

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA TORTA DE
SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis* L.) PRECOCIDA Y
PRECOCIDA EXTRUIDA, EN POLLOS PARRILLEROS**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PATRICIA MILAGROS PALPA VENTURA

PROMOCIÓN 2007 - II

Tingo María - Perú

2009

L51

P19

Palpa Ventura, Patricia M.

Determinación del Valor Nutricional de la Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) Precocida y Precocida Extruida, en Pollos Parrilleros. Tingo María, 2009

44 h.; 6 cuadros; 6 fgrs.; 41 ref.; 30 cm.

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

PLUKENETIA VOLÚBILIS L. / VALOR NUTRICIONAL / POLLOS

PARRILLEROS / COMPOSICIÓN QUÍMICA / TORTA-SACHA INCHI /

TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO /



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 2 de abril del 2009, a horas 6:00 p.m. para calificar la tesis titulada:

DETERMINACION DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis* L.) SANCOCHADA Y SANCOCHADA EXTRUIDA, EN POLLOS DE CARNE.

Presentada por la bachiller **Patricia Milagros PALPA VENTURA**; 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, el sustentante queda apto 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, 2 de abril del 2009

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



Ing. **WALTER PAREDES ORELLANA**
Miembro

Ing. **WAGNER VILLACORTA LOPEZ**
Miembro

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

DEDICATORIA

Con infinito amor y eterna gratitud dedicó a la memoria de mí querida mamá: **JUANA VENTURA PEREZ**, quien con amor, ternura, humildad, sacrificio y confianza dedicó su vida y no desmayó ni un instante en el bienestar de sus hijos e inculcó en mí valores y principios de superación.

A mí querido padre: **JUAN PALPA GALVÁN**,
con mucho amor y gratitud por su confianza.

A mí querido abuelito **EULOGIO VENTURA MARTINEZ**,
con inmenso amor y gratitud, por sus sabios consejos.

A mis queridos hermanos: **JUAN MANUEL, ISABEL ROSARIO, JUANA IRIS JHONATAN**, por su comprensión, confianza, apoyo en todo momento y ser el motivo de mi formación profesional; a mis sobrinos: **ANGEL DANIEL, ZARITA y LUCERITO** por ser la alegría, ternura, motivo y esperanza en mi vida.

A mis tíos(as): **Vilma, María, Soledad, Norma Zara, Antonieta, Lidia, Alejandro, Aquiles, Ruben, Fredy**, por la confianza depositada en mí en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme permitido la existencia y dotarme de inteligencia y salud, que me protege y fortalece en cada instante de mi vida.

Al el Ing. Marco Antonio Rojas Paredes, por su amistad, generosidad, espíritu afectivo para con todos y todos sus consejos y apoyo brindados

A mis asesores de tesis, Msc. Medardo Antonio Díaz Céspedes Dr. Wilson Lino Castillo Soto y el Ing., por la paciencia, dedicación y confianza que han permitido la elaboración de esta tesis.

A los docentes y trabajadores de la facultad de Zootecnia, quienes con esfuerzo y dedicación han hecho realidad el sueño de todo estudiante.

Al gerente de la empresa STEVIA PERU SAC por su espíritu de investigador y ser participé de la elaboración de la presente investigación.

A todos mis amigos por la amistad sincera e incondicional demostrada en todo momento: Hernán Gamarra, Karina Delgado, Glelia Ríos, María Flor de Liz, Marleny Durand, Stella Romaní, Ramelo Cieza, Jaime Linares, Ricardo Quintana, Edgar Torres, Raúl Ríos, Federico, por su apoyo durante la realización de mi formación profesional que han hecho grato y satisfactorio el tiempo en esta UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Características generales del sachá inchi.....	4
2.2. Composición nutricional del sachá inchi.....	5
2.3. Factores antinutricionales del sachá inchi.....	6
2.3.1. Taninos.....	7
2.3.2. Inhibidores de las proteasas.....	8
2.3.3. Proteína antigénicas.....	8
2.4. Digestibilidad.....	9
2.4.1. Energía metabolizable.....	10
2.5. Efecto de los tratamientos térmicos.....	10
2.5.1. La extrusión.....	11
2.6. Pruebas de digestibilidad y energía metabolizable en aves.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Lugar y fecha de la Investigación.....	15
3.2. Tipo de investigación.....	15
3.3. Animales.....	16
3.4. Instalaciones.....	16
3.5. Alimentación.....	17
3.6. Metodología de estudio.....	18
3.6.1. Obtención y proceso térmico de la torta de sachá inchi.....	18

3.6.2. Colecta de muestras de heces.....	20
3.6.3. Análisis de laboratorio.....	21
3.7. Sanidad.....	23
3.8. Variable independiente.....	23
3.9. Tratamientos en estudio	23
3.10. Croquis de distribución de los tratamiento.....	24
3.11. Análisis estadístico.....	25
3.12. Variables dependientes.....	25
IV. RESULTADOS	26
4.1. Nutrientes y energía metabolizable de la torta de sachá inchi	26
V. DISCUSIÓN.....	30
5.1. Nutrientes y energía metabolizable de la torta de sachá inchi.....	30
5.1.1. Composición química de la torta de la torta de sachá inchi.....	30
5.1.2. Coeficientes y nutrientes metabolizables de la torta de sachá inchi.....	31
5.1.3. Energía metabolizable de la torta de sachá inchi.....	33
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
VIII. ABSTRACT.....	37
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	38
IV. ANEXO.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Análisis químico proximal del sachá inchi en base seca.....	5
2. Análisis químico de la torta de sachá inchi.....	6
3. Valores nutricionales y energéticos evaluados en pollos parrilleros.....	14
4. Composición porcentual y nutricional de la dieta basal utilizada en pollos parrilleros durante la fase experimental.....	19
5. Composición química y energía bruta la ración base y prueba.....	20
6. Nutrientes y energía metabolizables de la torta de sachá inchi.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución del insumo en estudio para los tratamientos.....	17
2. Distribución de los tratamientos.....	24
3. Composición química (materia seca y proteína) de la torta de sachá inchi.....	27
4. Energía bruta de la torta de sachá inchi.....	27
5. Coeficientes metabolizables (materia seca, proteína, energía) de la torta de sachá inchi.....	28
6. Nutrientes metabolizables (materia seca y proteína) de la torta de sachá inchi.....	29
6. Energía metabolizables de la torta de sachá inchi.....	29

RESUMEN

La presente investigación se realizó, en Tingo María, con el objetivo de determinar los nutrientes metabolizables y energía metabolizable de la torta de sachá inchi sometida a dos procesos térmicos: cocción (95°C/5min) y extrusión (500 kg/h a 85-90°C) con la finalidad de inactivar los factores anti nutricionales y mejora la disponibilidad de los nutrientes para el ataque enzimático en el intestino. Los nutrientes metabolizables y energía metabolizable de la torta de sachá inchi se determinó mediante la prueba de sustitución y colecta total de excretas (MATTERSON, 1965) en pollos parrilleros.

La torta de sachá inchi precocido(TSI PC) y torta de sachá inchi precocida extruida(TSI PCE) presentaron valores de: composición química 94,25% y 94,01% de MS; 55,77% y 50,15% de PB; 5 068,2 y 5 059,02 kcal/kg de EB, coeficientes metabolizables 78,46% y 79,54 % de MS; 77,05% y 88,25 % de PB; 90,17% y 90,51% de EB y, los nutrientes metabolizables son 73,95% y 74,78% de MSM; 42,97% y 44,26% de PBM, 4570 y 4578,91kcal/kg de EM, respectivamente para cada tratamiento, observándose que no existe diferencia significativa ($P>0,05$) entre tratamientos, sin embargo la TSI PCE presenta mejores resultados debido al proceso adicional de extrusión

I. INTRODUCCIÓN

En la amazonía peruana se tiene una alta demanda de carne pollo sin embargo la producción avícola no se desarrolla en forma adecuada por múltiples factores, los más importantes son el precio elevado y la disposición de los insumos o concentrados proteicos de importación los cuales aumenta el costo ya que la alimentación es el rubro que representa el 70% del costo total de producción. La urgente necesidad de buscar nuevos insumos ha conducido a experimentar con materias primas no tradicionales que contribuyan a sustituir parcial o totalmente a los insumos importados no obstante para utilizar un ingrediente nuevo en la formulación de raciones para aves es importante y necesario determinar la cantidad, calidad nutricional y valores energéticos mediante pruebas de digestibilidad y disponibilidad de los nutrientes.

El sachu inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) es una planta aun de escasa importancia como cultivo industrial, crece en regiones tropicales (Pucallpa, Puerto Inca, Tingo María) y ofrece grandes perspectivas de uso en la alimentación de pollos, su semilla contiene 33,3% de proteína (ANAYA, 2003). La torta de sachu inchi por su alto valor proteico (59,13%) y grasa (6,93%) surge como alternativa de sustitución de la torta de soya, pues la actividad

avícola y pecuaria importa cien mil toneladas al año aproximadamente de torta de soya (PÁSCUAL y MEJÍA, 2007).

