

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD Y DE ENERGÍA
DIGESTIBLE DE LA PEPA Y LA CÁSCARA DE MARACUYÁ
(*Passiflora edulis*) EN CUYES (*Cavia porcellus*)”**

Presentada por:

VILLMA RUVÍ MEZA CABILLAS

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD Y DE ENERGÍA
DIGESTIBLE DE LA PEPA Y LA CÁSCARA DE MARACUYÁ
(*Passiflora edulis*) EN CUYES (*Cavia porcellus*)”**

Presentada por:

VILLMA RUVÍ MEZA CABILLAS

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Alejandrina Sotelo Méndez
Presidente

Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso
Miembro

Mg.Sc. Víctor Hidalgo Lozano
Miembro

Mg.Sc. Gloria Palacios Pinto
Asesora

DEDICATORIA

A mi madre, por su amor, sacrificio, dedicación y apoyo incondicional en todos mis proyectos de vida.

A mi hermano José, por su apoyo, confianza y consejos que permitieron alcanzar mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Gloria Palacios por su gran apoyo, paciencia, confianza y motivación constante para la realización de este trabajo de investigación.

Al Laboratorio de Secado y Molienda, al Laboratorio de Evaluación Biológica de Alimentos (Bioterio) y al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) donde se llevó a cabo la etapa preliminar, el trabajo experimental y el análisis de mis muestras respectivamente.

Al Sr. Mauro Ayala, Sr. Rondinel, a la Sra. Silvia Montoya y a todo el personal administrativo que me apoyó en la parte experimental de este trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, quienes me acompañaron y apoyaron en esta etapa, en especial a Milagros Kobashigawa, Mayté Castro, Erika Serrato, Rusbel Obregón y Gerson Gutiérrez.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Maracuyá.....	2
2.1.1. Aspectos Generales	2
2.1.2. Fruto.....	3
2.1.3. Cáscara de maracuyá.....	4
2.1.4. Pepa de maracuyá	5
2.1.5. Propiedades Medicinales del Maracuyá.....	6
2.2. El cuy	7
2.2.1. Aspectos Generales	7
2.2.2. Digestión del cuy	7
2.3. Digestibilidad de los alimentos	10
2.3.1. Definición	10
2.3.2. Método de determinación de la digestibilidad.....	10
2.3.3. Factores que afectan la digestibilidad.....	11
2.4. ENERGÍA DE LOS ANIMALES	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. LUGAR Y FECHA EXPERIMENTAL	16
3.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS	16
3.3. ANIMALES EXPERIMENTALES	17
3.4. INGREDIENTES A EVALUAR.....	17
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	18
3.5.1. Evaluación del rendimiento	18
3.5.2. Ensayo biológico.....	18

3.5.3. Dietas Experimentales	19
3.5.4. Manejo de Heces.....	20
3.5.5. Análisis Químico	20
3.5.6. Determinación de los coeficientes de digestibilidad.....	20
3.5.7. Determinación de la energía digestible.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	22
4.1. RENDIMIENTO DE CÁSCARA Y LA PEPA DEL FRUTO DE MARACUYÁ (<i>PASIFLORA EDULIS</i>)	22
4.2. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA CÁSCARA DE MARACUYÁ PROCESADA (DESHIDRATADA Y MOLIDA)..	22
4.3. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA PEPA DE MARACUYÁ PROCESADA (DESHIDRATADA Y MOLIDA)..	24
4.4. ENERGÍA DIGESTIBLE DE LA MATERIA SECA DE LA CÁSCARA Y PEPA DE MARACUYÁ AMBAS PROCESADAS (DESHIDRATADAS Y SECAS).....	26
V. CONCLUSIONES	27
VI. RECOMENDACIONES.....	28
VII. BIBLIOGRAFÍA	29
VIII. ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica del maracuyá.....	2
Tabla 2: Volumen exportado de maracuyá (Toneladas).....	3
Tabla 3: Composición nutricional de 100g de maracuyá	4
Tabla 4: Composición nutricional de la cáscara de maracuyá.....	5
Tabla 5: Composición nutricional de la pepa de maracuyá.....	6
Tabla 6: Valores de digestibilidad de diferentes alimentos en el cuy	9
Tabla 7: Energía digestible de diferentes alimentos en el cuy	15
Tabla 8: Etapas del estudio	16
Tabla 9: Composición química de la cáscara y la pepa de maracuyá.....	18
Tabla 10: Rendimiento de cáscara y pepa del fruto de maracuyá (Pasiflora edulis).....	22
Tabla 11: Valores de coeficientes de digestibilidad promedio de la cáscara de maracuyá procesada en cuyes (expresado en base seca).....	23
Tabla 12: Valores de coeficientes de digestibilidad promedio de la pepa de maracuyá procesada en cuyes (expresado en base seca).....	25
Tabla 13: Valores de energía digestible de la cáscara de maracuyá y pepa de maracuyá en cuyes (expresado en base seca).....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Rendimiento de cáscara y pepa del fruto de maracuyá fresco	39
Anexo 2: Distribución de los tratamientos en las jaulas metabólicas	40
Anexo 3: Registro pesos al iniciar y finalizar el ensayo biológico, según dieta experimental.....	40
Anexo 4: Análisis químico proximal y energía bruta de las muestras cáscara de maracuyá (D1), la mezcla (D2) y pepa de maracuyá (PM) – Tal como ofrecido (deshidratada y molida).	41
Anexo 5: Análisis químico proximal y energía bruta de las muestras cáscara de maracuyá (D1), la mezcla (D2) y pepa de maracuyá (PM) – Base seca.....	41
Anexo 6: Análisis químico proximal y energía bruta de las heces obtenidas de D1 y D2 - Base seca.....	42
Anexo 7: Consumo promedio por día de los tratamientos en evaluación	43
Anexo 8: Heces colectadas promedio por día de los tratamientos en evaluación	44
Anexo 9: Coeficiente de digestibilidad aparente del T1: La cáscara de maracuyá procesada (100%). En base seca	45
Anexo 10: Coeficiente de digestibilidad aparente de la D2: La cáscara de maracuyá procesada (90%) + pepa de maracuyá seca molida procesada (10%) en Base Seca	46
Anexo 11: Determinación de Energía Digestible de del D1: Cáscara de maracuyá procesada (100%). En base seca	47
Anexo 12: Determinación de Energía Digestible de la D2: Cáscara de maracuyá procesada (90%) + pepa de maracuyá procesada (10%). En base seca.	48
Anexo 13: Coeficiente de digestibilidad (%) aparente y energía digestible (Mcal/kg) de la PM: Pepa de Maracuyá procesada (100%) por el método indirecto en base seca.....	48

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene por objetivo determinar la digestibilidad aparente y estimar la energía digestible de la pepa y cáscara de maracuyá procesada (deshidratada y molida) en cuyes, mediante un ensayo de digestibilidad *in vivo*. Se empleó dos formas de suministro: T1 (100% cáscara de maracuyá, deshidratada y molida) y T2 (90% cáscara de maracuyá + 10% pepa de maracuyá, ambas deshidratadas y molidas), en cuyes. Se utilizaron doce cuyes mejorados machos tipo 1 (línea Perú) con siete semanas de edad y peso promedio de 816.42g, distribuidos al azar en jaulas metabólicas, empleando seis animales por tratamiento. Se realizó control de alimento ofrecido, alimento residual y cantidad de excretas, por un periodo de cinco días. Para determinar la digestibilidad se utilizó el método directo para la cáscara de maracuyá y el método indirecto para la pepa de maracuyá, la energía bruta se determinó mediante bomba calorimétrica. Los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos para la cáscara de maracuyá fueron: 89.47% de materia seca, 87.36% de proteína, 74.70% de grasa, 89.84% de fibra, 89.83% de ELN y 90.12% de ceniza. Y los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos para la pepa de maracuyá fueron: 47.06% de materia seca, 66.04% de proteína, 97.38% de grasa, 25.77% de fibra, 67.70% de ELN y 37.26% de ceniza. Asimismo, el contenido de energía digestible en base seca de la cáscara y pepa de maracuyá fue de 3.65 Mcal/kg y 6.24 Mcal/kg respectivamente. Concluyendo que la cáscara y la pepa de maracuyá procesada (deshidratada y molida) son ingredientes con un gran aporte energético debido a su alto contenido y eficiente digestibilidad del extracto libre de nitrógeno y grasa, respectivamente.

Palabras clave: Maracuyá, cuyes, digestibilidad, energía digestible, forraje seco, cáscara de maracuyá y pepa de maracuyá.

ABSTRACT

The present research work, the aim of the study was to determine through an in - vivo digestibility test the apparent digestibility and estimate the digestible energy of the processed (dried and ground) passion fruit peel and seed. Two different diets were used in the study to feed guinea pigs: T1 (100% passion fruit peel, dry and ground) and T2 (90% passion fruit peel + 10% passion fruit seed, both dried and ground). Twelve improved male type 1 guinea pigs (Peru line) with seven weeks of age and average weight of 816.42g, randomly distributed in metabolic cages, using six animals per treatment. The food offered, residual food and amount of excreta were controlled for a period of five days. To determine digestibility, the direct method was used for the passion fruit peel and the indirect method for the passion fruit seed, the gross energy was determined by a calorimetric bomb. The apparent digestibility coefficients obtained for the processed passion fruit peel were: 89.47% dry matter, 87.36% protein, 74.70% fat, 89.84% fiber, 89.83% ELN and 90.12% ash. And the apparent digestibility coefficients obtained for the processed passion fruit seed were: 47.06% dry matter, 66.04% protein, 97.38% fat, 25.77% fiber, 67.70% ELN and 37.26% ash. Likewise, the digestible energy content on dry basis of the processed (dried and ground) passion fruit peel and seed were 3.65 Mcal/kg and 6.24 Mcal/kg respectively. In conclusion, that processed (dried and ground) passion fruit peel and seed are ingredients with a great energy contribution due to their high content and efficient digestibility of the extract of nitrogen and a high fat content respectively.

Keywords: passion fruit, guinea pigs, digestibility coefficient, digestible energy, dry forage, passion fruit peel and passion fruit seed.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el maracuyá (*Passiflora edulis*) es un recurso abundante y fácilmente cultivable, según ADEX (2019) el 50% de la producción nacional la encontramos en Ancash y La Libertad de los cuales el 70% está destinado a la industria, teniendo una producción nacional de 146 228 toneladas de maracuyá, de las cuales 102 038 toneladas de maracuyá en promedio son utilizadas para procesar jugos, concentrados, pulpas y néctares (Mio y Farro, 2019), lo que permitiría tener un residuo a base de cáscara y pepa de maracuyá, que se podría aprovechar en la industria alimentaria animal.

