexo 17. Densidad de la orina del Tratamiento 1 y del Tratamiento 2

Cuy N°	T1: (Subproducto de trigo)			T2: (60% Subproducto de trigo + 40% Torta de coco)		
	Densidad	Volumen	Peso (g)	Densidad	Volumen	Peso (g)
1	1.0200	43.86	44.73	1.0040	66.29	66.55
2	1.0135	34.86	35.33	1.0038	45.86	46.03
3	1.0208	40.29	41.12	1.0293	53.29	54.85
4	1.0156	38.57	39.17	1.0151	51.57	52.35
5	1.0168	35.57	36.17	1.0142	46.57	47.23
Total	5.0867	193.14	196.53	5.0664	263.57	267.01
Promedio	1.0173	38.63	39.31	1.0133	52.71	53.40
Desviación Estándar (+/-)	0.0030	3.66	3.82	0.0104	8.22	8.19
Coefficiente de Variación (%)	0.2994	9.48	9.73	1.0313	15.60	15.34

Anexo 18. Cálculo de energía digestible del Tratamiento 1 (subproducto de trigo)

Cuy N°	Energía Bruta SPT (Kcal/g)	Energía Bruta Heces (Kcal/g)	Heces Excretada (MS/g/cuy)	Alimento Consumido (MS/g/cuy)	Energía Digestible SPT (Kcal/Kg)
1	4.943	3.949	9.066	29.093	3.713
2	4.943	4.008	9.815	29.723	3.619
3	4.943	4.026	9.191	28.337	3.637
4	4.943	4.093	9.143	29.471	3.673
5	4.943	4.053	8.853	28.337	3.677
Promedio					3.664
Desviación Estándar (+/-)					0.036
Coefficiente de Variación (%)					0.99

Anexo 19. Cálculo de energía digestible del Tratamiento 2 (Mezcla)

Cuy N°	Energía Bruta SPT (Kcal/g)	Energía Bruta Heces (Kcal/g)	Heces Excretada (MS/g/cuy)	Alimento Consumido (MS/g/cuy)	Energía Digestible MEZCLA (Kcal/Kg)
1	5.197	4.078	10.720	30.019	3.741
2	5.197	4.177	10.536	30.228	3.741
3	5.197	4.096	11.599	33.480	3.778
4	5.197	4.166	11.441	30.441	3.631
5	5.197	4.035	11.516	30.018	3.649
Promedio					3.708
Desviación Estándar (+/-)					0.064
Coefficiente de Variación (%)					1.73

Anexo 20. Cálculo de energía digestible de la Torta de coco (Base seca)

Cuy N°	Energía Digestible Mezcla (Kcal/Kg)	Energía Digestible SPT (Kcal/Kg)	Porcentaje de Sustitución (%)	Energía Digestible Hidrolizado (Kcal/Kg)
1	3.7405	3.7125	40	3.783
2	3.7407	3.6194	40	3.923
3	3.7776	3.6372	40	3.988
4	3.6308	3.6734	40	3.567
5	3.6486	3.6767	40	3.606
Promedio	3.7076	3.6639		3.773
Desviación Estándar (+/-)	0.0642	0.0364		0.186
Coefficiente de Variación (%)	1.73%	0.99%		4.94

Anexo 21. Cálculo de la energía de la orina del Tratamiento 1 (subproducto de trigo)

Cuy N°	Peso de orina	Nitrógeno (%)	Nitrógeno Total (g)	Energía Urinaria (Kcal) /Orina producida (g)	Promedio alimento consumido (g)	Energía orina (Kcal)/ Kg alimento (Base seca)
T1: Subproducto de trigo (SPT)						
1	44.73	0.52	0.2326	1.6679	29.09	57.3308
2	35.33	0.48	0.1696	1.2159	29.72	40.9073
3	41.12	0.50	0.2056	1.4743	28.34	52.0278
4	39.17	0.54	0.2115	1.5167	29.47	51.4662
5	36.17	0.48	0.1736	1.2448	28.34	43.9290
Promedio				1.4239		49.1322
Desviación Estándar (+/-)				0.1911		6.6289
Coefficiente de Variación (%)				13.4193		13.4920

