

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**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

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:

SAUCEDO ALANYA ELIDA MILI

TINGO MARÍA-PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

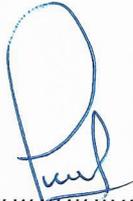
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se, a las 07:30 p.m. del 27 de febrero de 2023, para calificar la Tesis titulada "**DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DIGESTIBLE APARENTE DE LA ENERGÍA DEL ACEITE DE PALMA, TORTA DE PALMISTE Y CASCARILLA DE CACAO EN CUYES (Cavia porcellus L.)**", presentada por la Bachiller en Ciencias Pecuarias **ELIDA MILI SAUCEDO ALANYA**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "**MUY BUENO**".

En consecuencia, la sustentante queda capacitada para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 20 de marzo de 2023


Ing. **JUAN LAO GONZALES**
Presidente


Dr. **MEDARDO ANTONIO DIAZ CESPEDES**
Miembro


Ing. **WALTER ALBERTO PAREDES ORELLANA**
Miembro


Dr. **RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE**
Asesor



Copia : Archivo

JLG/MADC/WAPO/RARH/slcp



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 085 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:

Facultad de Zootecnia

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DIGESTIBLE APARENTE DE LA ENERGÍA DEL ACEITE DE PALMA, TORTA DE PALMISTE Y CASCARILLA DE CACAO EN CAVIA PORCELLUS L.(CUYES)	SAUCEDO ALANYA ELIDA MILI	13% Trece

Tingo María, 11 de abril de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL TITULO
UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad de Zootecnia.
Título de tesis	: Determinación del coeficiente digestible aparente de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en <i>Cavia Porcellus L.</i> (cuyes)
Autor	: Saucedo Alanya, Elida Mili.
Asesor de tesis	: Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate.
Escuela Profesional	: Zootecnia.
Programa de investigación	: Producción Animal Sostenible
Línea(s) de investigación	: Nutrición, alimentación y sanidad de animales domésticos, silvestres y acuáticos en ecosistemas sostenibles.
Eje Temático	: Producción Animal.
Lugar de ejecución	: Facultad de Zootecnia de la UNAS
Duración	: Inicio : Agosto 2019 Término : Octubre 2019
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/2,981.55 Otros : S/0.00

Tingo María, Perú, abril 2023.

Elida Mili Saucedo Alanya

Tesista

Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate

Asesor

DEDICATORIA

Esta página está dedicada en primer lugar a Dios, por las bendiciones brindadas a mi vida y porque él es el que hace todo posible.

También se la dedico a mis padres, quienes fueron mi motor y motivo; a mi madre la Sra. Reyna Alanya Rosales y mi padre Sr. Segundo Aladino Saucedo Miche, a mis hermanos que formaron parte de mi formación profesional; Yuli Saucedo, Edwin Saucedo y mis pequeños sobrinos.

Asimismo, se la dedico a mi tío, que fue como un segundo padre para mí desde mi niñez; el Sr. Pedro Filadelfio Saucedo Miche, por siempre apoyarme y cuidarme.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional Agraria de la Selva, a la Facultad de Zootecnia por todos los años de enseñanza y preparación.

Agradezco a mi asesor de tesis, al Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate, por las contribuciones en la tesis y por mi forjamiento como profesional.

Agradecimiento especial a mis amigas Luz Belith Olivera Barboza, por su colaboración y apoyo durante los periodos de prueba, a mi amiga Fiorella Navarro, por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos. Y a amiga Blanca Nieves Silvestre por su empuje moral y sus buenos consejos en mi formación profesional.

Y por último gracias infinitas a todas las personas que fueron participes en todo el proceso de la ejecución de la tesis y a los que me acompañaron durante el periodo universitario, compañeras y compañeros, por las alegrías y experiencias brindadas.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general:	1
1.2. Objetivos específicos:.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. <i>Cavia porcellus</i> L. (cuy)	3
2.1.1. Digestibilidad y necesidades nutricionales de cuyes	3
2.2. Energía.....	4
2.3. Energía digestible	4
2.4. Factores que afectan la energía digestible	5
2.4.1. Composición de la dieta	5
2.4.2. Nivel de inclusión del insumo.....	5
2.4.3. Nivel de consumo de alimento.....	5
2.4.4. Ambiente	5
2.5. Insumos regionales	5
2.5.1. Aceite de <i>Arecaceae</i> (palma)	5
2.5.2. Torta de palmiste.....	6
2.5.3. Cascarilla de <i>Theobroma cacao</i> L. (cacao).....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Lugar y fecha.....	11
3.2. Tipo de investigación	11
3.3. Animales.....	11
3.4. Instalaciones	11
3.5. Sanidad	11
3.6. Insumos en estudio	12
3.6.1. Aceite de palma.....	12
3.6.2. Torta de palmiste.....	12
3.6.3. Cascarilla de cacao.....	13
3.7. Dietas y alimentación	14
3.8. Metodología de la investigación.....	16
3.8.1. Método de la colecta total	16
3.9. Insumos evaluados	16
3.10. Grupos experimentales	17

3.11. Variables independientes.....	17
3.12. Variables dependientes.....	17
3.13. Variables evaluadas.....	18
3.13.1. Coeficiente digestible de la energía y la MS, ED y materia seca digestible.....	18
3.14. Análisis estadístico.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1. Coeficientes digestibles de la materia seca y energías digestibles aparentes del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao.....	20
4.1.1. Aceite de palma.....	20
4.1.2. Torta de palmiste.....	21
4.1.3. Cascarilla de cacao.....	21
V. CONCLUSIONES.....	24
VI. RECOMENDACIONES.....	25
VII. REFERENCIAS.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pagina
1. Compuesto nutricional del palmiste.....	7
2. Compuesto nutricional de la cascarilla de cacao.....	9
3. Dieta referencial para cuyes en fase de crecimiento	15
4. Materia seca, energía bruta, coeficientes y energía digestibles de aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao estudiados en cuyes machos en fase de acabado.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pagina
1. Flujograma del proceso para la obtención del aceite de palma.....	12
2. Flujograma del proceso para la obtención de la torta de palmiste.	13
3. Flujograma del proceso para la obtención de la cascarilla de cacao.....	14
4. Distribución de los grupos experimentales.	17

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo; determinar los coeficientes digestibles aparentes de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en cuyes. Se usó 28 cuyes machos de línea Perú en crecimiento con peso vivo de 685 ± 84 g en promedio que fueron distribuidos en cuatro grupos: dieta 1 (control), dieta 2 (15% de aceite de palma), dieta 3 (15% de torta de palmiste) y dieta 4 (30 % de torta de cascarilla de cacao); cada grupo conto con solo un cuy y 7 repeticiones en cuatro grupos, el manejo fue el mismo para todos los grupos. Los resultados se analizaron mediante la estadística descriptiva como promedio y error estándar del promedio, mediante el software estadístico INFOSTAT, obteniendo lo siguiente; las muestras de aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla se cacao presentaron como MS; 99.86 %, 90.78% y 92.61% y la EB de las muestras fueron 9380.19 kcal/kg, 4324.04 kcal/kg y 4663.06 respectivamente. Los coeficientes digestibles de la MS y ED aparentes del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao son: 85.29%, 65.73% y 65.80%, de MS y 76.56%, 43.94% y 49.56% para la ED, respectivamente. La ED para cuyes del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao son 7181, 1900 y 2311 kcal/kg. Se rechaza la hipótesis planteada y se acepta la hipótesis nula, considerando que los coeficientes digestibles de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao son menores al 70%.

Palabras claves: cuyes, energía, materia seca, coeficiente de digestibilidad.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the apparent digestibility coefficients for the energy from palm oil, palm kernel cake, and cacao hull in guinea pigs. Twenty eight male guinea pigs of the Peru breed during the growth [phase] with average live weights of 685 ± 84 g were used and distributed into four groups: diet 1 (control), diet 2 (15% palm oil), diet 3 (15% palm kernel cake), and diet 4 (30% cacao hull cake). Each group had only one guinea pig and seven repetition for the four groups; the handling was the same for all of the groups. The results were analyzed through the use of the descriptive statistic as an average, and the standard error of the average [was analyzed] through the use of INFOSTAT statistical software, where the following was obtained: the sample of palm oil, palm kernel cake, and cacao hull presented an MS (acronym in Spanish) of 99.86 %, 90.78%, and 92.61%, and the EB (acronym in Spanish) of the samples was 9380.19 kcal/kg, 4324.04 kcal/kg, and 4663.06, respectively. The digestibility coefficients of the apparent MS and ED (acronym in Spanish) for the palm oil, palm kernel cake, and cacao hull were: 85.29%, 65.73%, and 65.80%, of MS and 76.56%, 43.94%, and 49.56% for the ED, respectively. The ED for guinea pigs from the palm oil, palm kernel cake, and cacao hulls were 7181, 1900, and 2311 kcal/kg. The proposed hypothesis was rejected, and the null hypothesis was accepted, considering that the digestibility coefficients for the energy from the palm oil, palm kernel cake, and the cacao hull were less than 70%.

Keywords: guinea pigs, energy, dry matter, digestibility coefficient

I. INTRODUCCIÓN

La importancia del *Cavia porcellus* L. (*cuy*) radica que, como especie podemos analizarla desde varios enfoques, empezando por que promueve en la seguridad alimenticia de la población de bajos recursos económicos, sustentada por el valor nutricional de su carne que posee una excelente cantidad y calidad proteica, altas concentraciones de hierro, calcio, colágeno y vitaminas B12. También, es una carne apta para consumo en general de mujeres, adolescentes, niños, deportistas, personas adultas de la tercera edad y en diversas situaciones fisiológicas; además, se caracteriza por su bajo contenido de colesterol y grasas.