El Perú es el principal productor y consumidor de la carne de cuy, en la actualidad existe una población que supera los 18.7 millones de animales a nivel nacional (INIA, 2020), lo que implica un aumento en la demanda de los alimentos e insumos empleados en su crianza. Teniendo en consideración que el costo de la alimentación animal representa el 70% de los costos de producción (Medina *et al.*, 2007), es importante la búsqueda de nuevas alternativas para sustituir los insumos tradicionales de costos elevados.

En ese sentido, el presente trabajo tiene por objetivos estimar los rendimientos de residuos generados por la industria, determinar la digestibilidad aparente y la energía digestible de la cáscara y la pepa de maracuyá ambas procesadas (deshidratadas y molidas), mediante un ensayo de digestibilidad *in vivo*, esperando que tenga una buena aceptación y alto valor nutricional para cuyes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Maracuyá

2.1.1. Aspectos Generales

El maracuyá o también conocida como fruta de la pasión (*Passiflora edulis*), es nativa de América del sur, es una planta trepadora perenne que pertenece a la familia *Passifloraceae* (Cañizares y Jaramillo, 2015). El género *Passiflora* al que pertenece, posee 80 especies con frutos comestibles siendo el segundo género más rico en especies. En la tabla 1 se presenta su clasificación taxonómica.

Tabla 1: Clasificación taxonómica del maracuyá

JERARQUÍA	DESCRIPCIÓN
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malpighiales</i>
Familia	<i>Passifloraceae</i>
Género	<i>Passiflora</i>
Especie	<i>Passiflora Edulis</i>

FUENTE: López (2016).

Este fruto destaca por su contenido vitamínico (vitamina A y C) y mineral (potasio, fósforo y magnesio), siendo muy apreciada en la alimentación, también contiene una cantidad elevada de fibra, ayudando a mejorar el tránsito intestinal y reduciendo ciertas alteraciones y enfermedades (SIICEX, 2019). Por eso es muy utilizado en medicina tradicional en diferentes partes del mundo, en la India para el tratamiento de disentería, hipertensión y para aliviar la constipación, en Sudamérica es utilizada como sedante, relajante muscular, diurético y para tratar dolores musculares (Rojas *et al.*, 2006).

Por tales beneficios, la mayor parte de la producción es destinada para la industria teniendo como principal mercado Europa (ADEX, 2019), en la tabla 2 se muestra el volumen de exportación de maracuyá en diferentes presentaciones. **Tabla 2:** *Volumen exportado de maracuyá (Toneladas)*

COMPOSICIÓN	2014	2015	2016	2017	2018
Jugo	5,007	6,541	8,182	9,786	10,496
Concentrado	2,615	4,939	4,068	3,897	4,915
Pulpa	722	744	779	959	1,422
Nectar	128	273	1,360	1,579	286
TOTAL	8,472	12,497	14,389	16,221	17,119

FUENTE: ADEX Data Trade, 2019.

2.1.2. Fruto

El fruto de maracuyá es una baya, se caracteriza por alcanzar su madurez después de 60-70 días de haber sido polinizado, una vez alcanzada esa etapa se desprende de la planta lo que nos permite cosecharla del suelo, posteriormente la cáscara realiza un cambio de coloración alcanzando su madurez total. Su peso oscila entre 70 y 150 g aproximadamente (Taborda, 2013).

Cañizares y Jaramillo (2015), mencionan que el fruto maduro de maracuyá está compuesto por: cáscara 50-60%, jugo 30-40% y pepa 10-15%; siendo el jugo es el componente de mayor importancia, ya que es comercializado para el beneficio humano y así mismo, cada 100 ml de jugo contiene un promedio de 53 cal, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Composición nutricional de 100g de maracuyá

COMPOSICIÓN	JUGO	PULPA	CÁSCARA	PEPAS
Agua (g)	-	90	88.31	20.50
Calorías (cal)	53	78	-	-
Proteínas (g)	0.67	2.2	4.38	0.01
Grasa (g)	0.05	0.6	-	0.025
Carbohidratos (g)	13.73	2.40	0.41	0.44
Fibra (g)	0.17	0.40	25.66	-
Ceniza (g)	0.49	Trazas	6.00	0.0017
Calcio (mg)	3.80	13	-	-
Fósforo (mg)	24.6	64	-	-
Hierro (mg)	0.4	1.6	-	-
Vitamina A (g)	2.41	2.41	-	-
Niacina (mg)	2.20	2.20	45.8	-
Ácido ascórbico (g)	0.02	-	-	-

FUENTE: Condori (2016).

2.1.3. Cáscara de maracuyá

La cáscara de maracuyá (*Pasiflora edulis*) contiene fibra soluble que puede ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares y gastrointestinales como el cáncer de colon (Turano *et al.*, 2002), la composición nutricional de la cáscara de maracuyá se reporta en la tabla 4. Consta de tres partes tal como se muestra en la figura 1.

- Exocarpio: representado por la cáscara o corteza del fruto, con un espesor de 3mm de grosor. Se caracteriza por ser dura, lisa y estar recubierta de cera natural la cual le proporciona un brillo particular. Posee una coloración que varía desde el verde al amarillo cuando está en su estado maduro. La corteza de la fruta también es rica en niacina (vitamina B3), hierro, calcio, y fósforo (Taborda, 2013).
- Mesocarpio: representado por la parte blanda porosa y blanca de aproximadamente 6 mm de espesor y posee un alto contenido en pectina (Taborda, 2013). La pectina la

podemos encontrar en la lámina media de las paredes celulares vegetales, cumple una función estructural; dando forma y otorgando elasticidad y rigidez (Rivadeneira, 2009).

- Endocarpio: representado por el saco o arilo que cubre las pepas (la envoltura), es de color pardo oscuro, en su interior contiene las pepas y el jugo color amarillo opaco, bastante ácido, muy aromático y de sabor agradable (Julio y Robles, 2009).

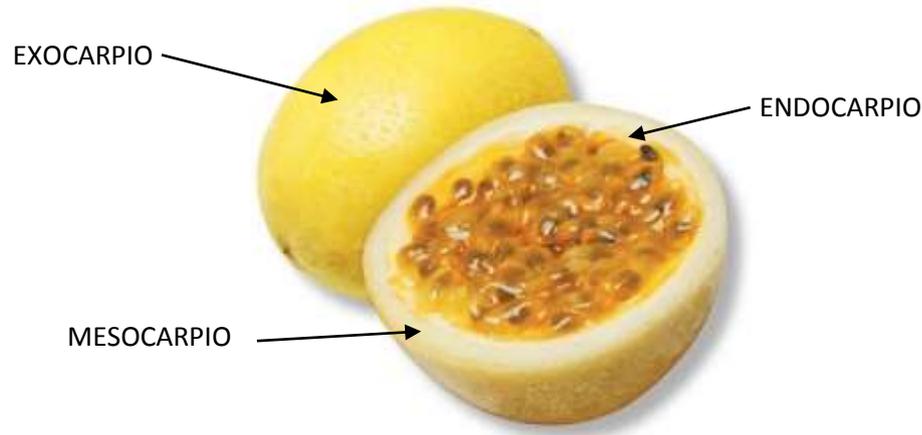


Figura 1: Composición de la cáscara de maracuyá. Taborda (2013).

Tabla 4: Composición nutricional de la cáscara de maracuyá

COMPOSICIÓN	% (en base seca)
Materia Seca	87.50
Proteína Bruta	7.70
Fibra Bruta	39.74
Grasa	2.87
Ceniza	8.57
Materia Orgánica	91.43

FUENTE:Bermeo (2005).

2.1.4. Pepa de maracuyá

Cada pepa representa un ovario fecundado por un grano de polen, por tal motivo el número de pepas, el peso del fruto y la producción de jugo están correlacionados con el número de granos de polen depositados sobre los estigmas (Taborda, 2013).

La pepa tiene una tonalidad que va de negra a marrón oscuro de forma acorazonada, de superficie irregular y cuya composición química se presenta en la tabla 5, donde se aprecia que posee un alto contenido de aceite, carbohidratos y proteínas (Albarracín *et al.*, 2002).

Tabla 5: Composición nutricional de la pepa de maracuyá

COMPOSICIÓN	% (en base seca)
Humedad	7.6
Proteína Bruta	28.5
Fibra Bruta	37.7
Grasa	21.2
Ceniza	2.3
Azúcares	2.7

FUENTE:Mazon (2013).

Las pepas poseen un alto valor nutricional debido a la presencia de elementos grasos como los ácidos linoleico, oleico y palmítico, predominando en ácidos grasos insaturados como el linoleico, ácido graso esencial para el organismo humano (Proaño *et al.*, 2020), esto demuestra un potencial como materia prima oleaginosa para la industria de aceites vegetales, lo cual constituye un valor agregado para los residuos de la industria de pulpas y jugos (Cerón *et al.*, 2012).

2.1.5. Propiedades Medicinales del Maracuyá

El fruto contiene polifenoles, con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y energizantes; lo que permite acelerar el metabolismo para la eliminación de grasas depositadas en los tejidos, siendo utilizado como adelgazante. Asimismo, su elevada cantidad de fibra mejora el tránsito intestinal y reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades (Gómez, 2016).

La cáscara del maracuyá es rica en pectina que es una fracción de fibra soluble, lo que permite a nuestro organismo formar un gel dificultando la absorción de carbohidratos, como la glucosa (Cañizares y Jaramillo, 2015).

2.2. El cuy

2.2.1. Aspectos Generales

El Perú es el país con la mayor población y consumo de cuyes (*Cavia porcellus*) que se encuentra distribuido en casi la totalidad del territorio (Gavilánez, 2014).

El cuy es un mamífero roedor y herbívoro monogástrico, originario de los andes de América del Sur que se caracteriza por su gran rusticidad, corto ciclo biológico, buena fertilidad y versatilidad en su alimentación por lo que resulta ventajosa su crianza (Chauca, 2005). Es así que el cuy se ha adaptado a una gran variedad de productos para su alimentación que van desde los desperdicios de cocina y cosechas hasta los forrajes y concentrados (Castro, 2002).

2.2.2. Digestión del cuy

El cuy posee un solo estómago y un ciego funcional, esto le permite tener dos tipos de digestión: enzimática a nivel del estómago y microbiana a nivel del ciego (Aliaga *et al.*, 2009).