Análogamente al sachá inchi, el grano de soya contiene factores antinutricionales (FAN) a través de los estudios ha quedado demostrado la factibilidad de su uso inactivando esos factores a través de procesos térmicos, el proceso de extrusión inactiva los FAN y además predispone a los nutrientes a un mejor ataque enzimático (BRENES, 1993) creemos que este mismo efecto podría darse en la torta de sachá inchi, sin embargo no ha sido estudiado. ¿Cuánto será el aprovechamiento de los nutrientes de la torta de sachá inchi precocida y precocida extruida en pollos parrilleros?

Los tratamientos térmicos de sancochado y sancochado extruido, mejoran la digestibilidad y disponibilidad de los nutrientes y el valor energético, de la torta de sachá inchi, porque predispone los nutrientes a un mejor aprovechamiento por los pollos parrilleros, entonces esto generaría evidencias para poder ser utilizado como fuente altamente proteica y energética en la alimentación de pollos parrilleros, para demostrar esto se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- ✓ Determinar los nutrientes y energía metabolizable de la torta de sachá inchi precocida y precocida extruida, en pollos parrilleros.

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar la composición química (materia seca, proteína bruta) y, energía bruta de la torta de sachá inchi precocida y precocida extruida en pollos parrilleros

- ✓ Determinar los coeficientes metabolizables de la torta de sachá inchi precocida y precocida extruida en pollos parrilleros.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características generales del sachá inchi

El sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* Linneo) es una planta perenne, silvestre y trepadora que pertenece a la familia Euphorbiaceae se encuentra distribuido desde América central hasta Bolivia, en el Perú prospera principalmente en los departamentos de San Martín, Ucayali, Amazonas, Madre de Dios, Junín y Loreto (VALLES, 1995).

En el Perú es conocido como "maní del monte", "sachá inchi" o "maní del inca", constituye un cultivo nativo con posibilidades de industrialización y un potencial de rendimiento económico de 1 a 15 t/ha el primer año llegando a producir de 3 a 6 t/ha durante los años siguientes (ARÉVALO, 2003). Además se adapta bien a suelos arcillosos y ácidos con pH de 4,5 – 7,2, con poca exigencia nutricional y con alta concentración de aluminio, resistente a humedad y estrés hídrico obteniendo mejor producción cuando el pH del suelo es de 6,0 – 6,5 propio de suelos aluviales franco arenoso (BENAVIDES y MORALES, 1994)

2.2. Composición nutricional del sachá inchi

GARCÍA (1992) reporta la composición nutricional de la semilla de sachá inchi, torta cruda, extruida y atomizado procedente de nueve localidades del departamento de San Martín, descrito en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis químico proximal de la torta de sachá inchi, en base seca.

Componentes (%)	Torta de Sachá Inchi ^a			
	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	-

^a FUENTES: 1: GARCÍA (1992), 2: VELA (1995), 3: ANAYA, (2003)

Salas (1981), citado por OBREGON *et. al.*, (1997) menciona, los subproductos obtenidos a partir de la semilla oleaginosa del sachá inchi, son conocidos por sus grandes beneficios, comprobado por los nativos de la amazonia peruana desde hace mucho tiempo, hoy la ciencia confirma su gran valor como alimento. La torta de sachá inchi, extraída por prensado contiene más del 40% de proteína y 36 % de aceite

PASCUAL y MEJÍA (2007) manifiesta, 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, surge como alternativa de sustitución a la torta de soya, el análisis de la torta es descrito en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis químico de la torta de sachá inchi

Componente	Tal como ofrecido	Base seca
Humedad	0,70	0,00
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: Laboratorios de Análisis de Alimentos e Instrumentación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima y el Laboratorio de Química del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (2007).

2.3. Factores anti nutricionales

El sachá inchi y otras especies tropicales contienen diversas sustancias que inhiben la utilización de sus nutrientes, denominados factores antinutricionales, inciden o interfieren en la disponibilidad de los nutrientes, causando un efecto negativo en el crecimiento de los animales por dos razones: por su sabor astringente influenciado en el consumo y su habilidad para ligarse a las proteínas afectando la digestibilidad e inhibiendo la actividad enzimática (D'MELLO, 1995; Huisman *et. al.*, 1991, citado por BRENES, 1993)

La almendra de sachá inchi está cubierta por un tegumento de apariencia áspera finamente adherida, que confiere características de astringencia al ser consumidos crudos, lo cual estaría asociado a la presencia de taninos que son separados por cocción prolongada, tostado o pelado químico con NaOH (OBREGON, 1997)

2.3.1. Taninos

Los taninos son un grupo de compuestos fenólicos (polifenoles) que poseen la capacidad de formar complejos con los nutrientes de la ración, haciéndolos resistentes a la acción de las enzimas digestivas. Además estas sustancias tienen la capacidad para unirse a proteínas debido a la gran afinidad del oxígeno carboxilo para formar enlaces de hidrógeno, formando compuestos tanino-proteína responsables del descenso de la biodisponibilidad de los aminoácidos y de incrementar la excreción (HUISMAN y TOLMAN 1992; JANSMAN 1993; BUTLER y BOS 1993).

Se ha observado cierta resistencia térmica en los taninos debido a su rígida estructura y su alto contenido de enlaces bisulfuro, formando complejos con las membranas mucosas, lo cual resulta en el aumento de pérdidas endógenas en conjunto decrece la digestibilidad de los nutrientes nitrogenados y en menor medida la de la energía (Griffiths 1984, citado por BRENES, 1993).

Los taninos es su mayoría se encuentran presentes en las cascarras; el descorticamiento reduce en un 96%, y el sumergido en agua por 30 minutos reduce de 38% a 76%, respectivamente, sin embargo los taninos residuales y resistentes a procesos térmicos pueden actuar como inhibidor de tripsina y pueden penetrar en el cotiledón uniéndose a las proteínas formando compuestos menos susceptibles a hidrólisis enzimática (LOPEZ, 2000)

2.3.2. Inhibidores de las proteasas

Griffiths (1984), citado por BRENES (1993) indica, el efecto general de los inhibidores de proteasas es reducir la digestibilidad de las proteínas e incrementar las secreciones digestivas del páncreas debido a la formación de un complejo estable (enzima inhibidor) que transita a lo largo del tracto digestivo sin ser atacado, aumentando las pérdidas de material endógeno y causando la hipertrofia del páncreas.

2.3.3. Proteína antigénicas

Estas proteínas, al ser administradas a los animales, inducen a la síntesis de anticuerpos específicos (Sissons 1982, Toullec y Ghilloteau 1989, citado por BRENES, 1993). Son resistentes al tratamiento térmico, siendo necesario altas temperaturas para afectar su antigenicidad, aunque esto produce un efecto negativo sobre la calidad de la proteína (Anderson *et. al.*, 1979, citado por BRENES, 1993).

2.4. Digestibilidad

La determinación de digestibilidad de los nutrientes es el primer paso en la evaluación del potencial de un ingrediente para uso en una dieta alimenticia (ALLAN, 2000), es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que se convierte en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición (MANRIQUEZ, 1994).

BATTERHAM (1992) y MUÑOZ (1990) mencionan, la digestibilidad corresponde a la porción de los nutrientes que son absorbidos en el tracto gastrointestinal, una prueba de digestión implica cuantificar los nutrientes consumidos y las cantidades que se eliminan en las heces.

FLORES y RODRÍGUEZ (2008) considera, la digestibilidad aparente se determina comparando la cantidad de nutriente ingerido con la cantidad excretada del nutriente, sin considerar pérdidas endógenas. La digestibilidad verdadera es un 5 - 10% mayor que la digestibilidad aparente.

En el caso de las aves, dado que las heces y orina son expulsados en forma conjunta a través de la cloaca, es por esto que en la alimentación de aves no se emplea el término de digestibilidad sino el de metabolicidad (MUÑOZ, 1990).

2.4.1 Energía metabolizable

FRANCESCH (2000) considera 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. La EM es la más adecuada para expresar el contenido energético de los ingredientes y raciones destinadas a aves, debido a la fisiología del ave (excreción conjunta de las heces con la orina en la cloaca).

2.5. Efecto de los tratamientos térmicos

NADAL *et. al.*, (2004) menciona, el valor nutritivo de algunos alimentos ricos en proteína aumenta drásticamente tras un tratamiento térmico. Asimismo BRESSANI y SOSA (1990) y Cheftel.1998, citado por ZAMORA (2003) manifiestan, el proceso de extruido, tostado, cocción y remojo mejora la calidad nutricional de las harinas de oleaginosas, aumentando su digestibilidad.