La alimentación y nutrición del cuy corresponde del 60 al 70% de los costos de producción de cuyes. Satisfacer las necesidades energéticas en los cuyes es uno de los mayores costos ligado a su alimentación. Los animales utilizan energía para el mantenimiento de sus funciones fisiológicas hasta incluso en las etapas no productivas y así conservar su temperatura corporal estable y mantener la actividad muscular. Además, los animales necesitan energía para su mantenimiento, crecimiento, reproducción, lactación y gestación. Siendo importante valorar nutricionalmente con técnicas de digestibilidad insumos regionales e incluir en sus dietas, con la finalidad de disminuir los costos por alimentación.

La digestibilidad se define como la parte de un alimento que no se excreta en las heces y, por lo tanto, se supone que se ha absorbido. (Villegas 1993). Actualmente, se viene formulando dietas para cuyes en base a nutrientes totales, debido a que no existen datos de digestibilidad de ingredientes para cuyes o si existen son de otros lugares y de años anteriores; por ello, es importante determinar los valores nutricionales de insumos utilizados en la alimentación de cuyes. Por tanto, el presente trabajo tiene como problema de investigación: ¿Cuál es el coeficiente digestible aparente de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en cuyes? y la hipótesis planteada es: El coeficiente digestible aparente de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en cuyes es del 70%, debido a que el cuy es un animal herbívoro capaz de aprovechar la energía de insumos fibrosos a nivel de ciego (Caycedo *et al.* 1998). Para ello nos planteamos los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general:

Determinar los coeficientes digestible aparentes de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en cuyes.

1.2. Objetivos específicos:

- Determinar el coeficiente digestible de la materia seca y la energía aparentes del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en cuyes.
- Determinar la energía digestible aparente del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao en cuyes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Cavia porcellus* L. (cuy)

De la región noroeste de América del Sur, son herbívoros estrictos, la esperanza de vida es de 4 a 6 años, comúnmente llamado, como conejillos de indias, cuí, cuyo, cuyé cobayo o cobaya (Zumarraga, 2011). Dentro de las razas de cobayos está la línea Perú; esta es considerada como una raza pesada, musculosa, con características favorables y precocidad; su peso de comercialización puede alcanzarse entre las 8 y 9 semanas, con un índice de conversión alimenticia de 3.03 por una alimentación óptima, su capacidad reproductiva media es de 2.61 crías por camada y presenta pelo rojo alazán combinado con blanco Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA 2003). Por su parte Santos (2007), menciona que la carne de cuy tiene menos del 10% de grasa, es rica en proteínas (20,3%), baja en colesterol (65mg/100g) y en sodio, por lo que es muy recomendable incluirla en una dieta variada y equilibrada.

2.1.1. Digestibilidad y necesidades nutricionales de cuyes

Villegas (1993), menciona que la digestibilidad, es la parte del alimento que no se excreta en las heces y que este tuvo que haber sido absorbida. También menciona que la discrepancia entre digestibilidad y reservas de los aminoácidos es que la digestibilidad determina la diferencia entre la excreción de aminoácidos. Y las reservas de aminoácidos se refiere a la cantidad de aminoácidos que se digieren, absorben y utilizan para la síntesis de proteínas Machado y Penz, (1993). Además, Caycedo *et al.* (1998) señalan que, el cobayo tiene un estómago con un ciego altamente desarrollado y completamente funcional con una comunidad bacteriana, la cual tiene alta predominancia, encontrándose también una variedad de protozoarios responsables de la fermentación de los alimentos fibrosos.

Para Chauca (1997) los cobayos son herbívoros monogástricos, con dos tipos de digestión; las cuales son las enzimas en el estómago y el intestino delgado y el otro son los microbios a nivel del ciego, cuya actividad depende de la dieta alimenticia y su composición, como también menciona que la eficiencia del ciego de los cuyes a diferencia del rumen es menor debido a que los pequeños organismos se proliferan en un punto que rebasa al de la síntesis de las proteasas (peptidasas), la absorción de otros nutrientes, incluidos los ácidos grasos de cadena larga, se produce en el intestino delgado.

La ingestión (ración) pasa por el estómago y el intestino delgado a un ritmo acelerado y llega al ciego en no más de dos horas; por otro lado, el pasaje a través del ciego es más lenta porque la fibra dietética reduce el movimiento del contenido intestinal durante 48 horas, lo que aumenta la eficiencia de la absorción de nutrientes en el ciego y el colon, donde se asimilan los ácidos grasos de cadena corta (Gómez y Vergara, 1993).

Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES 2014), menciona que existen tres sistemas de alimentación y son; usando concentrado más agua y vitamina C, pasto y concentrado (alimentación combinada) y pasto solo, estos sistemas se pueden usar por separado o alternativamente dependiendo de la disposición del alimento. Los cuyes mejorados, desarrollados en un sistema comercial de crianza en el hogar; llegaron a obtener una tasa de conversión alimenticia (CA) entre 6,5 y 8,0 cuando se alimentaban con una mezcla (alimento y suplementos).

2.2. Energía

La energía total (ET) o energía bruta es la cantidad de calor medida en una bomba calorimétrica. Los animales no consumen toda la energía total utilizada porque parte del alimento no se digiere y se pierde. La energía digerible (ED) se obtiene de la energía bruta menos la que se pierde en la excreta como energía no digerida de los alimentos. La energía digerible no ofrece muchas ventajas sobre el uso de Nutrientes Digestibles Totales (NDT), ya que solo tiene en cuenta las pérdidas de energía en las excretas (Maynard y Looslie 1979 y McDonald et al., 1999). Los cobayos pueden ajustar la ingesta de los alimentos de acuerdo a la aglomeración de energía, por tanto, tiene influencia en la tasa de conversión del alimento y sobre el crecimiento. La edad, su actividad, la fisiología, su producción y ambiente del animal; influyen en las necesidades de la energía (Vergara, 2008 citado por Aliaga et al., 2009).

2.3. Energía digestible

La energía digestible se determina restando, la energía bruta (EB) menos el calor encontrado en la combustión de las heces y se consigue la energía digestible aparente (EDa), se cualifica de aparente a este valor, debido a que es la energía excretal que introduce los productos del alimento no digerido y metabólicos del cuerpo. Los jugos gástricos y los restos de la mucosa intestinal, pertenecen a la porción metabólica. En rigor, esta pérdida es parte de la necesidad de la sostenibilidad del animal (Maynard, 1989 y Shimada, 2005). En tanto Ciprian (2005), reporto 3.0 Mcal/k de energía digestible en la dieta del cuy, en tanto la NRC (1995) sugiere valores de 2.8 a 3.2 Mcal/k de dieta.

2.4. Factores que afectan la energía digestible

2.4.1. Composición de la dieta

Cierta variable en los bioensayos de (ED y EM) es el tipo de dieta, en las pruebas efectuadas en únicos insumos, los resultados obtenidos son provechosos para ciertos granos y no para otros (Pilares, 1997). Para De Blas y Mateos (1991) indican que el contenido de fibra de un alimento afecta en su energía metabolizable aparente (EMa), examinándose que esta se reduce al aumentarse el porcentaje de fibra cruda del ingrediente. Por lo general puede suponerse que la reducción refiere alrededor de 90 kcal/kg en cada punto que aumenta el porcentaje de fibra en la ración. Por falta o exceso de nutrientes, la digestibilidad de un alimento puede rebajarse (Mc Donald et al., 1999).

2.4.2. Nivel de inclusión del insumo

Para Sibbald (1982), los valores de inclusión ingresados en la prueba son muy importantes, es decir, en la dieta experimental. Si el insumo probado es desagradable, se reduce la ingesta voluntaria de alimentos y se obtienen valores de energía metabolizable (EM) falsamente bajos, estos valores pueden disminuir rápidamente al aumentar la inclusión en la dieta experimental.

2.4.3. Nivel de consumo de alimento

Se ha observado que la disminución del consumo de la ración en pollos, hasta el 30% del consumo no modifico los niveles de EMa (Hill y Anderson 1968). Además, Guillaume y Summers, (1970), probaron con datos teóricos que los alcances de EMa deberían disminuirse de manera curvilíneamente con el consumo de la ración, así se produce valores negativos de EMa por muy bajo de energía.

2.4.4. Ambiente

Esminger (1983) menciona que a causa que; la humedad, la temperatura y la aireación se separan de la zona confortante, el requerimiento para el sostenimiento de los animales también aumenta; por eso es importante un ambiente adecuado y confortable para que los animales tengan un mejor desarrollo.

2.5. Insumos regionales

2.5.1. Aceite de *Arecaceae* (palma)

Tiene origen vegetal, con las siguientes características; presenta consistencia semisólida a temperatura ambiente, tiene un color de tendencia de naranja a rojizo característico por su contenido energético alto, con grasas saturadas (palmítico 44%), monoinsaturados (oleico 39%), poliinsaturados (linoleico 10%) y vitaminas A y E. Para la obtención del aceite de palma, es mediante procesos de extracción térmica y mecánica, es decir; separar,

agitar, prensar, clarificar y filtrar, en donde, el aceite crudo de palma se aparta de la pulpa del fruto y así se obtiene el líquido semisólido libre de suciedad (Zumbado, 1999).

La palma africana (*Elaeis guineensis*) es una planta de propiedades aceitosas y persistentes, puede crecer hasta 25 m de altura, los frutos de los que obtiene el aceite crecen en racimos y consisten en una masa fibrosa blanda que contiene la mayor cantidad del aceite, además mantiene una masa dura echa por una nuez con cáscara y una almendra baja en aceite y ricas en proteínas La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma, 2005). Además, Vargas y Zumbado (2003) indican que el aceite de palma es el más usado en la formulación de raciones para la alimentación animal.