El proceso digestivo da inicio en la cavidad bucal donde el alimento es fragmentado, el bolo alimenticio se abre paso hasta llegar al estómago en donde se inicia la digestión enzimática. Los cuyes a diferencia de otros monogástricos presentan una motricidad gástrica lenta, la cual es influenciada por la cantidad de ingesta, el tipo de alimento y la presencia de cecotrofos. El estímulo de mayor importancia es la ingesta de alimento, ya que desencadena la actividad motriz del estómago, la duración de este estímulo está directamente relacionada a la cantidad de alimento ingerido (Chisag, 2016).

En la cavidad estomacal se secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver el alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico elimina las bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo. En el estómago las proteínas y los carbohidratos son degradados; sin embargo, no llegan al estado de aminoácidos ni glucosa; cabe resaltar que en este sector del tracto digestivo no hay absorción. El ácido clorhídrico activa la secreción de pepsinógeno convirtiéndolo en pepsina, la cual permite degradar las proteínas convirtiéndolas en polipéptidos, así como algunas amilasas que degradan a los carbohidratos y lipasas que degradan a las grasas (Guacho, 2009).

El contenido estomacal (quimo) pasa al intestino delgado, en la primera porción del duodeno la vesícula biliar secreta bilis el cual posee un pH cercano a la neutralidad (pH 6,4 - 6,7) y junto a la secreción de las glándulas de la mucosa duodenal (pH 8 - 8,2) neutralizan la acidez

del quimo, que juega un rol importante en los procesos digestivos y posteriormente a la secreción pancreática (Chisag, 2016).

La secreción del jugo pancreático interviene en la digestión de las proteínas, carbohidratos y grasas que son convertidas en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos capaces de cruzar las células epiteliales del intestino y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos. También son absorbidos el cloruro de sodio, la mayor parte del agua, las vitaminas y otros microelementos, la mayor absorción de nutrientes se da a nivel del intestino delgado (Solórzano y Sarria, 2014).

Los alimentos que no llegan a ser digeridos, el agua que no pudo ser absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado, pasan al intestino grueso, en donde no existe digestión enzimática; sin embargo, el cuy aprovecha los alimentos mediante una digestión microbiana ocurrida en el ciego con la ventaja de aprovechar la fibra y reutilizar el nitrógeno proveniente de las heces blandas (Murillo y Quilambaqui, 2004).

El ciego del cuy soporta una ración voluminosa y permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra; así como también juega una función importante en la síntesis de la proteína microbiana, de la vitamina K y de la mayoría de las vitaminas del complejo B por acción de los microorganismos. (Murillo y Quilambaqui, 2004).

La absorción de ácidos grasos de cadenas cortas se realiza en el ciego y en el intestino grueso. La celulosa retarda los movimientos del contenido intestinal lo que permite una mejor absorción de nutrientes. El ciego en los cuyes contiene cadenas cortas de ácidos grasos similar a lo que ocurre en el rumen del bovino y la ingestión de celulosa en este organismo puede contribuir a cubrir los requerimientos de energía (NRC, 1995). Finalmente, lo que no fue digerido ni absorbido llega al recto y es evacuado a través del ano (INIA, 1995).

El movimiento de la ingesta no demora más de dos horas en llegar al ciego sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer durante 48 horas. La celulosa presente en la dieta puede retardar los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes. (Gómez y Vergara, 1993).

El cuy produce dos tipos de heces, las heces duras y las heces blandas, estas últimas contienen altas concentraciones de nitrógeno siendo ingeridas por las noches, iniciando nuevamente el ciclo de digestión a este acto se le conoce como cecotrofia (Revollo, 2003).

Tabla 6: Valores de digestibilidad de diferentes alimentos en el cuy

ALIMENTOS	%DIGESTIBILIDAD							Autor
	MS	PC	FC	EE	ELN	CZ	MO	
Leguminosa								
Kudzú	-	61.86	26.52	23.91	73.80	-	-	Chauca <i>et al.</i> (1978)
Alfalfa	76.53	81.84	65.56		87.15			Aguirre (2008)
Alfalfa	60.67	64.96	32.27	40.92	75.14	-	-	Saravia <i>et al.</i> (1992)
Hoja de morera	69.40	75	81.68	21.50	86.82	13.71	-	Zevallos (1994)
Forraje de Morera	70.90	76.16	66.85	23.50	89.71	55.02		Delgado
Mucuna	67.67	57.40	58.55	31.85	77.73	67.95		(2019)
Gramínea								
King Grass	75.31	74.01	76.62	49.73				
Pasto Aleman	71.71	71.30	75.96	43.67	-	-	-	Paz (2012)
Maralfala	72.48	56.11	75.20	55.09				
Henos								
Broza henificad de espárrago	38.26	61.68	36.22	29.35	76.00	-	-	Landeo (1992)
Heno de alfalfa	59.82	58.98	41.71	23.36	78.89	-	59.69	Ninaya (1991)
Rastrojos								
Hoja de camote	74.08	72.07	59.40	70.85	81.39			Saravia <i>et al.</i> (1992)
Maíz chala	50.19	62.58	46.91	45.78	43.35	-	-	
Panca de maíz	28.20	47.10	6.10	55.80	35.30	22.20	28.80	Caballero (1992)
Rastrojo de Maca	74.79	68.0	71.78	75.27	77.08			Castro <i>et al.</i> (2018)
Subproductos								
Afrechillo	61.17	78.13	60.11	33.24	92.84	-	61.09	Ninaya (1991)
Gluten de Maíz	96.86	92.88	58.77	94.03	88.53	-	-	Zaldívar (2007)

Esta acción realizada por el cuye es un mecanismo de compensación biológica nutricional, así puede aprovechar al máximo los productos del metabolismo que escapan de la digestión, de esta forma retornan al cuerpo sustancias que no fueron asimiladas en su totalidad (Cuadra, 2019).

La cecotrofia de los cuyes tiene un efecto positivo de aproximadamente el 15% sobre las necesidades de proteína. La cantidad de proteína reingerida de las excretas se debe más al tipo de fibra que al nivel ingerido, esto quiere decir que habrá un mayor aumento de proteína reingerida si se tiene una mayor proporción entre de partículas finas y concentración de fibra soluble en el alimento (García, 2003). En la tabla 6 se presenta muestra la digestibilidad de diferentes alimentos en cuyes.

2.3. Digestibilidad de los alimentos

2.3.1. Definición

La digestibilidad, representa la proporción de alimento que ha sido absorbido, por lo tanto, es la proporción de alimento que no fue eliminado en las heces (McDonald *et al.*, 2013); para determinar el coeficiente de digestibilidad se debe hallar en el porcentaje de la diferencia entre la cantidad de un nutriente ingerido y la cantidad que aparece en las heces después de un determinado periodo de tiempo (Lloyd *et al.*, 1982). Existen dos tipos: coeficiente de digestibilidad aparente, el cual contiene en las heces productos metabólicos (células intestinales, microorganismos del intestino y jugos gástricos) propios de la digestión y coeficiente de digestibilidad real o verdadera en que no se incluyen estos productos (Tobal, 1999).

2.3.2. Método de determinación de la digestibilidad

Determinar el Coeficiente de Digestibilidad Aparente implica registrar el total de alimento ingerido y el total de heces excretadas en un periodo de tiempo, este método es el más utilizado y se denomina “colección total” (Church *et al.*, 2002).

El método “Colección Total”, consiste en ofrecer a los animales en estudio una cantidad conocida de dieta experimental y cuantificar la excreción de heces en un periodo de tiempo. Esto permite llevar un control de los nutrientes ingeridos y de los que son eliminados en las heces. Para el desarrollo de este tipo de ensayo, es necesario un periodo previo en el cual el aparato digestivo quede libre de restos de comidas anteriores, y a su vez permite acostumbrar al animal a la nueva dieta experimental. Posterior a ese periodo previo se inicia con la

colección y el análisis de heces. Este procedimiento se utiliza solo para evaluar un ingrediente; pero cuando se desea evaluar un ingrediente que no puede ser ofrecido individualmente debe tener una dieta compleja como base y para ello se empleará el método por diferencias llamado “Digestibilidad por Diferencias”, en donde primero se determina la digestibilidad de la dieta compleja y posteriormente la digestibilidad conjuntamente con el ingrediente a evaluar para finalmente realizar los cálculos correspondientes (Bondi, 1989).

2.3.3. Factores que afectan la digestibilidad

La elección de un alimento para cuyes, que pueda cubrir los requerimientos nutricionales, no solo depende de la composición química de la dieta, disponibilidad y palatabilidad, también se debe tomar en cuenta si este alimento es aprovechado por el animal y en qué grado, permitiéndonos conocer la digestibilidad de dicho alimento (Solórzano y Sarria, 2014).

Al determinar la digestibilidad aparente de un alimento, los resultados toman en cuenta los residuos que no fueron absorbidos y los componentes endógenos (nutrientes metabólicos) de las heces (Church *et al.*, 2002). Sin embargo, si a las heces se les resta los nutrientes metabólicos podemos hablar de una digestibilidad real. Nutricionalmente, es preferible hablar de digestibilidad aparente ya que los nutrientes metabólicos encontrados en las heces forman parte del requerimiento de mantenimiento que está incluido en la dieta (Cañas, 1998).

La digestibilidad es una medida biológica que determina la calidad de los alimentos, la cual se puede ver afectada por una serie de factores (Fonnesback *et al.*, 1981; citados por Cañas, 1998). Según se presenta a continuación:

Composición del alimento

Cañas (1998) sostiene que la digestibilidad de un alimento está estrechamente relacionada con su composición química. La fracción de la fibra cruda es la que tiene la mayor influencia en la digestibilidad, la que a su vez está influenciada tanto por la cantidad como por la composición química de la fibra.

La composición química de la fibra y el estado de madurez al momento de la cosecha 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).

En cuanto a la cantidad de fibra, Cheeke (1995) observó que a medida que aumenta el nivel de fibra en la ración hay un mayor desprendimiento de las células intestinales (nitrógeno endógeno) en casi todas las especies, debido al efecto abrasivo de la fibra,

descendiendo la digestibilidad aparente de la proteína en la mayoría de los animales; pero a los conejos y cuyes no les afecta porque regulan la ingestión de la proteína a través del proceso de cecotrofia.

En relación a otros compuestos nutricionales, a 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, 1980).

Consumo de alimento

Los niveles altos de consumo pueden generar una reducción en 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, 1980). 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.

Factor Animal

La digestibilidad es más una propiedad del alimento que del consumidor, pero ello no implica que un alimento suministrado a diferentes animales tenga la misma digestibilidad (Cañas, 1998).

