

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



**“DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES Y ENERGIA  
METABOLIZABLE DE LA TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia  
volúbilis* L.), PRECOCIDO PELETIZADO Y PRECOCIDO EXTRUIDO,  
EN CUYES (*Cavia Porcellus*)”**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**LUZ MARLENE DURAND CHÁVEZ**

**PROMOCIÓN 2006 - II**

**Tingo María - Perú**

**2009**

L51

D97

Durand Chávez, Luz M.

Digestibilidad de los Nutrientes y Energía Metabolizable de la Torta de Sacha Inchi ( *Plukenetia volúbilis* L. ), Precocido Paletizado y Precocido Extruido, en Cuyes (*Cavia porcellus*). Tingo María, 2009

49 h.; 10 cuadros; 34 ref.; 30 cm.

Tesis ( Ingeniero Zootecnista ) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María ( Perú ). Facultad de Zootecnia:

PLUKENETIA VOLÚBILIS L. / DIGESTIBILIDAD NUTRIENTES / CUY  
/ ENERGÍA METABOLIZABLE / TRATAMIENTO TÉRMICO / TINGO  
MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



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

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280  
TINGO MARÍA

“Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa”

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 18 de junio del 2009, a horas 7:00 p.m. para calificar la tesis titulada:

**DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES Y ENERGIA METABOLIZABLE DE LA TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis* L.) PRECOCIDO PELETIZADO Y PRECOCIDO EXTRUIDO EN CUYES (*Cavia porcellus*).**

Presentada por la bachiller **Luz Marlene DURAND CHAVEZ**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso “i” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 18 de junio del 2009

M.Sc. **JUAN LAO GONZALES**  
Presidente



Ing. **WAGNER VILLACORTA LOPEZ**  
Miembro

Ing. **WALTER PAREDES ORELLANA**  
Miembro

M.Sc. **MEDARDO DIAZ CESPEDES**  
Miembro - Asesor

## DEDICATORIA

Esta página se la dedico en primer lugar a Dios, ya que sin Él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas.

También dedico la presente tesis a los seres que más amo en este mundo: a mi familia por su amor, cariño y comprensión. En todo momento los llevo conmigo especialmente a mi madre Sra. Alberta Chávez sabino y mi padre Sr. Vidal Durand Inocente, a mis hermanos Elmer, Edmer, Edver y Mery, mis sobrinos por la alegría que brindan en mi familia, Verónica Isabel Guevara Durand, Alexander Cortijo Durand, Leonardo Durand Cállate y Álvaro Durand Paredes.

Además dedico a mis tíos y primos, son los mejores del mundo. Y a todas aquellas personas que me apoyan incondicionalmente, que siempre están conmigo en los buenos y malos momentos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis asesores de tesis Ing. M.sc. Medardo Díaz Céspedes y al Ing. Marco Rojas Paredes por sus valiosas contribuciones en hacerme una mejor profesional.

Doy infinitas gracias a mi primo Gerson Luis Durand Chávez por sus buenos consejos y apoyo durante mi formación profesional

Un agradecimiento especial a Frank Dimas Sánchez Pezo por su apoyo sincero durante la ejecución de la tesis.

De igual manera eterno agradecimiento a mis compañeras de estudios Liz Maritè Gonzales Astoquilca y María Flor de Liz Guevara Centeno, por su amistad sincera.

No puedo dejar de mencionar a los docentes que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, que me brindan su apoyo, tiempo y experiencia sin ningún tipo de interés.

- Ing. Walter Paredes Orellana
- Ing. Wagner Villacorta López
- Med. Vet. Teodolfo Valencia Chamba
- Med. Vet. Jorge Turpo Calcina
- Ing. Miguel Peres Olano
- Ing. Juan Lao González
- Ing. Tulita, Alegría Guevara
- Ing. Nila Rivera Y Ibácena
- Ing. Ever Cárdena Rivera
- Dr. Wilson Lino Castillo Soto
- Ing Tulio Edgar Jurado Baquerizo
- Dr. Milthon Muñoz Verrocal
- Ing. Wilfredo Da Cruz Del Aguila

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 El cuy ( <i>Cavia porcellus</i> ).....	3
2.1.1 Necesidades nutritivas.....	4
2.2 Coeficiente de digestibilidad.....	5
2.3 Energía metabolizable aparente.....	6
2.4 El sachá inchi ( <i>Plukenetia volúbilis</i> L.).....	6
2.4.1 Composición química de la torta de sachá Inchi ( <i>Plukenetia volúbilis</i> L.).....	7
2.4.2 Inactivación de los factores antinutricionales.....	9
2.4.3 Proceso de extrusión de las harinas.....	10
2.4.4 Proceso de peletizado de las harinas.....	13
2.5. Digestibilidad y energía metabolizable de insumos tradicionales.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1 Lugar de la investigación.....	17
3.2 Tipo de investigación.....	17
3.3 Animales.....	18
3.4 Instalación.....	18
3.5 Alimento.....	18

3.6. Metodología de estudio.....	21
3.6.1 Procesamiento de la torta de Sacha Inchi ( <i>Plukenetia volúbilis</i> <i>Linneo</i> ) para la inhibición de los factores antinutricionales.....	21
3.6.2. Prueba biológica.....	22
3.6.2.1...Colección de excretas (heces y orina).....	23
3.7. Análisis de laboratorio.....	23
3.7.1 Composición química.....	23
3.7.2 Determinación de la energía bruta.....	24
3.8. Cálculo de los nutrientes digestibles y energía metabolizable de la torta de sachá inchi.....	24
3.9. Variables independientes.....	27
3.10. Tratamientos.....	27
3.11. Croquis del tratamiento.....	27
3.12 Análisis estadístico.....	28
3.13 Variable dependiente.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
4.1 Nutrientes digestibles de la torta de sachá inchi ( <i>Plukenetia volúbilis</i> L.), precocido peletizado y precocido extruido.....	29
4.2 Energía metabolizable aparente de la TSIPP Y TSIPE (torta de sachá inchi precocido peletizado y torta de sachá inchi precocido extruido respectivamente).....	30
V. DISCUSIÓN .....	32

5.1 Digestibilidad de nutrientes de la torta de sachá inchi ( <i>Plukenetia volúbilis</i> L.), precocido peletizado y precocido extruido.....	32
5.2 Energía metabolizable aparente de la TSIPP Y TSIPE (torta de sachá inchi precocido peletizado y torta de sachá inchi precocido extruido respectivamente).....	35
VI. CONCLUSIÓN .....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	39
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	40
. ANEXO .....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requerimiento nutritivo de cuyes en diferentes etapas.....	4
Cuadro 2. Composición química de la torta de sachá inchi.....	7
Cuadro 3. Análisis químico proximal de la torta de sachá inchi, en base seca.....	8
Cuadro 4. Determinación de la digestibilidad del afrechillo, heno de alfalfa, maíz y harina pescado.....	14
Cuadro 5. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes.....	15
Cuadro 6. Valores nutricionales y energéticos evaluados en pollos parrilleros.....	16
Cuadro 7. Composición nutricional del alimento balanceado comercial para cuyes (cuyina R).....	19
Cuadro 8. Contenido nutritivo, de la torta de sachá inchi ( <i>Plukenetia volúbilis</i> L.), y de las dietas experimentales.....	20

<b>Cuadro 9. Composición química, coeficientes digestibles y nutrientes digestibles.....</b>	<b>30</b>
<b>Cuadro 10. Energía bruta, metabolizable, energía digestible aparente, energía metabolizable aparente de la TSIPP Y TSIPE (torta de sachá inchi precocido peletizado y torta de sachá inchi precocido extruido respectivamente).....</b>	<b>31</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la instalación experimental de cuyes para procesos metabólicos y el Laboratorio de Nutrición animal de la Facultad de Zootecnia, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María, departamento de Huánuco - Perú. Con el objetivo de evaluar la digestibilidad de los nutrientes y energía metabolizable de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido en forma pellet y extruido. En el ensayo se utilizaron 15 cuyes machos de líneas mejoradas, de 3 meses edad y peso de 700 g; los animales fueron distribuidos en tres grupos de 5, a los que se les suministró las siguientes dietas: ración base 60% + 40% torta de sachá inchi precocido extruido (TSIPE), ración base 60% + 40% torta de sachá inchi precocido peletizado (TSIPP), y ración base 100%. El proceso de peletizado de la torta de sachá inchi (TSI), se realizó entre 80-83°C y la extrusión entre 95-100°C. El método que se empleó para las pruebas de digestibilidad y metabolibilidad fue el de sustitución y colección total de heces. Los coeficientes de digestibilidad de la TSIPP fueron: MS 82.54 %; PB 81.17 %; FB 98.69 %; EE 65.87 %; y en TSIPE se hallaron valores de: MS 76.71%; PC 83.17%; FB 97.52; EE 62.47%. Los nutrientes digestibles en la TSIPP para MS: 78.92 %; PD 53.27 %; FD 7.56 %; EED 6.01 % y para el TSIPE los valores fueron de: MS 73.34 %; PD 54.58 %; FD 7.47 %; EED 5.70. El coeficiente de digestibilidad mostró para: EB 97.77 y 86.23 kcal/k; coeficiente metabolibilidad 91.60 y 85.73 kcal/k; energía digestible 4717.34 y 4160.56 kcal/k, energía metabolizable 4419.42 y 4136.62 kcal/k para TSIPP y TSIPE, respectivamente. Los resultados obtenidos probablemente son debidos al

proceso térmico que fue sometido la torta de sachá inchi, ya que éste mejora el valor nutritivo de los vegetales al destruir los factores antinutricionales (FAN) presentes en la TSI; generando evidencias para ser utilizados en la formulación de raciones en cuyes en al etapa de engorde debido a su alto contenido nutricional; nutrientes digestibles y energía metabolizable.

