

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL SACHA
INCHI (*Plukenetia volúbilis* L) INTEGRAL PRECOCIDO Y
PRECOCIDO EXTRUIDO EN POLLOS DE CARNE, EN TINGO
MARÍA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

MARCELO DÍAZ RÍOS

PROMOCIÓN 2007 - II

Tingo María - Perú

2009

L51

D67

Díaz Ríos, Marcelo

Determinación del Valor Nutricional del Sacha Inchi (*Plukenetia Volúbilis* L.)
Integral Precocido y Precocido Extruido en Pollos de Carne, en Tingo María.
, 2009

51 h.; 6 cuadros; 7 fgrs.; 48 ref.; 30 cm.

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

PLUKENETIA VOLÚBILIS L / VALOR NUTRICIONAL / ENERGÍA

METABÓLICA / SACHA INCHI INTEGRAL / METODOLOGÍA / 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 las Cumbres Mundiales del Perú"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 02 de noviembre del 2009, a horas 11:00 a.m. para calificar la tesis titulada:

DETERMINACION DEL VALOR NUTRICIONAL DEL SACHA INCHI (*Plukenetia Volúbilis* L) INTEGRAL PRECOCIDO Y PRECOCIDO EXTRUIDO EN POLLOS DE CARNE, EN TINGO MARIA.

Presentada por el bachiller **MARCELO DÍAZ RÍOS**; 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, 02 de noviembre del 2009

M.Sc. JUAN LAO GONZALES
Presidente



Ing. WAGNER VILLACORTA LOPEZ
Miembro

M.Sc. CARLOS AREVALO AREVALO
Miembro

M.Sc. MEDARDO DIAZ CESPEDES
Miembro

DEDICATORIA

Con infinito amor y eterna gratitud a mí querida mamá:

DOLORES RÍOS RAMIREZ, quien con amor, humildad, sacrificio y confianza dedicó su vida y no desmayó ni un instante en el bienestar de sus hijos e inculcó en mis valores y principios de superación.

A mí querido padre: **RIGOBERTO DÍAZ**

GARCÍA, con mucho cariño y gratitud por su confianza.

A mis queridos abuelos: **ROSENDO RÍOS ALEGRÍA**,

GREGORIA RAMIREZ LOZANO, con inmenso cariño y gratitud, por sus sabios consejos.

A mis queridos hermanos: **JANOBER, JULIANA**,

RENZO, por su comprensión, confianza, apoyo en todo momento y ser el motivo de mi superación.

AGRADECIMIENTO

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

A mis asesores de tesis, MSc. Medardo Antonio Díaz Céspedes, Ing. Walter Paredes Orellana; por la dedicación, orientación y confianza, como asesor que han permitido la elaboración y ejecución 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.

A mi enamorada Gabriela Alarcón Pérez, por su amor, generosidad, espíritu afectivo y todos sus consejos y apoyo brindado.

A todos mis amigos: Tony Córdova, Anderson Rojas, Marcos Flores, Ricardo Quintana, Jaime linares, Raúl Ríos, Luis García, Esteban Huamán, Jhon Pinchi, Dimas Sánchez, David Ruiz, Erick Pérez, Drisdally Ríos, Benazir Alarcón, Glelia Ríos, Alila Perdomo, por su amistad sincera e incondicional y apoyo durante mi formación profesional, que han hecho grato y satisfactorio el tiempo en la 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.....	9
2.3.1. Taninos.....	10
2.3.2. Inhibidores de las proteasas.....	11
2.3.2. Proteínas antigénicas.....	11
2.4. Digestibilidad.....	11
2.4.1. Energía metabolizable.....	12
2.5. Efectos de los tratamientos térmicos.....	13
2.5.1. La extrusión.....	15
2.6. Pruebas de digestibilidad y energía metabolizable en aves.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Lugar de la investigación.....	20
3.2. Tipo de investigación.....	21
3.3. Animales.....	21
3.4. Instalaciones.....	21
3.5. Alimentación.....	22
3.6. Procesamiento del sachá inchi y formulación de las raciones en estudio...	23
3.6.1. Obtención y proceso térmico del sachá inchi integral.....	23

3.6.2. Raciones en estudio.....	24
3.6.3. Colección de muestra.....	26
3.6.4. Análisis de laboratorio.....	27
3.7. Sanidad.....	28
3.8. Variable independiente.....	29
3.9. Tratamiento en estudio.....	29
3.10. Croquis de distribución de los tratamientos.....	30
3.11. Análisis estadístico.....	31
3.12. Variable dependiente.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Nutrientes y energía metabolizables del sachá inchi integral.....	33
V. DISCUSIÓN.....	37
5.1. Nutrientes y energía metabolizables del sachá inchi integral.....	37
5.1.1. Composición química del sachá inchi integral.....	37
5.1.2. Coeficientes y nutrientes metabolizables del sachá inchi integral...	38
5.1.3. Energía metabolizable del sachá inchi integral.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
VIII. ABSTRACT.....	44
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45
ANEXO.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Principales características nutricionales del sachá inchi (<i>Plukenetia volúbilis</i> L.).....	7
Cuadro 2. Perfil de aminoácidos de la proteína del sachá inchi comparada con la proteína de otras semillas aceiteras.....	8
Cuadro 3. Valores nutricionales y energéticos de insumos evaluados en pollos parrilleros.....	18
Cuadro 4. Composición porcentual y nutricional de la dieta basal utilizada en pollos de carne durante la fase experimental.....	25
Cuadro 5. Composición química y energía bruta la ración base y prueba.....	26
Cuadro 6. Nutrientes y energía metabolizables del sachá inchi integral.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución del insumo en estudio para los tratamientos.....	22
Figura 2. Distribución de los tratamientos.....	30
Figura 3. Composición química (Materia seca y proteína bruta) del sachá inchi integral.....	34
Figura 4. Energía bruta del sachá inchi integral.....	34
Figura 5. Coeficientes metabolizables (Materia seca, Proteína bruta y Energía bruta) del sachá inchi integral.....	35
Figura 6. Nutrientes metabolizables (materia seca, Proteína bruta) del sachá inchi integral.....	35
Figura 7. Energía metabolizable del sachá inchi integral.....	36

RESUMEN

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, en Tingo María, con el objetivo de determinar los nutrientes metabolizables y energía metabolizable del sachá inchi integral sometida a dos procesos térmicos: cocción (95°C/15min) y extrusión (500 kg/h a 85-90°C) con la finalidad de inactivar los factores antinutricionales y mejorar la disponibilidad de los nutrientes para el ataque enzimático en el intestino. Los nutrientes metabolizables y energía metabolizable del sachá inchi integral se determinó mediante la prueba de sustitución y colecta total de excretas (MATTERSON, 1965) en pollos de carne. El sachá inchi integral precocido (SII PC) y sachá inchi integral precocido extruido (SII PCE) presentaron valores de: composición química 95,91% y 95,9% de MS; 35% y 32,76% de PB; 6357,08 y 6047,54 kcal/kg de EB, coeficientes metabolizables 53,14% y 58,09% de MS; 63,79% y 73,25% de PB; 77,17% y 74,43% de EB, y los nutrientes metabolizables son 50,97% y 55,71% de MSM; 22,33% y 24% de PBM; 4905,46 y 4501,33 kcal/kg de EM, respectivamente para cada tratamiento, observándose que no existe diferencia estadística significativa ($P>0,05$) entre tratamientos, pero si existe diferencia numérica a favor del SII PCE debido al proceso adicional de extrusión.

I. INTRODUCCIÓN

En la provincia de Leoncio Prado, se ha observado una alta demanda de carne de pollo. Sin embargo, la producción avícola no se ha desarrollado por múltiples factores, los más importantes son: el precio elevado y disposición de los insumos proteicos y energéticos de uso tradicionales en la formulación de raciones, los cuales aumentan el costo de producción ya que la alimentación es el rubro que representa del 70 al 75% del costo total de producción. La urgente necesidad de buscar nuevos insumos para la alimentación de aves, ha conducido a experimentar con materias primas no tradicionales que contribuyan a sustituir parcial o totalmente a los insumos tradicionales; 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 Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis* Linneo) es una planta de escasa importancia como cultivo industrial, crece en regiones tropicales (Pucallpa, Puerto Inca, Tingo María y Tarapoto) y ofrece grandes perspectivas de uso en la alimentación de pollos (ANAYA, 2003). El sachu inchi integral por

su alto valor proteico (31,44%), grasa (51,61%) y energía bruta (7044,52 kcal/kg) reportado por BRIOSO, (2007) surge como alternativa de sustitución de los insumos proteicos de importación, pues la actividad avícola y pecuaria importa gran cantidad de estos piensos tales como la soya integral y torta de soya.