Shimada (2015) señala que es común que los cerdos y las aves digieran más eficientemente aquellos alimentos con gran contenido de proteína y baja cantidad de fibra, mientras que los rumiantes son notorios por su capacidad de aprovechamiento de los alimentos fibrosos con bajo contenido proteico.

Además de las diferencias entre especies, dentro de cada una de ellas existen diversas etapas productivas que muestran hábitos y requerimientos alimenticios diferentes; por ende, la digestibilidad de un mismo alimento puede variar.

Por otro lado, Campos (2007) sostiene que la menor eficiencia enzimática por parte de animales jóvenes genera una digestión deficiente, debido a la poca actividad funcional realizada por su aparato digestivo. Por lo tanto, la digestibilidad de los nutrientes aumenta con la edad de los animales.

La variabilidad entre animales en las pruebas de digestibilidad tiende a ser más baja en las pruebas de crecimiento. En consecuencia, comúnmente bastan de 4 a 6 animales por tratamiento para detectar diferencias entre dietas (Church *et al.*, 2002).

Nivel de inclusión del insumo

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).

Por el contrario, 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).

Por esta razón, los ensayos de digestibilidad se deben realizar a dos niveles de consumo. El primero, es al nivel máximo (*Ad libitum*) y el segundo a nivel mínimo (nivel de mantención), a fin de poder medir el aprovechamiento real de un alimento. Un aumento de la cantidad de alimento consumido produce una mayor velocidad de paso del mismo, que a su vez está expuesto un menor tiempo a las enzimas digestivas. Esto produce una disminución de la tasa de degradación del alimento dando origen a una disminución de la digestibilidad (Cañas, 1998).

Según Mc Donald *et al.* (2013), las reducciones en la digestibilidad debidas al aumento en el ritmo de paso, son mayores para los componentes de los alimentos de digestión más lenta, es decir, los componentes de la pared celular.

A medida que la digestibilidad del forraje aumenta, el consumo voluntario de éste también aumenta, existiendo por tanto una relación directa entre ambos parámetros (Minson, 1999; citado por Escudero, 2005).

Preparación de la dieta

Por lo general los alimentos antes de ser administrados deben ser aplastados, triturados o molidos. 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 (Totsuka, 1977; citado por 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 (Seeley *et al.*, 1962; citados por Correa, 1994). Asimismo, afirman que el alimento granulado avanza con mayor rapidez que la harina ya sea para un consumo restringido o ad-libitum.

2.4. ENERGÍA DE LOS ANIMALES

El animal obtiene la energía a partir de los alimentos. La cantidad de energía química que posee un alimento se determina convirtiéndola en energía calórica midiendo el calor producido. Esta conversión se realiza oxidando el alimento mediante combustión; la cantidad de calor que resulta de la combustión completa de la unidad de peso de un alimento se conoce como energía bruta o calor de combustión de aquel alimento (McDonald *et al.*, 2013).

La energía bruta de un alimento es un valor poco exacto porque no se conoce la energía utilizable por el animal, y no toma en cuenta las pérdidas que ocurren durante la digestión y el metabolismo (McDonald *et al.*, 2013). Una vez que el alimento es consumido y se somete a los procesos de degradación gastrointestinal, eliminando el remanente en las heces se obtiene la energía digestible aparente, que es indicativo de la energía disponible para el animal (Shimada, 2015).

En la tabla 7 se muestran valores de energía digestible de alimentos evaluados en cuyes.

Tabla 7: Energía digestible de diferentes alimentos en el cuy

ALIMENTOS	ED (Mcal/kg) MS	AUTOR
Forrajes - Gramíneas		
King Grass	2.90	Paz (2012)
Pasto Alemán	2.69	
Maralfalfa	2.96	
Forrrajes - Leguminosas		
Alfalfa	2.56	Saravia (1993)
Hoja de morera	3.17	Zevallos (1994)
Henos		
Heno de alfalfa	2.48	Correa <i>et al.</i> (2008)
Subproductos		
Panca de maíz	1.28	Caballero (1992)
Maíz chala	1.89	Saravia (1993)
Afrecho	3.08	
Gluten de maíz	2.78	Yamasaki (2000)
Gluten de maíz	3.96	Zaldívar (2007)
Subproducto de trigo	3.22	Correa <i>et al.</i> (2008)
Pasta de algodón	1.64	
Torta de soya	3.58	
Maíz chala	2.38	Garay (2008)
Cáscara de algodón	2.80	
Cascarilla de arroz	2.67	Ruiz (2008)
Polvillo de arroz	3.77	
Subproducto de trigo	2.70	Reynaga (2010)
Torta de soya	3.71	
Broza de Arveja	2.58	Montalvo y Navarro (2012)
Broza de betarraga	2.31	
Oleaginosa		
Harina integral de soya	4.42	Zaldívar (2007)
Cereales		
Cebada grano	3.72	Correa <i>et al.</i> (2008)
Maíz	3.45	Reynaga (2010)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR Y FECHA EXPERIMENTAL

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Departamento de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, entre los meses de diciembre (2016), enero y febrero (2017); en un periodo de 52 días como se describe en la tabla 8.

Tabla 8: Etapas del estudio

ETAPAS	LUGAR	DÍAS
Etapa Preliminar	Laboratorio de Secado y Molienda	16 días
Trabajo Experimental	Laboratorio de Evaluación Biológica de Alimentos (Bioterio)	22 días
Análisis Proximales	Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA)	14 días

3.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS

Para el secado y la molienda de los residuos de maracuyá se empleó: un molino de cuchillas tipo Wiley y una estufa de aire forzado a 60°C. En la parte experimental se utilizó 12 jaulas metabólicas de metal con un área de 0.256 m² cada una (56cm de largo x 51cm de ancho) x 34cm de altura; estas contaron con un piso de malla de acero con comedero metálico incorporado y el bebedero en pocillo de arcilla. También, se tuvo una malla metálica y una bandeja en forma de embudo ubicado debajo de la misma jaula para la colección de heces.

Adicionalmente se contó con los siguientes equipos: una balanza electrónica digital, materiales de escritorio, papel periódico, bolsas de polietileno, envases de plástico, frascos de vidrio y artículos de limpieza.

3.3. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 12 cuyes machos mejorados tipo 1, provenientes de la granja de cuyes de Cieneguilla. Los animales tenían aproximadamente 7 semanas de edad, con un peso promedio de 816.42g, estos fueron distribuidos al azar en jaulas metabólicas como se muestra en el anexo 2 y 3.

3.4. INGREDIENTES A EVALUAR

El presente estudio se trabajó con el fruto de maracuyá (*Passiflora edulis*). En cuanto a la evaluación de rendimiento, se utilizó frutos frescos adquiridos del Mercado de Frutas. Sin embargo, para el ensayo biológico se optó por adquirir residuos del Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA), el procesamiento del residuo de maracuyá fue el siguiente:

Cáscara de Maracuyá:

Se tomó una muestra para determinar humedad inicial, el resto de la cáscara de maracuyá fue picada y luego deshidratada en estufa a 60°C, para posteriormente ser molida en malla N°2. El análisis químico proximal (AQP) de la cáscara de maracuyá se muestra en la tabla 10 y anexos 4 y 5.

Pepa de Maracuyá:

Se obtuvo una muestra de pepa de maracuyá para humedad inicial, el resto fue luego deshidratada. El análisis químico proximal (AQP) de la pepa de maracuyá también se detalla en la tabla 9 y anexos 4 y 5.

Tabla 9: Composición química de la cáscara y la pepa de maracuyá

	Cáscara de Maracuyá		Pepa de Maracuyá	
	Tal ofrecido	como Base seca	Tal ofrecido	como Base seca
HD%	8.4	100	6.7	100
MS%	91.6	11.07	93.3	14.2
PB%	10.14	0.76	13.25	29.16
EE%	0.7	35.15	27.21	43.44
FC%	32.2	42.49	40.53	11.55
ELN%	38.92	10.52	10.78	1.64
CZ%	9.64	4.12	1.53	6.81
EB Kcal/Kg	3.78	100	6.35	100

FUENTE: Análisis químico proximal, realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), según norma AOAC (2016)

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.5.1. Evaluación del rendimiento

Se evaluó el rendimiento de la materia prima (fruto de maracuyá fresco) para determinar la proporción de cáscara y pepa de maracuyá que se puede obtener para ser aprovechada como ingrediente dentro de una dieta. Para esta etapa se formó diez grupos de fruto de maracuyá (10 repeticiones), cada grupo estuvo conformado por seis frutos teniendo un peso total no menor a 1100g. Durante esta etapa se abrió cada fruto y se registró los pesos del jugo, la cáscara y la pepa de cada grupo como se muestra en el anexo 1.

3.5.2. Ensayo biológico

Los doce cuyes fueron distribuidos al azar en dos ensayos de digestibilidad con seis repeticiones (animales) por ensayo como lo muestra el anexo 2. Mediante esta evaluación, se determinó coeficientes de digestibilidad aparente y de energía digestible con el método de colección total de heces. El ensayo se dividió en tres periodos: adaptación (7 días), consumo voluntario (10 días) y colección de heces de (5 días). Los animales tuvieron disponibilidad de agua *Ad libitum*, la misma que contenía vitamina C 1g/5L de agua.

Adaptación

En el primer periodo se buscó adaptar los animales al manejo, instalaciones y dieta suministrada, tuvo una duración de siete días. El cambio de alimento se dio de forma gradual, suprimiendo poco a poco el consumo del concentrado proveniente de la granja de Cieneguilla e incrementando la proporción de las dietas experimentales.

Consumo Voluntario

El segundo periodo tuvo una duración de diez días en los cuales se determinó el consumo promedio de las dietas experimentales, el cual se obtuvo por la diferencia del alimento ofrecido menos el residuo cada 24 horas. El último día del consumo voluntario el alimento fue suministrado con carmín 10mg/10g de alimento.

Colección de Heces

Durante este periodo se realizó la colección de heces, iniciándose el día 18 de la prueba, al día siguiente del suministro del carmín, sólo se colectaron las heces coloreadas. En los días posteriores se colectó todas las excretas. El día 22 se volvió a suministrar carmín en la dieta y para el día 23 solo se colectaron las excretas que no presentaban coloración. Es así que este periodo tuvo una duración de 5 días (anexo 7). Durante este periodo también se cuantificó el consumo de alimento (anexo 7).