**Palabras clave:** torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.), cuy (*Cavia porcellus*), coeficiente de digestibilidad, nutrientes digestibles, energía metabolizable, precocido y peletizado.

## I. INTRODUCCIÓN

Los estudios científicos actuales indican que el sachá inchi (*Plukenetia volúbilis L.*) es la mejor fuente vegetal de aceite debido a su composición y alta calidad alimenticia. De la extracción del aceite queda una torta con alto valor nutritivo que puede ser usado en la alimentación de animales monogástricos en la Amazonía.

La crianza intensiva del cuy necesita elaborar raciones que logren cubrir el requerimiento para su mayor productividad. Así mismo, la composición química de un alimento es solamente indicativa del contenido de nutrientes del mismo, mas no de su disponibilidad para el animal, por lo que es necesario contar con datos de digestibilidad. Por ende, se intenta con este trabajo evaluar la digestibilidad de los nutrientes y energía metabolizable de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis L.*) precocido peletizado y precocido extruido mediante procesos térmicos, con la finalidad de inactivar los factores antinutricionales, a razón de esto ¿los tratamientos térmicos, del precocido peletizado y precocido extruido, mejorarán la digestibilidad, y el valor energético, de la torta de sachá inchi, en cuyes?

Los tratamientos térmicos de precocido peletizado y precocido extruido, mejoran la digestibilidad y el valor energético, de la torta de sachá inchi. Consecuentemente, esto genera evidencias para poder ser utilizados como fuentes altamente proteicas y energéticas, en la alimentación de cuyes.

Los objetivos a alcanzar en el estudio son:

Objetivo general.

Evaluar la digestibilidad de los nutrientes y energía metabolizable de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.), precocido en forma pellet y extruido, en cuyes en la ciudad de Tingo María.

Objetivo específicos:

- Determinar el coeficiente de digestibilidad de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.), precocido peletizado y precocido extruido en cuyes.
- Determinar la energía metabolizable de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.), precocido peletizado y precocido extruido en cuyes.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. El cuy (*Cavia porcellus*)

El cuy (*Cavia porcellus*) está considerado por su anatomía gastrointestinal como una especie herbívora monogástrico, que posee un estómago simple (Moreno 1989) citado por (CHAUCA, 1997). El ciego es un órgano grande que constituye cerca del 15% del peso total del aparato digestivo (Hagen y Robinson ,1953), citado por (CHAUCA, 1997).

El cuy es un animal que realiza cecotrofia, produciendo dos tipos de excretas en forma de pellets, uno rico en nitrógeno que es reutilizado (cecótrofo) y el otro que es eliminado como heces (Vergara ,1992) citado por (CHAUCA 1997). De ese modo, la ingestión de los cecótrofos permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado (CHAUCA ,1997).

### 2.1.1. Necesidades nutritivas:

Los requerimientos nutritivos del cuy permitirán elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. A la vez los requerimientos también dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (CHAUCA, 1995).

Cuadro 1. Requerimiento nutritivo de cuyes en diferentes etapas.

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED	(kcal/kg)	2 800	3 000	2 800
Fibra	(%)	8-17	8-17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 0,7
Magnesio	(%)	0,1-0,3	0,1 0,3	0,1 0,3
Potasio	(%)	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

.Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals, 1990, Caicedo, 1992; citado por CHAUCA, 1997.

ED= Energía Digestible

## 2.2. Coeficiente de digestibilidad

Villegas (1993) citado por REVOLLO (2003) indica que la digestibilidad se define como la porción de un alimento que no es excretado con las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbida. Por lo general se representa por el llamado coeficiente de digestibilidad o coeficiente de utilización digestiva (CUD) que se expresa en porcentaje de materia seca.

ACEVEDO *et al.*, (2009) reporta que la digestibilidad depende del tipo y calidad de materia prima, su procesamiento para elaboraciones de alimentos comerciales, o bien alteraciones fisiológicas propias del organismo de cada individuo. Puede ser medida como: Digestibilidad aparente que viene a ser la proporción de alimento absorbido, pero con los valores de las células que se desprenden de la mucosa intestinal y las secreciones digestivas. Adicionalmente, la digestibilidad real se encarga de cuantificar los nutrientes absorbidos sin las fuentes endógenas. Así como también existen factores que afectan la digestibilidad, tales como, composición química del alimento, estado físico del mismo (entero, molido y picado), nivel de ingestión, efectos asociativos, especie animal, etc.

### 2.3. Energía metabolizable aparente.

FRANCESCH (2000) menciona que la energía metabolizable (EM) no es un valor constante característico de la dieta o del ingrediente, es una medida biológica característica del animal y depende de todos los factores que intervienen en la digestión y asimilación de nutrientes. Por otro lado los valores de (ED) Y (EM) se clasifica como aparentes, cuando no se hacen mediciones y correcciones de los aportes metabólicos y endógenos, que son de origen corporal y que son producidas como consecuencia del proceso digestivo (SHIMADA, 2003).

### 2.4. El sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.).

CAMPOS (2006) Menciona que el sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) es una oleaginosa que pertenece a la familia Euforbiacea que crece especialmente en ceja de selva, cultivada por miles de años por la comunidades nativas. Así también INIEA, (2007) afirma que el sachá inchi constituye un cultivo nativo con posibilidades de industrialización y con potencial de rendimiento económico. Por lo tanto, depende de las características varietales en cuanto a contenido y calidad de grasas y proteínas. Además, luego de la extracción del aceite queda una torta con alto valor nutritivo que puede sustituir a la torta de la soya que es importada en cantidades apreciables para la crianza de monogástricos en la amazonia peruana (CAMPOS, 2006).

#### 2.4.1. Composición química de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis* L.).

La torta obtenida después del proceso de extracción del aceite de sachá inchi, contiene alta cantidad de proteína (59.13%) y grasa (6.93%) en base seca, y surge como alternativa de la torta de soja, pues la actividad avícola y pecuaria importa aproximadamente cien mil toneladas de torta de soja al año. (PASCUAL, 2000). Actualmente se están formulando mezclas nutritivas de sachá inchi con maíz amarillo duro, arroz, plátano, yuca, harinas para fideos y leche y derivados lácteos para consumo humano (Valles 1995 citado por PASCUAL, 2000).

Cuadro 2 Composición química de la torta de sachá inchi

COMPONENTE	BASE HÚMEDA (%)	BASE SECA (%)
Humedad	0,70	0,0
Proteína total	58,72	59,13
Grasa cruda	6,88	6,93
Fibra cruda	17,18	17,30
Ceniza	8,66	8,72
Carbohidratos	7,86	7,92
Total	100,00	100,00

Fuente: PASCUAL (2000). Laboratorios de Análisis de Alimentos e Instrumentación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima y en el Laboratorio de Química del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP).

GARCÍA (1992) reporta la composición nutricional de la semilla de sachá inchi, torta cruda, extruida y atomizado proveniente de nueve localidades del departamento de San Martín, descrito en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis químico proximal de la torta de sachá inchi, en base seca

Componentes (%)	Torta de Sachá inchi <sup>a</sup>			
	Crudo		Extrusado	Atomizado
	2	3	1	3
Humedad	12,5	3,8	3,5	10,2
Proteína	44,3	47,8	46,7	46,7
Grasa	16,0	39,0	29,8	29,8
Ceniza	4,9	3,8	4,0	4,0
Fibra	7,3	4,6	2,8	2,8
Carbohidratos	15,0	-	16,0	-

Fuente: GARCÍA (1992)

PASCUAL (2000) concluye que durante la extracción por solvente en la torta se obtuvo un rendimiento de 21.2% de aceite y un alto porcentaje de proteína (58.7197%) con un contenido de humedad de 0.695%.de la torta de sachá inchi.

#### 2.4.2. Inactivación de los factores antinutricionales.

Muchos de los factores antinutritivos son termolábiles con lo que deben someterse a un proceso térmico para su destrucción. Asimismo, el calentamiento mejora la digestibilidad de los aminoácidos y la productividad. Sin embargo, un calentamiento excesivo o sobrecalentamiento destruye los aminoácidos y disminuyendo su digestibilidad (DUDLEY, 2003).

Las leguminosas generalmente son sometidas a diferentes tratamientos térmicos para mejorar la palatabilidad, la textura, el olor, características nutrimentales para ser consumidas por la población. En consecuencia, siendo estos los responsables de los cambios de conformación estructural del almidón afectando sensiblemente la formación del almidón resistente (GALLEGOS *et al.* 2007).

Un mismo tipo de tratamiento térmico puede tener efectos diferentes en el contenido de fibra dietética de los alimentos y señalaron que la cocción promueve el rompimiento de sus componentes (celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina, gomas), además de propiciar la interacción y enlace de estas sustancias con proteínas y lípidos, así como la generación de cambios cualitativos y/o cuantitativos sustanciales que varían la composición total de la fibra dietética al comparar el alimento crudo con el cocido (Carnovale y Lintas 1995 citado por ALFONZO, 2000).