Chavarro (2001), nos mencionan el paso nutricional de la energía del aceite de palma; con 8500 kcal como energía total (ET), llegando al estómago con 8010 Kcal como energía digestible llegando al intestino delgado con 7690 Kcal como EM; teniendo un aprovechamiento en el torrente sanguíneo de 5360 Kcal como energía neta. Según National Research Council (NRC 1994) menciona que el valor de EM del aceite de palma crudo es 7710 kcal/kg y el aceite refinado 5800 kcal/kg.

Rostagno et al. (2017), reportaron 99.5% de materia seca y 9400 kcal de energía bruta; asimismo, International Aquaculture Feed Formulation Database (IAFFD 2021) determinó 99% de materia seca (MS) y 9228 kcal/kg de energía bruta (EB). También reportaron 93.80% de coeficiente metabolizable para aves y 85.21% de coeficiente digestible para cerdos y EM para aves y 8010 kcal/kg de ED para cerdos, datos similares se reportan para peces omnívoros 8305 kcal/kg de ED del aceite de palma. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA 2019) determinó 8400 kcal/kg de ED para conejos.

2.5.2. Torta de palmiste

Esta deriva de las semillas de los frutos de la palma. El compuesto químico del palmiste es significativamente diferente al del aceite de palma, pero mantiene características similares con el aceite de coco, en cuanto a su composición y su textura. (Preciado y Arrollo, 2007). La torta de palmiste es un insumo que deriva de la industrialización del aceite de palma, considerado inicialmente como desecho industrial, siendo un subproducto aprovechable en la alimentación, teniendo una apariencia casi blanca con manchas marrones (Alava, 2006).

La torta de palmiste es un subproducto utilizado en el alimento para animales criados en granja como el cerdo, bovinos y especialmente monogástricos; como animales de granja; como pollos, conejos, cuyes, pavos etc. La torta de palmiste es utilizada como reemplazo de la soya, ya que esta representa un 50 % del total de los compuestos del alimento balanceado, debido a su alto contenido de fibras crudas es alimento ideal para ganado

bovino y porcino con un índice menor de 25% para pollos; como reemplazo del polvillo de trigo o de arroz (Preciado y Arrollo, 2007).

Álava (2006) señala que el compuesto químico y la digestibilidad de la torta de palmiste, cambia de acuerdo a su volumen de cubierta de la almendra de la palma, como también del contenido de aceite sobrante. El palmiste mantiene principios nutritivos; como altos niveles proteicos casi más altos que el salvado de trigo, obteniendo un desplazamiento en un 100% en las dietas (Morrison, 1977). Food and Agriculture Organization (La FAO 2002) menciona que el palmiste tiene una EB de 4,804.01 Kcal/kg a continuación en la Tabla 1 se muestra la composición nutricional del palmiste.

Tabla 1. Compuesto nutricional del palmiste

Análisis principal	Unidad	Cantidad
Materia seca	% como alimentado	91.2
Proteína cruda	%	16.7
Fibra bruta	%	19.8
NDF	%	73.0
ADF	%	44.8
Lignina	%	13.4
Extracto de éter	%	9.2
Ceniza	%	4.7
Azúcares totales	%	2.4
Energía bruta	Kcal/ kg	4,804.01

Fuente: FAO (2002)

La composición nutricional de la torta de palmiste utilizado fue 92.06% de materia seca y 4 242 kcal/kg de EB; asimismo, determinó los coeficientes digestibles de la torta de palmiste siendo de 69.14% para MS y 3222.1 kcal/kg de ED (Vela-Román, 2020), por su parte FEDNA (2019) reportó 2500 kcal/kg de ED para conejos. Mientras que Godoy-Padilla (2020) caracterizó el valor nutricional y la digestibilidad in vitro de la MS de la torta de palmiste, reportando 94% de MS, 67.7% de FDN, 15.7% de fibra cruda y 41.9% de coeficiente digestible in vitro.

De acuerdo con Sistema de información de recursos de alimentación (Feedipedia 2021) Sistema de información de recursos de alimentación 2021, el palmiste prensado contiene 91.2% de MS, 19.8% de fibra cruda, 73% de FDN, 4 801 kcal/kg de EB, 2

006 kcal/kg de ED para cerdos y 2651 kcal/kg de EMa para aves. También Del Castillo (2015) determinó la composición nutricional del palmiste, reportando 90.81% de MS, 14.87% de fibra cruda y 4719.07 kcal/kg de EB.

Asimismo, Robalino Romero (2008) determinó la digestibilidad de la torta de palma en cuyes y determinó 94.38% de MS, 17.55% de fibra total, fibra detergente neutro (FDN) 47.38%, fibra detergente acida (FDA) 26.99%, EB kcal/kg 4517.03. los coeficientes fueron 52.22% de MS, 38% FT y ED 2910.07 kcal/kg. También, Mustafa et al (2003) estudió la digestibilidad de la torta de palmiste en patos muscovy y verificó: para expeller palmiste 90.87% de MS, 4153 kcal de EB, 61.54 FDN, 36.14 FDA, 1893 kcal/kg de EMa para patos, 41.25% de MS, 36.3% de FDN.

2.5.3. Cascarilla de *Theobroma cacao* L. (cacao)

Para Murillo (2008) la cascarilla de cacao se obtiene de las fracciones del epispermo del grano de cacao molido el cual no sufre alguna manipulación ni transformación posterior, esta es rica en magnesio, teobromina y muy utilizada para casos de caso de debilidad, diarrea e inflamación. Asimismo, Quintero (2000) manifiesta que los granos de cacao mantienen una cubierta por una pulpa blanca y viscosa, de sabor agrio y dulce. Cuando se elimina el mucílago o pulpa se presenta una fina capa de color rosado que compone la cascara del grano. Por otro lado, Maxine (2008) indica que no solo son ricas en magnesio, ácidos oleico y linoleico, vitamina y pectina, sino también en alcaloides de teobromina, lo que las convierte en excelentes aliadas por los beneficios para la salud asociados a ellas.

La cascarilla de cacao es un desecho de la obtención de un proceso industrial representando cerca del 12% de la semilla, obtenido mediante el proceso de tostado. Representa un valioso elemento de los subproductos agrícolas y como desecho agroindustrial en el planeta, fuente favorable de recursos renovables y energía. A nivel internacional se viene desarrollando como posible opción para alimento de aves y animales por el contenido de fibra dietaría, fuente de pectinas y gomas, elaboración de carbón activado (Bazarte et al., 2008).

Nutricionalmente, las cascarillas de cacao aportan macro y micronutrientes como cualquier otro alimento; los macronutrientes son proteínas, carbohidratos y lípidos, mientras que los micronutrientes son vitaminas y minerales. Este subproducto es considerado una fuente de baja energía porque su nivel de energía digerible está por debajo de las 2500 Kcal/Kg; que es la base fibrosa para la alimentación animal. (Márquez et al., 2007).

Córdova (1993), indica que la cascara de cacao mantiene una energía digerible de 1538 Kcal/kg, también tiene un alto contenido de vitaminas que es mucho más alto que cualquier alimento vegetal de uso común. Según algunos investigadores, las cascarillas de

cacao tienen niveles de nutrientes ligeramente más bajos que el salvado de trigo. Para la FAO (2002) indica que la cascarilla de cacao presenta una EB de 4,493.3 Kcal/kg. A continuación, en la Tabla 2 se muestra la composición nutricional de la cascarilla de cacao.

Tabla 2. Compuesto nutricional de la cascarilla de cacao

Análisis principal	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	88.6
Proteína cruda	%	17.8
Fibra bruta	%	20.7
NDF	%	46.5
ADF	%	36.8
Lignina	%	17.4
Extracto de etéreo	%	5,9
Ceniza	%	9.3
Energía bruta	kcal/kg	4,493.3

Fuente: FAO (2002).

Córdova (1993) menciona que la composición media de la cascarilla de cacao libres de grasa tiene 15,8 % de proteína, 0,25% de grasa, 51% extracto libre de nitrógeno (ELN) , 16,42% de Fibra y 7,5% de ceniza, estos valores son más bajos a los presentados por Farro (2012), que muestra un análisis químico proximal de la cascarilla de cacao con valores de 94,37% Materia Seca, 18,08% PB, 15,06% FB, 2,51 % EE, 50,66 % ELN y 8,06 % de ceniza y la composición nutricional de la cascarilla de cacao fue 94.37% de MS y 3994.74 kcal/kg de EB; asimismo determinó 41.72% y 44.91% de coeficientes digestibles para la MS y EB.

Así mismo Farro (2012), menciona que los nutrientes digestibles de la materia seca fueron de 39.37% y la energía digestible fue de 1 794.05 kcal/kg para cuyes. De acuerdo con Salazar (2017) la cascarilla de cacao aporta 95% de MS y 1 409 kcal/kg de EB, además Murillo (2000) reporta 17.53% de fibra bruta. En cambio, Godoy-Padilla (2020) caracterizó el valor nutricional y la digestibilidad in vitro de la materia seca de la cascarilla de cacao procedente de Mariscal Cáceres, reportando 91% de MS, 28.2% de fibra detergente neutro, 25.1% de fibra total y 75.5% de digestibilidad in vitro; asimismo, la cascarilla de cacao procedente de San Martín reportó: 91.1% de MS, 28.7% de fibra detergente neutro, 32.3% de fibra bruta y 77.4% de coeficiente digestible in vitro de la MS.