3.5.3. Dietas Experimentales

Las dietas experimentales fueron suministradas una vez por día, a las 9 am. Los animales recibieron su dieta correspondiente la cual tenía una presentación deshidratada y molida (granulada). Seis animales recibieron cáscara al 100% y los otros seis animales recibieron la mezcla de cáscara con pepa de maracuyá, ambos en su presentación granulada. Dicha mezcla contempló 10% de pepa debido al alto contenido de grasa de la misma, ya que en mayores proporciones hacia que la pepa se pegara en las esquinas del comedero, no siendo consumido por los cuyes. Además, al ser una pepa molida se exponía el contenido graso siendo más propenso a la oxidación.

Dieta 1: Cáscara de maracuyá granulada (100%).

En los anexos 4 y 5 se presenta el análisis químico proximal.

Dieta 2: Cáscara de maracuyá granulada (90%) + pepa de maracuyá granula (10%).

En los anexos 4 y 5 se presenta el análisis químico proximal.

La dieta 2 era preparada diariamente. La pepa deshidratada de maracuyá era molida por las tardes y conservada en un táper hermético oscuro y refrigerado a 5°C hasta el día siguiente en que se preparaba el alimento previamente al suministro.

3.5.4. Manejo de Heces

Las heces fueron colectadas diariamente durante 5 días, las cuales pasaban por un proceso de extracción de impurezas, posteriormente se pesaban y se rotulaban para ser almacenadas bajo refrigeración, el último día de colección todas las heces correspondientes a un mismo animal fueron mezcladas homogéneamente y se tomó una muestra para el análisis de humedad inicial. Lo restante fue deshidratado en estufa a 60°C para su posterior análisis.

3.5.5. Análisis Químico

Las muestras de pepa de maracuyá granulada, cáscara de maracuyá granulada (D1), la mezcla (D2) y las heces colectadas en la prueba de digestibilidad aparente fueron sometidas al análisis químico proximal y determinación de energía mediante bomba calorimétrica en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Facultad de Zootecnia en la Universidad Nacional Agraria La Molina, utilizando las normas establecidas por la A.O.A.C., (2016).

3.5.6. Determinación de los coeficientes de digestibilidad

El método que se utilizó para hallar la digestibilidad fue el método directo para la cáscara de maracuyá (anexo 9) y el método indirecto para la pepa de maracuyá (anexo 10). Usando la ecuación descrita por Cramptom y Harris (1979).

Método directo:

$$CD(\%) = \frac{\text{Nutriente Ingerido}(\text{gr}) - \text{Nutriente Heces}(\text{gr})}{\text{Nutriente Ingerido}(\text{gr})} \times 100$$

Método indirecto:

$$CD(\%) = \frac{100(M - B)}{S} + B$$

Dónde:

CD	:	Coficiente de digestibilidad
M	:	Coficiente de digestibilidad de la mezcla
B	:	Coficiente de digestibilidad de la dieta basal.
S	:	Porcentaje de sustitución del alimento en estudio dentro de la mezcla.

Los cálculos de digestibilidad se realizaron en base al 100% de materia seca.

3.5.7. Determinación de la energía digestible

Para determinar la energía digestible en Kcal/kg, se utilizó el contenido de energía total de las muestras de pepa de maracuyá, cáscara de maracuyá (D1), la mezcla (D2) y las heces colectadas, obtenidas mediante combustión en una bomba calorimétrica adiabática de oxígeno Parr, las cuales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Evaluación de Alimentos de la Facultad de Zootecnia (LENA), posteriormente se determinó la energía digestible mediante la fórmula descrita por Cramptom y Harris (1979). Como se muestran en el anexo 11 y anexo 12.

$$ED = EB - \frac{EH \times Qh}{ai}$$

Dónde:

- ED : Energía digestible del alimento (Kcal/kg).
- EB : Energía bruta del alimento (Kcal/kg).
- EH : Energía bruta de las heces (Kcal/kg).
- Qh : Cantidad de heces por día (Kg).
- ai : Cantidad de alimento ingerido por día (kg).

Diseño Estadístico:

Se utilizaron parámetros estadísticos; hallándose valores promedio (\bar{X}), la desviación estándar (D.E.) y el coeficiente de variabilidad. (C.V.%)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RENDIMIENTO DE CÁSCARA Y LA PEPA DEL FRUTO DE MARACUYÁ (*PASIFLORA EDULIS*)

Se encontró que el 51.28% del peso total del fruto representa cáscara y el 11.07% representa la pepa de maracuyá, con una desviación estándar de 11.18g y 19.10g respectivamente como se presenta en la tabla 10. Estos valores se encuentran dentro de la proporción dada por Cañizares y Jaramillo (2015) en donde el fruto está conformado por: 50-60% de cáscara y 10-15% de pepa.

Tabla 10: Rendimiento de cáscara y pepa del fruto de maracuyá (*Pasiflora edulis*)

Repeticiones	Peso del Fruto (g)	Peso del cáscara (g)	Peso del Pepa (g)	Peso del Jugo y Pulpa (g)
Promedio	1116.08	572.29	123.55	420.25
Porcentaje	100%	51.28%	11.07%	37.65%
Desv. Estandar	5.84	11.18	19.10	27.05

4.2. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA CÁSCARA DE MARACUYÁ PROCESADA (DESHIDRATADA Y MOLIDA).

El coeficiente de digestibilidad de la materia seca obtenida de la cáscara de maracuyá es de 89.47% con una variabilidad de 4.22% como se aprecia en la tabla 11. Pese a que la cáscara de maracuyá está clasificada como forraje por su alto contenido en fibra, es de considerar que ésta es principalmente fibra soluble favoreciendo la digestibilidad de su materia seca a nivel similar a la torta de soya (89.78%) reportado por Reynaga (2010) o granos de cereal como el maíz, sorgo y trigo (89%) reportados por Aliaga *et al.* (2009); además, es superior a forrajes como el heno de alfalfa (88%) y panca molida (86%) ambos reportados por Palacios (2009). La cáscara de maracuyá posee niveles elevados de pectina, considerada parte de la fibra soluble (Cañizares y Jaramillo, 2015), la cual juega un papel muy importante en el proceso digestivo de un fermentador postgástrico como el cuy (Murillo y Quilambaqui, 2004). La pectina posee una buena capacidad de hidratación que permite formar soluciones

viscosas que absorben y retienen sustancias, esto produce una disminución de la velocidad de tránsito de este ingrediente por el tracto digestivo permitiendo una mejor digestión y eficiente aprovechamiento (Cruz *et al*, 2015).

Tabla 11: Valores de coeficientes de digestibilidad promedio de la cáscara de maracuyá procesada en cuyes (expresado en base seca)

Componentes	Coeficiente de digestibilidad (%)	Desviación estándar	Coeficiente de variabilidad (%)
Materia seca	89.47	3.77	4.22
Proteína	87.36	4.17	4.77
Extracto Etéreo	74.96	0.82	1.09
Fibra Cruda	89.87	1.91	2.13
ELN	90.03	3.14	3.49
Ceniza	89.19	17.81	19.96

La digestibilidad de la proteína de la cáscara de maracuyá (87.36%) es mayor que otros forrajes como la alfalfa (81.84%), king grass (74.01%) y el heno de alfalfa (58.98%) reportados por Aguirre (2008), Paz (2012) y Ninanya (1991) respectivamente. Es posible que a pesar de los niveles de fibra en la dieta que ocasiona un mayor desprendimiento de células intestinales, los cuyes reutilizan esta pérdida mediante el proceso de cecotrofia teniendo un mayor aprovechamiento de la proteína (Cheeke, 1995).

El extracto etéreo de la cáscara de maracuyá tiene un coeficiente de digestibilidad de 74.96%, superior a otros forrajes como la hoja de camote (70.85%) y maralfalfa (55.09%) reportados por Saravia *et al.* (1992) y Paz (2012) respectivamente. La composición nutricional de cáscara no reporta niveles elevado de grasa, pero gracias a la disminución de la velocidad de tránsito originado por la alta concentración de fibra soluble permite que los nutrientes ingeridos permanezcan mayor tiempo en el tracto digestivo lo que hace más eficiente la digestión debido al mayor contacto de la digesta con las vellosidades intestinales (Cruz *et al*, 2015).

El coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda de la cáscara de maracuyá fue de 89.87% superior a forrajes como la hoja morera (81.68%), king grass (76.62%) y rastrojo de maca (71.78%) reportados por Zevallos (1994), Paz (2012) y Castro *et al.* (2018) respectivamente.

La mayor digestibilidad de la cáscara de maracuyá se ve favorecida por dos aspectos; el alto contenido de pectina el cual ocasiona una disminución en el tiempo de tránsito y el menor contenido de lignina en relación a los forrajes antes mencionados; ya que la cantidad de lignina influye negativamente en la digestibilidad de la fibra por parte de la flora bacteriana del cuy (Vela, 2020). Es por esto que la digestibilidad de la fibra cruda de la cáscara de maracuyá (89.87%) es mayor al de la pepa (25.77%) ya que la pepa de maracuyá posee 28.17 g/100g de lignina mientras que la cáscara contiene 21.49g/100g (Cruz *et al*, 2015).

En cuanto al extracto libre de nitrógeno, la cáscara de maracuyá tuvo un alto coeficiente de digestibilidad de 90.03%, debido a que el análisis cuantifica a la pectina en esta fracción del alimento. Es así que la digestibilidad del ELN resultó superior al forraje de morera (89.71%) y a la alfalfa (87.15%) reportados por Delgado (2019) y Aguirre (2008) respectivamente. Ello es justificable por la posible lentitud en el tránsito digestivo, que en general favorece la digestibilidad de todos los componentes nutricionales de la cáscara de maracuyá.

4.3. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA PEPA DE MARACUYÁ PROCESADA (DESHIDRATADA Y MOLIDA).

El coeficiente de digestibilidad de la materia seca obtenida de la pepa de maracuyá es de 47.06% con una variabilidad de 14.58% como se aprecia en la tabla 12. Este resultado fue inferior al del Maíz Chala (50.19%) reportado por Saravia *et al*. (1992) y al heno de alfalfa (59.82%) reportado por Minanya (1991) e inclusive inferior a lo encontrado para la cáscara de maracuyá; pero superior a la Broza henificada de espárrago (38.26%) y panca de maíz (28.20%) reportadas por Landeo y Caballero en 1992 respectivamente. Este bajo coeficiente de digestibilidad de la materia seca puede ser debido a su alto contenido de lignina (Cruz *et al*, 2015), que al ser una fibra insoluble evita un correcto aprovechamiento de los nutrientes, lo cual se ve reflejado en los demás coeficientes de digestibilidad (Caballero, 1992).