Anexo 22. Cálculo de la energía de la orina del Tratamiento 2 (Mezcla)

Cuy N°	Peso de orina	Nitrógeno (%)	Nitrógeno Total (g)	Energía Urinaria (Kcal) /Orina producida (g)	Promedio alimento consumido (g)	Energía orina (Kcal)/ Kg alimento (Base seca)
T2: MEZCLA (60% Subproducto de trigo + 40% Torta de coco)						
1	66.55	0.51	0.3394	2.4336	30.02	81.0683
2	46.03	0.54	0.2486	1.7823	30.23	58.9620
3	54.85	0.51	0.2797	2.0056	33.48	59.9058
4	52.35	0.47	0.2460	1.7642	30.44	57.9542
5	47.23	0.53	0.2503	1.7949	30.02	59.7950
Promedio				1.9561		63.5371
Desviación Estándar (+/-)				0.2844		9.8315
Coefficiente de Variación (%)				14.5381		15.4736

Anexo 23. Cálculo de la energía de la orina por Kg de alimento seco y por tratamiento

Cuy N°	Energía orina (Kcal)/Kg alimento (Base seca)		
	To: Subproducto de trigo (STP)	T1: Mezcla (60% de Subproducto de trigo + 40% Torta de coco)	Energía de la orina (Kcal/Kg)
1	57.33	81.07	116.67
2	40.91	58.96	86.04
3	52.03	59.91	71.72
4	51.47	57.95	67.69
5	43.93	59.79	83.59
Promedio	49.13	63.54	85.14
Desviación estándar (+/-)			19.25
Coefficiente varianza (%)			22.61

Anexo 24. Cálculos de la energía metabolizable de los tratamientos

Cuy N°	T1: Subproducto de trigo (SPT)			T2: Mezcla (60% Subproducto de trigo + 40% Torta de coco)		
	Energía digestible SPT (Kcal/Kg)	Energía orina (Kcal/Kg alimento) (Base seca)	Energía Metabolizable del tratamiento 0	Energía digestible SPT (Kcal/Kg)	Energía orina (Kcal/Kg alimento) (Base seca)	Energía Metabolizable del tratamiento 0
1	3712.51	57.33	3655.18	3740.51	81.07	3659.44
2	3619.44	40.91	3578.53	3740.72	58.96	3681.76
3	3637.25	52.03	3585.22	3777.61	59.91	3717.71
4	3673.39	51.47	3621.93	3630.76	57.95	3572.81
5	3676.74	43.93	3632.81	3648.60	59.79	3588.81
Promedio			3614.73			3644.11
Desviación estándar (+/-)			32.39			61.67

Anexo 25. Cálculo de la energía metabolizable de la torta de coco

Cuy N°	Energía orina (Kcal)/Kg alimento (Base seca)		
	Energía digestible de la Torta de coco (Kcal/Kg)	Energía de la Orina (Kcal/Kg)	Energía Metabolizable (Kcal/Kg)
1	3782.51	116.67	3665.83
2	3922.65	86.04	3836.61
3	3988.15	71.72	3916.43
4	3566.82	67.69	3499.13
5	3606.41	83.59	3522.81
Promedio			3688.16
Desviación estándar (+/-)			185.55

Anexo 26. Promedio de pesos de cuyes adquiridos

Tratamiento	Repetición	Peso (g)	D.S	C.V
T1	1	297.85	18.25	6.13
	2	294.50	13.89	4.72
	3	293.00	17.39	5.93
	4	295.40	15.42	5.22
	5	296.00	16.95	5.73
T2	1	301.15	12.42	4.12
	2	297.95	17.92	6.01
	3	291.35	16.96	5.82
	4	296.10	17.90	6.05
	5	298.50	15.85	5.31
T3	1	294.15	16.47	5.60
	2	293.15	16.10	5.49
	3	284.15	12.65	4.45
	4	296.70	15.26	5.14
	5	287.15	15.79	5.50
T4	1	298.85	17.65	5.91
	2	297.30	12.44	4.18
	3	295.05	13.57	4.60
	4	292.25	18.50	6.33
	5	294.55	16.20	5.50