Díaz Céspedes et al. (2021) estudiaron la digestibilidad de semillas y torta de sachá inchi peletizado y extrusado en cuyes, donde reportaron 51.7%, 57.7% de coeficiente digestible de la energía de la semilla de sachá inchi peletizado y extrusado, respectivamente; también obtuvieron un 96.3% y 86.2% de coeficiente digestible de la energía de la torta de sachá inchi peletizado y extrusado, respectivamente. Mientras que Donkoh et al. (1991) determinaron la composición química de la cascarilla de cacao y la EM en pollos, reportando 94.6% de MS, 32.5% de fibra bruta, 41.4% de FDA, 52.2% de FDN y 1 066 kcal/kg de EM en pollos.

Adejinmi et al. (2007) estudió la composición y digestibilidad de la cascarilla de cacao fermentada y no fermentada en conejos, la composición nutricional de la cascarilla no fermentada fue: 88.67% de MS, 29.6% de fibra bruta y 2 100 kcal/kg de EB; entretanto la fermentada proporcionó: 89.42% de MS, 22.18% de fibra bruta y 1 953 kcal/kg de EB. Después Ozung et al. (2017) estudiaron la composición y la digestibilidad de diferentes presentaciones de cascarilla de cacao en conejos y determinó: 94.60% de MS, 61.80% de fibra bruta, 68.64% de FDA y 75.08% de FDN; los coeficientes digestibles aparentes para MS fue 96.43% y para la fibra bruta 74.50%.

Ogana et al. (2020) estudiaron la composición y la digestibilidad de la cascarilla de cacao en conejos y determinaron que la cascarilla de cacao sin fermentar reportó 32.5% de fibra cruda y 86.80% de MS y la digestibilidad de la ración conteniendo 20% de cascarilla de cacao reportó un coeficiente digestible de 48.15% para MS y 63.22% para fibra bruta. De acuerdo con Feedpedia (2020) reporta que la cascarilla de cacao presenta 88.6% de MS, 20.7% de fibra bruta, 46.5% de FDN, 4 490 kcal/kg de EB, 884 kcal/kg de ED para cerdos y 1 266 kcal/kg de ED para conejos

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha

El proyecto de investigación se realizó en la granja de la Facultad de Zootecnia para los procesos metabólicos y en el Laboratorio de Bioquímica Nutricional; de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el distrito de Tingo María, perteneciente a la provincia de Leoncio Prado; de la región Huánuco, a una altura de 660 msnm, latitud Sur 09°17'08"; longitud Oeste 75° 59' 52", con temperaturas media anual alrededor de los 24 °C, de precipitación de 3200 mm al año. El trabajo de investigación se realizó en los meses de agosto a octubre del 2019.

3.2. Tipo de investigación

Investigación descriptiva.

3.3. Animales

Se utilizó 28 cuyes machos de la línea Perú en fase de crecimiento con peso vivo de 685 ± 84 g. Estos animales fueron provenientes del galpón de cuyes de la Facultad de Zootecnia de la UNAS.

3.4. Instalaciones

Se usó un galpón con orientación norte-sur, área interna de 24.74 m de largo y 9.72 m de ancho, piso de concreto con 3% de pendiente; zócalo de material concreto, paredes de malla de alambre estilo gallinero y alambre sin púas, con vigas y soportes de madera cortada, con techo de calamina a dos aguas colocadas con claraboya, altura lateral de 3.2 m, 4.2 m de altura central. Para este experimento se hizo uso de 28 jaulas experimentales; que fueron confeccionados de fierro y malla metálica cuadrículada de dimensiones de 0.30 m x 0.62 m x 0.50 m, con un área de 0.186 m² donde se acondicionaron los comederos y bebederos independientes y un colector de heces colocados a 2.5 cm debajo del piso de la jaula.

3.5. Sanidad

Las jaulas y el galpón se desinfectaron con detergente, lejía y finalmente con cal viva en el piso, además se desinfectaron los comederos y bebederos, se dispuso un pediluvio en la puerta del galpón. Antes de iniciar el estudio, los cuyes fueron desparasitados con tricabendazol + febendazol 3 ml por vía oral y fipronil en el lomo y anca.

3.6. Insumos en estudio

3.6.1. Aceite de palma

Este insumo, se obtuvo como material experimental de la Planta de Alimentos Balanceados de la UNAS, el cual es adquirido de la ciudad de Tocache, cuyo proceso de obtención se detalla en la figura 1. El aceite de palma tiene vitaminas A y E y grasas saturadas (palmítico 44%), monoinsaturados (oleico 39%) y poliinsaturados (linoleico 10%); además, el aceite de palma tiene 8,500 kcal de EB por kilogramo. A temperatura ambiente es de consistencia semisólida, es de color rojizo naranja y palatable.

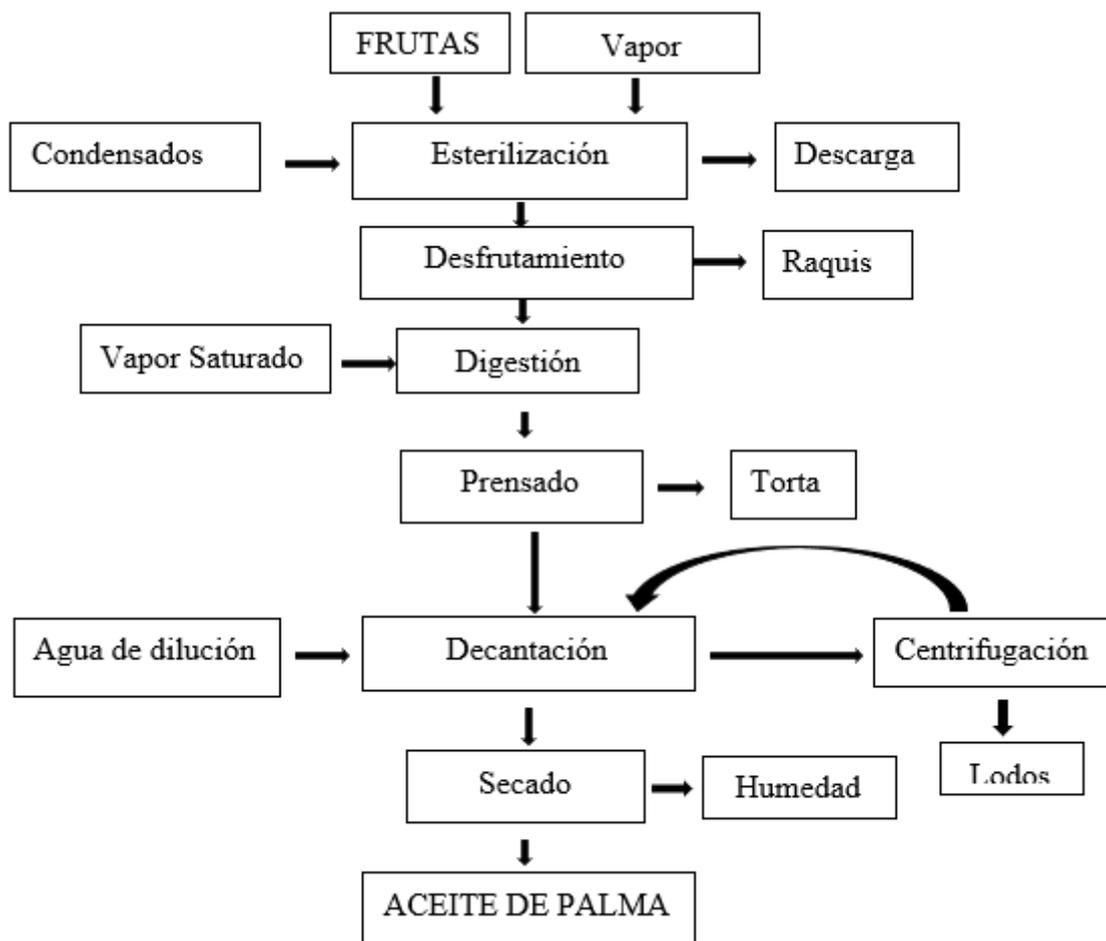


Figura 1. Flujograma del proceso para la obtención del aceite de palma.

3.6.2. Torta de palmiste

Este insumo, se obtuvo de la Planta de Palma Aceitera “El Espino” de la ciudad de Tocache, cuyo proceso de obtención se detalla en la figura 2. La torta de palmiste tiene 91.2% de MS, 13.99% de proteína cruda (PC), 16.83% de fibra cruda, 9.2% de extracto

etéreo (EE), 3.93% de ceniza (Cz) y 4,476.07 kcal/kg de ED. Este insumo se caracteriza por tener un color marrón, con baja palatabilidad, es semi granulado fin y un olor a miel quemada.