Análogamente al sachá inchi, el grano de soya contiene factores antinutricionales (FAN) que a través de los estudios quedó demostrado la factibilidad de su uso inactivando esos factores por procesos térmicos. La extrusión inactiva los FAN y además predispone a los nutrientes a un mejor ataque enzimático, por lo tanto un mejor aprovechamiento por el animal (BRENES y BRENES, 1993) consideramos que este mismo efecto podría darse en el sachá inchi integral, sin embargo no ha sido estudiado. ¿Cuál será el valor nutricional del sachá inchi integral precocido y precocido extruido, evaluados en pollos de carne, en Tingo María?

Los tratamientos térmicos de precocción y extrusión, por su acción inhibitoria sobre los taninos mejoran la digestibilidad y disponibilidad de los nutrientes, así como el valor energético del sachá inchi integral, para demostrar esto se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- ✓ Determinar los nutrientes metabolizables y energía metabolizable del sachá inchi integral precocido y precocido extruido en pollos de carne, en Tingo María.

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar la composición química (materia seca, proteína bruta) y energía bruta del sachá inchi integral precocido y precocido extruida en pollos de carne, en Tingo María.
- ✓ Determinar los coeficientes metabolizables del sachá inchi integral precocido y precocido extruida en pollos de carne, en Tingo María.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

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 distribuida 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 1,5 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

Salas, (1981) citado por OBREGON, (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.

Las características nutricionales más importantes del sachá inchi; según VALLES, (1991) reportó, un contenido de proteína bruta de 23 % y su contenido de aceite de 49,6 %; de igual modo HAMEKER *et al.*, (1992) reportaron, un nivel de aceite de 49 % y un contenido relativamente alto de proteínas de 33 %.

GARCIA, (1992) reportó, la composición nutricional de la semilla de sachá inchi procedente de nueve localidades del departamento de San Martín teniendo como resultado un 24,39 % proteína bruta, 43,27 % extracto etéreo, 16,53 % carbohidratos, 7,72 % fibra, 2,30 % ceniza, 5,63 % humedad. También del sachá inchi extrusado semi desgrasado con proteína bruta 46,67 %, extracto etéreo 29,78 %, carbohidratos 16,03 %, fibra 2.82 %, ceniza 4.02 %, humedad 3.50 %.

Hazen Y Stoewesand, 1980, citados por el MINISTERIO DE AGRICULTURA, (2002) señala, que químicamente la semilla de Sacha Inchi tiene un 54 % de grasa comprendiendo ácidos grasos insaturados (oleico 8,28 %, linoléico 36,8 % y linolénico 48,61 %) y ácidos grasos saturados (palmítico 3,85 % y esteárico 2,54 %), 29 % de proteína; además ceniza 2,1 %, fibra 2,6 % carbohidratos 17,7 % y energía 5557 (Kcal /kg).

BRIOSIO, (2007) reporta, que el sachá inchi integral tostado a 110 °C por 20 minutos presenta 31,44 % de proteína bruta, 51,61 % de extracto etéreo, 7,25 % de fibra bruta, 2,58 % de ceniza, 7044,52 kcal/kg de energía bruta respectivamente.

LINARES, (2009) menciona, que la composición química del sachá inchi integral precocido a 95 °C por 15 minutos tiene 96.79 % materia seca, 40.61 % proteína bruta y 40.34 % extracto etéreo. Así mismo QUINTANA, (2009), realizó el mismo tratamiento térmico reportando valores de 35.03 % de proteína bruta, 48.83 % de extracto etéreo.

HAMEKER *et al.*, (1992) reportaron, que el sachá inchi contiene el más alto contenido de aceite entre las semillas aceiteras, comparable al maní, girasol, soya. La almendra de sachá inchi, concentrada como alimento contiene más calorías que el azúcar, más grasa que la crema de leche y más proteína, vitaminas y minerales que la carne de res. El sachá inchi presenta un contenido aminoacídico mejor que otras semillas (semilla de girasol, semilla de algodón,

soya, maní), pero los niveles de leusina y lisina son más bajos que los de la proteína de la soya, aunque igual o mayor que los niveles de la proteína del maní, semilla de algodón o de girasol.

En el Cuadro 1 se muestra el análisis proximal y energía bruta del sachá inchi y en el Cuadro 2 se muestra la composición aminoacídica del sachá inchi en comparación con la soya, maní, algodón y girasol.

Cuadro 1. Principales características nutricionales del Sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.).

Composición	Sacha inchi integral	
	1	2
Proteína (%)	29	24,39
Aceite (%)	54	43,27
Ceniza (%)	2,1	2,30
Fibra (%)	2,6	7,72
Carbohidratos (%)	17,7	16,53
Humedad (%)		5,63
Energía bruta (kcal/ kg)	5557	

Fuente: 1: HAZEN y STOEWEESAND, (1980), 2: GARCIA, (1992)

Cuadro 2. Perfil de aminoácidos de la proteína del sachá inchi comparada con la proteína de otras semillas aceiteras¹.

Semillas	S. inchi	Soya	Maní	Algodón	Girasol
Proteína	27	28	23	23	24
aa esenciales					
Histidina	26	25	24	27	23
Isoleusina	50	45	34	33	43
Leusina	64	78	64	59	64
Lisina	43	54	35	44	36
Metionina	12	13	12	13	15
Cisteína	25	13	13	16	15
Fenilalanina	24	49	50	52	15
Tirosina	55	31	39	29	19
Treonina	43	39	26	33	37
Triptofano	29	13	10	13	14
Valina	40	48	42	46	51
No esenciales					
alanina	36	43	39	41	42
Arginina	55	72	112	112	80
Asparagina	111	117	114	94	93
Glutamina	113	187	183	200	218
Glisina	118	42	56	42	54
Prolina	48	55	44	38	45
Serina	64	51	48	44	43
TEAA*	411	408	349	365	366
TAA**	956	975	945	936	941
TEAA como % de TAA	43	42	37	39	39

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición del Perú, reportado por ANAYA, (2006)

¹ Valores indicados en miligramos de proteína.

*TEAA = Aminoácidos esenciales totales

**TAA = Total de aminoácidos

BENAVIDES y MORALES, (1994) mencionan, que análisis realizados en aceite y proteína en los laboratorios de Pucallpa y la empresa Perú Pacífico S.A. en Piura, de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) expresados en base a materia seca, ha reportado un alto contenido de proteína de 33 % y ácidos grasos 48,7 %, de la misma forma el contenido de vitamina A y E, minerales y aminoácidos se encuentran en proporciones considerables.

2.3. Factores antinutricionales del sachá inchi

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 y BRENES, 1993).

Según OBREGON, (1997) menciona, la almendra del 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.

Los taninos afectan el uso de las proteínas debido a que se ligan a la lisina, haciéndose indisponible en la alimentación de especies monogástricos (FAO, 1993). Puede inhibir las enzimas, causando daños de las mucosas debido a la formación de complejos con la membrana de la mucosa. En conjunto decrece la digestibilidad de los nutrientes nitrogenados y en menor medida de la energía, por otro lado se reporta que los taninos hidrolizables podrían causar efectos tóxicos a nivel sistémico y de mayor importancia en el hígado (HUISMAN y TOLMAN, 1992; JANSMAN, 1993; BUTLER y BOS, 1993; MIRANDA *et al.*, 2007).

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 (Griffiths, 1984, citado por BRENES y BRENES, 1993).

Los taninos afectan el uso de los nutrientes nitrogenados y la energía, por otro lado se reporta que los taninos hidrolizables podrían causar efectos tóxicos a nivel sistémico y de mayor importancia en el hígado (HUISMAN y TOLMAN, 1992; JANSMAN, 1993; BUTLER y BOS, 1993).

2.3.2. Inhibidores de las proteasas

Griffiths, (1984), citado por BRENES y BRENES, (1993) mencionan, 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 (Toullec y Ghilloteau, 1989, citados por BRENES y BRENES, 1993). Son resistentes al tratamiento térmico, siendo necesario altas temperaturas para afectar su antigenicidad, aunque produce un efecto negativo sobre la calidad proteica (Anderson *et al.*, 1979, citado por BRENES y 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).

MUÑOZ, (1990) menciona, 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. Así mismo FLORES y RODRÍGUEZ, (2008) consideran, la digestibilidad aparente se determina comparando la cantidad de nutriente ingerido con la cantidad excretada del mismo nutriente, sin considerar las pérdidas endógenas.