Anexo 27. Pesos promedio semanales según tratamiento

Tratamientos	Peso (g)								
	Peso de la semana 0 (Inicial)	Peso de la semana 1	Peso de la semana 2	Peso de la semana 3	Peso de la semana 4	Peso de la semana 5	Peso de la semana 6	Peso de la semana 7	Peso de la semana 8 (Final)
T1	295.35	324.07	479.42	552.87	638.69	743.05	791.59	923.33	1020.84
T2	297.01	323.02	475.83	541.77	622.69	710.35	770.75	902.68	1006.26
T3	291.06	314.75	462.70	532.38	594.23	697.14	752.96	876.49	995.12
T4	295.60	325.37	479.95	555.36	631.99	741.18	799.65	914.01	1009.68

Anexo 28. Ganancia de peso semanal por tratamiento

Tratamientos	Ganancia de peso promedio semanal (g)								
	Promedio de ganancia Semanal 1	Promedio de ganancia Semanal 2	Promedio de ganancia Semanal 3	Promedio de ganancia Semanal 4	Promedio de ganancia Semanal 5	Promedio de ganancia Semanal 6	Promedio de ganancia Semanal 7	Promedio de ganancia Semanal 8	
T1	28.72	155.35	73.45	85.82	104.36	48.54	131.74	97.51	
T2	26.01	152.81	65.95	80.92	87.65	60.40	131.93	103.57	
T3	23.69	147.96	69.68	61.85	102.91	55.82	123.53	118.63	
T4	29.77	154.58	75.41	76.63	109.19	58.47	114.36	95.67	

Anexo 39. Ganancia de peso diaria por tratamiento

Tratamientos	Promedio de ganancia diaria 1	Promedio de ganancia diaria 2	Promedio de ganancia diaria 3	Promedio de ganancia diaria 4	Promedio de ganancia diaria 5	Promedio de ganancia diaria 6	Promedio de ganancia diaria 7	Promedio de ganancia diaria 8
T1	4.10	22.19	10.49	12.26	14.91	6.93	18.82	13.93
T2	3.72	21.83	9.42	11.56	12.52	8.63	18.85	14.80
T3	3.38	21.14	9.95	8.84	14.70	7.97	17.65	16.95
T4	4.25	22.08	10.77	10.95	15.60	8.35	16.34	13.67

Anexo 30. Análisis de varianza de la ganancia de peso por tratamientos

Variable dependiente: Ganancia de peso

Fuente de varianza	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	Pr > F
TR	3	21411.7320	7137.2440	1.15	0.3303
R(TR)	16	251884.3003	15742.7688	2.53	0.0011
Error	352	2191373.427	6225.493		
Total	371	2463308.223			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE Y Media

0.110394 11.07064 78.90179 712.7124

Prueba de Tukey (HSD)

Alpha 0.05

Grados de error de libertad 352

Error de cuadrado medio 6225.493

Valor crítico del rango estudentizado 3.65057

Diferencia significativa mínima 29.874

Media armónica de tamaño de celdas 92.96287

Tukey Agrupamiento Media N TR

A 723.98 93 T1

A

A 713.70 96 T4

A

A 708.85 91 T2

A

A 704.12 92 T3

Anexo 31. Análisis de varianza del consumo de materia seca por tratamientos

Variable dependiente: Consumo de materia seca

Fuente de varianza	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	Pr > F
TR	3	14.008634	4.669545	0.02	0.9952
Error	28	5735.544112	204.840861		
Total	31	5749.552747			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Y Media
0.002436	68.50533	14.31226	20.89219

Prueba de Duncan

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	28
Error de cuadrado medio	204.8409
Duncan Agrupamiento	Media N TR
A	21.914 8 T2
A	
A	21.028 8 T1
A	
A	20.414 8 T3
A	20.214 8 T4

