

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**“NUTRIENTES DIGESTIBLES Y ENERGIA METABOLIZABLE DEL
SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis* L.) PRECOCIDO PELETIZADO Y
PRECOCIDO EXTRUIDO EN CUYES (*Cavia porcellus*) EN TINGO
MARÍA”**

Tesis

Para optar el título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

LINARES RIVERA, Jaime Lizardo.

PROMOCIÓN 2007 - II

Tingo María – Perú

2010

L51

L67

Linares Rivera, Jaime L.

Nutrientes Digestibles y Energía Metabolizable del Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) Precocido Peletizado y Precocido Extruido en Cuyes (*Cavia porcellus*) en Tingo María. Tingo María 2009

42 h.; 14 cuadros; 35 ref.; 30 cm.

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

PLUKENETIA VOLÚBILIS L. / CAVIA PORCELLUS / NUTRICIÓN /
ENERGÍA METABOLIZABLE / DIGESTIBILIDAD / 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 la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de junio del 2009, a horas 7:00 p.m. para calificar la tesis titulada:

NUTRIENTES DIGESTIBLES Y ENERGIA METABOLIZABLE DEL SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis* L.) PRECOCIDO PELETIZADO Y PRECOCIDO EXTRUIDO EN CUYES (*Cavia porcellus*) EN TINGO MARIA.

Presentada por el bachiller **Jaime Lizardo LINARES RIVERA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **"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, 10 de junio del 2009

M.Sc. TEODOLFO VALENCIA CHAMBA
Presidente



Ing. WAGNER VILLACORTA LOPEZ
Miembro

Ing. WALTER PAREDES ORELLANA
Miembro

(Ausente)

M.Sc. MEDARDO DIAZ CESPEDES
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

A DIOS por ser mi más fiel
compañero, En todo momento lo llevo
conmigo

A mis padres Jaime Cesar Linares Del
Águila y Estefita Rivera Paredes, por todo lo que me
han dado en esta vida, especialmente por sus sabios
consejos y por estar a mi lado en los momentos
difíciles. A mis hermanos Karin, Lelis y Martin
quienes me acompañan y me brindan siempre su
amor, cariño y comprensión.

A mis abuelitas Carmen Del
Águila Gonzales y Dolores Paredes García
por su fuerza de seguir disfrutando de la vida.
A los que se fueron Lizardo Linares Bartra,
Alfredo rivera del Aquila y mi bisabuelita
Magdalena García Córdova, quienes desde el
cielo me guían y estoy seguro que en estos
momentos están orgullosos de mi.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y la Facultad De Zootecnia, mi alma mater, ofreciéndome mas que un recinto de estudio, un segundo hogar.

A mi asesor de tesis: Ing. Msc. Medardo Díaz Céspedes por su apoyo, su valiosa contribución durante la ejecución y redacción de la tesis.

Un agradecimiento especial al Ing. Marco Rojas Paredes por ser más que un docente, un gran amigo por prestarme su apoyo y consejos en todo momento.

Eterno agradecimiento a todos los docentes de la facultad de zootecnia por las enseñanzas y sus valiosas contribuciones en hacerme un mejor profesional

Doy infinitas gracias a Marne Oyarce Fasanando por sus buenos consejos y apoyo durante mi formación profesional:

Sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis, por haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo su eterna amistad.

ÍNDICE GENERAL

	Página.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Características generales del sachá inchi.....	3
2.1.1 Factores antinutricionales del sachá inchi.....	5
2.1.2 Inactivación de factores antinutrientes.....	5
2.1.3 Procesos de peletizado y extruido.....	6
2.2. Digestibilidad en cuyes.....	8
2.1.4 Necesidades nutritivas:.....	9
2.1.5 Actividad cecofragica del cuy	10
2.3. Digestibilidad de insumos alimenticios utilizados en la alimentación de cuyes.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Lugar de la investigación.....	15
3.2. Tipo de investigación.....	15
3.3. Animales.....	16
3.4. Instalaciones.....	16
3.5. Alimento.....	16
3.6. Tratamiento del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	18
3.6.1. Inhibición de los factores antinutricionales (FAN) del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	18
3.6.2. Peletizado y extruido.....	19
3.7. Metodología de la prueba de digestibilidad del sachá inchi	