Debido a que las aves excretan conjuntamente las heces y la orina a través de la cloaca, en alimentación de aves no se emplea el término de digestibilidad sino el de metabolibilidad (MUÑOZ, 1990).

2.4.1 Energía metabolizable (EM)

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

OBREGON, (1997) asegura, que el sabor astringente de la semilla de Sacha Inchi es por la presencia de taninos presentes en su tegumento y que para que ésta se separe, logre inactivar enzimas y factores antinutricionales debe ser tratado por una cocción prolongada o pelado químico con NaOH. Así mismo PRONARGE, (2006) adiciona, que tratamientos como el cocido, tostado y cocción por microondas tienen acción sobre los taninos.

NADAL *et al.*, (2004) mencionan, el valor nutritivo de algunos alimentos ricos en proteína aumenta drásticamente tras un tratamiento térmico. Así mismo 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 y BRENES, (1993) mencionan, el valor nutritivo de las leguminosas, 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 factores antinutricionales 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 y BRENES, 1993).

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 %). (GARCÍA y GÓMEZ, 2007).

MATEOS y SALADO, (1999) manifiestan, 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.

2.5.1. La extrusión

RODRÍGUEZ *et al.*, (2004) mencionan, 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. Así mismo OSVALDO, (2005) manifiesta, que 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.

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:

La desactivación de factores antinutricionales, permite la destrucción del 90% de los factores antitripticos, 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 la proteína y energía.

Esterilización de los productos, la elevada presión y temperatura permiten destruir los microorganismos.

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

NETO, (1992) menciona, 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

ROJAS *et al.*, (2005) mencionan, que la soya integral para su uso debe estar bien procesada, ya sea tostada o extruida (a 132 °C) en lo cual presente un 38 % de proteína, 18 – 20 % Extracto Etéreo y 4,1 Mcal/kg de

energía digestible. Por otro lado SUAREZ, (1997) reportó, la soya desactivada mediante el extrusado ofrece una mejor digestibilidad de la proteína, con relación a los procesos comunes de desactivación; este mayor aprovechamiento puede ir desde un 5 % a 10 %, dependiendo del equipo que se utilice.

BUXADE, (1996) recomienda, las tortas de oleaginosas a utilizar en la alimentación deben presentar un contenido de proteína próximo al 40 % y una digestibilidad de 75 % a 90 %. Así mismo ZAMORA, (2003) indica, el proceso de extrusión aumenta la digestibilidad en harinas de 57,5 % a 89,5 %.

SCHANG y AZCONA, (2001) mencionan, que la torta de soya con 42 - 47 % de proteína tiene 3 022 , 3 314 Kcal/kg de EM verdadera y el maíz con 8,9 % de proteína contiene 3950 Kcal/kg de energía bruta (EB) y 3 600 Kcal/kg de 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) reportan, los valores nutricionales y energéticos de cuatro principales insumos utilizados en la formulación de raciones para pollos parrilleros, como se describe en el cuadro 3.

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

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	CDPB (%)	PBD (%)	EB (Kcal/Kg)	CDEB (%)	EM (Kcal/Kg)
Soya integ extrusada	90.47	37.00	90.00	33.30	4930	69,55	3429
Soya integ tostada	90.27	37.00	87.00	32.19	4938	66,44	3281
Soya integ micronizada	92.62	39.14	90.00	35.23	5279	69,33	3660
Torta soya(45)	88.59	45.3	91.9	41.7	4079	55.31	2256
Torta soya(48)	88.21	47.9	92.1	44.1	4302	60,20	2590
Harina pescado (54)	92.26	54.4	86.6	47.0	4114	63,90	2627
Harina 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).

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 bruta

BORGES *et al.*, (2002) manifiestan, que los 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 un 12,71% con el proceso de extruido.

BRIOSIO, (2007) reporta, que el sachá inchi integral tostado a 110 °C por 20 minutos presentó los coeficientes metabolizables de: 74.40 % de materia seca, 62.98 % de proteína bruta, 73.10 % de fibra bruta y 68.05 % de extracto etéreo y energía metabolizable de 6134.55 Kcal/kg. Así mismo JACKSON y DALIBARD, (1995) reportaron, que el coeficiente de digestibilidad de la proteína en aves de la soya integral no tratada, tostada y extrusado son 71, 82 ,88% respectivamente.

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 Maria, 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, 2008).

El trabajo de investigación se realizó durante los meses de octubre a mayo del 2009.

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental.

3.3. Animales

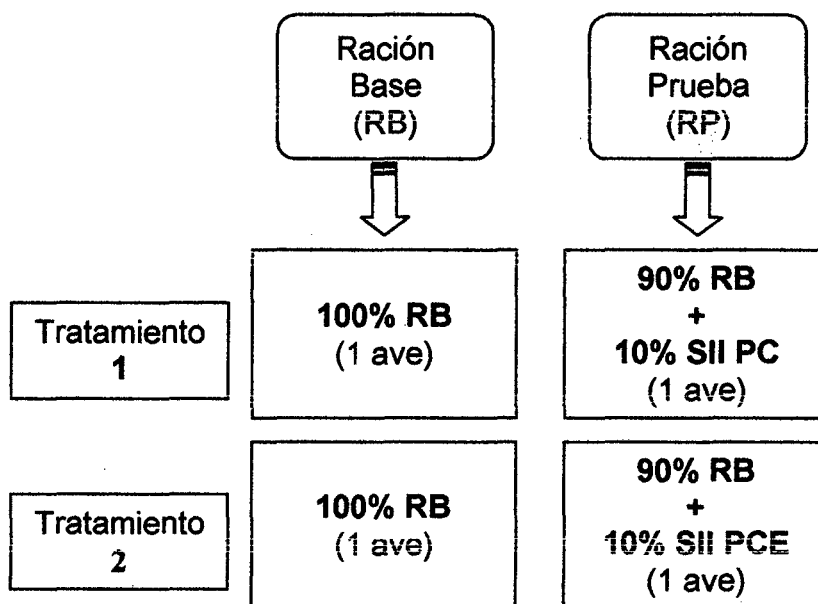
En el trabajo se utilizó 48 pollos de carne machos, de la línea COBB VANTRESS 500, procedentes de la empresa San Fernando Lima; los cuales recibieron similares condiciones de manejo y alimentación durante los primeros 23 días; luego fueron distribuidos y alojados en jaulas metabólicas individuales para la evaluación de metabolicidad.

3.4. Instalaciones

La investigación se realizó en la sala de procesos metabólicos; construido en 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 3 baterías confeccionadas de madera, fierros y malla metálica en la cual se distribuyeron los dos tratamientos con 18 repeticiones y para el tratamiento control 12 repeticiones, haciendo un total de 48 jaulas metabólicas experimentales; cada división contó con un comedero y bebedero independiente.

3.5 Alimentación

Para la alimentación se dispuso a las aves en dos grupos las 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: SII PC = Sacha inchi integral precocido
SII PCE = Sacha inchi integral precocido extuido

Figura. 1. Distribución del insumo en estudio para los tratamientos

3.6. Procesamiento del sachá inchi y formulación de las raciones en estudio.

3.6.1. Obtención y proceso térmico del sachá inchi integral.

El Sachá inchi, se obtuvo de una empresa acopiadora de la ciudad de Tingo María, esta empresa acopia las semillas, realiza el pelado manual, para obtener las almendras de Sachá inchi. Consecuentemente, el sachá inchi integral 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 el sachá inchi integral, mover la mezcla y mantener la temperatura inicial durante 15 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 horas). La temperatura y tiempo (95 °C/15 min) es recomendado por ensayos previos de inactivación de taninos en el sachá inchi integral (QUINTANA, 2009).

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 del sachá inchi

integral de 5 a 7 segundos, la humedad al final del proceso de extrusión es de 10 a 20 %.

3.6.2. Raciones en estudio.

Las raciones se formuló 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 de carne 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
Sai	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 horizontal de tornillos sin fin, con capacidad de 50 kg.

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

Componentes	MS %	PB %	EE %	EB Kcal/kg
SII PC₁	95.91	35.00	42.18	6357.08
SII PCE₂	95.90	32.76	37.05	6047.54
Ración Base₃	92.08	21.68	6.47	4216.20
Ración prueba₄	90.47	25.38	9.70	4496.22
Ración Prueba₅	90.30	24.01	7.23	4277.36

Datos de análisis proximal del sachá inchi integral realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, (2009)

1 = Sachá inchi integral precocido

2 = Sachá inchi integral precocido extruido

3 = 100% alimento convencional.