Anexo 32. Valores de consumo promedio de alimento en base fresco por tratamiento (kg)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	SEMANA	Suma Total							
		1	2	3	4	5	6	7	8	
TRATAMIENTO 1 (T1) TORTA DE COCO AL 0%	T1R1	3.83	3.74	5.04	6.98	6.65	5.28	6.41	8.32	46.244
	T1R2	3.18	4.06	3.88	6.54	6.27	6.27	8.77	10.26	49.239
	T1R3	3.98	4.06	4.09	7.13	7.38	7.87	8.76	10.15	53.415
	T1R4	3.23	4.45	4.15	7.28	7.40	7.81	8.67	10.08	53.067
	T1R5	3.36	3.74	5.04	7.13	7.29	7.79	8.74	10.20	53.284
Promedio		3.52	4.01	4.44	7.01	7.00	7.00	8.27	9.80	255.249
Desviación Estándar (+/-)		0.36	0.29	0.56	0.28	0.51	1.18	1.04	0.83	
Coefficiente de varianza (%)		10.35	7.31	12.61	4.04	7.28	16.79	12.59	8.47	
TRATAMIENTO 2 (T2) TORTA DE COCO AL 10%	T2R1	3.93	4.30	5.04	7.15	5.61	7.71	8.72	10.41	52.875
	T2R2	3.69	3.80	5.04	7.27	7.13	7.55	8.63	10.24	53.354
	T2R3	3.59	4.33	3.52	6.37	7.09	7.58	8.40	9.89	50.760
	T2R4	3.29	4.31	5.04	7.70	7.38	7.82	8.75	9.65	53.940
	T2R5	3.11	4.08	5.04	7.42	7.37	7.90	8.68	10.22	53.820
Promedio		3.52	4.16	4.74	7.18	6.92	7.71	8.63	10.08	264.749
Desviación Estándar (+/-)		0.32	0.23	0.68	0.50	0.74	0.15	0.14	0.31	
Coefficiente de varianza (%)		9.21	5.43	14.38	6.93	10.71	1.96	1.62	3.06	
TRATAMIENTO 3 (T3) TORTA DE COCO AL 20%	T3R1	3.81	3.85	4.27	6.36	5.93	7.93	8.38	11.04	51.555
	T3R2	3.91	3.87	4.18	6.99	6.64	5.58	6.05	6.35	43.557
	T3R3	3.83	4.09	4.36	6.68	7.31	7.77	8.34	8.08	50.464
	T3R4	3.88	3.66	3.47	7.42	7.19	7.82	8.87	10.44	52.751
	T3R5	3.87	4.63	3.72	5.99	5.66	3.45	4.67	8.53	40.528
Promedio		3.86	4.02	4.00	6.69	6.54	6.51	7.26	8.89	238.855
Desviación Estándar (+/-)		0.04	0.37	0.38	0.55	0.74	1.97	1.82	1.89	
Coefficiente de varianza (%)		1.05	9.30	9.61	8.27	11.29	30.30	25.00	21.24	
TRATAMIENTO 4 (T4)	T4R1	4.00	4.05	4.11	7.34	7.28	7.81	8.58	9.75	52.923
	T4R2	3.30	4.06	3.28	4.45	2.76	3.47	3.55	8.37	33.236

TORTA DE COCO AL 30%	T4R3	3.13	4.52	5.04	7.78	7.31	7.86	8.69	10.43	54.767
	T4R4	3.51	3.74	5.04	4.32	6.04	5.77	6.92	8.96	44.287
	T4R5	3.79	3.90	5.04	7.26	7.33	7.77	8.21	8.27	51.571
Promedio		3.55	4.05	4.50	6.23	6.15	6.54	7.19	9.15	236.784
Desviación Estándar (+/-)		0.35	0.29	0.79	1.70	1.97	1.93	2.16	0.92	
Coefficiente de varianza (%)		9.94	7.23	17.62	27.26	32.06	29.56	29.98	10.09	

Anexo 33. Consumo de alimento en materia seca (MS) por tratamiento

Tratamientos	Promedio de Semana 1	Promedio de Semana 2	Promedio de Semana 3	Promedio de Semana 4	Promedio de Semana 5	Promedio de Semana 6	Promedio de Semana 7	Promedio de Semana 8
T1	3.06	3.49	3.87	6.10	6.09	6.10	7.20	8.53
T2	3.09	3.65	4.16	6.30	6.07	6.77	7.57	8.84
T3	3.40	3.54	3.52	5.89	5.76	5.73	6.39	7.82
T4	3.14	3.59	3.99	5.52	5.44	5.79	6.37	8.11