Van der Poel (1989), citado por BRENES (1993) menciona, el valor nutritivo de las leguminosas grano, es mucho menor de lo esperado si se tiene en cuenta su composición química, para mejorar la calidad nutritiva y facilitar la utilización efectiva de las semillas, es necesario eliminar o reducir la actividad de los FAN para mejorar la digestibilidad de la proteína y energía.

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).

2.5.1. La extrusión

VALLS (1993) menciona, el proceso de extrusión (60 a 80°C) mejora la calidad biológica, digestibilidad proteica y otros aspectos nutricionales debido al calor ligero se modifican la estructura terciaria de la proteína. De igual manera 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.

FLORES y RODRÍGUEZ (2008) manifiestan, el proceso de extrusión, minimiza la degradación de los nutrientes del alimento, mejorando la digestibilidad de las proteínas, almidones y aumentando la disponibilidad de energía optimizando su valor nutricional al requerirse menos cantidad de producto para cubrir las mismas necesidades de la ración.

CARDONA (1991) y NETO (1993) mencionan, el proceso de extrusión con altas temperaturas y presión por corto tiempo de permanencia, mejora las propiedades físicas y químicas de los ingredientes. Además (VALLS, 1993) considera, 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.

2.6. Pruebas de digestibilidad y energía metabolizable en aves

BUXADE (1996) recomienda, las tortas de oleaginosas a utilizar en la alimentación de monogástricos deben presentar un contenido de proteína próximo al 40% y digestibilidad de 75% a 90% para obtener un buen aprovechamiento del insumo que se reflejara en la conversión alimenticia, y será indicador de la calidad del insumo.

SUAREZ (1997) reportó, 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. Asimismo ZAMORA (2003) indica el proceso de extrusión aumenta la digestibilidad en harinas de 57,5% a 89,5%.

FLORES y RODRIGUEZ (2008) menciona, la torta de soya es el suplemento proteico como pocos insumos, que tiene elevadas concentraciones, de proteína (47,5%), y energía metabolizable (2 440 kcal/kg), de alto valor biológico que hacen una alternativa excepcional en prácticamente todas las fases de alimentación de las aves. Así mismo NADAL *et. al.*, (2004) indica que la torta de soya es un ejemplo de producto de alta digestibilidad con el que se compara cualquier otro producto para pienso por su excelente aprovechamiento de sus nutrientes en el sistema digestivo de las aves. En este sentido SCHANG y AZCONA (2001) mencionan que la torta de soya contiene de 42 a 47 % de proteína, 3 022 a 3 314 kcal/kg de EM verdadera y el maíz 8,9% de proteína y 3950 kcal/kg de energía bruta (EB) y 3 600 kcal/kg EM.

CARDENAS *et. al.*, (2003) señala la variedades de frijol referente a la digestibilidad aparente obtuvo mejores resultados en las muestras sancochadas sin agua de remojo (68.76%), que con agua de remojo (63.92%).

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 3.

Cuadro 3. Valores nutricionales y energéticos evaluados en pollos parrilleros.

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	CMPB (%)	PBM (%)	EB (kcal/kg)	CMEB (%)	EM (kcal/kg)
T. soya(45)	88,59	45,3	91,9	41,7	4 079	55,31	2 256
T. soya(48)	88,21	47,9	92,1	44,1	4 302	60,20	2 590
H. pescado (54)	92,26	54,4	86,6	47,0	4 114	63,90	2 627
H. pescado (65)	91,63	61,1	87,5	53,5	4 199	66,16	2 778
Maíz	87,11	8,3	87,0	7,2	3 925	86,14	3 381

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

Leyenda:

MS: Materia seca

PB: Proteína Bruta

CDPB: Coeficiente metabolizables de proteína bruta

PBM: Proteína bruta metabolizable

EB: Energía bruta

CMEB: Coeficiente metabolizables de energía bruta

EM: Energía metabolizable

BORGES *et. al.*, (2002) manifiesta que valores energéticos de EB y EMA de la harina de soya es 4 029 y 2 500kcal/kg respectivamente, la harina de soya extruida es 4 280 y 3 003 kcal/kg respectivamente, valores de coeficiente metabolizable para la harina de soya y harina de soya extruida es de 62,25% y 70,16% respectivamente, esto nos indica que la digestibilidad de la EB mejora en 12,71% con el proceso de extruido.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de la investigación

La presente investigación se realizó en la instalación experimental avícola 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 se encuentra 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 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. Dentro de la clasificación por medio de las zonas de vida se encuentra en el área correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo-Premontano tropical (bmh-Pt) (UNAS, 2005).

El trabajo de investigación se realizó del mes de setiembre hasta diciembre del 2008

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental.

3.3. Animales

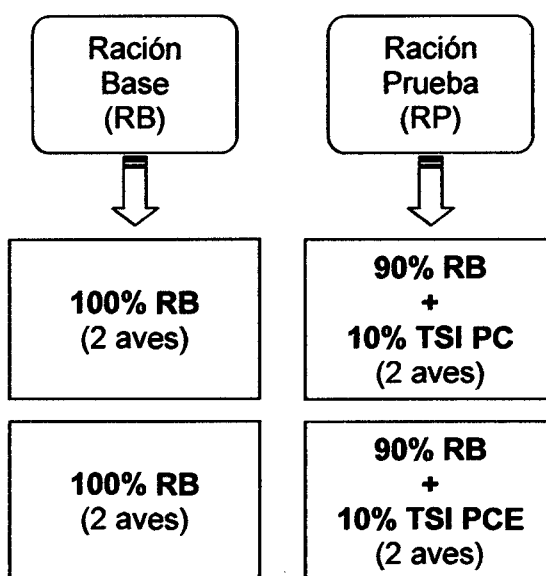
Los animales utilizados fueron 48 pollos parrilleros, entre machos y hembras, de la línea COBB VANTRESS 500, procedentes de la avícola Río Azul Lima; los cuales recibieron similares condiciones de manejo y alimentación durante los primeros 23 días. Luego fueron distribuidos y alojados en jaulas metabólicas para la evaluación de metabolicidad.

3.4. Instalaciones

La investigación se realizó en la sala de procesos metabólicos construidos en una orientación de norte a sur, de 6m de ancho por 12m de largo de área interna, piso de concreto, 3% de pendiente, techo de calamina a dos aguas superpuestas con claraboya y paredes de malla metálica. Para el experimento, en el galpón se colocaron 2 baterías confeccionadas de madera, fierros y malla metálica en la cual se distribuyeron los tratamientos con seis repeticiones cada uno, haciendo un total de 12 jaulas metabólicas experimentales con dos subdivisiones, las cuales alojaron a dos aves cada una, así mismo cada sub división contó con un comedero y bebedero independiente.

3.5. Alimentación

La alimentación se dispuso en dos grupos de animales que recibieron una ración base y una ración prueba, estando esta última compuesta por 90 % de ración base y 10 % del insumo en estudio, tal como se muestra en la Figura 1. La cantidad de alimento administrado durante la evaluación se realizó en función al peso metabólico del ave (Anexo 1).



Ración prueba: TSI PC = Torta de sachá inchi precocida
 TSI PCE = Torta de sachá inchi precocida extruida

Figura 1. Distribución del insumo en estudio para los tratamientos

3.6. Metodología de estudio

3.6.1. Obtención y proceso térmico de la torta de sachá inchi

La torta de sachá inchi, se obtuvo de la empresa STEVIA PERÚ SA de Tingo María, esta empresa acopia las semillas, realiza el pelado manual, para obtener las almendras de sachá inchi, luego es sometido a un extractor de aceite manual, para obtener el aceite y como sub-producto la torta de sachá inchi. Consecuentemente la torta de sachá inchi se sometió a dos tratamientos térmicos, el precocido y el precocido extruido, con la finalidad de inactivar los taninos y mejorar la digestibilidad de sus nutrientes.

El proceso de precocido consistió en, calentar el agua hasta 95°C, incorporar la torta de sachá inchi, mover la mezcla y mantener la temperatura inicial durante 5 minutos y retirar del fuego, luego se expulsa el agua y se lava la muestra hasta obtener el agua transparente, la muestra húmeda se llevó a estufa (60°C /16 h). La temperatura y tiempo (95°C/5min) es recomendado por ensayos previos de inactivación de taninos en la torta de sachá inchi.

El proceso de extrusión se realizó, con la muestra obtenida después del precocido, utilizando un extrusor de marca VULCANO INDUSTRIAL (500 kg/h a 85 – 90°C), tiempo de exposición de la torta de 5 a 7 segundos, la humedad al final del proceso de extrusión es de 10 a 20 %.