4 = 90% alimento convencional + 10% sachá inchi integral precocido

5 = 90% alimento convencional + 10% sachá inchi integral precocido extruido

3.6.3. Colección de muestras

El periodo experimental duró doce días; siete días de adaptación a la dieta y cinco 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 trabajó bajo el método de colecta total de heces y orina descrito por MATTERSON, (1965); debajo de las jaulas experimentales se colocaron bandejas de zinc cubiertas con plástico para facilitar la colecta.

Las heces de todos los tratamientos se colectaron cada 12 horas, durante cinco días; posteriormente, éstas fueron pesadas y llevados a una estufa, teniendo un peso total de heces, la que se homogenizó obteniendo submuestras que fueron secadas a 60 °C, luego molidas y almacenadas en el desecador para los análisis correspondientes.

3.6.4. Análisis de laboratorio

La composición química se determinó de las muestras de la ración base y ración prueba, insumos en estudio (Sacha inchi integral) y heces, de las que se determinaron: 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 una Bomba Calorimétrica Adiabática.

Los coeficientes de metabolibilidad 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 del sachá inchi integral:**

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

Donde:

$N_M RB$ = Nutriente metabolizable de la ración base

$N_M RP$ = Nutriente metabolizable de la ración prueba

- ✓ **Determinación de los Nutriente metabolizable (NM) para el sachá inchi integral.**

$$NM = \frac{(N)(CM)}{100}$$

Donde:

NM = Nutriente Metabolizable

N = 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, se vacunó a los pollos bebes contra Newcastle, bronquitis infecciosa y Gumboro (triple aviar), también se colocó pediluvio en la entrada del galpón.

3.8. Variable independiente

- Sacha inchi integral (precocido y precocido extruido)

3.9. Tratamientos en estudio

Para el presente experimento se utilizaron dos tratamientos de prueba con 18 repeticiones y el tratamiento control con 12 repeticiones, como unidad experimental a 1 ave.

T₀= Ración base (Sin sachá inchi integral)

T₁= Sachá inchi integral precocido (SII PC)

T₂= Sachá inchi integral precocido extruido (SII PCE)

3.10. Croquis de distribución de los tratamientos

RB	SII PCE	SII PCE	SII PC
SII PC	SII PCE	SII PC	RB

SII PC	SII PC	SII PC	RB
RB	SII PCE	SII PCE	SII PCE

SII PCE	RB	SII PC	SII PCE
SII PC	SII PCE	RB	SII PC

SII PCE	SII PCE	RB	SII PCE
SII PC	RB	SII PC	SII PC

RB	SII PCE	SII PCE	SII PC
SII PC	SII PC	RB	SII PCE

SII PC	SII PCE	SII PC	RB
SII PCE	RB	SII PCE	SII PC

Donde:

SII PC = Sacha inchi integral precocido

SII PCE = Sacha inchi integral precocido extruido

RB = Ración base.

RB = 100% alimento convencional.

SII PC = 90% alimento convencional + 10% sachá inchi integral precocido.

SII PCE = 90% alimento convencional + 10% sachá inchi integral precocido extruido.

Figura. 2. Distribución de los tratamientos

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 (STEEL y TORRIE, 1985) para comparar si existe diferencia entre las medias de los valores nutricionales del sachá inchi integral precocido con el sachá inchi integral precocido extruido.

Formula de T student:

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}}$$

Donde:

$\bar{x}_A$ = Media muestral grupal de las observaciones del factor A

$\bar{x}_B$ = Media muestral grupal de las observaciones del factor B

S_p^2 = Varianza ponderada

n_A = numero de observaciones del factor A

n_B = Número de observaciones del factor B.

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 (kcal/kg)
 - ✓ Coeficiente metabolizables de la energía bruta (CMEB)

IV. RESULTADOS

4.1. Nutrientes y energía metabolizables del sachá inchi integral

En el Cuadro 6 se observa los valores obtenidos de la composición química, Coeficientes de metabolizabilidad y Nutrientes metabolizables del sachá inchi integral.

Cuadro 6. Nutrientes y energía Metabolizables del sachá inchi integral

Valores nutricionales	Sachá inchi integral	
	Precocido*	Precocido extruido**
Composición química:		
MS (%)	95,91	95,9
PB (%)	35	32,76
Coeficientes metabolizables:		
CMMS (%)	53,14 ± 4,47 ^a	58,09 ± 6,66 ^a
CMPB (%)	63,79 ± 6,82 ^a	73,25 ± 9,89 ^a
Nutrientes metabolizables:		
MSM (%)	50,97 ± 4,28 ^a	55,71 ± 6,39 ^a
PBM (%)	22,33 ± 2,39 ^a	24,0 ± 3,24 ^a
Energía metabolizable aparente (Kcal/Kg):		
EB (Kcal/Kg)	6357,08	6047,54
CMEB (%)	77,17 ± 5,64 ^a	74,43 ± 3,63 ^a
EMA (Kcal/Kg)	4905,46 ± 414,28 ^a	4501,33 ± 219,56 ^a

* Sachá inchi integral precocido a 95° C por 15 minutos.

** Sachá inchi integral precocido a 95° C por 15 minutos y extruido, 500 kg/hora, 85-90°C

^a Promedios con letras iguales entre líneas indican que no existe diferencia significativa T studentp(>0.05)

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

CMS: Coeficiente metabolizables de materia seca, CMPB: Coeficiente metabolizables de proteína bruta, CMEB: Coeficiente metabolizables de energía bruta.

PBM: Proteína bruta metabolizable, MSM: Materia seca metabolizable, EMA: Energía bruta metabolizable aparente.

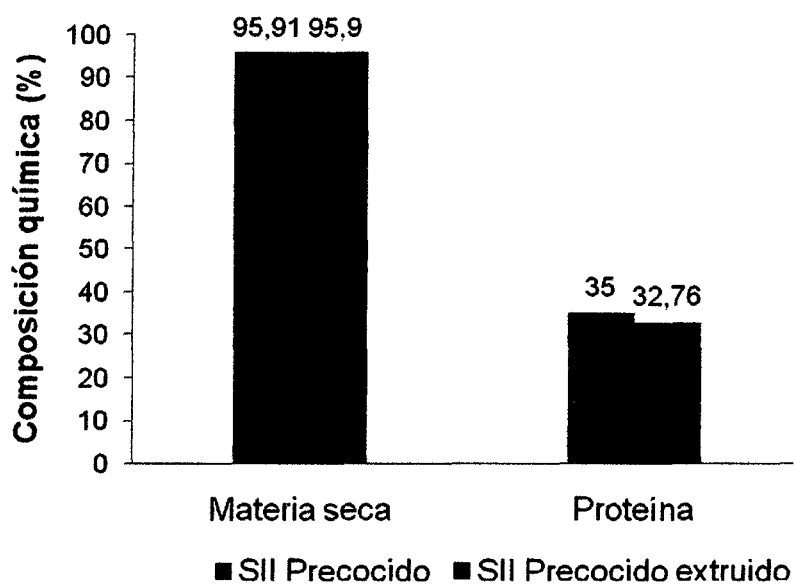


Figura 3. Composición química (Materia seca y proteína bruta) del sachá inchi integral