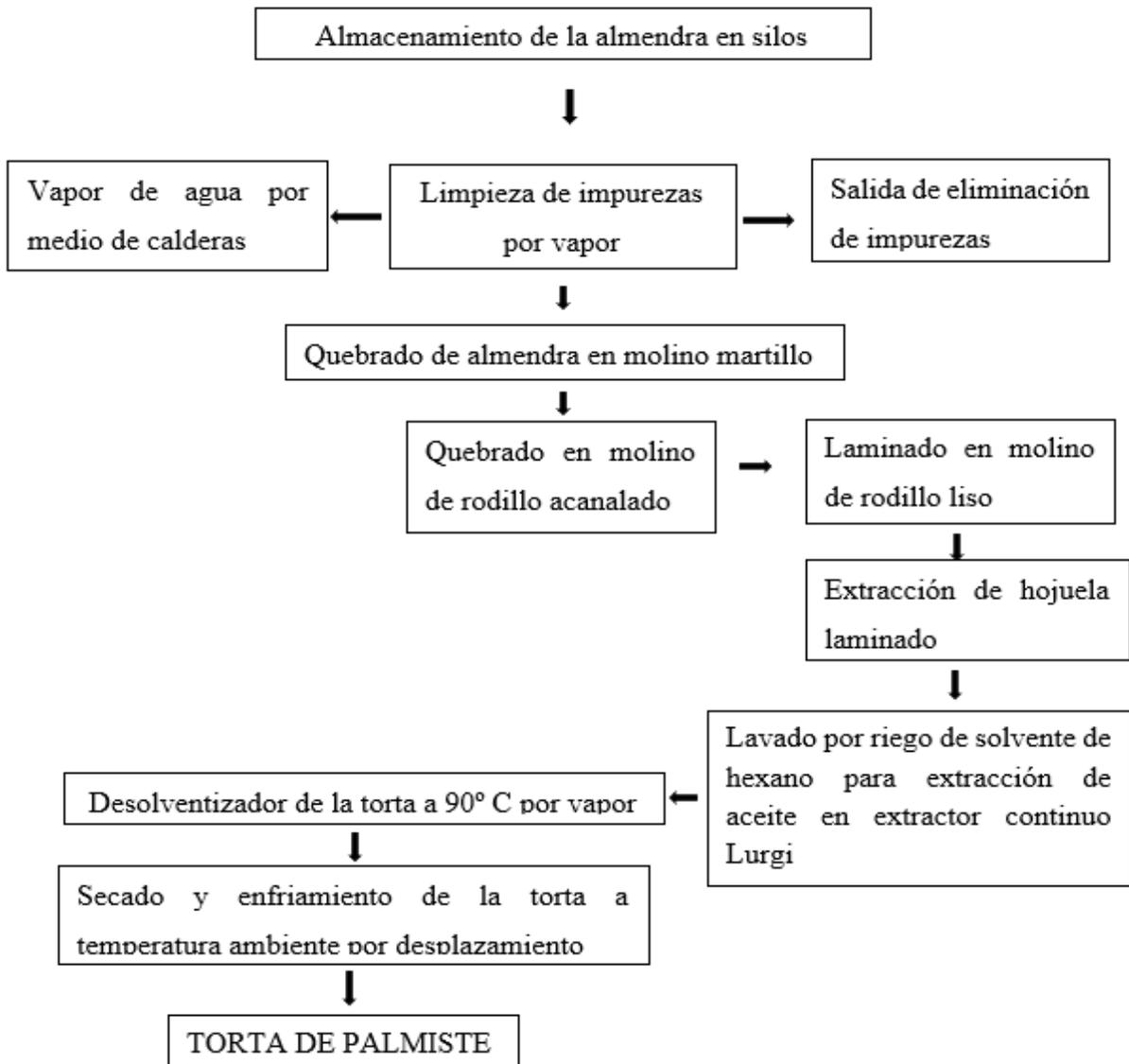


Figura 2. Flujograma del proceso para la obtención de la torta de palmiste.

3.6.3. Cascarilla de cacao

El insumo se obtuvo como material experimental de la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo LTDA, el cual está ubicada en la provincia de Leoncio Prado - Mapresa, cuyo proceso de obtención se detalla en la figura 3. La cascarilla de cacao tiene 94.37% de MS, 18.08% de PC, 15.06% de fibra cruda, 2.51% de EE, 8.06% de Cz, 3,994.74 kcal/kg de EB. Este insumo se caracteriza por tener un color marrón oscuro, un sabor y olor a chocolate amargo agradable y de cada 25 kg de grano de cacao seco se genera 3 kg de cascarilla de cacao, aproximadamente.

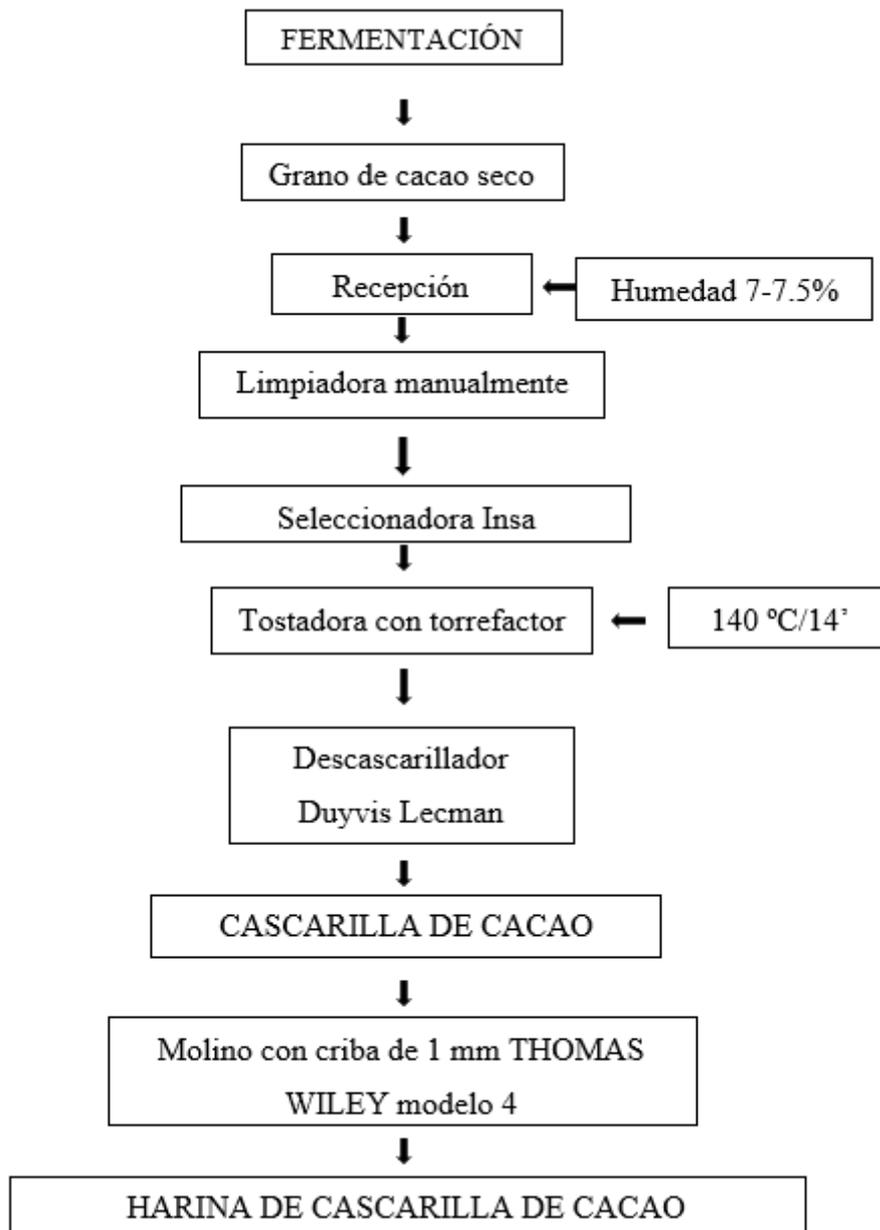


Figura 3. Flujograma del proceso para la obtención de la cascarilla de cacao.

3.7. Dietas y alimentación

Se formuló una dieta referencial para cuyes en fase de crecimiento (Tabla 3) en base a las recomendaciones de Vergara (2008), compuesto por insumos tradicionales de la zona tropical; esta dieta fue ofrecida al grupo 1 al 100% para un total de 7 cuyes, entretanto, para el grupo 2 fue ofrecido un 85% la dieta referencial + 15% de aceite de palma, para el grupo 3 fue ofrecido un 85% de la dieta referencial + 15% de torta de palmiste, para el grupo 4 fue ofrecido un 70% de la dieta referencial + 30% de harina de cascarilla de cacao. La alimentación de los cuyes durante 12 días fue a base de las dietas experimentales y sin pasto.

Tabla 3. Dieta referencial para cuyes en fase de crecimiento

Nutrientes	Cantidad, %
Maíz amarillo	49.82
Afrecho de trigo	2.55
Torta de soja 45%	21.49
Harina de alfalfa	18.50
Melaza de caña	5.00
Carbonato de Ca	0.88
Fosfato bicálcico	0.77
Sal común	0.39
Premix cuyes	0.10
Aflaban	0.05
BHT	0.05
Cloruro de colina	0.10
Lisina	0.11
Metionina	0.16
Treonina	0.03
Total	100.00
Nutrientes calculados¹	
Proteína Cruda, %	18.00
Energía digestible, kcal/kg	2,800
Fibra bruta, %	10.00
Grasa tota, %	3.00
Calcio, %	0.92
Fosforo total, %	0.46
Sodio, %	0.20
Lisina total, %	0.95
Metionina total, %	0.41
Treonina total, %	0.68
Triptófano total, %	0.21

¹Fuente: VERGARA (2008).

El método colecta total se divide en dos, en la primera fase de seis días se determinó el consumo de alimento diario de cada cuy mediante el alimento ofrecido menos el

sobrante; en la segunda fase de seis días el alimento ofrecido fue calculado de acuerdo con el consumo de la primera fase, pero corregido con el peso vivo de cada cuy con la finalidad de evitar el poco o exceso de consumo.

3.8. Metodología de la investigación

El método que se empleó para las pruebas de digestibilidad en cuyes fue el método tradicional, denominado colecta total. Los porcentajes de sustitución de los alimentos en estudio fueron de la siguiente forma; aceite de palma 15%, torta de palmiste 15% y cascarilla de cacao 30%.