El Tratamiento térmico (tostado o extrusión) tiene beneficio por mejorar la estabilidad de la grasa, reduciendo riesgo de enranciamiento, así como por reducir la solubilidad de la proteína. El contenido de proteína de la harina integral de soya es inferior (37 – 39%) al de la torta de soya (45 - 48%) pero superior al de la pasta de algodón producida en el país (23 - 35%). Adicionalmente, el procesamiento con calor provee ventajas sobre la utilización de la proteína al incrementar el nivel de proteína no degradable en rumen (RUP). Así, el grano crudo de soya tiene un RUP de 20 – 25% mientras que la harina integral de soya procesada con calor puede llegar a obtener valores tan altos como 45 – 55 % de RUP. Además, la inactivación de factores inhibidores de tripsina del RUP mejora su digestibilidad a nivel intestinal (GARCÍA y GÓMEZ, 2007).

El tratamiento térmico mejora el valor nutritivo de las proteínas vegetales. La efectividad de los tratamientos depende de factores que se relacionan con la temperatura, el tiempo, el tamaño de la partícula del alimento, humedad inicial y la cantidad de agua añadida durante el proceso de calentamiento (Van der Poel 1989, citado por BRENES, 1993).

#### 2.4.3. Proceso de extrusión de las harinas

VALLS (1993) y Balconi (1997); Davis y Hienikc, (1997) citado por REBOLLAR (2002) afirma, la extrusión de productos con elevado contenido proteico se realiza para controlar los inhibidores del crecimiento que están

contenido en las materias primas, durante el proceso de extrusión, estos inhibidores son suficientemente inactivados para evitar bloquear la actividad enzimática en el intestino. La extrusión produce el desenredamiento de las cadenas proteicas vegetales ya que las moléculas se alinean a largo de la matriz, facilitando la disposición de los nutrientes en el intestino haciendo que sean más disponibles para el ataque enzimático por tanto aumenta la digestibilidad de proteína y energía.

RODRÍGUEZ *et al.*, (2004) menciona que el proceso de extrusión es el único capaz de cocinar, expandir, esterilizar, deshidratar parcialmente, estabilizar y texturizar los granos en general y las oleaginosas en particular. (OSVALDO, 2005), el alimento extruido se encuentra pasteurizado, a diferencia del alimento peletizado que lleva en sí, la carga bacteriana proveniente de las materias primas como salmonellas, *E. coli*, listeria, etc.

SUAREZ (1997) dice que la soya desactivada mediante el extrusado ofrece una mejor digestibilidad de las proteínas, con relación a los procesos comunes de desactivación este mayor aprovechamiento puede ir desde un 5% a 10% dependiendo del equipo que se utilice

La extrusión de las mezclas de alimentos puede definirse como el proceso por medio del cual los ingredientes, previamente humedecidos, son sometidos a cocción por aplicación de alta temperatura de 93 o 127 °C (BARROWS *et al.*, 2007). Mientras que (Harper, 1981; Cheftel, 1986; Botting,

1991; NRC, 1981; citados por POKNIAK, 1999) menciona que la temperatura puede llegar hasta 250 °C, por un breve período de tiempo (1 a 1.5 minutos) o bien, bajo la acción de intensa fricción y contacto de la mezcla con camisas térmicas. Además, las mezclas están sometidas a elevada presión para luego sufrir una repentina descompresión, lo que permite la expansión del vapor de agua, originándose un pelet liviano y expandido.

MATEOS y SALADO (1999) manifiesta, el tratamiento térmico puede seguir varios procedimientos: Extrusión húmeda y seca, hidrotérmico, micronizado, tostado, expandido, etc. Se acepta que la extrusión húmeda y seca son los mejores tratamientos, a condición de que las variables temperatura, humedad y tiempo sean adecuadamente aplicables, ya que tanto la insuficiencia como el exceso en el tratamiento tienen efectos negativos en la calidad nutritiva del grano

NICOVITA (2003) describe los principales efectos y ventajas que se puede obtener de un producto extruido son:

- La desactivación de factores antinutricionales, permite la destrucción del 90% de los factores antitripsicos, ureasa, y las proteaginosas, además inactiva los sistemas enzimáticos responsables de la liberación de lipasas y lipoxidasas presentes en los granos de oleaginosas previniendo el enranciamiento y la oxidación del aceite que contienen.

- La destrucción de las paredes celulares facilita la disposición de los nutrientes en el intestino haciendo que sean más disponibles para el ataque enzimático por tanto aumenta la digestibilidad de proteína y energía.
- Esterilización de los productos, la elevada presión y temperatura permiten destruir los microorganismos.

#### 2.4.4. Proceso de peletizado de las harinas.

Comenzando por el peletizado, diremos que, en términos simples, consiste en procesar materias primas finamente divididas, algunas veces en polvo, impalpables y difíciles de manejar transformándolas en partículas más grandes y de naturaleza estable gracias a la aplicación de calor, humedad y presión mecánica (OSVALDO, 2005).

QUIGLEY (1998) menciona que los alimentos peletizados son bastante apetitosos. Por ende, algunas investigaciones han indicado que los terneros encuentran los alimentos peletizados más apetitosos, debido a la forma física (polvo fino) de las harinas, los terneros no encuentran este tipo de alimentos atractivos.

Las condiciones de temperaturas que deben lograrse en el acondicionamiento, están comprendidas entre 65-85°C (ISMAIL y GIULIANI, 2008). La temperatura que alcanza el producto es de 82 a 88°C, con 15.5-17% de humedad durante 30 a 45 segundos, al utilizar calor se logra la

gelatinización de los almidones, la plastificación de las proteínas y además disminuye el número de agentes patógenos que pudieran estar contaminado el producto, mientras que con la humedad hay una mayor lubricación, ablandamiento, gelatinización de los almidones y la plastificación de las proteínas. Entonces, una vez que el alimento ha sido acondicionado con humedad y temperatura es forzado a pasar mediante un rodillo por un dado de diámetro específico, después del cual sale el alimento en forma de "churro", para ser cortado al tamaño adecuado. Finalmente, el pellet debe ser secado para evitar que la humedad afecte al producto final (SIGIFREDO, CORONA, ANGELES, 2002).

## 2.5. Digestibilidad y energía metabolizable de insumos tradicionales.

Cuadro 4: Determinación de la digestibilidad del afrechillo, heno de alfalfa, maíz y harina pescado

	Proteína	Grasa	Fibra	ELN	NDT
	%	%	%	%	%
Afrechillo	78,13	33,24	60,11	92,84	57,46
Heno de alfalfa	58,98	23,36	40,71	78,89	56,77
Maíz	91,08	37,22	79,06	92,89	71,38
Harina de pescado	100	41,02	57,15	100	76,16

Fuente: NINANYA (1991)

JAPAN (2000) realizó un trabajo de investigación con el objeto de determinar la energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno del afrecho de trigo, harina de pescado, torta de soya y maíz en cuyes, en donde los resultados obtenidos fueron 1217.26 Kcal/k , 3009.33 Kcal/k, 2761.01 Kcal/k, 3227.27 Kcal/k respectivamente.

Cuadro 5: Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes.

Insumo	Energía digestible (Kcal/k MS)
Subproducto de trigo	3219
Cebada en grano	3721
Pasta de algodón	1636
Torta de soya	3585
Chala de maíz	2382
Heno de alfalfa	2480

Fuente: Correa *et al.*, 1994.citado por CHAUCA, 1997.

La harina de pescado que se dispone en el mercado tiene una composición bastante constante, en la harina bien fabricada contiene una digestibilidad de 93 a 95%, sin embargo las harinas comerciales que pasan por un sobre calentamiento alcanza una digestibilidad de 60% de proteína la calidad de la proteína esta dada principalmente al proceso de fabricación especialmente es lo que se refiere al grado y el tiempo de tratamiento térmico. (Mc DONAL, 1995).

ROSTAGNO *et al*, (2005) reporta los valores nutricionales y energéticos de tres principales insumos utilizados en la formulación de raciones para pollos parrilleros, se describe en el Cuadro 6.

Cuadro 6 Valores nutricionales y energéticos evaluados en pollos parrilleros.

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	CDPB (%)	PBD (%)	EB (Kcal/K)	CDEB (%)	EM (Kcal/K)
T. soya(45)	88,59	45,3	91,9	41,7	4079	55.31	2256
T. soya( 48)	88,21	47,9	92,1	44,1	4302	60.20	2590
H. pescado (54)	92,26	54,4	86,6	47,0	4114	63.90	2627
H. pescado (65)	91,63	61,1	87,5	53,5	4199	66.16	2778
Maíz	87,11	8,3	87,0	7,2	3925	86.14	3381

Fuente: ROSTAGNO *et al*. (2005).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar y fecha de la investigación**

El presente trabajo de investigación se realizó en la instalación experimental de cuyes para procesos metabólicos de la Facultad de Zootecnia y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, geográficamente ubicada a 09° 17' 58" de latitud sur y 76° 01' 07" de longitud oeste con una altitud de 660 m.s.n.m. La topografía de la ciudad es ligeramente accidentada, ecológicamente considerada como bosque premontano tropical muy húmedo, la temperatura promedio anual es de 24.85°C, humedad relativa promedio de 84.09% y una precipitación pluvial media de 3.194 mm distribuidos durante todo el año (UNAS, 2005).

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 3 meses; enero, febrero y marzo del 2009.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación es del tipo experimental.