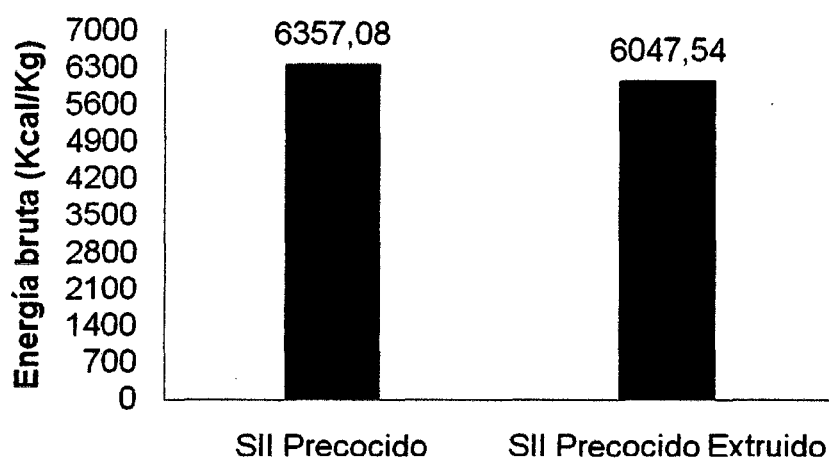


Figura 4. Energía bruta del sachá inchi integral

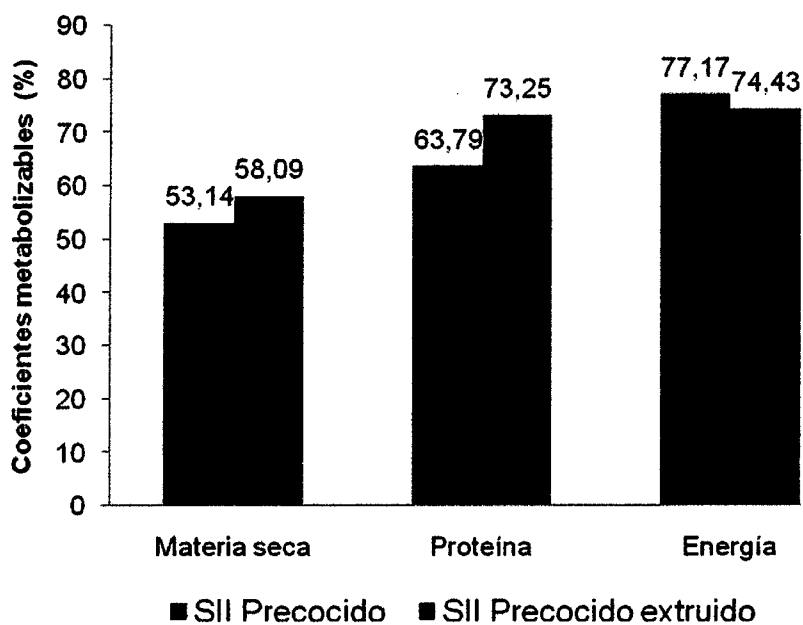


Figura 5. Coeficiente metabolizables (materia seca, proteína y energía) del sachá inchi integral

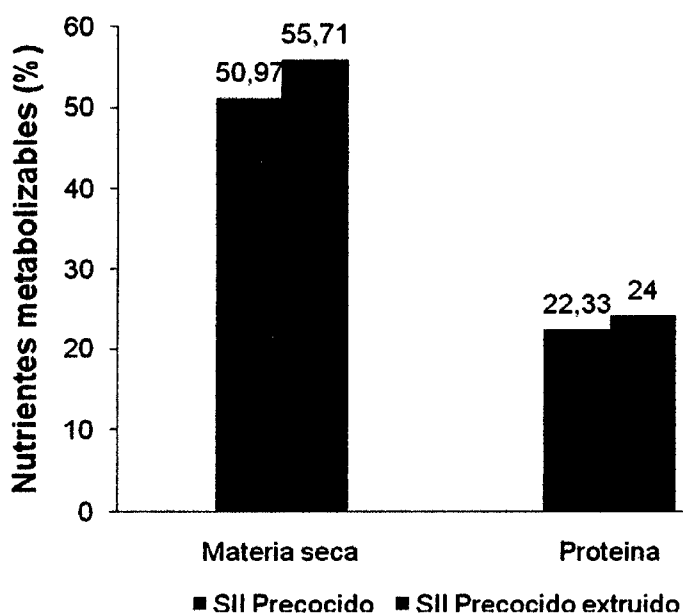


Figura 6. Nutriente metabolizables (materia seca, proteína) del sachá inchi integral

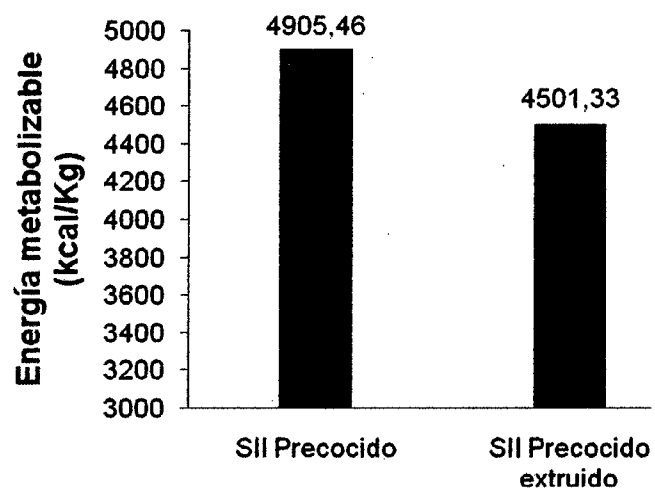


Figura 7. Energía metabolizable del sachu inchi integral

V. DISCUSIÓN

5.1. Nutrientes y energía metabolizables del sachá inchi integral

5.1.1. Composición química del sachá inchi integral

Los resultados sobre la composición química que se muestran en el Cuadro 6, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, pero éstos valores son superiores a (24,39 % PB , 94,37 % MS) lo reportado por GARCIA, (1992); Hazen Y Stoewesand, (1980), citados por el MINISTERIO DE AGRICULTURA (2002); BRIOSO, (2007); ésta superioridad se debe al tratamiento térmico, procesos que inactivan los factores antinutricionales y mejoran su valor nutritivo (BRESSANI y SOSA, 1990 y NADAL *et al.*, 2004).

El contenido de materia seca (MS), energía bruta (EB) del sachá inchi integral precocido (SII PC) y sachá inchi integral precocido extruido (SII PCE) son superiores a los valores reportados por ROSTAGNO *et al.*, (2005) pero se observa una leve inferioridad en el contenido de la proteína bruta (PB) en relación a la soya integral, torta de soya, harina de pescado y otros insumos

proteicos de origen vegetal. Debido a esto el SII PC Y SII PCE reúne la doble condición de ser un ingrediente rico en PB (35% – 32,76%) como en EB (6357,08 – 6047,54 Kcal/kg) de alta calidad constituyendo una alternativa para sustituir la soya integral que contiene 38 % de PB y 4100 Kcal/kg de EM; torta de soya contiene de 42 – 47 % de PB, 3 022 – 3 314 Kcal/kg de EM y el maíz 8,9 % de PB; 3950 Kcal/kg de EB y 3 600 Kcal/Kg 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 con lo indicado por MANRIQUEZ, (1994) y ALLAN, (2000). 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 (Van der Poel, 1989 citado por BRENES y BRENES, 1993).

5.1.2 Coeficientes y nutrientes metabolizables del sachá inchi integral

Los resultados obtenidos (Cuadro 6) de coeficientes metabolizables y nutrientes metabolizables del sachá inchi integral precocido (SIIPC) y sachá inchi integral precocido extruido (SIIPCE), se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$), sin embargo se observa un ligero incremento del SII PCE principalmente en el contenido de proteína,

superioridad debido al tratamiento térmico de extruido, proceso que inactiva eficientemente los factores antinutricionales y predispone a su mejor aprovechamiento, mejorando su valor nutritivo (BREISSANI y SOSA, 1990 y NADAL *et.al.*, 2004); quienes indican, 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 VALLS, (1993); NETO, (1993); NICOVITA, (2003); FLORES y RODRÍGUEZ, (2008).

La proteína metabolizables del SII PCE supera en 9,46 % al SII PC debido al efecto de extrusión. En ese sentido SUAREZ, (1997) reporta, un incremento de digestibilidad proteica de 5 % a 10 % en la torta de soya extruido con relación a otros procesos comunes.

El sachá inchi integral precocido y sachá inchi integral precocido extruido presentan un alto contenido de proteína (35 % – 32,76 %) y digestibilidad (63,79 % y 73,25 %) valores que se encuentran en el rango recomendado para este tipo de insumo con alto nivel de grasa. Así mismo BUXADE, (1996) considera, que las tortas de oleaginosas presentan un contenido próximo al 40% de proteína y además del 75 % al 90 % de digestibilidad.

Los coeficientes metabolizables de proteína bruta (CMPB) del SII PC (63,79 %) y SII PCE (73,25 %) comparándose con valores reportados por ROSTAGNO, *et al.*, (2005), el SIIPC Y SIIPCE; presentan valores próximos a la soya integral (extrusada, tostada, micronizada) (90, 87, 90 % CMPB); torta de soya (91,2 – 92,2 % CMPB) y la harina de pescado (86,6 – 87,5 % CMPB).

Los valores de coeficiente metabolizable de energía bruta (CMEB) del SII PC (77,17 % CMEB) y SII PCE (74,43 % CMEB) son superiores a los valores de CMEB de insumos tradicionales mencionados por ROSTAGNO *et al.*, (2005) tales, como la soya integral (extrusada, tostada, micronizada) (69,55, 66,44, 69,33 % CDEB); harina de pescado (63,9 % – 66,16 % CDEB); torta de soya (55,31 % – 60,2 % CDEB). Así también la torta de soya extruida (70,16 % CMEB) presenta menor valor que SII PCE (BORGES *et al.*, 2002).