3.8.1. Método de la colecta total

Primera fase consistió en adaptar a los animales a la dieta; durante seis días se alimentó a los cuyes con su respectiva dieta para cada grupo; además los cuyes pasaron por un periodo de acostumbramiento a la jaula y al manejo diario.

Segunda fase Esta fase tuvo una duración de seis días, donde el alimento fue suministrado dos veces al día en comederos de cerámica y fueron registrados cada 24 horas. La cantidad de alimento para cada cuy fue ofrecida en función al consumo determinado en la primera fase y al peso vivo de cada cuy. Además, se tomaron los siguientes datos: colecta total de heces, para ello, se aprovechó al diseño de las jaulas para estudios de digestibilidad que nos facilitó la separación de heces.

La colección de las heces fue diariamente en mallas extendidas que aseguraron la colección de estas y fueron colocados debajo de la jaula. Las heces de cada uno de los animales se colectaron cada 24 horas, posteriormente estas fueron pesadas y congeladas y culminado la fase, las heces fueron descongeladas y formadas una sola muestra de cada cuy, éstas fueron pesadas, secadas en estufas con ventilación forzada a 55 °C, molidas y colocadas en potes de plástico debidamente identificados; en seguida las 28 muestras de heces, cuatro raciones experimentales y tres insumos evaluados fueron enviados al Laboratorio de Nutrición animal para su análisis de EB y MS.

3.9. Insumos evaluados

- Aceite de palma
- Torta de palmiste
- Cascarilla de cacao



Figura 4. Distribución de los grupos experimentales.

3.10. Grupos experimentales

- Grupo 1: Dieta referencial (control)
- Grupo 2: 85% de dieta referencial + 15% aceite de palma (Dieta prueba)
- Grupo 3: 85% de dieta referencial + 15% de palmiste (Dieta prueba)
- Grupo 4: 70% de dieta referencial + 30% cascarilla de cacao (Dieta prueba)

3.11. Variables independientes

- Aceite de palma
- Torta de palmiste
- Cascarilla de cacao

3.12. Variables dependientes

- Energía digestible, kcal/kg del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao.
- Coeficientes digestibles aparentes de MS % del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao.
- Coeficientes digestibles aparentes de la EB, kcal/kg del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao.

3.13. Variables evaluadas

3.13.1. Coeficiente digestible de la energía y la MS, ED y materia seca digestible

Para determinar los coeficientes digestibles de la energía y la MS de las dietas referencia y prueba, se utilizó la fórmula de Matterson et al. (1965).

$$\text{CDA energía} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{MS} \right) = \frac{\text{EB ingerida, kcal} - \text{EB de heces, kcal}}{\text{EB ingerida, kcal}} \times 100$$

Dónde:

CDA energía (kcal/kg MS): Coeficiente digestible aparente de la energía, kcal/kg en base a materia seca

EB ingerida kcal: Energía bruta ingerida

EB heces kcal: Energía bruta de las heces

$$\text{CDA Materia seca (\%MS)} = \frac{\text{MS ingerida, g} - \text{MS excretada en heces, g}}{\text{MS ingerida, g}} \times 100$$

Dónde:

CDA Materia seca (% MS): Coeficiente digestible aparente de la materia seca, % MS

MS ingerida: Materia seca ingerida, g

MS heces: Materia seca de las heces, g

Para determinar los coeficientes digestibles de la energía y la materia seca de los insumos aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao, se utilizó la fórmula de Matterson et al. (1965).

$$\text{CDAE insumo} = \text{CDAE ref.} + \frac{\text{CDAE prueba.} - \text{CDAE ref.}}{\% \text{ sustitución}}$$

Dónde:

CDAE insumo: Coeficiente digestible aparente de la energía del insumo en estudio

CDAE ref.: Coeficiente digestible aparente de la energía de la dieta referencia

prueba
 CDAE prueba: Coeficiente digestible aparente de la energía de la dieta

$$\text{CDAMS insumo} = \text{CDAMS ref.} + \frac{\text{CDAMS prueba} - \text{CDAMS ref.}}{\% \text{ sustitución}}$$

Dónde:

CDAMS insumo: Coeficiente digestible aparente de la materia seca del insumo en estudio

CDAMS ref.: Coeficiente digestible aparente de la materia seca de la dieta referencia

CDAMS prueba: Coeficiente digestible aparente de la materia seca de la dieta prueba

Para determinar la energía digestible y la materia seca digestible del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{EDA insumo (kcal/kg)} = \frac{\text{EB insumo (kcal/kg)} \times \text{CDAE (\%)}}{100}$$

Dónde:

EDA insumo (kcal/kg): Energía digestible aparente del insumo.

EB insumo (kcal/kg): Energía bruta del insumo.

CDAE (%): Coeficiente digestible aparente de la energía del insumo.

$$\text{MSDA insumo (kcal/kg)} = \frac{\text{MS insumo (\%)} \times \text{CDAMS (\%)}}{100}$$

Dónde:

MSDA insumo (%): Materia seca digestible aparente del insumo.

MS insumo (%): Materia seca del insumo.

CDAMS (%): Coeficiente digestible aparente de la materia seca del insumo.

3.14. Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante la estadística descriptiva como promedio y error estándar del promedio, mediante el software estadístico InfoStat (Infostat, 2019).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Coeficientes digestibles de la materia seca y energías digestibles aparentes del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao.

Tabla 4. Materia seca, energía bruta, coeficientes y energía digestibles de aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao estudiados en cuyes machos en fase de acabado.

Materia natural o tal como ofrecidos			
	Aceite de Palma	Torta de Palmiste	Cascarilla de Cacao
H°, %	0.14	9.30	7.39
MS, %	99.86	90.70	92.61
EB, kcal/kg	9380.19	4324.04	4663.06
Coeficiente digestible aparente de la materia seca y la energía digestible			
CDa MS, %	85.29 ± 4.35	65.73 ± 8.19	65.80 ± 4.88
CDa EB, %	76.56 ± 3.28	43.94 ± 7.61	49.56 ± 5.52
Nutrientes digestibles y energía digestible aparente			
MS, %	85.17 ± 4.34	59.67 ± 7.43	60.94 ± 4.52
EDa, kcal/kg	7181 ± 308	1900 ± 329	2311 ± 257

4.1.1. Aceite de palma

Las muestras de aceite de palma reportaron 99.86% de MS y 9380.19 kcal/kg de EB, estos valores están dentro de los rangos propuestos por Rostagno et al. (2017), quienes reportaron 99.5% de MS y 9400 kcal de EB; asimismo, IAFFD (2021) determinó 99% de MS y 9228 kcal/kg de EB. Para el coeficiente digestible de la MS y EB del aceite de palma en cuyes fue de 85.29% y 76.56%, respectivamente; estos resultados son parecidos a los propuestos por Rostagno et al. (2017) quienes reportaron 93.80% de coeficiente metabolizable

para aves y 85.21% de coeficiente digestible para cerdos, también, IAFFD (2021) determinó 90% de coeficiente digestible de aceite de palma en peces omnívoros.

La energía digestible del aceite de palma en cuyes fue de 7181 kcal/kg, este dato es semejante al propuesto por FEDNA (2019) quien determinó 8400 kcal/kg de energía digestible para conejos; entretanto, Rostagno et al. (2017) reportaron 8817 kcal/kg de energía metabolizable para aves y 8010 kcal/kg de ED para cerdos.

4.1.2. Torta de palmiste

Las muestras de torta de palmiste reportaron 90.70% de MS y 4324.04 kcal/kg de EB, estos valores están dentro de los rangos propuestos por Vela-Román (2020), quien reportó 92.06% de MS y 4 242 kcal/kg de EB; asimismo, Robalino-Romero (2008) determinaron 94.38% de MS y 4517.03 kcal/kg de EB de la torta de palmiste; también, Feedpedia (2021) determinó 91.2% de MS y 4 801 kcal/kg de EB para el palmiste procesado por prensado. Datos semejantes fueron determinados por Del Castillo (2015), 90.81% de MS y 4719.07 kcal/kg de EB y Mustafa et al. (2003), quienes determinaron 90.87% de MS y 4153 kcal/kg de EB para la torta de palmiste; asimismo, Godoy-Padilla (2020) determinó 94% de MS para torta de palmiste y IAFFD (2021) determinó 93% de MS y 4 337 kcal/kg de EB para la torta de palmiste

El coeficiente digestible de la MS y EB de la torta de palmiste en cuyes fue de 65.73% y 43.94%, respectivamente; estos resultados son diferentes a los propuestos por Robalino-Romero (2008) quien determinó un 64.42% de coeficiente digestible de la EB de la torta de palmiste en cuyes; asimismo, Vela-Roman (2020) determinó 75.96% de coeficiente digestible de la EB de torta de palmiste para cuyes; entretanto, Feedpedia (2021) determinó 41.78% de coeficiente digestible para cerdos y 55.22% de coeficiente metabolizable para aves.

La energía digestible de la torta de palmiste en cuyes fue de 1900 kcal/kg, este dato es diferente al propuesto por Robalino-Romero (2008) quienes determinaron 2910.07 kcal/kg de ED para la torta de palmiste en cuyes, FEDNA (2019) quien determinó 2 500 kcal/kg de ED para conejos; entretanto, Vela-Roman (2020) determinó 3 222.10 kcal/kg de ED para cuyes. Asimismo, Robalino y Romero (2008) determinó 2 910.07 kcal/kg de ED para cuyes. Entretanto, Feedpedia (2021) determinó 2 006 kcal de ED para cerdos y 2 651 kcal/kg de energía metabolizable aparente para aves.