Anexo 34. Valores de ganancia total de peso (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	GANANCIA PESO	D.S	C.V
TRATAMIENTO 1 (T1) TORTA DE COCO AL 0%	T1R1	722.95	82.87	11.46
	T1R2	757.95	91.33	12.05
	T1R3	695.30	64.57	9.29
	T1R4	731.32	80.37	10.99
	T1R5	722.89	99.70	13.79
Promedio		726.08		
Desviación Estándar (+/-)			83.77	
Coefficiente de varianza (%)			11.52	

TRATAMIENTO 2 (T2) TORTA DE COCO AL 10%	T2R1	725.79	94.95	13.08
	T2R2	687.12	65.43	9.52
	T2R3	715.83	87.28	12.19
	T2R4	709.90	88.87	12.52
	T2R5	700.60	90.80	12.96
Promedio			707.85	
Desviación Estándar (+/-)			85.47	
Coefficiente de varianza (%)			12.06	
TRATAMIENTO 3 (T3) TORTA DE COCO AL 20%	T3R1	681.56	60.38	8.86
	T3R2	669.32	70.34	10.51
	T3R3	734.00	58.17	7.92
	T3R4	705.00	68.26	9.68
	T3R5	731.00	70.91	9.70
Promedio			704.17	
Desviación Estándar (+/-)			65.61	
Coefficiente de varianza (%)			9.33	
TRATAMIENTO 4 (T4) TORTA DE COCO AL 30%	T4R1	704.10	70.80	10.06
	T4R2	758.74	93.56	12.33
	T4R3	665.95	65.47	9.83
	T4R4	763.94	94.44	12.36
	T4R5	687.20	57.29	8.34
Promedio			715.99	
Desviación Estándar (+/-)			76.31	
Coefficiente de varianza (%)			10.58	

Anexo 35. Conversión alimenticia promedio por tratamiento

Tratamientos	Conversión alimenticia promedio en cada semana							
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
T1	10.66	2.25	4.34	7.09	5.84	12.60	5.47	8.70
T2	11.88	2.39	6.35	7.83	6.90	11.04	5.78	8.54
T3	14.32	2.41	5.04	9.47	5.61	10.17	5.14	6.66
T4	10.55	2.32	5.29	7.22	4.94	9.91	5.55	8.44

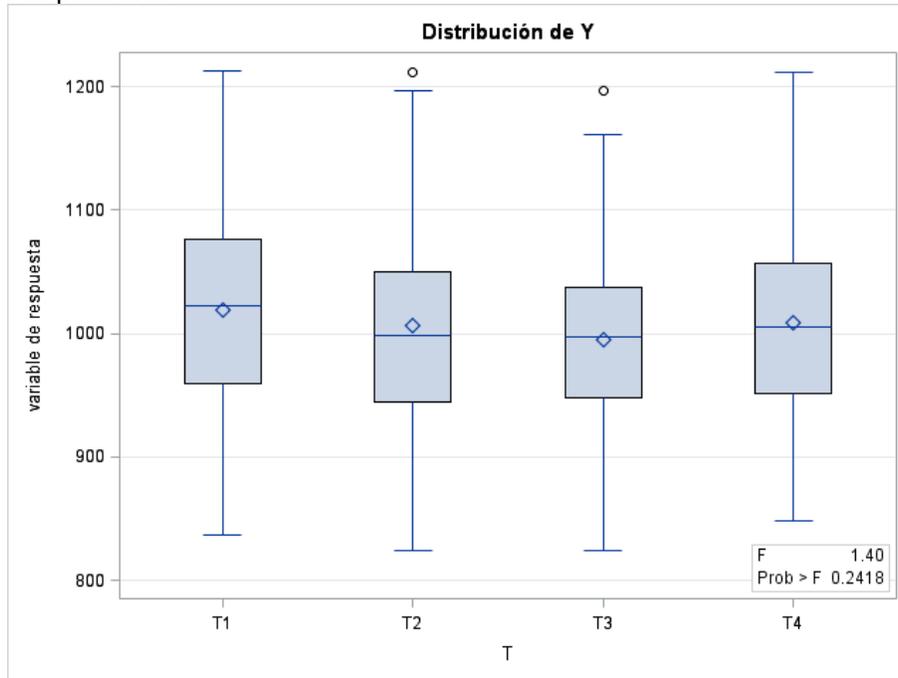
Anexo 36. Análisis estadístico - Prueba de comparación de medias