5.1.3. Energía metabolizable del sachu inchi integral

Los valores de energía metabolizable del SII PC y SII PCE (Cuadro 6) se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo son aun superiores a los insumos tradicionales como la soya integral, torta de soya, harina de pescado e incluso al maíz, reportado por ROSTAGNO *et al.*, (2005) quien indica, que la EM de la soya integral (extrusada, tostada, micronizada) presentan 3429 Kcal/kg, 3281 Kcal/kg y 3660 Kcal/kg respectivamente; la torta de soya con 45 % y 48 % de PB tienen 2256 Kcal/kg y 2590 Kcal/kg respectivamente; la harina de pescado de 54 % y 65 % de PB

presentan 2627 Kcal/kg y 2778 Kcal/kg respectivamente y el maíz presenta 3381 Kcal/kg; esta superioridad del SII PC (4905,46 Kcal/kg) y SII PCE (4501,33 Kcal/kg) confirma la alta calidad del sachá inchi integral como un insumo energético, esto se debe a su alto contenido de extracto etéreo (48,83 %) (QUINTANA, 2009).

VI. CONCLUSIONES

- El SII PC y SII PCE pueden considerarse insumos de alta calidad ya que sus valores de digestibilidad son próximos a la soya integral, torta de soya y a la harina de pescado considerándose que estos insumos son fuentes principales de proteína de alta digestibilidad y disponibilidad en las raciones.
- Los nutrientes metabolizables y energía metabolizable aparente para el sachá inchi integral precocido y precocido extruida en pollos de carne, en Tingo María son: materia seca metabolizable 50,97% y 55,71%, proteína cruda metabolizable 22,33% y 24%, energía metabolizable 4905,46 y 4501,33 Kcal/kg, respectivamente.
- La composición química y energía bruta del sachá inchi integral precocido y precocido extruida presentan valores de: materia seca 95,91% y 95,9%; proteína bruta 35 % y 32,76%; energía bruta 6357,08 y 6047,54 Kcal/Kg respectivamente.
- Los coeficientes metabolizables del sachá inchi integral precocido y precocido extruida en pollos de carne, en Tingo María son: 53,14% y 58,09% de materia seca; 63,79% y 73,25% de proteína bruta; 77,17% y 74,43% de energía respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas de campo, para determinar el nivel óptimo de inclusión del sachá inchi integral precocido y precocido extruido, en raciones para pollos de carne en función al comportamiento biológico y económico.

- El Sacha Inchi integral precocido y precocido extruida pueden ser utilizadas en raciones para pollos de carne por su alto contenido nutricional, coeficiente metabolizable y nutrientes metabolizables.

VIII. ABSTRACT

This research was conducted in the experimental poultry facility for metabolic processes of Zootecnic Faculty and in Animal Nutrition Laboratory of National Agrary University of the forest (UNAS), Tingo Maria, to determine metabolic nutrients and metabolic energy of integral sachu inchi put under two thermal processes: cooked (96°C/15 min) and extruded (500 kg/h to 85-90°C) to inactivate anti-nutritional factors and increase nutrients digestibility by enzymatic attack in the gut. Substitution and total collection of feces tests (MATTERSON, 1965) were used to determine metabolic nutrients and metabolic energy of integral sachu inchi in broilers. Pre-cooked integral sachu inchi (PCISI) and pre-cooked extruded integral sachu inchi (PCEISI) showed the following chemical composition values: 95.91 % and 95.9% dry matter(DM), 35.00% and 32.76% crude protein(CP), 6357.08 and 6047.54 kcal/kg gross energy(GE); for metabolic coefficients: 53.14% and 58.09% DM, 63.79% and 73.25% CP, 77.17% and 74.43% GE; metabolic(M) nutrients were: 50.97% and 55.71% MDM, 22.33% and 24.00% MCP, 4905.46 and 4505.33 kcal/kg ME respectively for each treatment, all these treatment did not show any significant difference among them however precooked extruded integral sachu inchi present better results due to extruded process added.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- 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)
- AOAC. 1997. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- AREVALO, E. 2003. Informe de resultados de investigación, programa nacional de investigación en recursos genéticos y biotecnología. Estación Experimental "El porvenir". San Martín, Perú. 15 p.
- BENAVIDES, J., MORALES, J. 1994. Caracterización del aceite y proteína del cultivo de sachá inchi o maní de monte (*Plukenetia volubilis* Linneo) como alternativa para la alimentación humana y animal.
- 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.*

[En línea]: (<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n4/13739.pdf> 15 de MAR, 2009).

- BRENES, A. y 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.1990; 40: 207-214.
- BRIOSO B. 2007. Evaluación del valor nutricional y energia metabolizable del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L. Walp) integral em pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 45p.
- 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., CAMERENA, F. 2000.Evaluación de la calidad de la proteína de 4 variedades mejorada de frijol. Rev. Cubana. Alimentación y nutrición; 14(1): 22-7
- CHEFTEL, J. 1998. Nutritional effects of extrusion-cooking. Food Chem.; 20:263-283.

- 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 y RODRÍGUEZ. 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.
- 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, P., STOEWESAND, F. 1980. Resultado de análisis de aceite y proteína del cultivo de sachá inchi. Universidad de Cornell. USA.
- 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.

- JACKSON, D. Y DALIBARD, P. 1995. The measurement and validation of the technique of using digestible amino acids for diet formulation in poultry and swine. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, Campinas, Anais p. 47-72.
- JANSMAN, A. 1993. Tannins in feed feedstuffs for simple stomached animals; nutrition research reviews. 6:209-236.
- LINARES, J. 2009. Nutrientes digestibles y energia metabolizable del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) integral precocida peletizado y precocida extruida en cuyes (*cavia porcellus*) em Tingo Maria. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 53p.
- 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)
- 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
- MATTERSON, L., POTTER, L., STUTZ, M., SINGER, E. 1996. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. University Connecticut, Research. Report. 7: 3 -11.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2002. Estadística Agraria Trimestral. Sistema de Información Agraria (SIAG), julio-setiembre 2002. Lima. }

- 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 diéticos 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 pp:320
- NETO, J. 1992. Soja integral na alimentação de aves e suínos. Avic y Suinoc.
Ind. Sao Paulo. Volumen 82, (988): 4 – 15.pp
- 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 volubilis*) 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)
- OSVALDO, M. 2005. Alimentos de Camarones: Extruido vs Peletizado [En
línea]: Panorama acuícola ([http://www.panoramaacuicola.com/ediciones](http://www.panoramaacuicola.com/ediciones/PAM%2010-3/10-13.pdf)
[/PAM%2010-3/10-13.pdf](http://www.panoramaacuicola.com/ediciones/PAM%2010-3/10-13.pdf), artículo, 04 may 2009)
- 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).

QUINTANA, R. 2009. Inhibición de factores antinutricionales (Taninos), presentes en la semilla y torta del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante diferentes tratamientos termicos. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 60p.

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).

ROJAS, J., PERDOMO, M., NOUEL, G., ESCOBAR, O. 2005. Los alimentos. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado –Departamento de Producción Animal, Nutrición y Alimentación Animal. Cabudare. [En línea] (<http://www.ucla.edu.ve/dagronom/departamentos/Panimal/PDF/guia%20alimento.pdf>. Julio)

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.

SCHANG, M. y ASCONA, O. 2006. Instituto de Tecnología Pecuaria. INTA-EEA, sección aves. Buenos Aires Argentina. 24(8): 12-24.

STELL, R y TORRIE, J. 1985. BIOESTADISTICA Principios y procedimientos. 2 ed. Bogotá, Mc Graw-Hill.622 p.

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

UNAS. 2008. Datos metereológicos. Estación metereológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.

VALLES, C. 1995. Sacha inchi importante oleaginosa selvática. En: Pura selva. 40-41

VALLES, C. 1991. Cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis*). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.

VALLS, P. 1993. El proceso de la extrusión sobre la utilización de nutrientes IX Curso de Especialización FEDNA 8 y 9 de Noviembre, Barcelona España.