4.1.3. Cascarilla de cacao

Las muestras de la cascarilla de cacao reportaron 92.61% de MS y 4663.06 kcal/kg de EB, estos valores están dentro de los rangos propuestos por Farro (2012) quien determinó 94.37% de MS y 3994.74 kcal/kg de EB, Godoy-Padilla et al. (2020) determinaron

91% de MS para la cascarilla de cacao procedente de Mariscal Cáceres y 91.1% de MS para la cascarilla de cacao procedente de la región de San Martín. También, Feedpedia (2020) reportó 88.6% de MS y 4 490 kcal/kg de EB para la cascarilla de cacao. Entretanto, Adejinmi et al. (2007) determinaron 88.67% de MS y 2 100 kcal/kg de EB en la cascarilla de cacao no fermentada; entretanto, la cascarilla de cacao fermentada proporcionó 89.42% de MS y 1 953 kcal/kg de EB. Asimismo, Ozung et al. (2017) y Ogana et al. (2020) estudiaron la composición de la cascarilla de cacao y determinaron 94.60% y 86.80% de MS, respectivamente.

El coeficiente digestible de la MS y EB de la cascarilla de cacao en cuyes fue de 65.80% y 49.56%, respectivamente; estos resultados son mayores a los propuestos por Farro (2012) quien determinó 39.37% de coeficiente digestible para la MS y 44.91% para la EB de cascarilla de cacao en cuyes. Entretanto, Godoy-Padilla et al. (2020) reportaron 75.50% y 77.40% de coeficiente digestible in vitro de la MS de la cascarilla de cacao. Feedpedia (2021) reportó 28.11% de coeficiente digestible de la cascarilla de cacao en el conejo y mucho más bajo para cerdos 19.69% de coeficiente digestible de la cascarilla de cacao.

La energía digestible de la cascarilla de cacao en cuyes fue de 2311 kcal/kg estos datos son mayores a los propuestos por Farro (2012), quien determinó los nutrientes digestibles de la materia seca fueron de 39.37% y la energía digestible fue de 1 794.05 kcal/kg para cuyes. Godoy-Padilla (2020) caracterizó el valor nutricional y la digestibilidad in vitro de la MS de la cascarilla de cacao procedente de Mariscal Cáceres, reportando 91% de MS, 28.2% de FDN, 25.1% de fibra total y 75.5% de digestibilidad in vitro; asimismo, la cascarilla de cacao procedente de San Martín reportó: 91.1% de MS, 28.7% de FDN, 32.3% de fibra cruda y 77.4% de coeficiente digestible in vitro de la MS.

Donkoh et al. (1991) determinaron la composición química de la cascarilla de cacao y la energía metabolizable en pollos, reportando 94.6% de MS, 32.5% de fibra cruda. Adejinmi et al. (2007) estudió la composición y digestibilidad de la cascarilla de cacao fermentada y no fermentada en conejos, la composición nutricional de la cascarilla no fermentada fue: 88.67% de MS, 29.6% de fibra cruda y 2 100 kcal/kg de EB; entretanto la fermentada proporcionó: 89.42% de MS, 22.18% de fibra cruda y 1 953 kcal/kg de EB. La digestibilidad aparente de la cascarilla no fermentada fue 37.42% para MS y 61.96% para fibra cruda; entretanto, la cascarilla fermentada reportó mayor coeficiente digestible siendo 60.05% para MS y 78.17% para fibra cruda.

Díaz Céspedes et al. (2021) estudiaron la digestibilidad de semillas y torta de sachá inchi peletizado y extrusado en cuyes, donde reportaron 51.7%, 57.7% de coeficiente digestible de la energía de la semilla de sachá inchi peletizado y extrusado, respectivamente;

también obtuvieron un 96.3% y 86.2% de coeficiente digestible de la energía de la torta de sachá inchi peletizado y extrusado, respectivamente. Asimismo, Ozung et al. (2017) determinó 94.60% de MS, 61.80% de fibra cruda, 68.64% de FDA y 75.08% de FDN; los coeficientes digestibles aparentes para MS fue 96.43% y para la fibra cruda 74.50% esto en la digestibilidad de diferentes presentaciones de cascarilla de cacao en conejos.

Ogana et al. (2020) estudiaron la composición y la digestibilidad de la cascarilla de cacao en conejos y determinaron que la cascarilla de cacao sin fermentar reportó 32.5% de fibra cruda y 86.80% de MS y la digestibilidad de la ración conteniendo 20% de cascarilla de cacao reportó un coeficiente digestible de 48.15% para MS y 63.22% para fibra cruda y de acuerdo con Feedpedia (2020) reporta que la cascarilla de cacao presenta 88.6% de MS, 20.7% de fibra cruda, 46.5% de FDN, 4 490 kcal/kg de EB, 884 kcal/kg de ED para cerdos y 1 266 kcal/kg de ED para conejos.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones del trabajo se concluye lo siguiente:

- Se rechaza la hipótesis planteada y se acepta la hipótesis nula, considerando que los coeficientes digestibles de la energía del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao son menores al 70%.
- Los coeficientes digestibles de la materia seca y energía digestible aparentes del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao son: 85.29%, 65.73% y 65.80%, de MS y 76.56%, 43.94% y 49.56% para la ED, respectivamente.
- La energía digestible para cuyes del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao son 7 181, 1 900 y 2 311 kcal/kg respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el desempeño zootécnico de cuyes alimentados con raciones incluidas con aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao, considerando las energías digestibles determinadas en el presente trabajo.
- Complementar las valoraciones de la torta de palmiste y cascarilla de cacao, en cuanto a la determinación de la digestibilidad de la proteína, FDN y FDA en cuyes.

VII. REFERENCIAS

- Adejinmi, O. O., Hamzat, R. A., & Fapounda, J. B. (2007). Performance and nutrient digestibility of rabbit fed fermented and unfermented cocoa pod husk. *Nigerian Journal of Animal Production*, 34(1), 63-68. <https://doi.org/10.51791/njap.v34i1.2422>.
- Álava, E. (2006). Evaluación de tres niveles de palmiste en reemplazo de las fuentes tradicionales de energía en dietas de crecimiento y acabado en cerdos. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador.
- Blas, C. Y Mateos, G. (1991). Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Edit. AEDOS. Madrid – España. 263p.
- Barazarte, H., Sangronis, E. Y Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*): una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. Caracas, Venezuela.
- Caycedo, A. (1992). Investigaciones en cuyes. III Curso latinoamericano de producción de cuyes, Lima, Perú. UNALM, Lima, Perú. [En línea]: (www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s04.htm, Rev. 16 de marzo del 2019).
- Caycedo, A.; Muñoz, B. Y Ramos, L. (1998). Evaluación de cuatro niveles de proteína y de energía con pasto con voluntad de gestación y lactancia de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Universidad Nariño, pasto, Colombia. 49 p.
- Chauca, L. (1997). Producción de cuyes. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food & Agriculture Org. La Molina-Perú. 77 p.
- Chavarro, L. (2001). Subproductos del aceite de palma [En línea] (<http://galeon.com/subproductospalma/5.htm>. Rev. El 18 de marzo del 2019).

- Ciprian, R. (2005). Evaluación del tamaño de partícula y nivel de fibra en el concentrado para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 82 p.
- Cordova, P. (1993). Alimentación Animal. CONCYTEC. Edit. EDITEC del Perú. S. R. Ltada. Lima Perú. 244 p.
- Crampton, E. Y Harris, L. (1974). Nutrición animal aplicada. Zaragoza, España: Acribia. 756 p.
- Del Castillo, M. (2015). Inclusión de diferentes niveles de torta de palmiste en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en fases de crecimiento y acabado. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 83 p.
- Díaz, M., Rojas, A. y Hernández, J. (2021). Digestibilidad, energía digestible y metabolizable del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L) peletizado y extruido en cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú*; 32(5): e19654. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19654>.
- Donkoh, A., Atuahene, C. C., Wilson, B. N. y Adomakob, D. (1991). Composición química de la cáscara de la mazorca de cacao y su efecto sobre el crecimiento y la eficiencia alimentaria en pollos de engorde. Volumen 35, números 1-2, p 161-169. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(91\)90107-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(91)90107-4).
- Esminger. (1983). Alimentos y nutrición de los animales. Edit. El Ateneo. Argentina. 683p.
- Feedipedia (2020). An on-line encyclopedia of animals feeds. <https://www.feedipedia.org/content/about-feedipedia>.
- FONCODES. (2014). Crianza de cuyes. Proyecto “Mi Chacra Emprendedora - Haku Wiñay. MANUAL TÉCNICO. Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. Lima, Perú, [En línea] (www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/Crianza%20de%20cuyes.pdf, Rev.18 de marzo del 2019).