### 3.3. Animales

En el ensayo se usó 15 cuyes machos con peso promedio de 700 g. de 3 meses de edad de las línea mejorada (Perú), procedentes del módulo experimental de la localidad de Aucayacu los cuales recibieron similares condiciones de manejo y alimentación durante los primeros 15 días; los cuyes fueron identificados y desparasitados antes de comenzar la etapa experimental.

### 3.4. Instalaciones

El trabajo se realizó en el galpón de tesis que cuenta con un área aproximada de 150 m<sup>2</sup>, con vigas y postes de madera, techo de calamina a dos aguas superpuestas con claraboya, paredes de malla metálica cubiertas de cortina de costal. Dentro del galpón se colocaron jaulas metabólicas para el experimento, cada jaula contó con comedero, bebedero y alojamiento a un cuy como unidad experimental; además, el ambiente contó con materiales de medición como balanza digital de plataforma modelo Scoutpro SP6000 con peso máximo 6000g, de aproximación a 1g para el registro de los pesos.

### 3.5. Alimento

Se suministro en promedio de 40.61 gr por animal por día, en forma de pellet y extruido (para un mejor aprovechamiento de la dieta). El

suministro del alimento y agua, se realizó dos veces por día a las 6:00 am y 6:00 pm

La ración base fué un alimento comercial (cuyina R) que muestra la siguiente composición nutricional.

**Cuadro 7. Composición nutricional del alimento balanceado comercial para cuyes (cuyina R)**

Nutriente	%
Proteína Total	18,00
Carbohidratos	40,00
Grasa	2,00
Fibra	18,00
Humedad	14,00
Calcio	0,80
Fosforo	0,50
Ceniza	10,00

Fuente: Alimento balanceado Purina

Los animales fueron distribuidos en tres grupos de 5 cada uno, a los que se les suministró las siguientes dietas.

- Dieta 1: Ración base 60% y 40% (TSIP) Torta de sachá inchi precocido (95 °C/5 min) extruido (95-100°C) –TSIPE
- Dieta 2: Ración base 60% y 40% (TSIP) torta sachá inchi precocido (95 °C/5 min) peletizado (80-83 °C) – TSIPP
- Dieta 3: Ración base 100%.

EL contenido nutritivo de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) y de las dietas experimentales, hallados en el trabajo de investigación se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8 Contenido nutritivo de las dietas experimentales. (TSIPP+ cuyina y TSIPE+ cuyina)

DIETAS EXPERIMENTALES	M.S %	PC %	FB %	EE %	EB Kcal/K
T.S.I.P.P	91,75	36,31	11,89	5,31	43.85,77
T.S.I.P.E	89,79	35,29	12,20	4,65	4280,08

### 3.6. Metodología de estudio.

#### 3.6.1. Procesamiento de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* Linneo) para la inhibición de los factores antinutricionales.

##### **Precocido.**

Para el procesamiento de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* Linneo) se sometió a precocido en 95°C de temperatura por 5 minutos de exposición de la torta, la temperatura del agua fue medido con un termostato. Terminado el proceso térmico se procedió a realizar un secado a estufa a 60°C por 24 h.

##### **Peletizado.**

El peletizado de la ración prueba se realizó a una temperatura de 80-83 °C en la planta procesadora de alimentos balanceados de la Facultad de zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, contando con una maquina industrial de marca Vulcano, que produce 200 k por hora en extruido y peletizado, teniendo como característica el extruir en seco y alcanzando como temperatura máxima 105°C

## **Extruido.**

La extrusión se realizó a temperatura de 95-100°C, en la planta procesadora de alimentos balanceados de la Facultad de zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, contando con una maquina industrial de marca Vulcano, que produce 200 k por hora en extruido y peletizado, teniendo como característica el extruir en seco y alcanzando como temperatura máxima 105°C

### 3.6.2. Prueba biológica:

#### **Fase de colección.**

En la fase de colección se tomó las siguientes mediciones.

Peso inicial y peso final, de los animales y consumo de alimento.

El alimento se suministró dos veces por día previo pesado en función a su peso metabólico de cada cuy, y registrando cada 24 horas. Se pesaba el alimento ofrecido, alimento sobrante, desperdicios y alimento consumido.

### 3.6.2.1 Colección de excretas (heces y orina).

La colección de las heces fue diaria en platos extendidos dentro de una bolsa de plástico que aseguraban la colección de las mismas y fueron colocados debajo de la jaula. Se pesaba las heces totales frescas para luego ser secados a 60°C por 48 horas en una estufa de aire circulante

La recolección de la orina fue diaria en vasos que contenían 20ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 0.01%N, adherido con tapa de malla para evitar el ingreso de material extraño y la contaminación con las heces, se pesó en fresco para ser trasladados de forma inmediata al laboratorio de nutrición donde se filtró y se tomó la medición de volumen de los cuales se extraía 10 ml para ser vaciado sobre una placa petri que contenía papel filtro y, secado, en la estufa a 60°C/ 48 horas (adaptado de SANZ *et al.*2001).

## 3.7 Análisis de laboratorio.

### 3.7.1) Composición química:

Se tomaron muestras de la ración base y prueba, insumos en estudio y heces, a los cuales se determinó la materia seca, proteína bruta y energía bruta, siguiendo la metodología descrita por (AOAC, 1997)

### 3.7.2) Determinación de la energía bruta:

La energía bruta se determinó utilizando la teoría calorimétrica y los métodos estándares mencionados en las referencias sugeridas en la publicación sobre bomba calorimétrica adiabáticos de oxígeno, parr 1241 de la ANSI/ASTM Y NSB (MANUAL PARR ,1981).

### 3.8) Calculo de los nutrientes digestibles y energía metabolizable de la torta de sachá inchi.

**Método para el cálculo de los nutrientes digestibles y Energía metabolizable aparente.**

El método que se empleó para las pruebas de digestibilidad y metabolibilidad en cuyes fue el sustitución y colección total (CRAMPTON y HARRIS, 1974).

✓ Determinación del coeficiente de digestibilidad.

$$CD_{NUTRIENTE} = \frac{N_{CONS} - N_{EXCR}}{N_{CONS}}$$

Donde:

$N_{CONS}$  = Nutriente consumido.

$N_{EXCR}$  = Nutriente excretado en las heces.

- ✓ Determinación del coeficiente digestible del nutriente de la torta de sachá inchi precocida:

$$CD_{TSIP} = \frac{CD_{RB} + (CD_{RP} - CD_{RB})}{\% \text{ de sustitución}}$$

Donde:

$CD_{TSIP}$  = Coeficiente de digestibilidad de la torta de sachá inchi precocido.

$CD_{RB}$  = Coeficiente digestible de la ración base

$CD_{RP}$  = Coeficiente digestible de la ración prueba

% de sustitución

- ✓ Determinación de los nutriente digestible (ND) para la torta de sachá inchi precocido.

$$ND = \frac{N_{TOTAL} * CD_{SII}}{100}$$

Donde:

$ND$  = Nutriente digestible

$NT$  = Nutriente total

$CD_{TSIP}$  = Coeficiente digestible de la torta de sachá inchi precocido.

### **Calculo de la energía metabolizable aparente (EMa.)**

- ✓ Determinación del coeficiente de metabolización en las dietas.

$$CM_{Dietas} = \frac{EB_{CONS} - [EB_{HECES} + EB_{ORINA}]}{EB_{CONS}}$$

Donde:

$CM_{Dietas}$  = Coeficiente metabolizable de las dietas.

$EB_{CONS}$  = Energía bruta consumida (Kcal/k).

$EB_{HECES}$  = Energía bruta excretada en las heces (Kcal/k).

$EB_{ORINA}$  = Energía bruta excretada en la orina (Kcal/k).

- ✓ Determinación del Coeficiente metabolizable de la torta de Sacha inchi precocido:

$$CM_{TSIP} = \frac{CMRB + (CMRP - CMRB)}{\% \text{ de sustitución}}$$

Donde:

$CM_{SI}$  = Coeficiente metabolizable de la torta de Sacha inchi precocido:

$CMRB$  = Coeficiente metabolizable de la ración base

$CMRP$  = Coeficientes metabolizable de la ración prueba

% de sustitución.

- ✓ Determinación de la energía metabolizable (EM) de la torta de Sacha inchi precocido:

$$EM_{Kcal / Kg} = \frac{ET_{TSI} * CM_{TSI}}{100}$$

Donde:

$EM$  = Energía metabolizable.

$ET$  = Energía total de la torta de sachá inchi.

$CM_{TSI}$  = Coeficiente metabolizable de la torta de sachá inchi.

### 3.9) Variable independiente.

Torta de sachá inchi

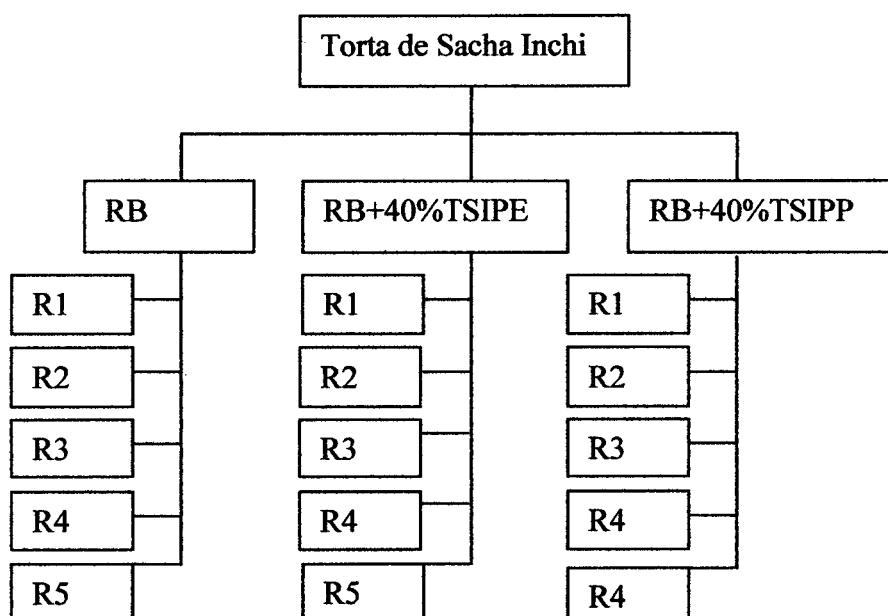
### 3.10) Tratamientos.