ZAMORA, N. 2003. Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad in vitro de proteínas y almidón en harinas de canavalia ensiformis. Scielo. ALAN 53(3) :293-298. ISSN 0004-0622

ANEXO

Materia Seca (%)		Peso Metabólico	
Dieta Base :		87,04	$W^{0.75}$ 0.75
Dieta Prueba 1:		88.90	
Dieta Prueba 2:		88.71	

Rpts	Tipo ración	Peso Ave (W) (Kg) 1	Consumo promedio (g) 2	Aprovecha (%) 3	Consumo aproximado (g) 4	Consum en base seca CABS(g) 5	Peso metabólico $W^{0.75}$ 6	Consumo meteb CABS/ $W^{0.75}$ 7	Consumo (Base Seca)/Anim 8	Consumo/Anima 9
I	RB	3,035	125	95	118,75	103,35	2,30	44,9	103,35	118,75
I	RB	2,584	130	95	123,5	107,49	2,04	52,7	107,49	123,5
II	RB	2,873	140	95	133	115,76	2,21	52,5	115,76	133
II	RB	2,719	119	95	113,05	98,39	2,12	46,5	98,39	113,05
II	RB	3,124	150	95	142,5	124,02	2,35	52,8	124,02	142,5
III	RB	2,854	145	95	137,75	119,89	2,20	54,6	119,89	137,75
IV	RB	3,072	133	95	126,35	109,97	2,32	47,4	109,97	126,35
IV	RB	3,042	145	95	137,75	119,89	2,30	52,0	119,89	137,75
V	RB	2,981	150	95	142,5	124,02	2,27	54,7	124,02	142,5
V	RB	2,995	130	95	123,5	107,49	2,28	47,2	107,49	123,5
VI	RB	3,123	135	95	128,25	111,62	2,35	47,5	111,62	128,25
VI	RB	2,943	150	95	142,5	124,02	2,25	55,2	124,02	142,5

Ración base

Anexo 1. Calculo del consumo por su peso metabólico.

Materia Seca (%)		Peso Metabólico	
Dieta Base :		87,04	W [^] 0,75 0,75
Dieta Prueba 1:		88.90	
Dieta Prueba 2:		88.71	

Rpts	Tipo ración	Peso Ave (W) (Kg) 1	Consumo promedio (g) 2	Aprovecha (%) 3	Consumo aproximado (g) ... 4	Consum en base seca CABS(g) 5	Peso metabólico W [^] 0.75 6	Consumo meteb CABS/ W [^] 0.75 7	Consumo (Base Seca)/Anim 8	Consumo/ Animal 9
I	RC	3,292	130	95	123,5	109,79	2,44	44,92	109,79	123,5
I	RC	3,142	125	95	118,75	105,57	2,36	44,73	105,57	118,75
I	RC	3,002	140	95	133	118,24	2,28	51,84	118,24	133
II	RC	2,876	129	95	122,55	108,95	2,21	49,33	108,95	122,55
II	RC	3,091	114	95	108,3	96,28	2,33	41,30	96,28	108,3
II	RC	3,047	118	95	112,1	99,66	2,31	43,21	99,66	112,1
III	RC	3,107	140	95	133	118,24	2,34	50,52	118,24	133
III	RC	2,992	144	95	136,8	121,62	2,27	53,46	121,62	136,8
III	RC	2,973	120	95	114	101,35	2,26	44,76	101,35	114
IV	RC	2,915	119	95	113,05	100,50	2,23	45,05	100,50	113,05
IV	RC	3,005	131	95	124,45	110,64	2,28	48,47	110,64	124,45
IV	RC	3,325	138	95	131,1	116,55	2,46	47,33	116,55	131,1
V	RC	3,014	150	95	142,5	126,68	2,29	55,38	126,68	142,5
V	RC	3,439	130	95	123,5	109,79	2,53	43,48	109,79	123,5
V	RC	2,789	130	95	123,5	109,79	2,16	50,87	109,79	123,5
VI	RC	2,936	137	95	130,15	115,70	2,24	51,59	115,70	130,15
VI	RC	3,137	143	95	135,85	120,77	2,36	51,24	120,77	135,85
VI	RC	2,903	137	95	130,15	115,70	2,22	52,02	115,70	130,15

T₁: Sacha inchi integral precocido

Materia Seca (%)		Peso Metabólico	
Dieta Base :	87,04	W ^A 0,75	0,75
Dieta Prueba 1:	88.90		
Dieta Prueba 2:	88.71		

Rpts	Tipo ración	Peso Ave (W) (Kg) 1	Consumo promedio (g) 2	Aprovecha (%) 3	Consumo aproximado (g) ...4	Consum en base seca CABS(g) 5	Peso metabolico W ^A 0.75 6	Consumo meteb CABS/ W ^A 0.75 7	Consumo (Base Seca)/Anim 8	Consumo/ Animal 9
I	RE	3,184	145	95	137,75	122,20	2,38	51,27	122,20	137,75
I	RE	2,934	130	95	123,5	109,56	2,24	48,87	109,56	123,5
I	RE	3,093	140	95	133	117,98	2,33	50,59	117,98	133
II	RE	2,963	145	95	137,75	122,20	2,26	54,11	122,20	137,75
II	RE	2,948	115	95	109,25	96,92	2,25	43,08	96,92	109,25
II	RE	3,228	130	95	123,5	109,56	2,41	45,49	109,56	123,5
III	RE	3,004	136	95	129,2	114,61	2,28	50,23	114,61	129,2
III	RE	3,043	145	95	137,75	122,20	2,30	53,04	122,20	137,75
III	RE	2,92	115	95	109,25	96,92	2,23	43,39	96,92	109,25
IV	RE	3,08	112	95	106,4	94,39	2,32	40,60	94,39	106,4
IV	RE	3,173	117	95	111,15	98,60	2,38	41,47	98,60	111,15
IV	RE	2,905	127	95	120,65	107,03	2,23	48,10	107,03	120,65
V	RE	3,23	135	95	128,25	113,77	2,41	47,22	113,77	128,25
V	RE	2,789	130	95	123,5	109,56	2,16	50,76	109,56	123,5
V	RE	2,735	130	95	123,5	109,56	2,13	51,51	109,56	123,5
VI	RE	2,942	118	95	112,1	99,44	2,25	44,27	99,44	112,1
VI	RE	2,762	142	95	134,9	119,67	2,14	55,86	119,67	134,9
VI	RE	3,062	141	95	133,95	118,83	2,31	51,33	118,83	133,95

T₂: Sacha inchi integral precocido extruido

¹ Peso de un pollo 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 2. Distribución de las marcas de clase

Rpts V	Pesados	Livianos	Rpts I	Pesados	Semipesados
--------	---------	----------	--------	---------	-------------

Rpts III	Livianos	Semipesados	Rpts II	Livianos	Pesado
----------	----------	-------------	---------	----------	--------

Rpts IV	Semipesados	Pesado	Rpts VI	Semipesados	Livianos
---------	-------------	--------	---------	-------------	----------

Anexo 3. Datos del análisis proximal del sachá inchi integral precocido (SII PC) y sachá inchi integral precocido extruido (SII PCE) para determinar los coeficientes de digestibilidad y nutrientes digestibles.

Alimento	Muestra	% MS	% PB	% EE	EB (Kcal/kg)
SII PC	1	95,76	34,42	42,18	6286,06
SII PC	2	96,02	34,13	42,57	6386,17
SII PC	3	95,96	36,46	42,52	6399,00
Promedio		95,91	35,00	42,42	6357,08
SII PCE	1	96,23	33,25	37,33	5992,99
SII PCE	2	95,73	32,96	36,89	6083,61
SII PCE	3	95,74	32,08	36,93	6066,01
Promedio		95,90	32,76	37,05	6047,54