integral precocido.....	19
3.7.1. Fase de adaptación.....	19
3.7.2. Fase de colección.....	20.
3.7.2.1. Colección de excretas (heces y orina).....	20
3.8. Análisis de laboratorio.....	21
3.8.1. Composición químico.....	21
3.8.2. Determinación de la energía bruta.....	21
3.9. Calculo de los nutrientes digestibles y energía metabolizable aparente.....	21
3.10. Variable independiente.....	24
3.11. Distribución de los tratamientos.....	24
3.12. Variable dependiente.....	25
3.13. Análisis estadístico.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
4.1. Nutrientes digestibles del sachá inchi (<i>Plukenetia volúbilis</i> L.) precocido peletizado y precocido extruido.....	26
4.2. Energía metabolizable aparente del sachá inchi integral precocido (SIIPP) peletizado y sachá inchi integral precocido extruido (SIPE).....	27
V. DISCUSIÓN.....	28
5.1. Composición química del sachá inchi integral precocido.....	28
5.2. Nutrientes digestibles del sachá inchi integral (<i>Plukenetia volúbilis</i>) precocido y precocido extruido.....	29
5.3. Energía metabolizables aparente del sachá inchi integral	

precocido peletizado y precocido extruido.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
VIII. ABSTRACT.....	35
IX. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	37
Anexos.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Análisis fisicoquímico de la materia prima en porcentaje.....	4
Cuadro 2. Requerimiento nutritivo de cuyes en diferentes etapas.....	10
Cuadro 3. Coeficientes de digestibilidad de insumos usados en la alimentación de cuyes.....	12
Cuadro 4. Valores nutricionales y energéticos evaluados en pollos parrilleros.....	13
Cuadro 5. Composición nutricional del alimento balanceado comercial para cuyes (cuyina .R).....	17
Cuadro 6. contenido nutritivo, del sachu inchi integral (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo), precocido y delas dietas experimentales...	18
Cuadro 7. Composición química, coeficientes digestibles y nutrientes digestibles.....	26
Cuadro 8. Energía bruta, coeficientes digestibles, metabolizable, energía digestible aparente, energía metabolizable aparente.....	27
Cuadro 9. Datos de análisis proximal de la ración cuyina R para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.....	45
Cuadro 10. Datos de análisis proximal de la ración peletizado para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.....	46

Cuadro 11. Datos de análisis proximal de la ración extruido para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.....	47
Cuadro 12. Datos de análisis proximal del SIIP para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.....	48
Cuadro 13. Consumo promedio de alimento y heces de de sachá inchi peletizado y análisis proximal, para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.....	49
Cuadro 14. Consumo promedio de alimento y heces de de sachá inchi extruido y análisis proximal, para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.....	50

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la instalación experimental de cuyes para procesos metabólicos y el Laboratorio de Nutrición animal de la Facultad de Zootecnia, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María, departamento de Huánuco - Perú. El objetivo fue evaluar nutrientes digestibles y energía metabolizable del Sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido en forma pellet y extruido. Se utilizaron 15 cuyes machos de líneas mejoradas, de 3 meses edad, distribuidas en función su peso; los animales fueron distribuidos en tres grupos de 5, a los que se les suministró las siguientes dietas: ración base 70% y 30% Sacha inchi integral precocido peletizado (SIIPP), ración base 70% y 30% Sacha inchi integral precocido extruido (SIPE). El proceso del precocido del Sacha inchi integral, se realizó a 95°C/15' y el peletizado de Sacha inchi integral precocido, se realizó a 87°C y la extrusión a 105°C. El método para la prueba de digestibilidad y metabolicidad fue el de sustitución y colección total de heces. Los coeficientes de digestibilidad de la SIIPP fueron: MS 57.52 %; PB 80.99 %; EE 81.66 %; y en SIPE se hallaron valores de: MS 47.49%; PC 82.74%; EE 84.04%. Los nutrientes digestibles en la SIIPP para MS: 55.67 %; PD 32.89 %; EED 32.94 % y para el SIPE los valores fueron de: MS 45.96 %; PD 33.6 %; EED 34.36%. El coeficiente de digestibilidad mostró para: EB 47.59 y 77.14 kcal/k; coeficiente metabolicidad 41.97 y 50.85 kcal/k; energía digestible 3034.81 y 4918.84 kcal/k, energía metabolizable 2676.41 y 3242.79 kcal/k para SIIPP y SIPE, respectivamente estos resultados probablemente son debidos al proceso