T1=cuyina

T2=torta de sachá inchi precocido extruido (TSIPE)

T3= torta de sachá inchi precocido peletizado (TSIPP)

### 3.11) Croquis del tratamiento.



### 3.12) Análisis estadístico.

Los resultados de digestibilidad fueron analizados mediante la prueba de media t student ( $P < 0.05$ ) para comparar si existe diferencia entre las medias de la torta de sachá inchi precocido peletizado con la torta de sachá inchi precocido extruido. (STEEL y TORRIE, 1985)

Formula de t student:

$$t = \frac{\bar{y} - \mu}{s_{\bar{y}}}$$

Donde:

$\bar{y}$  = Media de los tratamientos

$\mu$  = Media de la población

$s_{\bar{y}}$  = Desviación estándar de la media o error estándar

### 3.13) Variables dependientes.

- Nutrientes digestibles de la materia seca (MS) (%), proteína bruta (PB) (%), extracto Etéreo (EE) (%) y fibra bruta.
- Energía metabolizable aparente

## IV. RESULTADOS

### 4.1) Digestibilidad de los nutrientes de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido peletizado y precocido extruido

La digestibilidad de los nutrientes de la TSIPP Y TSIPE expresados en Cuadro 9, muestran que no existe diferencia estadística significativa entre ambos tratamientos, pero se observa que existe diferencia numérica con valores de MSD 78.92%, PD 53.27%, FD 7.56%, EED 6.01% para la TSIPP y valores de MSD 73.34 %, PD 54.58%, FD 7.47%, EED 5.70% para la TSIPE, obteniéndose valores superiores de la TSIPP en MS, FD, EE en comparación con la TSIPE que muestra superioridad en la PD.

Cuadro 9: Composición química, coeficientes digestibles y nutrientes digestibles

Composición química	Torta de sachá inchi precocido%	
	Precocido Peletizado%	Precocido Extruido%
MS	82,54 ± 6,45 <sup>a</sup>	76,71 ± 1,55 <sup>a</sup>
PB	81,17 ± 1,44 <sup>a</sup>	83,17 ± 3,83 <sup>a</sup>
FB	98,69 ± 1,29 <sup>a</sup>	97,52 ± 10,98 <sup>a</sup>
EE	65,87 ± 4,78 <sup>a</sup>	62,47 ± 5,44 <sup>a</sup>
<b>Nutrientes digestibles (ND)</b>		
MSD	78,92 ± 6,16 <sup>a</sup>	73,34 ± 1,49 <sup>a</sup>
PD	53,27 ± 0,95 <sup>a</sup>	54,58 ± 2,51 <sup>a</sup>
FD	7,56 ± 0,10 <sup>a</sup>	7,47 ± 0,84 <sup>a</sup>
EED	6,01 ± 0,44 <sup>a</sup>	5,70 ± 0,50 <sup>a</sup>

#### 4.1. Energía metabolizable aparente de la TSIPP Y TSIPE

La energía metabolizable aparente de la TSIPP Y TSIPE no muestran diferencia estadística significativa, pero se observan que existe diferencia numérica entre ambos tratamientos con valores de 4717.34 EDa kcal/k de la TSIPP, 4160.56 EDa kcal/k de la TSIPE, 4419.42 EMa kcal/k de la TSIPP y 4136.62 EMa kcal/k de la TSIPE

Cuadro 10 Energía bruta, metabolizables, energía digestible aparente, energía metabolizable aparente de la TSIPP Y TSIPE.

<b>Energía bruta</b>		<b>Torta de sachá inchi precocido</b>	
EB Kcal/K		4824.91	
<b>coeficiente digestible Kcal/K</b>	<b>Precocido peletizado</b>	<b>Precocido extruido</b>	
CDEB %	97,77 ± 5,03 <sup>a</sup>	86,23 ± 5,44 <sup>a</sup>	
CM %	91,60 ± 5,09 <sup>a</sup>	85,73 ± 3,16 <sup>a</sup>	
EDa kcal/k	4717,34 ± 242,66 <sup>a</sup>	4160,56 ± 262,46 <sup>a</sup>	
EMa kcal/k	4419,42 ± 245,62 <sup>a</sup>	4136,62 ± 152,49 <sup>a</sup>	

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Digestibilidad de los nutrientes de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido peletizado y precocido extruido.

El análisis químicos de la torta de sachá inchi precocido (TSIP) según el Cuadro 9, indican un 95,61% de MS; 65,63% de PB; 7,66% de FB y 9,12% de EE, estos valores son superiores en a los obtenidos por la torta de sachá inchi (TSI) tanto en proteína (47,8 %), como en fibra (7,3 %), valores mencionados por (GARCÍA, 1992), así también es superior a la proteína (59,13 %) y la grasa (6,93 %) de la TSI determinado por (PASCUAL, 2000), cabe mencionar que esos insumos fueron evaluados después del proceso de extracción del aceite.

Los resultados obtenidos probablemente es debido al proceso térmico que fue sometido la TSI , ya que este mejora el valor nutritivo de las proteínas vegetales al destruir los factores antinutricionales (FAN) presentes en la TSI coincidiendo con lo mencionado por, (Van der Poel 1989 citado por BRENES (1993) y DUDLEY (2003); es decir aquellos compuestos que impiden la utilización de los nutrientes como los taninos que tienden a ligar la lisina, así también formar complejos con algunas glicoproteínas de la saliva, mientras la

cocción en la fibra libera las celulosas, hemicelulosas y pectinas de la misma, haciendo que se enlacen con las proteínas y lípidos presentes variando su composición cuantitativamente coincidiendo con (FAO, 1993; D' MELLO, 1995; Carnovale y Lintas citado por ALFONZO, 2000 y MIRANDA *et al.*, 2007).

La digestibilidad de nutrientes según el Cuadro 9 indican que la torta de sachá inchi precocido (TSIP) no muestra diferencia ( $p > 0,05$ ) en sus dos presentaciones peletizado y extruido, sin embargo se determina que la TSIP peletizado es más homogéneo en sus coeficientes digestibles (CD) y nutrientes digestibles (ND). Así mismo, ZAMORA (2003) indica el proceso de extrusión mejora la digestibilidad en las harinas, es evidente que para el caso de sub productos como la TSIP no las optimiza tanto.

El coeficiente digestible de proteína bruta (CDPB) determinado en la TSIP peletizado y extruido alcanzo 81,17% y 83,17% mientras en nutrientes digestibles (ND) se determinó 53,27% y 54,58% de (PBD) respectivamente, estos valores son inferiores a los insumos tradicionales como la harina de pescado bien fabricada que tiene 93 – 95% de CDPB. De igual manera, la torta de soya que alcanza 91,9% y 92,1% de CDPB valores determinados por (Mc DONAL, 1995) así también ROSTAGNO *et al.*, (2005) determinó que la harina de pescado y la torta de soya alcanza valores de 53,5% de (PBD) Y 44.1% de (PBD) respectivamente, cabe recalcar que se desconoce la calidad de fabricación de estos últimos insumos

Lo mencionado anteriormente del Cuadro 9 es probable que puede deberse a que la proteína animal es más soluble debido a la configuración globular que esta posee, mientras la proteína vegetal presenta una configuración fibrosa debido a su pared celular (hemicelulosas, celulosas y peptinas), para ambos el calor ligero modifica su estructura terciaria coincidiendo con lo mencionado por (VALLS, 1993); cabe mencionar que la efectividad de los tratamientos depende de factores que se relacionan con la temperatura, el tiempo y el tamaño de la partícula del alimento (Van der Poel 1989, citado por BRENES, 1993).

los resultados descritos en el Cuadro 9 indican que los coeficientes digestibles (CD) y nutrientes digestibles (ND), de la fibra son más estables en la TSIPP, esto se puede deber a que al romperse sus componentes (celulosas, hemicelulosas, pectinas y gomas) estas quedan dispersas para enlazarse con las proteínas y lípidos, las cuales se encuentran suavizadas por efecto del calor transformándose en partículas mas grandes y estable al compactarse debido al proceso que ejerce el peletizado sobre ellas coincidiendo con (Carnovale y Lintas 1995 citado por ALFONZO, 2000 y OSVALDO, 2005).

De igual manera en el Cuadro 9 no se observa diferencia significativa en la TSIPP Y TSIPE, reportando 65,87% y 62,47% de CDEE respectivamente, de ello en nutrientes digestibles (ND) representa en la TSIPP Y TSIPE, el 7,56% y 7,47 de EED de este modo, es evidente que el tratamiento térmico mejora la digestibilidad haciendo que varié su composición, sobre todo

mejorando la estabilidad de la grasa al desactivarse los FAN presentes en los granos de oleaginosas, coincidiendo con (Carnovale y Lintos citado por (ALFONZO, 2000; GARCIA Y GOMEZ, 2007).