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de Fezes frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	PB %	EE %	Fibra %	EB (2da.MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
SII Pre cocido				95,91	35,00	42,18	4,86	6357,08	95,91	6627,93
Ração Base (RB)				92,08	21,68	6,47	2,53	4216,20	92,08	4578,75
Ração Teste (RT)				90,47	25,38	9,70	2,98	4496,22	90,47	4969,97
RB Fezes Bloco 1	625,00	515	23,94	93,37	81,76	2,39	9,59	3059,22	25,64	3276,47
RB Fezes Bloco 2	625,00	1025,00	11,71	92,54	31,40	2,65	8,56	3340,54	12,65	3809,76
RB Fezes Bloco 3	650,00	1174,00	11,60	92,70	30,04	2,32	8,32	3316,27	12,51	3577,37
RB Fezes Bloco 4	705,00	1362,00	12,35	93,05	35,58	4,24	8,64	3510,54	13,27	3772,87
RB Fezes Bloco 5	655,00	788,00	14,44	92,94	30,72	2,38	9,75	3326,27	15,54	3578,83
RB Fezes Bloco 6	570,00	784,00	15,10	92,21	34,42	3,01	9,02	3389,55	16,38	3676,07
RB Fezes Bloco 7	670,00	604,00	19,99	93,02	34,13	2,21	9,02	3337,67	21,49	3588,21
RB Fezes Bloco 8	700,00	636,00	22,46	93,83	34,51	2,86	9,02	3390,67	23,94	3613,72
RB Fezes Bloco 9	705,00	717,00	24,93	94,23	33,64	5,34	9,02	3569,30	26,46	3787,93
RB Fezes Bloco 10	570,00	494,00	22,32	91,52	34,22	2,61	9,02	3334,42	24,39	3643,18
RB Fezes Bloco 11	610,00	650,00	19,93	93,29	53,57	3,20	9,02	3301,75	21,36	3539,24
RB Fezes Bloco 12	615,00	741,00	20,25	93,33	35,58	5,91	9,02	3673,36	21,70	3935,99
RT Fezes Bloco 1	520,00	793,00	14,60	92,61	35,44	3,21	10,34	3575,32	15,77	3860,70
RT Fezes Bloco 2	615,00	1254,00	12,77	93,17	47,47	2,05	9,04	3503,01	13,71	3759,97
RT Fezes Bloco 3	645,00	1121,00	11,47	93,68	44,04	2,23	10,33	3357,47	12,24	3583,95
RT Fezes Bloco 4	640,00	663,00	20,19	93,54	45,40	8,15	9,21	3420,72	21,58	3657,06
RT Fezes Bloco 5	665,00	692,00	19,53	93,88	45,31	2,48	9,09	3427,04	20,80	3650,52
RT Fezes Bloco 6	615,00	932,00	15,67	92,39	40,64	8,08	8,66	3847,27	16,96	4164,34
RT Fezes Bloco 7	655,00	1405,00	13,15	93,22	34,81	19,98	9,79	4445,18	14,11	4768,65
RT Fezes Bloco 8	660,00	984,00	13,22	92,40	42,39	2,77	9,80	3379,47	14,31	3657,31
RT Fezes Bloco 9	605,00	723,00	14,93	93,07	43,85	2,43	9,45	3247,45	16,04	3489,17
RT Fezes Bloco 10	530,00	564,00	19,49	92,80	52,40	3,18	9,75	3335,07	21,00	3593,77
RT Fezes Bloco 11	550,00	1038,00	10,88	92,56	32,76	2,95	9,63	3328,57	11,75	3596,05
RT Fezes Bloco 12	555,00	778,00	13,84	93,46	38,60	2,54	10,24	3375,54	14,81	3611,92
RT Fezes Bloco 13	695,00	762,00	19,41	92,98	55,42	3,41	10,34	3525,49	20,87	3791,50
RT Fezes Bloco 14	610,00	795,00	18,13	92,21	46,08	2,79	9,04	3472,77	19,66	3766,22
RT Fezes Bloco 15	605,00	834,00	14,95	93,05	39,76	2,35	10,33	3329,62	16,07	3578,43
RT Fezes Bloco 16	605,00	916,00	13,41	93,11	38,31	2,22	9,21	3291,66	14,40	3535,25
RT Fezes Bloco 17	585,00	619,00	22,86	92,22	46,28	3,72	9,09	3441,51	24,79	3731,94
RT Fezes Bloco 18	650,00	911,00	16,16	92,36	41,61	6,66	8,66	3705,20	17,50	4011,83

Anexo 4. Consumo promedio, cantidad de excretas promedio de los pollos alimentados con la ración de sachu inchi integral precocido (SII PC) y análisis proximal; para determinar los coeficientes digestibles y nutrientes digestibles.

Componentes	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de Fezes frescas (g)	1a. MS %	2da. MS %	PB %	EE %	Fibra %	EB (2da. MS)	MS Orig. %	EB (100%MS)
SII P extruido				95,90	32,76	37,05	4,69	6047,54	95,90	6306,17
Ração Base (RB)				92,08	21,68	6,47	2,53	4216,20	92,08	4576,75
Ração Teste (RT)				90,38	24,01	7,23	2,78	4277,36	90,38	4732,58
RB Fezes Bloco 4	705,00	1362,00	12,35	93,05	35,58	4,24	8,64	3510,54	13,27	3772,87
RB Fezes Bloco 6	570,00	784,00	15,10	92,21	34,42	3,01	9,02	3389,55	16,38	3676,07
RB Fezes Bloco 7	670,00	604,00	19,99	93,02	34,13	2,21	9,02	3337,67	21,49	3588,21
RB Fezes Bloco 9	705,00	717,00	24,93	94,23	33,64	5,34	9,02	3569,30	26,46	3787,93
RB Fezes Bloco 2	625,00	1025,00	11,71	92,54	31,40	2,65	8,56	3340,54	12,65	3609,76
RB Fezes Bloco 3	650,00	1174,00	11,60	92,70	30,04	2,32	8,32	3316,27	12,51	3577,37
RB Fezes Bloco 5	655,00	788,00	14,44	92,94	30,72	2,38	9,75	3326,27	15,54	3576,83
RB Fezes Bloco 12	615,00	741,00	20,25	93,33	35,58	5,91	9,02	3673,36	21,70	3935,99
RB Fezes Bloco 1	625,00	515	23,94	93,37	81,76	2,39	9,59	3059,22	25,64	3276,47
RB Fezes Bloco 8	700,00	636,00	22,46	93,83	34,51	2,86	9,02	3390,67	23,94	3613,72
RB Fezes Bloco 10	570,00	494,00	22,32	91,52	34,22	2,61	9,02	3334,42	24,39	3643,18
RB Fezes Bloco 11	610,00	650,00	19,93	93,29	53,57	3,20	9,02	3301,75	21,36	3539,24
RT Fezes Bloco 3	660,00	726,00	21,13	93,85	40,25	3,75	9,42	3479,42	22,52	3707,57
RT Fezes Bloco 7	640,00	751,00	14,76	92,03	35,10	2,13	9,44	3297,03	16,04	3582,39
RT Fezes Bloco 9	540,00	771,00	15,43	92,71	37,33	2,54	9,44	3433,87	16,64	3703,98
RT Fezes Bloco 10	680,00	845,00	16,84	93,11	37,63	4,03	9,44	3621,97	18,09	3889,78
RT Fezes Bloco 11	535,00	830,00	14,09	92,98	37,43	3,88	9,44	3545,80	15,15	3813,30
RT Fezes Bloco 17	605,00	595,00	20,18	93,05	39,76	2,35	9,44	3329,62	21,68	3576,43
RT Fezes Bloco 2	530,00	969,00	18,67	94,39	68,35	1,86	9,84	3249,61	19,78	3442,74
RT Fezes Bloco 5	590,00	601,00	20,47	90,25	39,28	2,76	9,36	3219,38	22,68	3567,29
RT Fezes Bloco 6	620,00	910,00	15,70	93,01	41,32	2,58	9,44	3423,19	16,88	3680,31
RT Fezes Bloco 8	670,00	1209,00	12,52	92,42	37,92	2,58	9,44	3345,18	13,55	3619,65
RT Fezes Bloco 15	590,00	1011,00	11,55	92,99	34,81	4,53	9,44	3630,94	12,42	3904,65
RT Fezes Bloco 16	655,00	844,00	16,94	93,80	43,56	2,75	9,44	3434,54	18,06	3661,39
RT Fezes Bloco 1	505,00	819,00	14,00	93,28	45,69	2,28	9,40	3441,48	15,01	3689,41
RT Fezes Bloco 4	545,00	753,00	14,87	93,05	39,76	2,17	9,48	3331,92	15,98	3580,83
RT Fezes Bloco 12	600,00	834,00	15,28	93,19	45,40	3,39	9,44	3521,01	16,40	3776,38
RT Fezes Bloco 13	635,00	872,00	14,09	91,71	38,79	2,35	9,44	3410,22	15,36	3718,55
RT Fezes Bloco 14	655,00	1162,00	12,22	92,67	39,67	8,21	9,44	3904,60	13,19	4213,54
RT Fezes Bloco 18	610,00	717,00	17,45	92,76	44,53	2,20	9,44	3385,14	18,81	3649,19

Anexo 5. Consumo promedio, cantidad de excretas promedio de los pollos alimentados con la ración de sachá inchi integral precocido extruido (SIIPCE) y análisis proximal; para determinar los coeficientes y nutrientes digestibles.