térmico que fue sometido el Sacha inchi ya que éste mejora disponibilidad el valor nutritivo de los vegetales al destruir los factores antinutricionales (FAN) presentes en Sacha inchi; generando evidencias para ser utilizados en pruebas de campo por su alto contenido nutricional; nutrientes digestibles y energía metabolizable.

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

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un gran interés por parte de los nutricionistas y productores para la búsqueda de nuevos insumos alimenticios que puedan ser usados en la producción animal y así sustituir los productos tradicionales; nuestro país no es ajeno a esta situación específicamente en el trópico. Por tal motivo, se está probando una serie de productos en la alimentación animal, pero para que estos puedan ingresar a una ración en la proporción, cantidad adecuada y cubrir el requerimiento de una especie es de vital importancia determinar el coeficiente de digestibilidad de sus nutrientes como es el caso de materia seca, proteína cruda y extracto etéreo.

Uno de los productos que hoy en día está tomando auge en el trópico peruano es la semilla de sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) que es el fruto de una Euphobeacea el cual tiene un alto contenido proteico y además de sus bondades energéticas. Para ello se intenta con este trabajo determinar los nutrientes de digestibilidad y energía metabolizable del sacha inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido peletizado y precocido extruido mediante procesos térmicos, con la finalidad de inactivar los factores antinutricionales, a razón de esto ¿los tratamientos térmicos precocido peletizado y precocido extruido

mejoraran la digestibilidad y disponibilidad de los nutrientes y el valor energético, del sachá inchi?

En tal motivo podemos deducir que el sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) integral precocido, contiene altos valores energéticos y buenos nutrientes digestibles, debido al proceso térmico recibido, que inactiva los factores antinutricionales. En tal sentido, siendo un insumo apto para ser empleado en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*), para demostrar esto se plantea los siguientes objetivos.

Objetivo general.

Determinación de los nutrientes digestibles y energía metabolizable del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido en forma de peletts y extruido en cuyes en la ciudad de Tingo María.

Objetivo específicos:

- Determinar el contenido nutritivo del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido peletizado y precocido extruido en cuyes.

- Determinar el coeficiente de digestibilidad del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido peletizado y precocido extruido en cuyes

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características generales del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

El sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) es una planta perenne sémi leñosa, trepadora o rastrera, esta distribuida en América Central y en el Perú en los departamentos de: San Martín, Ucayali, Huánuco, Amazonas, Madre de Dios y Loreto, tiene increíble habilidad de adaptarse a suelos ácidos y arcillosos desarrollándose mucho mejor en climas cálidos; a una altura entre los 100 a 2000 m.s.n.m. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2002).

Hazen y Stoewesand (1980) citados por MINISTERIO DE AGRICULTURA (2002) menciona la semilla de sachá inchi tiene un contenido en grasas de 54%, y de proteína de 29%, la riqueza de ácidos grasos insaturados (Oleico 8.28, Linoleico 36.8 y Linolenico 48.61) y ácidos grasos saturados (Palmítico 3.85 y Esteárico 2.54); además la Ceniza tiene 2.1%, Fibra 2.6% Carbohidratos 17.7% y energía 555.7 (Kcal./100g). Por su parte Bailey (1961) citado por PASCUAL (2000). Determino el alto contenido de aceite en las semillas de inchi de aproximadamente 54.90% en base seca, clasificándola como semilla oleaginosa de alto contenido en aceite.