Variable respuesta: Peso Final

Fuente de varianza	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	Pr > F
TR	3	27950.8551	9316.9517	1.58	0.1941
R(TR)	16	225973.3560	14123.3347	2.39	
Error	352	2076957.895	5900.449		
Total	371	2329259.707			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Y Media
0.108318	7.624968	76.81438	1007.406

Distribución de peso final



Prueba de Tukey (HSD)

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	352
Error de cuadrado medio	5900.449
Valor crítico del rango estudentizado	3.65057
Diferencia significativa mínima	29.084
Media armónica de tamaño de celdas	92.96287
Tukey Agrupamiento	Media N TR
A	1018.91 93 T1
A	
A	1008.83 96 T4
A	
A	1006.49 91 T2
A	
A	995.18 92 T3

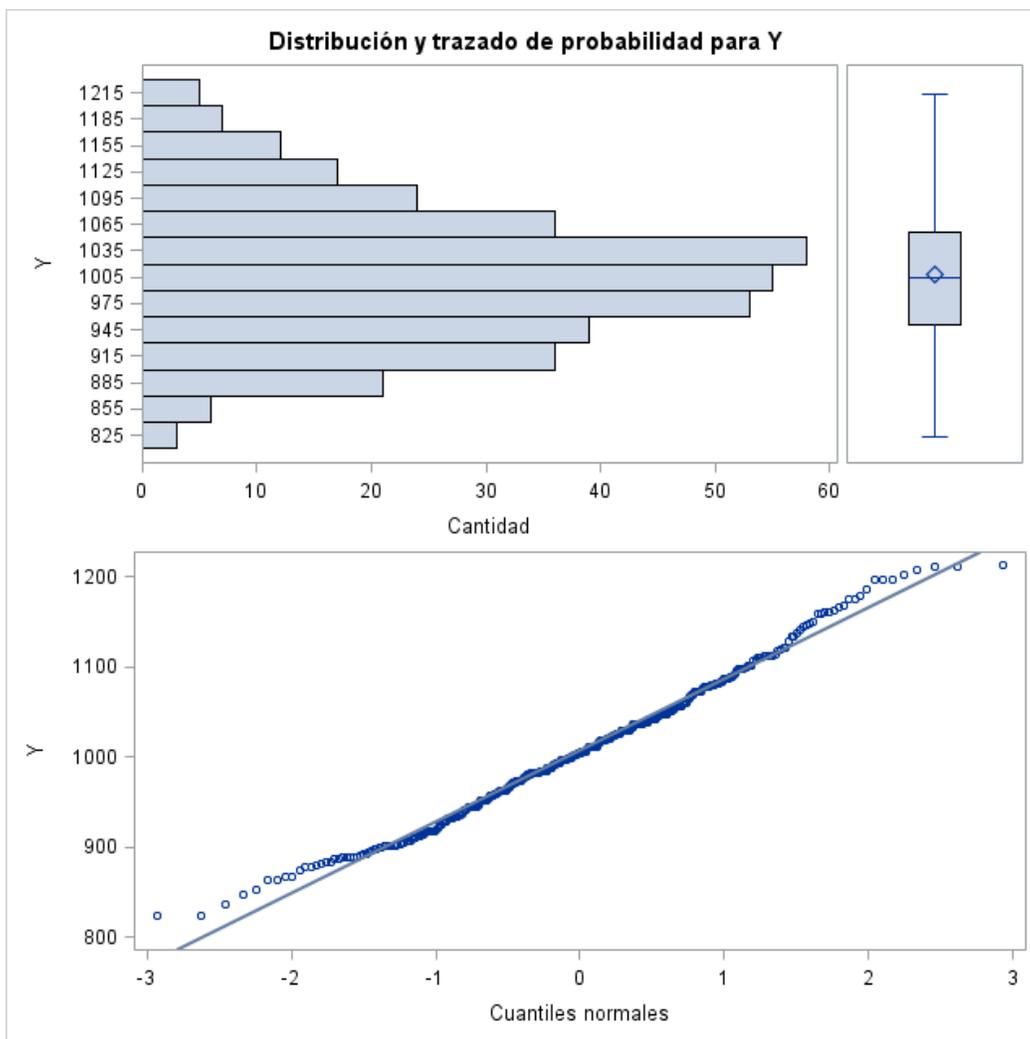
Prueba de distribución normal.