Tabla 12: Valores de coeficientes de digestibilidad promedio de la pepa de maracuyá procesada en cuyes (expresado en base seca)

Componentes	Coeficiente de digestibilidad (%)	Desviación estándar	Coeficiente de variabilidad (%)
Materia seca	47.06	6.86	14.58
Proteína	66.04	8.13	12.31
Extracto Etéreo	97.38	9.98	10.01
Fibra Cruda	25.77	5.10	19.60
ELN	67.70	8.34	11.99
Ceniza	37.26	5.37	18.61

La digestibilidad de la proteína de la pepa de maracuyá (66.04%) es mayor que otros forrajes como la cebada molida (63.72%), maíz chala (62.58%) y broza henificada de espárrago (61.68%) reportados por Castro y Chirino (2007), Saravia *et al.*, (1992) y Landeo (1992) respectivamente. Esto puede deberse a un mejor balance de aminoácidos en la pepa de maracuyá en comparación con los forrajes mencionados, así como al proceso de cecotrofia (Salinas, 2002).

El extracto etéreo de la pepa de maracuyá tiene un coeficiente de digestibilidad de 97.36%, superior a otros forrajes como rastrojo de maca (75.27%) y hoja de camote (70.85%) reportados por Castro *et al.*, (2018) y Saravia *et al.* (1992) respectivamente e incluso mayor que la torta de palmiste (81.37%) reportada por Vela (2020). La pepa de maracuyá por ser rica en ácidos grasos insaturados como ácido linoleico 67% y ácido oleico 16% (Pantoja *et al.*, 2016), estaría favoreciendo la formación de micelas que permiten una mejor absorción de los ácidos grasos (Saldaña, 2019).

El coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda de la pepa de maracuyá fue de 25.77% superado por forrajes como la alfalfa (32.27%), broza henificada de espárrago (36.22%) y heno de alfalfa (41.71%) reportados por Saravia *et al.* (1992), Landeo (1992) y Ninanya (1991) respectivamente. La pepa de maracuyá posee altos niveles de fibra cruda, sin embargo, gran porcentaje es una fibra insoluble (Cruz, *et al.*, 2015), lo que evita el correcto aprovechamiento pudiendo ser esta la razón por la cual el coeficiente de digestibilidad es menor que el de otros forrajes.

En cuanto al extracto libre de nitrógeno, la pepa de maracuyá tuvo un coeficiente de digestibilidad de 67.70% el cual fue superior a la torta de palmiste (65.75%), maíz chala (43.35%) y panca de maíz (35.30%) reportados por Vela (2020), Saravia *et al.* (1992) y Caballero (1992) respectivamente; pero menor a lo encontrado para la cáscara de maracuyá, que a diferencia contiene pectina que mejora el proceso de absorción.

4.4. ENERGÍA DIGESTIBLE DE LA MATERIA SECA DE LA CÁSCARA Y PEPA DE MARACUYÁ AMBAS PROCESADAS (DESHIDRATADAS Y SECAS).

La cáscara y la pepa de maracuyá poseen valores elevados de energía digestible 3.65Mcal/kg MS y 6.24Mcal/kg MS respectivamente como se presenta en la tabla 13.

Tabla 13: Valores de energía digestible de la cáscara de maracuyá y pepa de maracuyá en cuyes (expresado en base seca).

Insumos	Energía Digestible (Mcal/kg MS)	Coefficiente de Variabilidad (%)
Cáscara de Maracuyá	3.65	4.56
Pepa de Maracuyá	6.24	3.63

La energía digestible (ED) de la cáscara de maracuyá fue muy similar a la ED de la torta de soya 3.60Mcal/kg MS y al maíz molido 3.7 Mcal/kg MS ambos reportados por Palacios (2009) e inclusive superior a la harina de pescado (2.9 Mcal/kg MS) y a la Avena (2.95 Mcal/kg MS) reportados por Aliaga *et al.*, 2009. El alto valor energético de la cáscara radica en la alta digestibilidad del ELN (90.03%), fibra cruda (98.87%), proteína (66.04%) y grasa (97.38%) todo ello favorecido por su contenido de pectina. Aun cuando está clasificado como un forraje seco, se asemeja al maíz grano que es un alimento energético, debido a los altos niveles de fibra soluble (pectina), que permite que el pasaje del alimento sea más lento y tenga mayor tiempo de digestión y se asimile mejor (Matos y Chambilla, 2010).

La energía digestible (ED) de la pepa de maracuyá fue superior al maní (4.12Mcal/kg MS) y al sorgo (4.24Mcal/kg MS) ambos reportados por Aliaga *et al.*, 2009. La elevada energía digestible de la pepa de maracuyá en comparación con la cáscara de maracuyá y otros insumos ya mencionados anteriormente, puede deberse al alto contenido de grasa y la alta digestibilidad de la misma, basado en la presencia del ácido linoleico y oleico (Proaño *et al.*, 2020).

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología trabajada en esta investigación y en función a los resultados obtenidos, se puede concluir que:

1. El fruto de maracuyá fresco está compuesto por 51.28% de cáscara, 19.10% de pepa y 37.65% de jugo y pulpa.
2. Los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos para la cáscara de maracuyá procesada fueron: 89.47% de materia seca, 87.36% de proteína, 74.70% de grasa, 89.84% de fibra, 89.83% de ELN y 90.12% de ceniza. Y los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos para la pepa de maracuyá procesada fueron: 47.06% de materia seca, 66.04% de proteína, 97.38% de grasa, 25.77% de fibra, 67.70% de ELN y 37.26% de ceniza.
3. Se determinó la energía digestible de la cáscara y pepa de maracuyá procesados fueron de 3.65 Mcal/Kg MS y 6.24Mcal/kg MS, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

Basado en los resultados obtenidos en la presente investigación, sugerimos lo siguiente:

1. A partir de los resultados obtenidos de los coeficientes de digestibilidad y energía digestible de cáscara y pepa de maracuyá procesados, estimar porcentajes de inclusión en dietas para la alimentación en cuyes.
2. Realizar pruebas de campo para determinar en qué etapa productiva del cuy es más recomendable el uso de la pepa y cáscara de maracuyá procesados.
3. Realizar ensayos de digestibilidad de la cáscara y la pepa de maracuyá procesados en otras especies animales.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. (2008). “Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes” Maracuyá (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1502/1/17T0874.pdf>
- Albarracín, A.; Brieva, C. y Acostas, C. (2002). Manual agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. San Gil, Colombia: Hogares Juveniles Campesinos.
- Aliaga, L.; Caycedo, A.; Moncayo, R. & Rico, E. (2009). Producción de Cuyes. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Católica Sede Sapientiae.
- Asociación de Exportadores (ADEX). (2019). II Congreso Internacional de Maracuyá. Recuperado de <http://www.adexperu.org.pe/evento/2-congreso-internacional-demaracuya/>.
- A.O.A.C. (2016). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. (20th edition) Washington, D.C.
- Arenaza, M. (1996). Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de alga (*Chara globularis*) en el cuy. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Bermeo, R. (2005). Comportamiento Productivo de Borregas Mestizas Alimentadas con Dietas en base a Banharina y Cáscara de Maracuyá (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1845/1/17T0705.pdf>
- Bondi, A. (1989). Nutrición Animal. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Caballero, N. (1992). Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*). (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.

- Campos, J. (2007). Evaluación nutricional del frijol mucuna (*Stizolobium deeringianum*) y su uso en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.
- Cañas, R. (1998). Alimentación y Nutrición Animal. 2da Edición. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Cañizares, A. & Jaramillo, E. (2015). El Cultivo de Maracuyá en Ecuador. Universidad Técnica de Machala (en línea). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/312536029_El_cultivo_del_Maracuya_en_Ecuador
- Castro, H. (2002). Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar – comercial en el sector rural. Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young University Provo, Utah, USA. Recuperado de: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000203.pdf>
- Castro, J. & Chirinos, D. (2007). Nutrición Animal, Huancayo, Perú
- Castro, J.; Chirino, D. & Calderón. (2018). Calidad nutricional del rastrojo de maca (*Lepidium peruvianum*) en cuyes. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú; 29(2): 410-41. Doi: <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.13405>
- Cerón, A.; Osorio, O. & Hurtado, A. (2012). Identificación de ácidos grasos contenidos en los aceites extraídos a partir de semillas de tres diferentes especies de frutas. Acta Agronómica. 61(2):126-132. Recuperado de: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/download/35614/36216
- Chauca, L; Saravia, J. & Agustín, A. (1978). Digestibilidad de Kudzu, Maicillo y Gramalote en Cuyes. Avances En Investigación-Ministerio De Agricultura y Alimentación (Perú). V.8 (1-2) P. 27-30.
- Chauca, L. (2005). Sub Proyecto: “Generación de Líneas Mejoradas de Cuyes del Alta Productividad”. INIA - INCA AGRO (en línea). Recuperado de: http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/338/1/Generacion_de_lineas_mejoradas.pdf
- Cheeke, P. (1995). Alimentación y Nutrición Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Chisag, M. (2016). Comportamiento productivo y rendimiento a la canal en conejos alimentados con forrajes arbóreos. Recuperado de: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23815/1/Tesis_63_Medicina_Veterinaria_y_Zootecnia_-CD_423.pdf

- Church, D.; Pond, K. & Pond, W. (2002). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales (2ª ed.) Ciudad de Mexico, Mexico: Limusa
- Cruz, A.; Guamán, M.; Castillo, M.; Glorio, P. & Martínez, R. (2015) Fibra Dietaria en subproductos de mango, maracuyá, guayaba y palmito. Revista Politécnica 36(2):9. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/317014654_Fibra_dietaria_en_subproductos_de_mango_maracuya_guayaba_y_palmito
- Condori, M. G. (2016). Estudio químico de la cáscara de la especie "*Passiflora edulis f. flavicarpa*" (Maracuyá) para su aprovechamiento en la industria (Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés). Recuperado de: <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9222/PG-1667-Condori%20Choque%2C%20Melina%20Gabriela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Correa, C. (1994). Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú
- Correa, H.; Hidalgo, V.; Montes, T. & Vergara, V. (2008). Investigaciones en cuyes. Resúmenes APPA 1994 - 2007. Recuperado de: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/303/1/Investigaciones_en_cuyes.pdf
- Cuadra, M. (2019). Utilización de tres niveles de proteína animal en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*), línea andina, en Ramón Castillas – Usquil. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo). Recuperado de
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14890/Cuadra%20Quispe%2c%20Meilit%20Angelica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Delgado, M. (2019). Determinación de Digestibilidad y Nutrientes Digestibles Totales de los Forrajes Morera (*Morus Alba*) y Mucuna (*Stizolobium Deeringianum*) en Cuyes en el distrito de Echarate, Cusco, Perú. (Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María). Recuperado de:
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9737>
- Escudero, D. (2005). Evaluación del rendimiento y valor nutritivo del pasto "*Mucuna*" (*Stizolobium deeringianum*) a lo largo de su periodo vegetativo. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú.