Las raciones se formularon de acuerdo a los requerimientos nutricionales para aves propuestos por ROSTAGNO *et. al.*; (2005) y son mostrados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Composición porcentual y nutricional de la dieta basal utilizada en pollos parrilleros durante la fase experimental

Ingredientes	%
Maíz	66,132
Torta de soya	22,839
Aceite de palma	2,744
Hna de pescado	5,846
Carbonato de calcio	1,075
Sal	0,508
Premix pollo	0,046
Fosfato monodibásico	0,655
Aflaban	0,009
Zinc bacitracina	0,009
Metionina	0,091
Lisina Hcl	0,046
Valor nutricional ¹	
PB (%)	19,41
EM (kcal/kg)	3100
Ca (%)	0,88
P Disp. (%)	0,41
Lis (%)	1,122
Met (%)	0,473
Trip (%)	0,25
Met+Cis (%)	0,78

¹Datos calculados en base a las necesidades recomendadas según ROSTAGNO *et. al.*, (2005).

Las raciones se prepararon en la planta procesadora de alimentos balanceados "El Granjero" de la UNAS, para el mezclado de la ración se utilizó una mezcladora vertical de tornillo sin fin, con capacidad para 500 kg.

Cuadro 5. Composición química y energía bruta la ración base y prueba

Componentes	MS	PB	EE	F B	EB
	%	%	%	%	kcal/kg
TSI PC	94,25	52,77	3,50	4,86	5 068,20
TSI PCE	94,01	50,15	2,90	4,69	5 059,02
Ración Base	82,32	19,83	6,49	2,78	4 132,5
Ración prueba₁	89,25	22,17	5,98	2,53	4 025,6
Ración Prueba₂	89,23	22,75	6,61	2,9	4 057,66

Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (2008)

TSI PC: Torta de sachá inchi precocida

TSI PCE: Torta de sachá inchi precocida extruida

Ración Base =: 100% alimento convencional.

Ración prueba₁ = 90% alimento convencional + 10% torta de sachá inchi precocida

Ración Prueba₂ = 90% alimento convencional + 10% torta de sachá inchi precocida extruido

3.6.2. Colecta de muestras de heces

El periodo experimental tuvo una duración de siete días de adaptación a la dieta y cuatro días de colecta de heces, como indicador para el inicio y final de la colecta se usó óxido férrico a razón de 2 % en relación al alimento, se utilizó el método de colecta total de heces y orina descrito por MATTERSON, (1965) para lo cual debajo de las jaulas experimentales se acondicionó bandejas de zinc cubiertas con plásticos para facilitar la colecta.

Las heces de los tratamientos se colectaron cada 12 horas, posteriormente estas fueron pesadas y congeladas, teniendo un peso total de heces a los cuatro días, en la cual se homogenizaron obteniendo submuestras que fueron secadas (60°C), molidas y almacenadas en el desecador para los análisis correspondientes.

3.6.3. Análisis de laboratorio

Para determinar la 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). La energía bruta se determinó a través del método de combustión para lo cual se utilizó la Bomba Calorimétrica Adiabática.

Los coeficientes de metabolizabilidad de los nutrientes y de la energía bruta se calcularon siguiendo el método de MATTERSON (1965).

Determinación del Coeficiente metabolizable del nutriente de la dieta

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

Donde:

N_{CONS} = Nutriente consumido

N_{EXCR} = Nutriente excretado

Determinación del Coeficiente metabolizable del nutriente de la torta de sachá inchi:

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

Donde:

$N_M RB$ = Nutriente metabolizable de la RB

$N_M RP$ = Nutriente metabolizable de la RP

Determinación de los Nutriente metabolizable (NM) para la torta de sachá inchi.

$$NM = \frac{N_{TOTAL} * CM}{100}$$

Donde:

NM = Nutriente metabolizable

NT = Nutriente total

CM = Coeficiente metabolizable

3.7. Sanidad

El galpón y las jaulas metabólicas experimentales fueron desinfectados, con detergente, lejía, formol, cal viva y lanza llamas, así mismo los comederos y bebederos. Como medida de prevención a enfermedades, se vacunó a los pollitos bebes contra Newcastle, Bronquitis infecciosa y Gumboro (triple aviar), además se colocó un pediluvio con cal en la entrada del galpón.

3.8. Variable independiente

- Torta de sachá inchi(precocida y precocida extruido)

3.9. Tratamientos en estudio

Para el presente experimento se utilizó dos tratamientos con 6 repeticiones, como unidad experimental a dos aves:

T₁= Torta de sachá inchi precocida (TSI PC)

T₂= Torta de sachá inchi precocida extruida (TSI PCE)

3.10. Croquis de distribución de los tratamientos

T ₁ (R ₄)		T ₂ (R ₃)	
a ₁	a ₂	a ₁	a ₂
T ₂ (R ₄)		T ₁ (R ₃)	
a ₁	a ₂	a ₁	a ₂

T ₁ (R ₂)		T ₂ (R ₁)	
a ₁	a ₂	a ₁	a ₂
T ₂ (R ₂)		T ₁ (R ₁)	
a ₁	a ₂	a ₁	a ₂

T ₁ (R ₅)		T ₂ (R ₆)	
a ₁	a ₂	a ₁	a ₂
T ₂ (R ₅)		T ₁ (R ₆)	
a ₁	a ₂	a ₁	a ₂

Figura. 2. Distribución de los tratamientos

Donde:

- T₁= Torta de sachá inchi precocida
- T₂ = Torta de sachá inchi precocida extruida
- a₁ = Dos aves que reciben Ración Base (RB)
- a₂ = Dos aves que reciben Ración Prueba (RP_{1 y 2})
- RB: 100% alimento convencional.
- RP₁: 90% alimento convencional + 10% torta de sachá inchi precocida.
- RP₂: 90% alimento convencional + 10% torta de sachá inchi precocida extruida.

3.11. Análisis estadístico.

Los resultados de digestibilidad fueron analizados mediante la media \pm desviación estándar para lo cual se utilizó la prueba t student (ESTEEL y TORRIE, 1985) para comparar si existe diferencia entre las medias de los valores nutricionales de la torta precocida con la torta precocida extruida.

Formula de t student:

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

Donde:

\bar{y} = Media de los tratamientos

μ = Media de la población

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

3.12. Variables dependientes

- **Nutrientes metabolizables (Materia seca y Proteína bruta)***
 - ✓ Composición química: materia seca y proteína bruta
 - ✓ Coeficientes metabolizables(CM): materia seca y proteína bruta

- **Energía metabolizable aparente (EMA) kcal/kg***
 - ✓ Energía bruta (EB) kcal/kg
 - ✓ Coeficiente metabolizable de la energía bruta (CMEB)

*Para la determinación de estas variables se realizó los análisis previos.

IV. RESULTADOS

4.1. Nutrientes y energía metabolizables de la torta de sachá inchi

En el Cuadro 6 se observa los valores obtenidos de la composición química, coeficientes metabolizables y nutrientes metabolizables de la torta de sachá inchi.

Cuadro 6. Nutrientes y energía metabolizables de la torta de sachá inchi

Valores nutricionales	Torta de sachá inchi	
	Precocido*	Precocido Extruido**
Composición química:		
MS (%)	94,25	94,01
PB (%)	55,77	50,15
Coefficientes metabolizables:		
CMMS (%)	78,46 ± 8,32 ^a	79,54 ± 3,84 ^a
CMPB (%)	77,05 ± 7,12 ^a	88,25 ± 6,2 ^a
Nutrientes metabolizables:		
MSM (%)	73,95 ± 7,84 ^a	74,78 ± 3,61 ^a
PM (%)	42,97 ± 3,75 ^a	44,26 ± 7,22 ^a
Energía metabolizable aparente Kcal/kg):		
EB (kcal/kg)	5 068,2	5 059,02
CMEB (%)	90,17 ± 3,84 ^a	90,51 ± 1,32 ^a
EMA(kcal/kg)	4 570,00 ± 201,03 ^a	4 578,91 ± 133,47 ^a

*Torta de Sachá inchi precocida a 95°C por 5 min.

**Torta de Sachá inchi precocida a 95°C por 5 min y extruido, 500 kg/h a 85-90°C

^a Promedios con letras iguales entre líneas indican que no existe diferencia significativa t student (P>0.05)

Leyenda: MS: Materia seca, PB: Proteína Bruta, EB: Energía bruta.

CMPB: Coeficiente metabolizables de proteína bruta, CMEB: Coeficiente metabolizables de energía bruta

PBM: Proteína bruta metabolizable, EMA: Energía metabolizable aparente.