Test	Estadístico	p valor
Kolmogorov-Smirnov D	0.03281505 Pr > D	>0.150

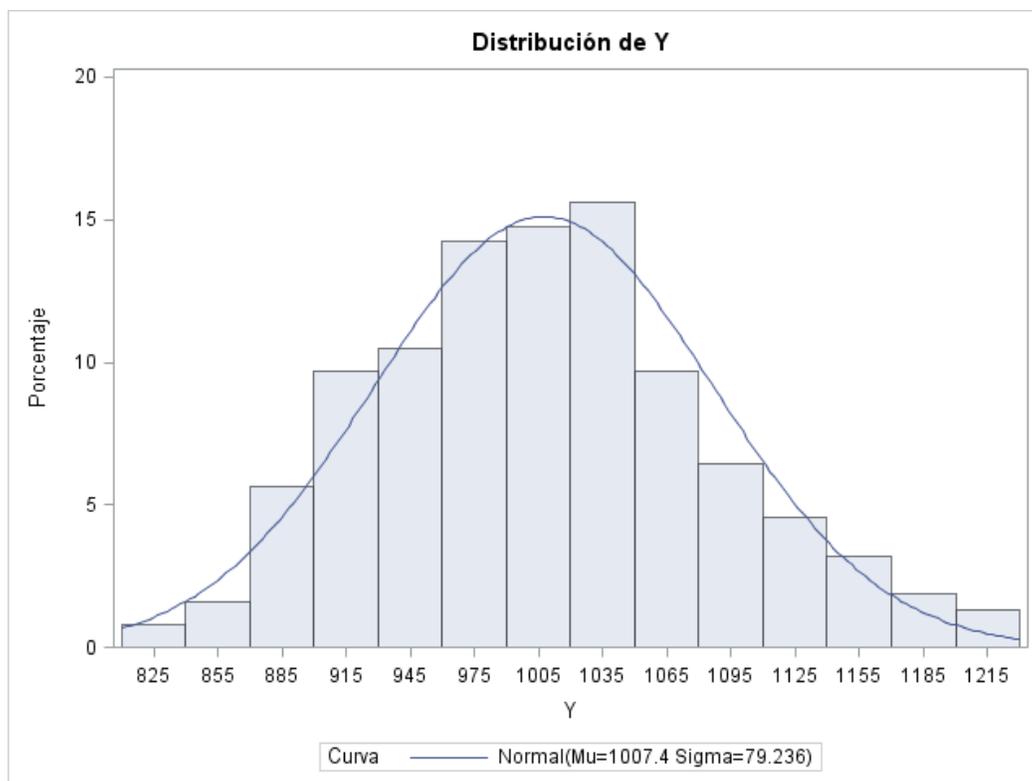
Prueba para homogeneidad de varianza.

Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Y

Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TR	3	4.9961	0.1721



Distribución normal



Anexo 37. Valores promedios de rendimiento de carcasa por tratamiento

Tratamientos	Peso vivo (g)	Peso carcasa (g)	Rendimiento de carcasa (%)
T1	1139.90	839.50	73.64
T2	1091.50	798.10	73.13
T3	1075.20	785.60	73.06
T4	1115.00	818.60	73.43

Anexo 38. Variación de costos por la inclusión del insumo de torta de coco

Ingredientes	Nivel de torta de coco			
	0%	10%	20%	30%
Melaza caña		-33.33	-5.05	-50.00
Torta soya		-13.66	-14.52	-37.40
Subproducto de trigo		-1.01	-19.79	-30.00
Maíz nacional		-25.13	-30.48	-26.85