- Espinoza, I.; Medina, M.; Barrera, A.; Montenegro, L.; Sánchez, A.; Romero, M. & García, A. (2017). Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6261815>
- García, R. (2003). Determinación de la energía digestible de residuo seco de cervecera y raicilla de malta en cuyes. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.
- Garay, D. (2008). Digestibilidad y energía digestible de la cáscara de algodón y la cascarilla de arroz en cuyes (*Cavia porcellus*). (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú.
- Gavilánez, F. (2014). Análisis productivo de las progenies F2 y F3 de cuatro cruzamientos entre grupos raciales de cuyes (*Passiflora edulis*), macabeo y peruano mejorado. Tumbaco, Pichincha. (Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de: <http://200.12.169.19/bitstream/25000/2861/1/T-UCE-0004-93.pdf>
- Gómez, J. (2016). Estudio de la incorporación de la pulpa de Zanahoria (*Daucus carota*) en la elaboración de Mermelada de maracuyá (*Passiflora edulis*). (Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial.). Recuperado de: http://192.188.51.77/bitstream/123456789/16620/1/66667_1.pdf
- Gómez, C. & Vergara, V. (1993). Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares. Págs. 38-50. INIA-EELM-EEBI.
- Guacho, M. (2009). Valoración energética de diferentes tipos de balanceado utilizados en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba – Ecuador). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1380/1/17T0895.pdf>
- 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 de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú.
- INEI. (2018). Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. “Características de las Pequeñas, Medianas y Grandes Unidades Agropecuarias 2017”. Recuperado de:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1593/

INIA (2020). Manual de crianza de cuyes. 1° Edición. Lima-Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (en línea). Recuperado de:

<http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/1077/1/Manual%20de%20Crianza%20de%20Cuyes-Versio%cc%81n%20Final.pdf>

Julio, E. & Robles, A., (2009). Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*). Gerencia Regional Agraria La Libertad. Recuperado de:

http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf

Landeo, L. (1992). Evaluación de tres niveles de heno de broza de espárrago (*Asparagus officinalis L.*) en dietas de engorde para cuyes (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.

Lloyd, L.; P. McDonald & Crampton E. (1982). Fundamentos de nutrición. 2da. Edición. Zaragoza, España: Acribia.

López, L. (2016). Estrategias de Mercadotecnia para el desarrollo del maracuyá. Buenavista, México (en línea). Consultado el 12 ago. 2020. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4419/T17575%20%20LOPEZ%20MARTINEZ%20LEYVI%20%20MONOG..pdf?sequence=1>

Matos, A & Chambillas, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. Revista de investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (en línea). Recuperado de: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Zn4qBWZt8ZgJ:https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_alimentos/article/view/813/781+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe

Maynard, J.; Loosli, J.; Hintz, H. & Warner, R. (1981). Nutrición Animal. 7ma Edición. New Cork, N. Y.

Mazon, C. (2013). Efecto de dietas a base de Torta de Maracuyá (*Passiflora Edulis*) sobre el desempeño productivo de la especie Nativa Vieja Azul (*Aequidens Rivulatus*) en la etapa de cría época verano (Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Recuperado de:

<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1980/1/T-UTEQ-0207.pdf>

- McDonald, P.; Edwards, R.; Greenhald, J.; Morgan, C.; Singlair, L. & Wilkinson, R. (2013). *Nutrición Animal*. 7° Edición. Editorial Acribia. Zaragoza -España.
- Medina, H.; Martínez, M.; & Bonilla, J. (2007). Caracterización bromatológica de materias primas y subproductos en el municipio Quibdo, Choco. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo* 2007; 26 (2): 9-12.
- Mio, W. & Farro, J. (2019). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de aceite de semilla de maracuyá, por prensado en frío para exportación. (Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8152/BC-4576%20MIO%20FALLA-FARRO%20ZEGARRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montalvo, K. & Navarro, M. (2012). Determinación de la digestibilidad, energía digestible y metabolizable de broza de arveja (*Pisum sativum*) y betarraga (*Beta vulgaris*) para la formulación de raciones en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). (Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1954/Montalo%20Morales%20-%20Navarro%20Mart%20c3%20adnez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morrison, F.B (1980). *Alimentos y alimentación del ganado*. Tomo 5. Editorial Hispano Americana. México
- Murillo, I. & Quilambiqui, M. (2004). Evaluación de dos dietas experimentales con diferentes niveles de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) de Raza Andina. Tesis. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 6 p
- Ninanya, C. (1991). Coeficiente de digestibilidad del heno de alfalfa, afrechillo, maíz y harina de pescado, en cuyes. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú.
- Palacios, G. (2009). *Guía de prácticas de alimentación animal*. Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina

- Pantoja, A.; Hurtado, A. & Martinez, H. (2016). Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis Sims.*) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO₂ supercrítico. *Agroindustria y Ciencia de los Alimentos*. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v66n2/0120-2812-acag-66-02-00178.pdf>
- Paz, A. (2012). Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable del pasto alemán (*Echinochloa polystachya*), King Grass (*Saccharum sinense*) y Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en cuyes (*Cavia porcellus*) en el trópico. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva). Recuperado de: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/775/TZT-541.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pond, W.; Church, D. & Pond, K. 2005. *Nutrición y alimentación animal básica*. 5th Edición. Editorial. Wiley and sons México.
- Proaño, J.; Rivadeneira, E.; Moncayo, P. & Mosquera, E. (2020). Aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*): Aprovechamiento de las semillas en productos cosméticos. *Enfoque UTE*, 11(1), 119-129. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n1.532>
- Revollo, K. (2003). Material de Difusión sobre Nutrición y Alimentación del Cuy (*Cavia aperea porcellus*) para estudiantes de pregrado y Productores Cochabamba – Bolivia.3
- Reynaga, H. (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 grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú.
- Rivadeneira, M. A. (2009). Extracción de pectina líquida a partir de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/43404190_Extraccion_de_pectina_liquida_a_partir_de_cascaras_de_Maracuya_Passiflora_edulis_y_su_aplicacion_en_el_desarrollo_de_un_producto_de_humedad_intermedia
- Rojas, J.; Ronceros, S.; Palomino, R.; Tomás, G. & Chenguayen, J. (2006). Efecto antihipertensivo y dosis letal 50 del jugo del fruto y del extracto etanólico de las hojas de *Passiflora edulis* (maracuyá), en ratas. *An. Fac. med.* v.67 n.3 Lima jul.- sep. (en

línea). Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832006000300003&script=sci_arttext&tlng=en

Ruiz, C. 2008. Evaluación del polvillo de arroz mediante pruebas de digestibilidad y alimentación en cuyes (*Cavia porcellus L.*) en etapa de crecimiento. (Tesis de grado de la Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú.

Saldaña, K. (2019). Efecto de la adición de un emulsificante en dietas de crecimiento- engorde para cuyes sobre los parámetros productivos y rentabilidad económica. (Tesis de grado de Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperado de: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4952/1/REP_MED.VETE_KELVIN.SALDA%20C3%91A_EFECTO.ADICI%20C3%93N.EMULSIFICANTE.DIETAS.CRECIMIENTO.ENGORDE.CUYES.PAR%20C3%81METROS.PRODUCTIVOS.RENTABILIDAD.ECON%20C3%93MICA.pdf

Salinas, M. (2002). Crianza y comercialización de cuyes. s.l.: Tecnilibro, 2002.

Saravia, J; Ramirez, S. & Muscari, J. (1992). Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en costa central. Investigaciones en cuyes, INIA. Recuperado de: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/304/1/Investigaciones_en_cuyes.pdf

SIICEX. (2019). Jugo de Maracuyá. Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior. (en línea). Recuperado de: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/228pdf2014Sep22.pdf>

Saravia, J; Ramirez, S. & Muscari, J. (1992). Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en costa central. Investigaciones en cuyes, INIA. Recuperado de: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/304/1/Investigaciones_en_cuyes.pdf

Shimada, A. (2015). Nutrición Animal. 3° edición. Distrito Federal, México: Editorial Trillas.

Solórzano, J. & Sarria, J. (2014). Crianza, producción y comercialización de Cuyes. Lima, Perú: Editorial MACRO.

Taborda, N. (2013). Fruto de la pasión, Maracuyá. Instituto Superior Particular Incorporado N° 4044 “SOL” Técnico Superior en Gestión Gastronómica (en línea). Recuperado de: <https://dokumen.tips/documents/el-maracuya-tesispdf.html>

- Tobal, C.F. 1999. Evaluación de los alimentos a través de los diferentes métodos de digestibilidad. ANAVET (en línea). Recuperado de:
<http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n1999a16tobal.pdf>.
- Turano, W.; Louzadas, R. M.; Derevis, C. N. & Mendez, H. M (2002). La ingesta diaria de fibra dietética en la población adulta en las regiones metropolitanas de Brasil.
- 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). Recuperado de:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4467/vela-roman-luis-arturo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yamasaki, K. (2000). Evaluación de cuatro niveles de alimento de gluten de maíz en cuyes de crecimiento y engorde. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú.
- Zaldívar, V. (2007). Digestibilidad y energía digestible de la harina integral de soya y del gluten de maíz en cuyes (*Cavia porcellus*). (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú.
- Zevallos, L. (1994). Evaluación Biológica de la hoja de Morera (*Morus indica*) mediante pruebas de digestibilidad y crecimiento en Cuyes (*Cavia porcellus*). (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima-Perú

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Rendimiento de cáscara y pepa del fruto de maracuyá fresco (*Pasiflora edulis*).

Repeticiones	Peso del Fruto (g)	Peso del cáscara (g)	Peso del Pepa (g)	Peso del Jugo y Pulpa (g)
R1	1120.56	574.04	112.66	433.86
R2	1116.09	558.26	145.17	412.66
R3	1124.31	570.59	111.34	442.38
R4	1121.71	573.19	102.08	446.44
R5	1109.94	591.59	147.62	370.73
R6	1110.67	591.98	147.72	370.97
R7	1120.01	572.32	101.93	445.76
R8	1105.27	560.93	109.45	434.89
R9	1112.83	570.08	111.88	430.87
R10	1119.42	559.93	145.60	413.89
Promedio	1116.08	572.29	123.55	420.25
Porcentaje	100%	51.28%	11.07%	37.65%

Anexo 2: Distribución de los tratamientos en las jaulas metabólicas

DIETA	JAULA METABÓLICA	REPETICIÓN
D1: Cáscara de maracuyá procesada (100%)	1	R1
	2	R2
	3	R3
	4	R4
	5	R5
	6	R6
D2: Cáscara de maracuyá (90%) + pepa molida de maracuyá (10%). Ambos procesados.	7	R1
	8	R2
	9	R3
	10	R4
	11	R5
	12	R6

Anexo 3: Registro pesos al iniciar y finalizar el ensayo biológico, según dieta experimental.