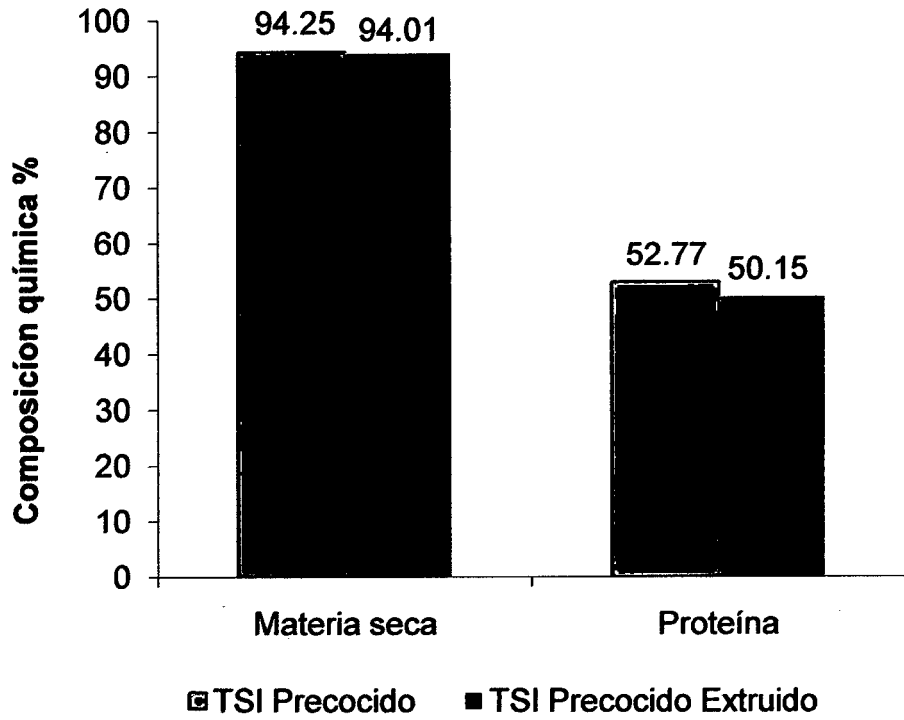


Figura 3. Composición química (materia seca y proteína) de la torta de sachá inchi.

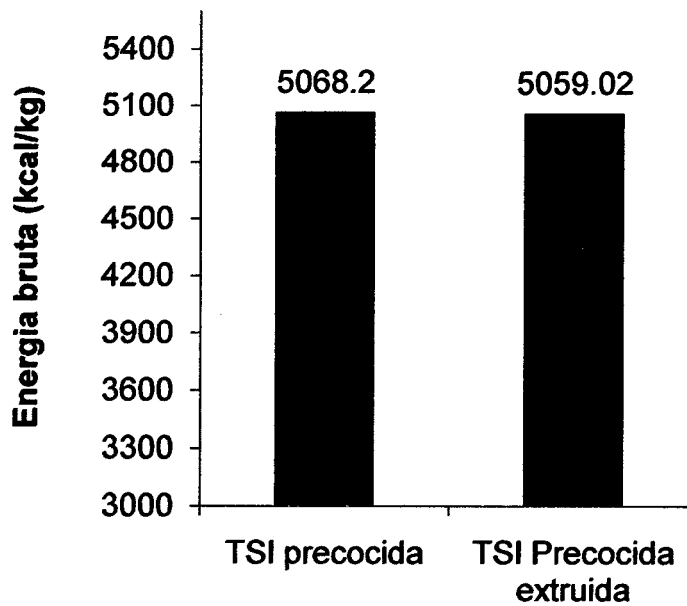


Figura 4. Energía bruta de la torta de sachá inchi.

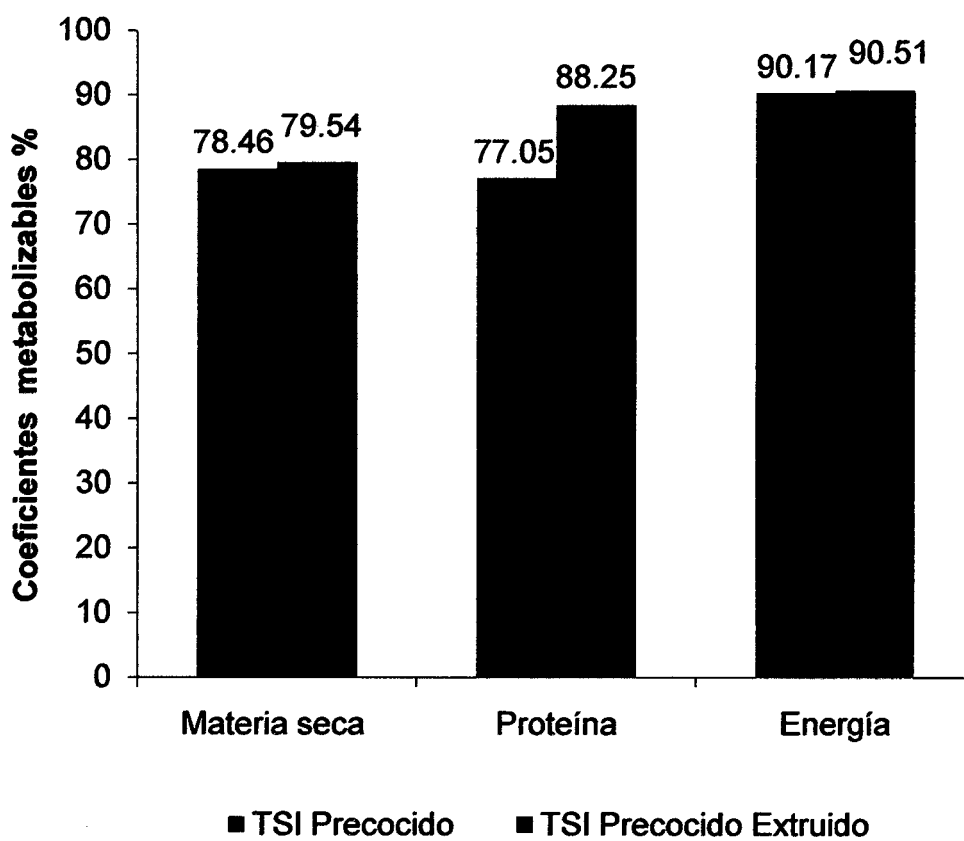


Figura 5. Coeficientes metabolizables (materia seca, proteína, energía) de la torta de sachu inchi

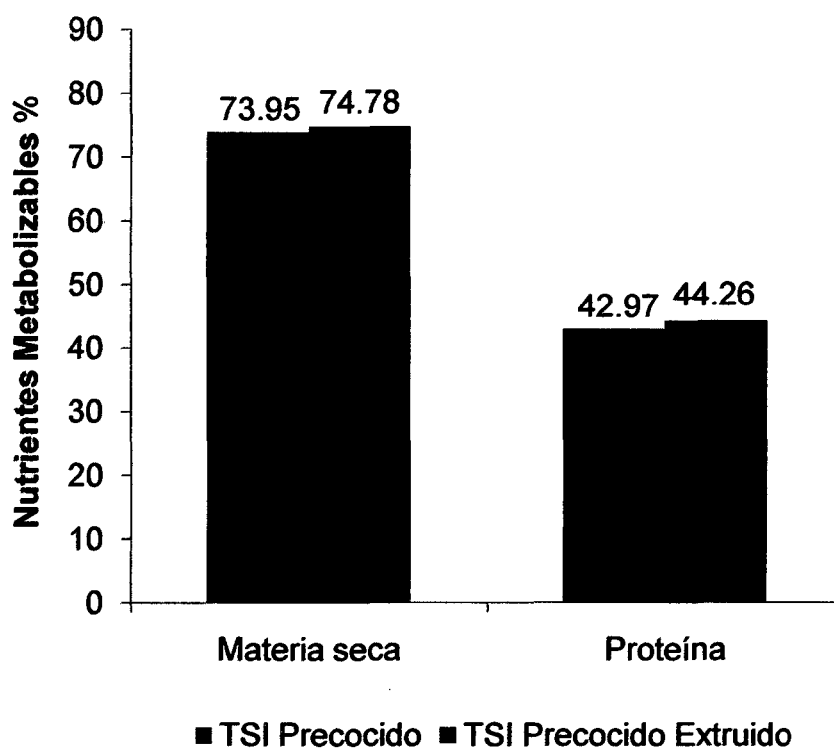


Figura 6. Nutriente metabolizable (materia seca, y proteína) de la torta de sachá inchi

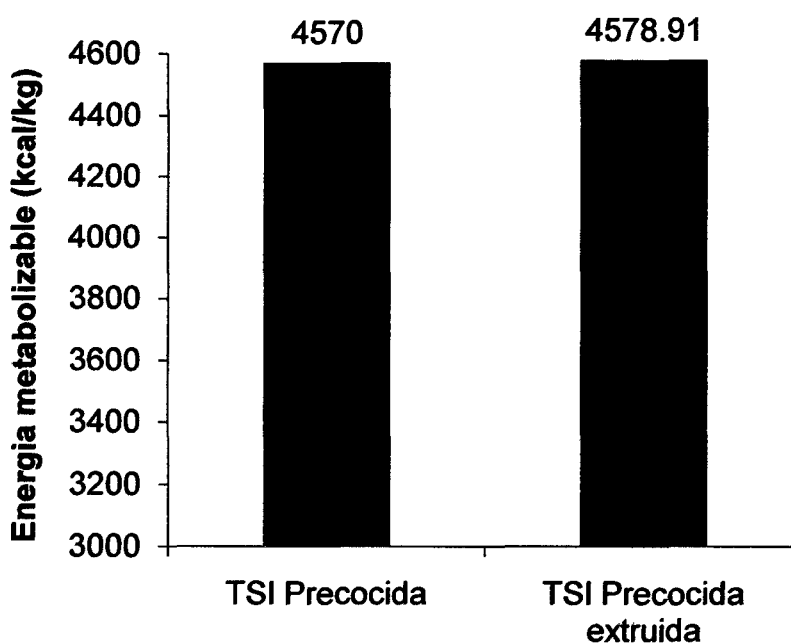


Figura 7. Energía metabolizable de la torta de sachá inchi.