Igualmente se observa en el Cuadro 9, que no existe diferencia ( $p>0,05$ ) entre los coeficientes digestibles, sin embargo el hecho de someter los insumos a altas temperaturas (93 o 127°C) da la seguridad que el alimento se encuentra libre de bacterias, a diferencia del alimento peletizado que lleva en sí la carga bacteriana coincidiendo con lo mencionado por; (OSVALDO, 2005 y BARROWS et al., 2007).

## 5.2. Energía metabolizable aparente de la TSIPP Y TSIPE.

El resultado del análisis químico (Cuadro 10) para la TSIP alcanza en energía bruta (EB) 4824,91 Kcal/K, siendo superior a la torta de soya (4302 Kcal/K de EB), así también a la harina de pescado (4199 Kcal/K de EB) estos valores fueron determinados por (ROSTAGNO *et al.*, 2005); se asume que dicha superioridad se debe a que la semilla del sachu inchi contiene un 54% de grasas, además considérese que el aporte de energía de un individuo depende de la mayor parte al contenido de grasas que tiene, las cuales se ven favorecidas al inactivarse las lipasas y lipoxidasas presentes en el grano de las oleaginosas coincidiendo con (Hazen y Stoewesand, 1980 citados por MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2002 y NICOVITA, 2003).

El análisis de metabolicidad (Cuadro 10), no reportaron diferencia ( $p>0,05$ ) entre ambos tratamientos, sin embargo la TSIPP es mas homogéneo comparando, con la TSIPE; Así mismo (ZAMORA, 2003) indico que el proceso de extrusión mejora la digestibilidad de las harinas.

Los resultado del cuadro 10 reportaron para la TSIPP y TSIPE valores de 97,77% y 86,23% de CDEB respectivamente, de ello la EDa representa en TSIPP y TSIPE valores de 4717.34 y 4160,56 Kcal/k de (EDa) respectivamente, de igual forma ambos son superiores a la Torta de soya con valores de 60,20% (CDEB) y 3585 Kcal/k de (ED). Así mismo, a la harina de pescado de 66 % (CDEB) y 3090 Kcal/k de (ED) de los valores reportados por (ROSTAGNO *et al.*, 2005.; MC DONAL 1995; CHAUCA 1997).

Del mismo modo los resultados del Cuadro 10 reportaron que el coeficiente metabolizable (CM) de la EB en la TSIPP y TSIPE alcanzo 91,60 % y 85.73% de (CM) respectivamente. Consecuentemente la EMa en la TSIPP y TSIPE representa 4419,12 y 4136,62 Kcal/k respectivamente. De igual forma ambos son superiores a los insumos tradicionales como la harina de pescado con valores de 2450 Kcal/k de EMa, así también a la Torta de soya con valores de 3490 Kcal/k de EMa, cabe mencionar que estos insumos han sido elaborados en ópticas condiciones coincidiendo con lo que indica (SHIMADA, 2003).

La energía metabolizables de la TSIPP y la TSIP E alcanzan valores de 4419.42 y 4136.62 Kcal/k respectivamente, siendo superiores a los valores reportados en un estudio realizado con la misma especie animal donde la torta de soya y harina de pescado comerciales tiene valores de 2761.01 kcal/k y 3009.33 Kcal/k respectivamente mencionado por (JAPAN, 2000), considerando que los insumos son del tipo comercial y están dañados por el calor (Mc DONAL, 1995).

Lo mencionado anteriormente es debido a que el tratamiento térmico mejoró la estabilidad de las grasa, sin embargo reduce en mínima proporción la solubilidad de la proteínas coincidiendo con (GARCÍA Y GOMEZ, 2007 Y NICOVITA, 2003)

## VI. CONCLUSIÓN

Las digestibilidad de nutrientes de la torta de sachá inchi precocido peletizado (TSIPP) y de la torta de sachá inchi precocido extruido (TSIPE) presentan valores de MSD 78.92 %, PD 53.27 %, FD 7.56 %, EED 6.01 %, y valores de MS 73.34 %, PD 54.58 %, FD 7.47 %, EED 5.70 %, respectivamente, existiendo valores numéricos diferentes entre ambos, obteniéndose valores mayores en MSD, FD, ED de la TSIPP y un alto valor de PD de la TSIPE.

El coeficiente digestible, metabolizable, energía digestible aparente y energía metabolizable aparente para la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido peletizado y extruido son para CDEB 97.77 y 86.23 kcal/kg, CM 91.60 y 85.73 kcal/k, ED 4717.34 y 4160.56 kcal/k, EM 4419.42 y 4136.62 kcal/k respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

La torta de sachá inchi precocido peletizado y extruido pueden ser utilizados en la formulación de raciones para cuyes en la etapa de engorde debido a su alto contenido nutricional; coeficientes digestibles y metabolizables; nutrientes digestibles y metabolizables.

Realizar pruebas de campo para determinar el nivel óptimo de inclusión y su viabilidad económica de la torta de sachá inchi precocido en cuyes de diferentes razas y edades.

## VIII. ABSTRACT

### **NUTRIENT DIGESTIBILITY AND METABOLIZABLE ENERGY SACHA CAKE INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS L.*), PRECOOKED PELLETIZING AND EARLY EXTRUDED IN GUINEA PIGS (*CAVIA PORCELLUS*)**

The present research work was carried out at the guinea pig barn of the Animal Science Faculty of the Forest Matinal Agrarian University, Tingo Maria, Huanuco-Peru, with the objective to evaluate nutrients digestibility and metabolic energy of sacha inchi (*Plukenetia volúbilis L.*) cake, pre-cooked as extruded pellet. Fifteen male guinea pigs three months old, 700g body weight were used, animals were distributed in three groups and the following diets were given: 60% based ration + 40% sacha inchi pre-cooked extruded cake, 60% based ration + 40% sacha inchi pre-cooked as pellet and 100% based ration. Pellet process of sacha inchi cake was done at 80-83° C and extruded at 95-100° C. Substitution total collection feces method were used to digestibility and metabolic tests. Digestibility coefficient of SIPPIC were: DM 82.54%, CP 81.17%, CF 98.69%, EE 65.87%; to SIPEC were: DM 76.71%, CP 83.17%, CF 97.52% and EE 62.47%. Digestible nutrients to SIPPIC were to DM 78.92%, CPD 53.27%, CFD 7.56% and EED 6.01%; to SIPEC were DM 73.34%, CPD 54.58%, CFD 7.47% and EED 5.70%. Coefficient digestibility showed to CE

97.77 and 86.23% kcal/k: metabolic coefficient 91.60 and 85.73 kcal/k, digestible energy 4717.34 and 4160.56 kcal/k and metabolic energy 4419.42 and 4136.62 kcal/k to SIPPC and SIPEC respectively. Obtained results may be were influenced by the thermic process of the sacha inchi cake, because this process improve the nutritive value of vegetables when it destroy anti nutritional factors (ANF) of the sacha inchi cake, binging evidence to use in formulate guinea pig rations in the fatty phase due to high nutritional, digestible nutrients and metabolic energy content.

**Key words:** Sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) cake, guinea pig, digestible coefficient, distible nutrients, metabolic energy and pre- cooked and pellet .

## IX. BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO G., AGUILERA R., ALCAYAGA T., ALFARO C. 2009. Secuencia Lógica de Evaluaciones para Determinar el Valor Nutritivo de un Alimento Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Universidad de Chile [En línea]: u-cursos ([https://www.u-cursos.cl/veterinaria/2009/1/PG062/1/material\\_docente/objeto/1553](https://www.u-cursos.cl/veterinaria/2009/1/PG062/1/material_docente/objeto/1553). Documento, 16 Abr. 2009).

ALFONZO G., 2000 Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. ALAN, set. 2000, vol.50, no.3, p.281-285. ISSN 0004-0622 [En línea]: scielo ([http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-222000000300011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-222000000300011&script=sci_arttext), Documento, 16 Abr. 2009)

AOAC. 1997. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington.

BARROWS, F., DAVID A., RONALD W. 2007. de las condiciones de extrusión en el valor nutricional de harina de soya para la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) rev Aquaculture Volume 265, Issues 1-4, [En línea]; aquaculture (<http://www.sciencedirect.com>, journal 04 may 2009)

BRENES, J. 1993 Tratamiento tecnológico de los granos de leguminosas influencia sobre su valor nutritivo, IX Curso de Especialización FEDNA. 8 y 9 de Noviembre, Barcelona España.

CAMPOS, B.2006. Diagnóstico del Programa Regional de Biocomercio en la Amazonía. PROMPEX Lima. [En línea]; BIOTRADE ([http://www.biotrade.org/Regional/Amazon/Consultants%20Area/Assessment%20Studies/Peru/Final%20Assessment%20Peru\\_170706.pdf](http://www.biotrade.org/Regional/Amazon/Consultants%20Area/Assessment%20Studies/Peru/Final%20Assessment%20Peru_170706.pdf), Documento, 8 Dic. 2008)

CHAUCA, L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). FAO Roma. 78 p. [En línea]; FAO (<http://www.fao.org.vol138>, Documento 15 de Ene del 2009).