- Farro, G. (2012). Digestibilidad aparente, energía digestible y Metabolizable de cascarilla de cacao, polvillo de arroz y Harina de pituca (*Colocasia esculenta*) en cuyes (*Cavia porcellus*).
- FEDEPALMA. (2005). Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. Palma de Aceite. Bogotá, Colombia. [En línea] (www.fedepalma.org/palma.htm). Revisado el 14 de marzo del 2019).
- FEDNA. 2015. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Tabla de la composición química de la torta de palmiste. <http://www.fundacionfedna.org/node/439>, Rev.19 de marzo del 2019).
- FEDNA. (2019). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (cuarta edición). Madrid 604 pp. <http://fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>.
- Godoy, P. D. Fernández C, L. M., Layza M, A. Roque, A. R, Hidalgo L, V., Gamarra, C. S, 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.
- Gómez, C. y Vergara, V. (1993). Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares, 38-50 p. [En línea]: (www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s04.htm). Rev. el 13 de marzo del 2019).
- Guillaume, J. and Summers, D. (1970). Maintenance energy requirement of the Rooster and influence of plane of nutrition on metabolizable Energy Can J. Anim. Sci (50): 363 – 369.
- INIA-DGPA. (2003). Población y producción nacional. Realidad y Problemática del Sector Pecuario. Portal Agrario: Ministerio De Agricultura República Del Perú. [En línea:]

- (www.minag.gob.pe/pecuaria/pec_crianza_produccion_cuyes.shtml. Rev. El 15 de marzo del 2019).
- International Aquaculture Feed Formulation Database (IAFFD) (2019). Feed Ingredient Composition Database (FICD). <https://app.iaffd.com/home>.
- Machado, L. R. y Penz, A. M. (1993). Digestibilidad de los aminoácidos. Universidad Federal de Rio Grande del Sur. Facultad de Agronomía. Porto Alegre – Brasil.
- Márquez, D. (2007). Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia. Revista Corpoica –Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 9 (1), pp. 124-135.
- Matterson, L., Potter, L., Stutz, M. (1965). The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Connecticut: The University of Connecticut. Agricultura Experiment Station, v.7, p: 3-11.
- McDonald, P. Y Formerly R. I (1999). Nutrición animal. <https://zoovetespasion.com/libros-zootecnia-veterinaria/nutricion-animal-mcdonald>.
- Maxine C. (2008). Vitaminas con funciones coenzimáticas en el metabolismo intermediario. (http://www.uco.es/master_nutrición/nb/Mataix/vitaminas.pdf). Rev. El 23 de marzo del 2019.
- Maynard, L. A. y Looslie, J. K. (1979). Animal Nutrition. 7^{ma} edición. New York – USA. McGraw – Hill. 602p.
- Morrison, F. (1977) Compendio de Alimentación del Ganado. Editorial UTEAH México. 54-92 p.
- Murillo, T. (2008). Evaluación de 2 Dietas Experimentales con Diferentes Niveles de Cascarilla de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en las Fases de Crecimiento y Acabado de Cuyes (*Cavia porcellus* L.) de Raza Andina. Guayaquil- Ecuador. 76 p.

- Mustafa, M. F., Alimon, A. R., Zahari, M. W., Idris, I., Hair Bejo, M. (2003). Nutrient Digestibility of Palm Kernel Cake for Muscovy Ducks. *Asian-Aust. J. Anim Sci.* 2004. Vol 17, No. 4: 514-517.
- National Research Council (NRC). (1995). *Nutrient Requirement of Laboratory animal.* Washington D.C. National Academy Press. 96 p.
- Ogana, G. I., Abang, F. B. & Carew, S. N. (2020). Effect of Cocoa Husk Meal Based Diets on the Growth Performance and Nutrient Digestibility of Weaned Rabbits. *American Research Journal of Humanities & Social Science (ARJHSS)*, E-ISSN: 2378-702X, Volume-03, Issue-06, pp 01-09.
- Ozung, P. O., Oko, O. K. and Agiang., E. A. (2017). Growth Performance and Apparent Nutrient Digestibility Coefficients of Weaned Rabbits Fed Diets Containing Different Forms of Cocoa Pod Husk Meal. *Agriculture and Food Sciences Research* Vol. 4, No. 1, 8-19, <https://doi.org/10.20448/journal.512.2017.41.8.19>.
- Pilares, D. (1997). *Determinación de energía metabolizable de la grasa acida estearina y ácidos grasos de pescado en pollos de carne.* Universidad Nacional Agraria la Molina. Escuela Post-grado, especialidad de Nutrición. Tesis para mostrar el grado de Magíster Scientiae, Lima Perú. 255 p.
- Preciado, W. Y Arroyo, J. (2007). *Aprovechamiento de subproductos de la Industria Extractora de aceite de palma africana para la obtención de un alimento balanceado para animales.* Universidad de Guayaquil Facultad de ingeniería química. [Tesis de grado]. Guayaquil – Ecuador. 128 p.
- Quintero, R. (2004). *El Mercado Mundial del Cacao.* Agroalim. Vol. 10, Núm. 18. Venezuela. 47-59p.
- Robalino-Romero, P. (2008). *Valoración energética de diferentes tipos de harina de pescado, torta de palmiste, torta de algodón utilizado en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus).*

- Tesis. Ingeniero Zootecnista; Riobamba – Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. 35 p.
- Rostagno, H. S., Hannas, M. I., Lopez, D. Sakomura, N. K., Perazzo, F. y Saraiva, A. (2017). Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. Universidad Federal de Viçosa Departamento de Zootecnia. 4^{ta} Edición.
- Santos, V. (2007). Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Vol 15. Perú Cuzco.
- Shimada, M., (2005). Nutrición Animal. 2^{era} edición. Edit. Trillas. México. 388 p.
- Sibbald, R. (1982). Measurement of bioavailable energy in Poultry feedingstuffs: A Review. Can J. Anim Sci 62. 1048p.
- Vela, R. L (2020). Digestibilidad y estimación de la energía digestible de la Torta de Palmiste (*Elaeis guineensis*) en cuyes (*Cavia porcellus*). [Tesis ingeniero, Universidad Agraria la Molina]. Repositorio La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4467/vela-roman-luis-arturo.pdf>.
- Vergara, V. (2008). Avances en nutrición y alimentación en cuyes. XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal APPA. Simposio: Avances sobre producción de cuyes en Perú. Lima – Perú.
- Villegas, C. (1993). Digestibilidad aparente de la alfalfa y del alimento concentrado empleados en ambos sexos de dos líneas de cuyes (*Cavia porcellus*); Tesis. Ingeniero Agrónomo; Cochabamba – Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Departamento de Zootecnia. 123 p.
- Zumárraga, S. (2011). Innovaciones gastronómicas del cuy en la provincia de Imbabura. Universidad técnica del norte facultad de ciencias de la salud escuela de nutrición y salud comunitaria tecnología en gastronomía Ibarra 62 p.

Zumbado, M. (1996). Evaluación del aceite crudo de palma y de sus ácidos grasos en la alimentación de pollos de engorde. Proyecto VI 739-93-551. Vicerrectoría de la investigación, Universidad De Costa Rica. 22 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Calculo del coeficiente digestible aparente de la MS del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao.

ACEITE DE PALMA	CDA MS		TORTA DE PALMISTE	CDA MS		CASCARILLA DE CACAO	CDA MS	
	MS	MN		MS	MN		MS	MN
1	80.01	79.90	1	95.63	86.74	1	49.82	49.75
2	96.24	96.11	2	79.27	71.90	2	51.28	51.20
3	101.87	101.73	3	110.91	100.59	3	74.60	74.50
4	93.53	93.40	4	65.68	59.57	4	77.45	71.73
5	69.05	68.95	5	33.85	30.70	5	50.26	46.55
6	73.97	73.87	6	41.91	38.01	6	78.06	72.29
7	98.96	98.82	7	78.38	71.09	7	65.40	60.56
PROMEDIO	87.66	87.54		72.23	65.51		63.84	60.94
DESVIA. ESTÁNDAR	13.1	13.1		27.6	25.0		13.2	11.9

Anexo 2. Calculo de la energia digestible MS del aceite de palma, torta de palmiste y cascarilla de cacao.

ACEITE DE PALMA	ED		TORTA DE PALMISTE	ED		CASCARILLA DE CACAO	ED	
	MS	MN		MS	MN		MS	MN
1	6.06	6.05	1	1.66	1.50	1	2.25	2.25
2	7.89	7.88	2	2.61	2.37	2	1.99	1.98
3	6.29	6.28	3	4.52	4.10	3	2.14	2.14
4	7.98	7.97	4	3.85	3.49	4	3.59	3.33
5	5.66	5.65	5	0.81	0.73	5	1.48	1.37
6	8.03	8.02	6	1.52	1.38	6	3.36	3.11
7	6.91	6.90	7	4.75	4.31	7	2.16	2.00
PROMEDIO	6.97	6.96		2.82	2.55		2.42	2.31
DESVIACION ESTÁNDAR	1.0	1.0		1.6	1.4		0.8	0.7

Anexo 3. Consumo de alimento durante la segunda fase del periodo.

17/7/2019		18/7/2019		19/7/2019		20/7/2019		21/7/2019		22/7/2019		23/7/2019	
A. sobrante gr.		A. ofrecido gr.		A. ofrecido gr.		A. ofrecido gr.		A. ofrecido gr.		A. ofrecido gr.		A. sobrante gr.	
16	39	34	39	39	46	46	44						
18	41	36	41	41	48	48	1						
13	43	38	43	43	50	50	7						
10	43	38	43	43	51	51	12						
9	46	41	46	46	53	53	18						
24	48	43	48-45	48	55-43	55	40						
13	52	47	52	52	60	60	21						
45.3													
18	39	34	39	39	46	46	19						
25	41	36	41	41	49	49	43						
22	43	38	43	43	50	50	41						
15	44	39	44	44	51	51	37						
25	44	39	44	44	52	52	74						
7	49	44	49	49	56	56	1						
14	52	47	52	52	60	60	24						
42.0													
24	38	33	38	38	45	45	68						
17	42	37	42	42	50	50	6						
23	43	38	43	43	51	51	17						
19	44	39	44	44	52	52	57						
16	45	40	45	45	52	52	5						
15	46	41	46	46	54	54	15						
1	52	47	52	52	60	60-70	26						
43.6													
17	38	33	38	38	45	45	11						
14	39	34	39	39	46	46	1						
17	43	38	43	43	51	51	32						
15	44	39	44	44	52	52	31						
17	35	30	35	35	52	52	16						
12	46	41	46	46	54	54	5						
15	50	45	50	50	57	57	36						