V. DISCUSIÓN

5.1. Nutrientes y energía metabolizable de la torta de sachá inchi

5.1.1. Composición química de la torta de sachá inchi

Los resultados sobre composición química se muestran en el Cuadro 6, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, pero estos son superiores a lo reportado por (GARCIA, 1992; ANAYA, 2003; PASCUAL y MEJIA, 2007), superioridad debido al tratamiento térmico, procesos que inactivan los factores antinutricionales y mejoran el valor nutritivo (BRESSANI y SOSA, 1990 y NADAL *et. al.*, 2004).

El contenido de materia seca (MS), proteína bruta (PB), y energía bruta (EB) de la torta de sachá inchi precocida (TSI PC) y torta de sachá inchi precocida extruida (TSI PCE) son superiores a los valores reportados por (ROSTAGNO *et. al.*, 2005) en relación de la torta de soya, harina de pescado y otros insumos proteicos de origen vegetal. Debido a esto la TSI P y TSI PE reúne la doble condición de ser un ingrediente rico en PB (52,77%-50,15%) como en EB (5 068,2 - 5 059,2 kcal/kg) de alta calidad constituyendo una

alternativa para sustituir la torta de soya que contiene 42% a 47% de PB y 3022kcal/kg a 3314 kcal/kg de EM y al maíz 8,9% de PB; 3 950kcal/kg de EB y 3 600kcal/kg de EM.

El valor nutritivo de los ingredientes, es menor de lo esperado si se tiene en cuenta su composición química, la calidad nutricional está relacionada con la disponibilidad de los nutrientes y los factores limitantes que marginan su disponibilidad coincidiendo con lo reportado por (ALLAN, 2000 y MANRIQUEZ, 1994). Para mejorar la calidad nutritiva y facilitar la utilización efectiva es necesario eliminar o reducir la actividad de los factores antinutricionales (FAN) y así mejorar la digestibilidad de la proteína y energía lo que corrobora lo indicado por (Van der Poel 1989, citado por BRENES, 1993).

5.1.2. Coeficientes y nutrientes metabolizables de la torta de sachá inchi

Los resultados obtenidos (Cuadro 6) de coeficientes metabolizables y nutrientes metabolizables de la torta de sachá inchi precocido (TSI PC) y torta de sachá inchi precocido extruido(TSI PCE), se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos ($P>0.1$), sin embargo se observa un ligero incremento de la TSI PCE principalmente en el contenido de proteína, superioridad debido al tratamiento térmico de extruido, proceso que inactiva eficientemente los factores antinutricionales mejorando su valor nutritivo (BRESSANI y SOSA, 1990 y NADAL *et. al.*, 2004).

Lo mencionado anteriormente está asociado al hecho que el proceso de extrusión predispone a los nutrientes a su mejor aprovechamiento coincidiendo con lo reportado por (BRESSANI y SOSA, 1990) quien indica que durante el proceso de extrusión se mejora las propiedades físicas y químicas de los ingredientes una vez que rompen la pared celular, proporcionan un mejor cocimiento y aumenta la disponibilidad de los nutrientes en el intestino para el ataque enzimático, en consecuencia se incrementa la digestibilidad de la energía y proteínas concordando con lo recomendado por (HARPER, 1981; CARDONA, 1991; VALLS y NETO 1993; y NICOVITA, 2003).

La proteína metabolizable de la TSI PCE supera en 14,6% a TSI PC debido al efecto de extrusión, mientras (SUAREZ, 1997) reporta un incremento de digestibilidad proteica de 5% a 10% de torta de soya extruido con relación a otros procesos comunes.

La torta de sachá inchi presenta un alto contenido de proteína (55,99%) y digestibilidad (77,05% y 88,25%) valores que se encuentran en el rango recomendado para este tipo de insumo (BUXADE, 1996) considera, que las tortas de oleaginosas presentan un contenido próximo al 40% de proteína además del 75% al 90% de digestibilidad.

Los Coeficientes metabolizables de proteína bruta (CMPB) de la TSI PC (77,05%) y TSI PCE (88,25%) comparándose con valores reportados por (ROSTAGNO, *et. al.*, 2005), la TSI PC Y TSI PCE, presenta valores

próximos a la torta de soya (91,2 % – 92,2% CMPB) sin embargo es superior a la harina de pescado (86,6% CMPB).

Los valores de coeficiente metabolizable de energía bruta (CMEB) de la TSI PC (90,17% CMEB) y TSI PCE (90,51% CMEB) son superiores a los valores de CMEB de insumos tradicionales reportados por (ROSTAGNO, *et al*, 2005) tales como la harina de pescado (63,9% - 66,16% CDEB), torta de soya (55,31% - 60,2% CDEB) incluso al maíz (86,14% CDEB). Así también la torta de soya extruida (70,16% CDEB) presenta menor valor que la TSI SE (BORGES *et. al*; 2002).

5.1.3. Energía metabolizable de la torta de sachá inchi.

Los valores de energía metabolizable de la TSI PC y TSI PCE (Cuadro 6.) se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo son superiores a los otros insumos tradicionales como la torta de soya, harina de pescado e incluso al maíz, reportados por (ROSTAGNO, *et. al.*, 2005) quien indica que la EM de la torta de soya con 45 % y 48% de PB presentan 2 256kcal/kg y 2 590kcal/kg respectivamente, la harina de pescado de 54% y 65% de PB tienen 2 627kcal/kg y 2 778kcal/kg respectivamente; y el maíz 3 3801kcal/kg, esta superioridad de la TSI PC (4 570kcal/kg) y TSI PCE (4 578,91kcal/kg) confirma la alta calidad de la torta de sachá inchi como un insumo energético. Así mismo (BORGES *et. al.*, 2002) indica que la EMA de la harina de soya y harina de soya extruida es 2500kcal/kg y 3 003 kcal/kg

respectivamente esto nos indica que la metabolibilidad de la EB se mejora en el proceso de extruido.

Por tanto la TSI PC y TSI PCE pueden considerarse insumos de alta calidad ya que su valor de digestibilidad es superior a la harina de pescado y próximos a la torta de soya considerándose que estos insumos son las fuentes principales de proteína y energía de alta digestibilidad y disponibilidad, coincidiendo con (NADAL et al., 2004) quien menciona que la torta de soya es un insumo de alta digestibilidad con el que se compara cualquier otro producto para pienso animal.

IV. CONCLUSIONES

- Los nutrientes metabolizables y energía metabolizable aparente para la torta de sachá inchi precocida y precocida extruida son: materia seca metabolizable 73,95% y 74,78%, proteína cruda metabolizable 42,97% y 44,26%; y energía metabolizable aparente 4 570,0 y 4 578,91 kcal/kg, respectivamente.
- La composición química y energía bruta de la torta de sachá inchi precocida y precocida extruida presentan valores de: materia seca 94,25% y 94,01%; proteína bruta 55,77% y 50,15%; energía bruta 5 068,2 kcal/kg y 5 059,02 kcal/kg, respectivamente.
- Los coeficientes metabolizables de la torta de sachá inchi precocida y precocida extruida son: 78,46% y 79,54% de materia seca; 77,05% y 88,25% de proteína bruta; 90,17% y 90,51% de energía, respectivamente.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas de campo para determinar el nivel óptimo de inclusión de la torta de sachá inchi sancochado en raciones para pollos parrilleros en función al comportamiento biológico y económico.
- La torta de sachá inchi precocida y precocida extruida pueden ser utilizadas en raciones para pollos parrilleros por su alto, contenido nutricional, coeficiente metabolizable y nutrientes metabolizables.

VII. ABSTRACT

This research work was conducted, in Tingo Maria, with the objective to determine the metabolizable nutrients and metabolizable energy of sachu inchi cake subjected to two thermal processes: cooking (95°C/5min) and extrusion (500 kg/h 85-90°C) with the purpose to inactivate its anti-nutritional factors and improving the nutrients availability for enzyme attack in the gut. metabolizable nutrients and metabolizable energy of sachu inchi cake were determined by substitution and total excreta collection test (MATTERSON, 1965) in broiler chickens.