DIETA	REPETICIÓN	INICIO DE ENSAYO	FIN DE ENSAYO
D1: Cáscara de maracuyá procesada (100%)	R1	815	728
	R2	821	660
	R3	839	675
	R4	804	787
	R5	800	774
	R6	825	661
D2: Cáscara de maracuyá (90%) + pepa molida de maracuyá (10%). Ambos procesados	R1	823	787
	R2	804	756
	R3	816	740
	R4	806	714
	R5	832	778
	R6	812	774

Anexo 4: Análisis químico proximal y energía bruta de las muestras cáscara de maracuyá (D1), la mezcla (D2) y pepa de maracuyá (PM) – Tal como ofrecido (deshidratada y molida).

	D1	D2	PM
Hd Inicial (%)	8.4	9.17	6.7
Materia Seca (%)	91.6	90.83	93.3
Proteína (%)	10.14	10.32	13.25
Extracto Etereo (%)	0.7	2.77	27.21
Fibra Cruda (%)	32.2	33.10	40.53
ELN (%)	38.92	35.84	10.78
Ceniza (%)	9.64	8.8	1.53
EB Kcal/kg	3.78	4.16	6.35

Anexo 5: Análisis químico proximal y energía bruta de las muestras cáscara de maracuyá (D1), la mezcla (D2) y pepa de maracuyá (PM) – Base seca.

	T1	T2	PM
Materia Seca (%)	100	100	100
Proteína (%)	11.07	11.36	14.2
Extracto Etereo (%)	0.76	3.05	29.16
Fibra Cruda (%)	35.15	36.44	43.44
ELN (%)	42.49	39.46	11.55
Ceniza (%)	10.52	9.69	1.64
EB Mcal/kg	4.12	4.58	6.81

T1: Harina de la cáscara de maracuyá (100%).

T2: Harina de la cáscara de maracuyá (90%) + pepa de maracuyá seca molida (10%)

PM: Pepa de Maracuyá seca molida (100%)

Anexo 6: Análisis químico proximal y energía bruta de las heces obtenidas de D1 y D2 - Base seca

		Materia Seca (%)	Proteína (%)	Extracto Etereo (%)	Fibra Cruda (%)	ELN (%)	Ceniza (%)	EB Mcal/kg
D1	R1	90.0336	13.2562	1.8401	39.2538	40.4923	5.1576	4.4097
	R2	82.4035	12.5398	1.0910	20.4113	38.7976	27.1603	4.4492
	R3	89.6411	13.5787	1.8916	40.3652	38.9221	5.2424	4.5054
	R4	92.6173	12.2156	2.4545	35.0467	48.8142	1.4690	4.5545
	R5	92.7805	14.1703	2.7921	39.8237	38.4591	4.7549	4.5058
	R6	89.3671	14.4533	1.8184	39.7361	38.9296	5.0626	4.7025
D2	R1	84.1021	11.1579	4.3672	44.0685	23.3673	17.0391	4.6823
	R2	82.9588	11.6343	3.9422	46.3642	32.6747	5.3846	4.7365
	R3	85.9136	10.9309	5.1030	27.3100	41.0995	15.5566	4.5966
	R4	86.7331	11.7168	5.2348	40.3734	32.5919	10.0831	4.5026
	R5	82.5370	11.3168	4.0171	39.9896	32.5047	12.1718	4.4232
	R6	89.1516	11.4696	6.3568	46.8000	35.1629	0.2107	4.6102

Anexo 7: Consumo promedio por día de los tratamientos en evaluación

		Consumo Promedio		
		MS (%)	BF (g/día)	BS (g/día)
D1	R1	91.60	20.790	19.044
	R2	91.60	18.550	16.992
	R3	91.60	24.640	22.570
	R4	91.60	26.040	23.853
	R5	91.60	26.750	24.503
	R6	91.60	21.890	20.051
D2	R1	90.83	22.770	20.682
	R2	90.83	25.280	22.962
	R3	90.83	23.260	21.127
	R4	90.83	26.970	24.497
	R5	90.83	12.420	11.281
	R6	90.83	19.790	17.975

Anexo 8: Heces colectadas promedio por día de los tratamientos en evaluación

		Excretado Promedio		
		MS (%)	BF (g/día)	BS (g/día)
D1	R1	46.990	4.040	1.898
	R2	45.130	4.410	1.990
	R3	46.580	5.020	2.338
	R4	44.470	3.960	1.761
	R5	44.610	3.920	1.749
	R6	49.470	4.310	2.132
D2	R1	46.570	7.060	3.288
	R2	44.370	8.820	3.913
	R3	43.970	6.768	2.976
	R4	47.080	6.903	3.250
	R5	46.130	4.270	1.970
	R6	45.420	4.293	1.950

Anexo 9: Coeficiente de digestibilidad aparente del T1: La cáscara de maracuyá procesada (100%) en base seca

Repeticiones (%)	Materia Seca	Proteína	Extracto Etereo	Fibra Cruda	ELN	Ceniza	Energía Bruta
R1	90.0336	88.0644	76.0783	88.8701	90.5012	95.1152	4.4097
R2	82.4035	80.0669	74.9072	89.7824	83.9329	54.5809	4.4492
R3	89.6411	87.2910	74.2872	88.1051	90.5110	94.8393	4.5054
R4	92.6173	91.8517	76.2506	92.6396	91.5183	98.9694	4.5545
R5	92.7805	90.7569	73.5874	91.8217	93.4652	96.7385	4.5058
R6	89.3671	86.1196	74.6614	87.9817	90.2585	94.8846	4.7025
Promedio (%)	89.4738	87.3584	74.9620	89.8668	90.0312	89.1880	4.5212
Desv. Estándar	3.7725	4.1700	0.8188	1.9110	3.1404	17.8050	0.1021
Coef. Variabilidad (%)	4.2163	4.7734	1.0923	2.1265	3.4882	19.9635	2.2574
Intervalo de confianza	3.0186	3.3366	0.6552	1.5291	2.5128	14.2467	0.0817

Anexo 10: Coeficiente de digestibilidad aparente de la D2: La cáscara de maracuyá procesada (90%) + pepa de maracuyá seca molida procesada (10%) en Base Seca

Repeticiones (%)	Materia Seca	Proteína	Extracto Etereo	Fibra Cruda	ELN	Ceniza	Energía Bruta
R1	84.1021	84.3885	77.2433	80.7752	90.5855	72.0436	4.6823
R2	82.9588	82.5508	77.9631	78.3194	85.8878	90.5303	4.7365
R3	85.9138	86.4456	76.4184	89.4435	85.3273	77.3833	4.5966
R4	86.7331	86.3171	77.2250	85.3015	89.0416	86.1904	4.5026
R5	82.5370	82.6099	76.9950	80.8369	85.6135	78.0619	4.4232
R6	89.1516	89.0472	77.3801	86.0672	90.3331	99.7641	4.6102
Promedio (%)	85.2327	85.2265	77.2042	83.4573	87.7981	83.9956	4.5919
Desv. Estándar	2.5214	2.5291	0.5040	4.1594	2.4604	10.1779	0.1148
Coef. Variabilidad (%)	2.9583	2.9675	0.6528	4.9839	2.8024	12.1172	2.4996
Intervalo de confianza	2.0175	2.0237	0.4033	3.3282	1.9687	8.1439	0.0918

Anexo 11: Determinación de Energía Digestible de del D1: Cáscara de maracuyá procesada (100%) en base seca

Repetición	Energía Bruta de Heces (Mcal/kg)	Energía Bruta del Alimento (Mcal/kg)	Cantidad de Heces (g)	Alimento ingerido (g)	Energía Digestible (Mcal/kg)
R1	4.1233	4.4097	1.8980	19.0440	3.6839
R2	4.1233	4.4492	2.9900	16.9920	3.3404
R3	4.1233	4.5054	2.3380	22.5700	3.6566
R4	4.1233	4.5545	1.7610	23.8530	3.7871
R5	4.1233	4.5058	1.7690	24.5030	3.7980
R6	4.1233	4.7025	2.1320	20.0510	3.6233
Promedio (%)					3.6482
Desviación Estándar:					0.1664
Coeficiente de Variabilidad (%)					4.5608
Intervalo de confianza					0.1331

Anexo 12: Determinación de Energía Digestible de la D2: Cáscara de maracuyá procesada (90%) + pepa de maracuyá procesada (10%) en base seca.

Repetición	Energía Bruta de Heces (Mcal/kg)	Energía Bruta del Alimento (Mcal/kg)	Cantidad de Heces (g)	Alimento ingerido (g)	Energía Digestible (Mcal/kg)
R1	4.5856	4.6823	3.2880	20.6820	3.8412
R2	4.5856	4.7365	3.9130	22.9620	3.7784
R3	4.5856	4.5966	2.9760	21.1270	3.9381
R4	4.5856	4.5026	3.2500	24.4970	3.9882
R5	4.5856	4.4232	1.9700	11.2810	3.8132
R6	4.5856	4.6102	1.9500	17.9750	4.0855
Promedio (%)					3.9074
Desviación Estándar:					0.1175
Coeficiente de Variabilidad (%)					3.0080
Intervalo de confianza					0.0940

Anexo 13: Coeficiente de digestibilidad (%) aparente y energía digestible (Mcal/kg) de la PM: Pepa de Maracuyá procesada (100%) por el método indirecto en base seca.

CD (%) Promedio	Materia Seca	Proteína	Extracto Etereo	Fibra Cruda	ELN	Ceniza	Energía Digestible
D1	89.4738	87.3584	74.7040	89.8388	89.8285	90.1188	3.6482
D2	85.2327	85.2265	77.2042	83.4573	87.7981	83.9956	3.9074
PM	47.0626	66.0393	97.3833	25.7721	67.7008	37.2641	6.2402

D1: Harina de la cáscara de maracuyá (100%).

D2: Harina de la cáscara de maracuyá (90%) + pepa de maracuyá seca molida (10%)

PM: Pepa de Maracuyá seca molida (100%)