DUDLEY, W. 2003. Calidad de la Harina de Soja. American Soybean Association.. [En línea]: Asaimeurope ([http://www.asaim-europe.org/pdf/sbm\\_qual\\_s.pdf](http://www.asaim-europe.org/pdf/sbm_qual_s.pdf) Documento, 16 Abr. 2009).

FRANCESCH, M. 2000. Sistemas para la valoración energética de los alimentos en aves. XVI Reunión ALPA, en Montevideo- Uruguay pp: 35-42.

GARCIA, H. 1992. Sacha inchi (*Plukenetia volúbilis*): una alternativa para mejorar la nutrición animal y humana. Asociación benéfica PRISMA. Departamento de San Martín, Perú.

GARCÍA M Y GÓMEZ C. 2007 Harina integral de soya en la alimentación de ganado lechero. Facultad de Zootecnia UNA la Molina. , [En línea]; ENGORMIX ([http://www.engormix.com/harina\\_integral\\_soya\\_alimentacion\\_s\\_articulos\\_1789\\_GDL.htm](http://www.engormix.com/harina_integral_soya_alimentacion_s_articulos_1789_GDL.htm).Art. 18 may. 2009)

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA. (INIEA, 2007). Estación Experimental "El Porvenir" (INIA), [En línea]; INCAGRO, (<http://www.incagro.gob.pe/proyectos>, Documento 28 de Nom. del 2008).

ISMAIL, O., GIULIANI, S. 2008. Entender el proceso de peletizado para lograr mejores resultados, [En línea]; Wattpoultry, (<http://www.wattpoultry.com/IndustriaAvicola/Article.aspx?id=24026>, artículo, 04 may 2009)

JAPAN, B., 2000. Determinación de energía metabolizable de insumos tradicionales en cuyes (cavia cabayo) en Tingo María. Tesis para optar el título De Ing. Zoot. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María Perú. 43p

MATTERSON, L., POTTER, L., STUTZ, M., SINGER, E., 1996. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. University Connecticut, Research. Report. 7: 3 -11.

MATEOS, G. y SALADO, S. 1999. Recent developments in the use of fullfat soybeans in diets for poultry. American Soybean Association-Europe. Bruselas. [En línea]: WPSA- AECA, ( <http://www.wpsa-aeca.com>, articulo, 9 de May. 2009

MC DONALD P., EDWARDS. A., GREENHALGH. D., MORGAN, A. 1995. Nutrición Animal. 5ta edición. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 553P.

NINANYA, C. 1991. Coeficiente de digestibilidad del heno de alfalfa, afrechillo, maiz y harina de pescado, en cuyes. UNDA, Pasco. [En línea]; INIA (<http://www.inia.gob.pe/documentos/IF-Cuy.pdf>, Journal, 18 may. 2009)

NICOVITA. 2003. Alimentos y Nutrición. Acuicultura. Nicovita. Artículo técnico. [En línea]: (<http://www.nicovita.com.pe/paginas> 12 de agosto 2008)

OSVALDO, M. 2005. Alimentos de Camarones: Extruido vs Peletizado [En línea]: Panorama acuícola (<http://www.panoramaacuicola.com/ediciones/PAM%2010-3/10-13.pdf>, artículo, 04 may 2009)

PARR INSTRUMENT COMPANY 1981. manual intructions for the 1241 adiabatic oxygen bom calorimeter, n°160 impreso en U.S.A.

PASCUAL, CH., MEJÍA, L. 2000. Extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Anales Científicos UNALM , [En línea]; TUMI ([http://tumi.lamolina.edu.pe/resumen/anales/enero\\_marzo\\_2000.pdf](http://tumi.lamolina.edu.pe/resumen/anales/enero_marzo_2000.pdf), Documento, 14 Ene. 2009).

POKNIAK, J., CORNEJO, S., GALLEGUILLOS, C., LARRAÍN, C., BATTAGLIA, J. 1999. Efectos de la extrusión o peletización de la dieta de engorda sobre la respuesta productiva de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) tamaño plato. Arch. med. Vet. v.31 n.1 [En línea]: Scielo ([http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X1999000100017&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X1999000100017&lng=pt&nrm=iso&tlng=es), journal 04 may 2009)

QUIGLEY J. 1998 Palatabilidad de los Iniciadores para Terneros [En línea]: CALFNOTES (<http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN047e.pdf> Documento, 16 Abr. 2009).

RODRÍGUEZ, J., NICOLÁS, J., RODARI, A., CANEPARE, C., PUNTIERI, A  
2004. Desarrollo de un proceso de extrusión-prensado para el  
procesamiento de oleaginosas, [En línea]; INTI  
(<http://www.inti.gov.ar/hilo/h22/h22-4.php#>, Documento 26 Ene. 2009).

REBOLLAR S. 2002 Evaluación de indicadores productivos en pollos de  
engorda al incluir maíz y pasta de soya extrudidos y malta de cebada  
[En línea]; DIGESET ([http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Maria  
Esmeralda\\_Rebollar\\_Serrano.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maria_Esmeralda_Rebollar_Serrano.pdf) Documento 26 de Ene del 2009).

REVOLLO, 2003. Material de difusión sobre nutrición y alimentación del cuy  
(*Cavia aperea porcellus*) para estudiantes de pregrado y productores,  
[En línea]; UMSS ([http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/37b  
pdf](http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/37b.pdf), 1 Documento 5 de Ene del 2009).

ROSTAGNO, H., ALBINO, L., DONZELE, J., GOMES, P., OLIVERA, R.,  
LOPEZ, D., BARRETO, S., 2005. Tablas brasileñas para aves y cerdos,  
composición de alimentos y requerimientos nutricionales. Universidad  
federal de Viçosa – Departamento de zootecnia. Viçosa, Brasil. p. 186.

SANZ, P., SURRA M., OBIOLS I., SEGUÍ, P. 2001 Relación entre el nivel de grasa e ingestión y la excreción urinaria de nitrógeno y energía en gazapos en crecimiento y cebo. Vol. 16(2) [En línea]: INIA ([http://www.inia.es/gcontrec/pub/sanz\\_1161095888234.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/sanz_1161095888234.pdf), Documento, 8 oct. 2008)

SIGIFREDO, A., CORONA L., ANGELES S. 2002. Procesos de elaboración de alimentos balanceados. [En línea]: USUARIOS (<http://usuarios.lycos.es/larces/index.htm>, Documento, 10 may. 2009)

SHIMADA, M., 2003. Nutrición Animal. 1ra edición. Edt. Trillas. Mexico. 371p.

SUAREZ, A. 1997, Aves, INTA-EEA [En línea]: (<http://www.rosario.com.ar/agronoticias>, 23 Abril. 2009).

UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA. 2005. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.

VALLS, A. 1993. El proceso de la extrusión sobre la utilización de nutrientes 8 y, Barcelona España. [En línea]; ETSIA ([www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP\\_6\\_I.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP_6_I.pdf), Documento, 14 Ene. 2009).

**ANEXO**

**Cuadro 11.** . Calculo de consumo de alimento en función al peso metabólico

Torta Sacha Inchi Integral precocido Extruido y peletizado en Cavia porcellus. 100

Materia Seca (%) ==>	RB :CUYINA	88.4372549	Peso Metabolico: W^ 0.75	0.75
	RB1 : EXTRU	90.8273279		
	RB2:PELET	95.0881035		

N° cuy	Tipo	Peso del Cuy	Consumo de	Aprovechamiento	Consumo de	Consumo de	Peso Metabolico	Consumo Metabolico	Consumo de	Consumo de
de racion		(W)	Alimento Prom.	(%)	Alimento Aprov.	Alimento (Base Seca)	W^ 0.75	Alimento (Base Seca)	Alimento (Base Seca)	Alimento (Tal como ofrecido)
		(kg)	(g)		(g)	CABS (g)		CABS/W^0.75	por animal	por animal
1	RB2	0,845	35	99	34,65	31,47	0,88	35,71	31,47	34,7
2	RB1	0,75	31	99	30,69	29,18	0,81	36,21	29,18	30,7
3	RB2	0,875	37	99	36,63	33,27	0,9	36,77	33,27	36,6
4	RB1	0,852	24	99	23,76	22,59	0,89	25,48	22,59	23,8
5	RB1	0,823	34	99	33,66	32,01	0,86	37,04	32,01	33,7
6	RB	1,019	58	99	57,42	50,78	1,01	50,07	50,78	57,4
7	RB2	0,859	28	99	27,72	25,18	0,89	28,22	25,18	27,7
8	RB1	0,843	35	99	34,65	32,95	0,88	37,45	32,95	34,7
9	RB2	0,83	37	99	36,63	33,27	0,87	38,26	33,27	36,6
10	RB2	0,923	43	99	42,57	38,67	0,94	41,06	38,67	42,6
11	RB	0,829	55	99	54,45	48,15	0,87	55,43	48,15	54,5
12	RB	0,864	67	99	66,33	58,66	0,9	65,46	58,66	66,3
14	RB	0,824	55	99	54,45	48,15	0,86	55,68	48,15	54,5
13	RB1	0,924	25	99	24,75	23,53	0,94	24,97	23,53	24,8
15	RB	0,771	51	99	50,49	44,65	0,82	54,27	44,65	50,5

**Cuadro 12.** . Composición química del alimento y heces

- Datos promedio de la Composición química de la TSI, de la ración base (cuyina) ,la ración extruido (R.E) y ración peletizado, (E.P).