Chemical composition values of sachu inchi precooked cake(SIPCC) and sachu inchi precooked extruded (SIPCE)were as follow: 94.01% and 94.25% of DM, 55.77% and 50.15% of PB 5 068.2 5 059.02 kcal / kg EB; metabolizable coefficients: 78.46% and 79.54% of DM, 77.05% and 88.25% of PB, 90.17% and 90.51 % of energy; metabolizable nutrients were 73.95% and 74.78% of MSM, 42.97% and 44.26% of PBM, 4570 and 4578.91 kcal/kg of MS, respectively for each treatment, There were not significant differences ($P > 0.05$) between treatments, however SIPCE presents better results due to the additional extrusion process.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, G. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients, *Aquaculture*: 186(3-4), 293-310.
- ANAYA, Y. 2003. Proyecto Omega, plan de comercialización aceite y harina proteica de inca inchi. Agroindustrias Amazónicas [En línea]: (<http://www.proamazonia.gob.pe>; documento, 16 de enero del 2009).
- AREVALO, E. 2003. Informe de resultados de investigación del sachá inchi. Programa nacional de investigación en recursos genéticos y biotecnología. Estación experimental "El porvenir". San Martín, Perú. 15 p.
- BORGES, P.; ROSTAGNO, H., ALBINO, L., GOMES, P., NUNES, V., BARRETO, S. 2002. Valores Energéticos da Soja e Subprodutos da Soja, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. *Rev. Bras. Zootec.* 31(4):1171-1178
- 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.

- BRESSANI, R. y SOSA, J. 1990 Effect of processing on the nutritive value of canavalia jack beans (*Canavalia ensiformis*). Plant Foods Human Nutr. 40:207-214.
- BUTLER, L. and BOS, K. 1993. Analysis and characterization of tannins in faba beans, cereals and other seeds. Publication N° 70, wageningen pers, Netherlands
- BUXADE, C. 1996. Zootecnia; Bases de producción animal. Tomo V. Avicultura clásica y complementaria. Ediciones Mundi Prensa Mexico.
- CARDENAS, H., GOMEZ, C., DIAZ, J., CAMARENA, F. 2000. Evaluación de la calidad de la proteína de 4 variedades mejorada de frejol. Rev. Cubana. Alimentación y nutrición; 14(1):22-7.
- CARMONA, A., GOMEZ, A. y SEIDI, D. 1993. Uso de pruebas bioquímicas para el estudio de problemas nutricionales en *Canavalia ensiformes* (L) DC producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. Compilación de trabajos presentados en el primer seminario taller sobre *Canavalia ensiformes* celebrado en Maracay, Venezuela del 25 al 28 de junio de 1991.
- CORDOVA, A. 1993. Alimentación animal. Editorial EDITEC S.R. Lima Perú. 244p.
- D' MELLO, J. 1995. Factores antinutricionales en semillas de leguminosas. Leguminosas Tropicales en la alimentación animal. CAB Internacional U.K:129 -140.

- FAO. 1993. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. Proyecto AQUILA II. Documento de campo N° 7. [En línea]: (<http://WWW.fao.org>, documento, el 22 de enero del 2008)
- FLORES, M. y RODRÍGUEZ, M. (2008) Nutrición animal. Universidad De Las Palmas De Gran Canaria, Facultad De Veterinaria [En línea]: (<http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema19.htm>. documento 15 Ene. 2009).
- FRANCESCH, M. 2000. Sistemas para la valoración energética de los alimentos en aves. XVI Reunión ALPA, en Montevideo- Uruguay. p: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.
- GÓMEZ, S. 1990. Efectos de tratamientos físicos y químicos sobre factores antinutricionales presentes en las semillas de *Canavalia ensiformis*. Digestibilidad *in vivo* e *in vitro*. Tesis de Postgrado en Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas.163p.
- HAMEKER, P., VALLES, C., GILMAN, R., HARDMEIR, R., CLARK, D. 1992. Aminoacid and fatty and profiles of the inka peanut (*Plukenetia volubilis*). Cereal chemical. 69(4):461-463.
- HAZEN, A. y DUCLOS, L. 1980. Guidelnies for the establishment and y operation of vegetables oil factors. Cornell University. E.E.U.U.

- HUISMAN, J. y TOLMAN, G. 1992. antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants in recent advances in animal nutrition: p 3 – 31.
- JANSMAN, A. 1993. Tannins in feed feedstuffs for simple stomached animals; nutrition research reviews. 6:209-236.
- LOPEZ, C. 2000. Los taninos en la alimentación de las aves comerciales. En: Producción Animal. [En línea] (<http://www.revistas.ufg.br>, documentos, 10Dic. 2007)
- MANRÍQUEZ, J. 1994 La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos [En línea]: (<http://www.fao.-org/docrep/field/003/AB482S>, documento, 4 Ago. 2008)
- MATTERSON, L., POTTER, L., STUTZ, M., SINGER, E., 1996. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. University Connecticut, Research. Report. 7: 3 -.11.
- MIRANDA, S., RINCON, H., MUÑOZ, R., HIGUERA, A., ARZALLUZ, A., URDANETA, H. 2007. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles dietéticos de harina de granos de frijol (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*) durante la fase de crecimiento. Revista científica print ISSN 0798 – 2259. Universidad del Zulia. Maracaibo; Venezuela.
- MUÑOZ L. 1990. Alimentación y nutrición animal. Editorial EDIAGRARIA Primera edición. Universidad Nacional Agraria la Molina- Lima 263p
- NADAL, S., MORENO, M., CUBERO, J. (2004) Las leguminosas grano en la agricultura moderna. España Edit Mundi Prensa SAC p: 320

- NETO, J. 1992. Soja integral na alimentação de aves e suínos. Avic y Suinoc. Ind. Sao Paulo. 82(988): 4 – 15.
- NICOVITA. 2003. Alimentos y Nutrición. Acuicultura. Nicovita. Artículo técnico. [En línea]: (<http://www.nicovita.com.pe/paginas> 12 de agosto 2008)
- OBREGON, A. 1997. Obtención de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis*) en polvo, secado por atomización. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Perú. [En línea]: (<http://www.ippn.org.pe/node/4> - 35k documento, 15 Ago. 2007)
- PASCUAL, CH., MEJÍA L. 2007. Extracción y caracterización de aceite de sachá inchi. 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).
- PRONARGE. 2006. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. Estación Experimental, El Porvenir. Tarapoto Perú. [En línea] (<http://www.congreso.gob.pe>, documentos, 13 de enero 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. 186p.
- SCHANG, M. y AZCONA, O. 2006 Instituto de Tecnología Pecuaria. INTA – EEA, sección aves. Buenos aires Argentina. 24 (8):12-24.

- STELL, R., TORRIE, J. 1985. BIOESTADISTICA Principios y procedimientos. 2 ed. Bogotá, Colombia, Mc Graw- Hill. 622 p.
- SUAREZ, A. 1997, Aves, INTA-EEA [En línea]:
(<http://www.rosario.com.ar/agronoticias>, 15 Feb. 2009).
- UNAS. 2005. Datos meteorológicos. Estación metereológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.
- VALLES, C. 1991, Cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volúbilis*). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.
- VALLS, P. 1995. El proceso de la extrusión sobre la utilización de nutrientes IX Curso de Especialización FEDNA 8 y 9 de Noviembre, Barcelona España.
- VELA, L. 1995. Ensayos para la extracción y caracterización de aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el departamento de San Martín". Tesis de Grado. Universidad Nacional de San Martín
- ZAMORA, N. 2003. Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores anti nutricionales y digestibilidad en vitro de proteínas y almidón en harinas de Canavalia ensiformis. Scielo. ALAN 53(3):293-298. ISSN 0004-0622.

ANEXO

Anexo 1. Cálculo del consumo por su peso metabólico

T₁: Torta de sachá inchi precocido

Materia seca (%)	Peso Metabólico	
DB: 88,49	PV ⁰ ,75:	0,75
DP ₁ : 88,95		
DP ₂ : 88,5		

Rpts	Tipo racion	Peso ave (W) (Kg) 1	Cons. Prom (g) 2	Apro vecha (%) 3	Cons. Aprov 4	Cons MS 5	W. Metab (UTM) 6	Cons. MS/ UTM 7	Cons. MS /anim 8	Cons. /anim (g) 9
I	RB	4,110	300	0,95	285	252,2	2,89	87,37	252,2	285,0
	RP	3,720		0,95			2,68	87,37	234,0	263,1
II	RB	3,665	290	0,95	275,5	243,8	2,65	92,04	243,7	275,5
	RP	3,802		0,95			2,72	92,04	250,6	281,7
III	RB	3,855		0,95			2,75	92,62	254,8	287,9
	RP	3,360	272	0,95	258,4	229,8	2,48	92,62	229,8	258,4
IV	RB	3,714		0,95			2,68	91,10	243,7	275,4
	RP	4,089	310	0,95	294,5	262,0	2,88	91,10	261,9	294,5
V	RB	3,794		0,95			2,72	73,86	200,7	226,9
	RP	3,952	245	0,95	232,7	207,0	2,80	73,86	207,0	232,7
VI	RB	3,889		0,95			2,77	86,96	240,8	272,1
	RP	3,725	276	0,95	262,2	233,2	2,68	86,98	233,2	262,2

T₂: Torta de sachá inchi precocido extruido

Rpts	Tipo racion	Peso ave (W) (Kg) 1	Cons. Prom (g) 2	Apro vecha (%) 3	Cons. Aprov 4	Cons MS 5	W. Metab (UTM) 6	Cons. MS/ UTM 7	Cons. MS /anim 8	Cons. /anim (g) 9
I	RB	3,495		0,95			2,56	94,86	242,48	274,01
	RP	3,700	301	0,95	285,9	253,1	2,67	94,86	253,07	285,95
II	RB	3,411	265	0,95	251,7	222,8	2,51	88,76	222,77	251,75
	RP	3,647		0,95			2,64	88,76	234,24	264,68
III	RB	3,690	286	0,95	271,7	240,4	2,66	90,31	240,43	271,70
	RP	3,542		0,95			2,58	90,31	233,17	263,47
IV	RB	3,688		0,95			2,66	93,39	248,54	280,87
	RP	3,628	292	0,95	277,4	245,5	2,63	93,39	245,50	277,40
V	RB	3,738	280	0,95	266	235,4	2,69	87,56	235,38	266,00
	RP	3,733		0,95			2,69	87,56	235,15	265,71
VI	RB	3,645	225	0,95	213,7	189,1	2,64	71,70	189,15	213,75
	RP	3,929		0,95			2,79	71,70	200,09	226,09

¹ Peso de dos pollos a los 31 días

² Consumo de alimento referencial tomado durante los 7 días de adaptación.

^{3 y 4} Porcentaje de pérdida observada durante la adaptación y consumo aprovechado

⁵ Consumo en base seca

^{6 y 7} Peso metabólico y consumo de alimento en base seca en función al peso metabólico respectivamente.

⁸ Consumo de alimento en base seca e función al peso metabólico por animal

⁹ Consumo de alimento total por animal

Anexo 3. Pollos seleccionados y homogenizados en función del peso
(gramos)

[893,6 - 944,1)	(944,1 - 994,6]	(994,6 - 1 045,1]	(1 045,1 - 1 095,6]
893,6	949,4	999,2	1052,6
895,7	951,4	999,2	1052,6
896,5	961,3	1000,5	1068,5
897,2	964,2	1002,3	1068,5
900,5	976,5	1005,2	1075,5
901,9	977,4	1006,9	1076,7
910,8	980,4	1014,5	1079,4
911,6	980,5	1015,3	1081,2
927,3	988,4	1025,4	1084,3
928,1	989,3	1026,4	1091,4
930,2	992,2	1033,2	1094,8
930,2	993,2	1034,2	1095,6

Anexo 4. Peso promedio de los pollos y consumo total de alimento durante la
fase experimental.

Tratamientos	Pesos promedio los pollos (kg.)			Consumo de alimento Kg/ave
	1(24 días)	2(36 días)	3(40 días)	
T SI PC ¹	1,136 ± 0,052	1,888 ± 0,124	2,248 ± 0,182	0,515 ± 0,063
T SI PCE ²	1,141 ± 0,12	1,848 ± 0,066	2,16 ± 0,083	0,51 ± 0,064

¹ TSI S =: Torta de sachá inchi sancochado

² TSI SE = Torta de sachá inchi sancochado extuido

Anexo 5. Coeficientes metabolizables de la materia seca, proteína y energía; de la torta de sachá inchi

Coeficiente de Metabolicidad*					
Materia seca (%)		Energía (%)		Proteína (%)	
TSI PC	TSI PCE	TSI PC	TSI PCE	TSI PC	TSI PCE
78,46	79,54	86,55	90,51	77,05	88,25
86,77	75,70	94,41	91,83	84,16	94,45
70,14	83,38	89,55	89,19	69,93	82,05
± 8,32	± 3,84	± 3,97	± 1,32	± 7,12	± 6,20

± Desviación estándar

Anexo 6. Nutrientes metabolizables de la materia seca, proteína y energía; de la torta de sachá inchi

Nutrientes Metabolizables*					
Materia seca (%)		Energía (kcal/kg)		Proteína (%)	
TSI PC	TSI PCE	TSI PC	TSI PCE	TSI PC	TSI PCE
73,95	74,78	4 386,53	4 378,79	40,66	33,93
81,78	71,17	4 784,89	4 645,73	44,41	48,37
66,11	78,39	4 538,57	4 512,26	36,90	41,15
± 7,84	± 3,61	± 201,03	± 133,47	± 3,75	± 7,22

TSI PC =: Torta de sachá inchi precocido; TSI PCE = Torta de sachá inchi precocido extruido.

*Resultados seleccionados de 6 repeticiones mediante la prueba t Student, para tener datos más homogéneos se descartaron los extremos superior e inferior

Anexo 7. Valores de materia seca, proteína y energía del alimento en los tratamientos

Tratamientos	Consumo de Alimento(g)	Total Alimento/MS(g)	PT (gr.)	Energía (Kcal/Kg.)
RB1	1 140	1006,85	226,06	4 661,96
RB2	1 104	975,05	218,92	4 514,74
RB3	1 160	1024,51	230,03	4 743,75
RB4	1 120	989,18	222,10	4 580,17
RB5	920	812,54	182,44	3 762,28
RB6	1 092	964,45	216,54	4 465,67
B+TSI PC1	1 060	946,05	235,00	4 626,36
B+TSI PC2	1 128	1006,74	250,08	4 923,14
B+TSI PC3	1 040	928,20	230,57	4 539,07
B+TSI PC4	1 180	1053,15	261,61	5 150,10
B+TSI PC5	932	831,81	206,62	4 067,70
B+TSI PC6	840	749,70	186,23	3 666,17
RB1	1 100	905,52	218,13	4 428,16
RB2	1 008	829,79	199,89	4 057,80
RB3	1 088	895,64	215,75	4 379,85
RB4	1 128	928,57	223,68	4 540,88
RB5	1 064	875,88	210,99	4 283,24
RB6	860	707,95	170,54	3 462,02
RB+TSIPCE1	1 144	1020,79	260,26	4 641,96
RB+TSIPCE2	1 060	945,84	241,15	4 301,12
RB+TSIPCE3	824	735,26	187,46	3 343,51
RB+TSIPCE4	1 120	999,38	254,80	4 544,58
RB+TSIPCE5	1 064	949,41	242,06	4 317,35
RB+TSIPCE6	904	806,64	205,66	3 668,20

RB: 100% alimento convencional.

RB + TSI PC=90% alimento convencional + 10% torta de sachá inchi precocido.

RB + TSI PCE=90% alimento convencional + 10% torta de sachá inchi precocido extruido

Anexo 8. Valores de materia seca, proteína y energía de las heces de los tratamientos

Tratamientos*	Materia Seca	Materia Seca	Proteína	Energía
	60°C	105°C		
RB1	15,51	93,67	34,09	3 384,32
RB2	18,62	93,62	33,53	3 611,59
RB3	17,50	90,11	32,15	3 615,49
RB4	18,51	91,86	35,26	3 563,68
RB5	16,87	95,21	32,96	3 707,45
RB6	19,25	97,14	34,38	3 642,54
B+TSI PC1	18,85	93,86	37,33	3 616,53
B+TSI PC2	19,94	93,87	37,89	3 379,20
B+TSI PC3	17,97	94,32	38,76	3 478,39
B+TSI PC4	17,83	94,11	37,00	3 561,86
B+TSI PC5	18,27	95,08	35,00	3 656,90
B+TSI PC6	16,75	94,32	38,21	3 545,08
RB1	17,39	94,26	35,00	3 476,12
RB2	17,66	94,70	37,33	3 557,58
RB3	18,96	94,50	36,17	3 584,21
RB4	18,50	95,59	35,00	3 619,94
RB5	19,58	95,00	35,00	3 565,22
RB6	18,93	94,60	35,00	3 575,96
RB+TSIPCE1	16,26	93,53	40,25	3 549,00
RB+TSIPCE2	16,18	94,10	40,25	3 363,50
RB+TSIPCE3	18,94	95,20	40,25	3 677,74
RB+TSIPCE4	16,61	95,91	39,96	3 376,15
RB+TSIPCE5	20,05	95,47	39,37	3 563,96
RB+TSIPCE6	15,44	93,49	39,37	3 531,35

RB: 100% alimento convencional.

RB + TSI PC=90% alimento convencional + 10% torta de sachá inchi precocido.

RB + TSI PCE=90% alimento convencional + 10% torta de sachá inchi precocido extruido