ALIMENTO	%M.S	%PROTEINA	%EE	%FIBRA	
				CRUDA	E°
TSI	95,61	65,63	9,12	7,66	4824,90992
CUYINA	89,23	18,08	3,74	13,91	3795,49437
RE	89,80	35,29	4,66	12,20	4280,08239
R.P	91,75	36,31	5,31	11,89	4385,77046

- Datos promedio de la Composición química de las heces por cada tratamiento: ración base (cuyina) ,la ración extruido (R.E) y ración peletizado, (R.P).

**Cuadro 13.** Composición química de heces con ración extruido.

ALIMENTO	%M.S	%PROTEINA	%EE	%FIBRA	
				CRUDA	E°
E.1	95,96	29,17	3,24	17,79	4167,95
E.3	94,74	34,27	3,43	15,79	4251,08
E.7	94,67	28,28	4,38	12,17	4109,49
E. 9	95,24	29,17	3,30	16,69	4303,41
E 10	92,49	28,00	3,24	18,01	4085,33

**Cuadro 14.** Composición química de heces con ración base.

ALIMENTO	%M.S	%PROTEINA	%EE	%FIBRA	
				CRUDA	E°
C.6	95,93	14,58	2,83	24,33	3475,73
C.11	93,12	17,21	2,50	25,54	3940,46
C.12	96,16	17,50	2,79	28,55	4098,55
C.14	93,63	16,91	2,78	25,74	3893,56
C.15	93,25	16,04	3,17	26,41	3991,36

**Cuadro 15.** Composición química de heces con ración peletizado.

ALIMENTO	%M.S	%PROTEINA	%EE	%FIBRA	
				CRUDA	E°
P.2	96,01	32,23	5,39	32,11	4189,28
P.5	96,11	35,57	5,45	13,82	4108,97
P. 8	95,86	30,91	7,31	15,92	4375,68
P.13	94,18	28,57	3,76	16,55	3963,99

**Cuadro 16.** Consumo promedio de alimento y heces de torta de sachu inchi extruido y análisis proximal, para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de Heces frescas (g)	Análisis proximal							
			1a. MS %	2da. MS %	PB %	EE %	Fibra %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
<b>T S I EXTRUIDO</b>				95,61	65,63	9,12	7,66	4824,91	95,61	5046,4
Ración Base (RB)				89,23	18,08	3,74	13,91	3795,49	89,23	4253,42
Ración Testigo (RT)				89,795	352,917	4,657	12,2	42,800,824	89,8	4766,5
RB heces 1	62	38	40,83	95,93	14,58	2,83	21,635	3475,73	42,56	3623,3
RB heces 2	46	31,33	45,77	93,12	17,21	2,5	25,54	3940,46	49,15	4231,59
RB heces 3	50	43	38,37	96,16	17,5	2,79	28,55	4098,55	39,9	4262,27
RB heces 4	46	34	40,89	93,63	16,91	2,78	25,74	3893,56	43,67	4158,41
RB heces 5	55	43,33	38,56	93,25	16,04	3,17	27,885	3991,36	41,36	4280,43
RT heces 1	37,5	25,25	42,19	95,96	29,17	3,24	19,2	4167,95	43,96	4343,32
RT heces 2	42	16,33	40,93	94,74	34,27	3,43	35,86	4251,08	43,2	4486,96
RT heces 3	33	23,33	34,41	94,67	28,28	4,38	20,515	4109,49	36,35	4340,85
RT heces 4	37	24,5	36,48	95,24	29,17	3,3	33,58	4303,41	38,3	4518,34
RT heces 5	27,5	12	33,78	92,49	28	3,24	28,37	4085,33	31,25	4416,81

**Cuadro 17.** Consumo promedio de alimento y heces de torta de sachu inchi peletizado y análisis proximal, para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de Heces frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	PB %	EE %	Fibra %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
T S I PELETIZADO				95,61	65,63	9,12	7,66	4824,91	95,61	5046,4
Ración Base (RB)				89,23	18,08	3,74	13,91	3795,49	89,23	4253,42
Ración Testigo (RT)				91,75	36,31	5,31	11,89	4385,77	91,75	4780,1
RB heces 1	62	38	40,83	95,93	14,58	2,83	21,635	3475,73	42,56	3623,3
RB heces 2	46	31,33	45,77	93,12	17,21	2,5	25,54	3940,46	49,15	4231,59
RB heces 3	50	43	38,37	96,16	17,5	2,79	28,55	4098,55	39,9	4262,27
RB heces 4	46	34	40,89	93,63	16,91	2,78	25,74	3893,56	43,67	4158,41
RB heces 5	55	43,33	38,56	93,25	16,04	3,17	27,885	3991,36	41,36	4280,43
RT heces 1	31	21	31,46	96,01	32,3	5,39	24,21	4189,28	32,77	4363,31
RT heces 2	39	20,5	42,03	96,11	35,57	5,45	23,72	4108,97	43,73	4275,35
RT heces 3	15,67	15,67	31,15	95,86	30,91	7,31	24,35	4375,68	32,5	4564,89
RT heces 4	37,5	22,75	42,02	94,18	28,57	3,76	33,72	3963,99	44,62	4208,81
RT heces 5										

**Cuadro 18.** Consumo promedio de alimento y heces de torta de sachá inchi peletizado y análisis proximal, para determinar los coeficiente y nutrientes metabolizables.

Componentes	Consumo total de Aliment (g)	Peso Total de heces frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)	Peso Total de orina frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
<b>T S I PELETIZADO</b>										95,61	4824,91	95,61	5046,4
<b>Ración Base (RB)</b>										89,23	3795,49	89,23	4253,42
<b>Ración Testigo RT)</b>										91,75	4385,77	91,75	4780,1
RB heces 1	62	38	40,83	95,93	3475,73	42,56	3623,3	65,25	5,99	100	130,005,082	5,99	1300,05
RB heces 2	46	31,33	45,77	93,12	3940,46	49,15	4231,59	48,5	7	100	129,400,168	7	1294
RB heces 3	50	43	38,37	96,16	4098,55	39,9	4262,27	43	7,3	100	150,974,325	7,3	1509,74
RB heces 4	46	34	40,89	93,63	3893,56	43,67	4158,41	39,25	6,37	100	146,641,696	6,37	1466,42
RB heces 5	55	43,33	38,56	93,25	3991,36	41,36	4280,43	58,33	5,15	100	182,296,129	5,15	1822,96
RT heces 1	31	21	31,46	96,01	4189,28	32,77	4363,31	65,25	3,54	100	20,680,883	3,54	2068,09
RT heces 2	39	20,5	42,03	96,11	4108,97	43,73	4275,35	66,75	6,58	100	169,413,265	6,58	1694,13
RT heces 3	15,67	15,67	31,15	95,86	4375,68	32,5	4564,89	53,75	4,72	100	230,217,324	4,72	2302,17
RT heces 4	37,5	22,75	42,02	94,18	3963,99	44,62	4208,81	57,5	6,42	100	171,249,682	6,42	1712,5
RT heces 5													

**Cuadro 19.** Consumo promedio de alimento y heces de torta de sachá inchi extruido y análisis proximal, para determinar los coeficiente y nutrientes metabolizables.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de heces frescas					Peso Total de orina frescas							
		1a. MS %	2da. MS %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)	1a. MS %	2da. MS %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)			
T S I extruido											95,61	4824,91	95,61	5046,4
Ración Base (RB)											89,23	3795,49	89,23	4253,42
Ración Testigo (RT)											89,795	428,008,239	89,8	4766,5
RB heces 1	62	38	40,83	95,93	3475,73	42,56	3623,3	65,25	5,92	100	130,005,082	5,92	1300,05	
RB heces 2	46	31,33	45,77	93,12	3940,46	49,15	4231,59	48,5	6,81	100	129,400,168	6,81	1294	
RB heces 3	50	43	38,37	96,16	4098,55	39,9	4262,27	43	7,22	100	150,974,325	7,22	1509,74	
RB heces 4	46	34	40,89	93,63	3893,56	43,67	4158,41	39,25	6	100	146,641,696	6	1466,42	
RB heces 5	55	43,33	38,56	93,25	3991,36	41,36	4280,43	58,33	8,2	100	182,296,129	8,2	1822,96	
RT heces 1	37,5	25,25	42,19	95,96	4167,95	43,96	4343,32	81,75	5,21	100	265,350,304	5,21	2653,5	
RT heces 2	42	16,33	40,93	94,74	4251,08	43,2	4486,96	96	4,61	100	201,967,713	4,61	2019,68	
RT heces 3	33	23,33	34,41	94,67	4109,49	36,35	4340,85	41	6,15	100	144,191,618	6,15	1441,92	
RT heces 4	37	24,5	36,48	95,24	4303,41	38,3	4518,34	63,25	5,47	100	131,037,603	5,47	1310,38	
RT heces 5	27,5	12	33,78	92,49	4085,33	31,25	4416,81	38,25	7,19	100	150,772,518	7,19	1507,73	

### **Abreviaturas empleadas en los cuadros**

CDMS =Coeficiente digestible de la materia seca

CDPB =Coeficiente digestible de la proteina bruta

CDFB =Coeficiente digestible de la fibra bruta

CDEE =Coeficiente digetibles del extracto eterio

MSD = Materia seca digestible

PD = Proteina digestible

FD = Fibra digestible

EED= Extracto eterio digetsible

CDEB = Coeficiente digestible de la energia bruta

CM = Coeficiente metabolizable de la energia bruta

EDa = Energia digestible aparente

EMa = Energia metabolizable aparente