Cuadro 1. Análisis fisicoquímico de la materia prima en porcentaje.

COMPONENTE	BASE HÚMEDA (%)	BASE SECA (%)
Humedad	6.37	0,0
Proteína total	24.21	25.86
Grasa cruda	51.40	54.90
Fibra cruda	11.30	12.07
Ceniza	2.69	2.87
Carbohidratos	4.03	4.3
Total	100,00	100,00

Fuente: PASCUAL (2000).

El aceite de sacha inchi es de alta calidad, siendo su composición química un alto contenido de grasas insaturadas (92.7%) y bajo contenido de grasas saturadas (6.5%), tiene gran cantidad de Omega 3 y Omega 6 de buena digestibilidad (97%), así mismo manifiesta que la torta como la harina de sacha inchi tienen un alto contenido de proteína (45 y 47% en promedio respectivamente) acompañado esta de una muy buena digestibilidad que puede llegar hasta 92.2%; además de ello tiene una buena composición de aminoácidos; incluso en algunos casos de algunos aminoácidos superan a los de la Torta de soya la cual hasta hoy en día es muy usada en la avicultura. (BENAVIDES y MORALES, 1994).

2.2.1. Factores antinutricionales del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.).

D' MELLO (1995) indica la *Plukenetia volúbilis* contiene un conjunto de diversas sustancias, que impiden u obstruyen la utilización de sus nutrientes denominados factores antinutricionales (FAN), estando presentes las saponinas estas reducen el consumo de alimento y su utilización por los animales (BENAVIDES y MORALES, 1994).

OBREGON (1997), menciona el sabor astringente y aromas indeseables de naturaleza volátil del sachá inchi esta asociado a la presencia de taninos que se encuentran en el tegumento de la semilla, Por otro lado, MIRANDA *et al.*, (2007) manifiesta que, los taninos forman complejos con algunas glicoproteínas de la saliva, causando una sensación astringente en la cavidad bucal, lo cual reduce notablemente la palatabilidad y el consumo.

FAO (1993) manifiesta la propiedad de los taninos es de ligar a la lisina haciéndola indisponible para animales monogástricos, afectando a las proteínas, inhibiendo las enzimas, causando daños de las mucosas debido a la formación de complejos con la membrana de la mucosa.

2.1.2. Inactivación de factores anti nutrientes

Los factores anti nutritivos son termolábiles por ello deben someterse a un proceso térmico para su destrucción, mejorándose la

digestibilidad de todos los aminoácidos y la productividad. Sin embargo un sobre calentamiento destruye los aminoácidos y disminuye su digestibilidad como es el caso de la lisina y la cisteína en la soja (DUDLEY, 2003). Además 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).

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

2.1.3. Procesos de peletizado y extruido

MATEOS y SALADO (1999), manifiesta que el tratamiento térmico puede seguir varios procedimientos: extrusión húmeda y seca, hidrotérmica, micronizado, tostado, expandido, etc. Se acepta que la extrusión húmeda y seca son los mejores tratamientos, a condición de que las variables temperaturas, humedad y tiempo sean adecuadamente aplicables, ya que tanto

la insuficiencia como el exceso en el tratamiento tiene efecto negativo en la calidad nutritiva del grano.

HIRAKAWA y DARISTOTLE (2001), mencionan que el proceso de extrusión da lugar a alimento expandido, la extrusión provoca la cocción rápida de los almidones del producto, mejorando su digestibilidad y palatabilidad, sobre todo la digestibilidad de los hidratos de carbono. Así también BRESSANI y SOSA (1990) y CHEFTEL (1980), manifiestan que el proceso de extruido, tostado, cocción y remojo mejora la calidad nutricional de las harinas de oleaginosas, aumentando su digestibilidad.

GOMEZ y ALVARADO (1997) manifiestan que el proceso de peletizado es una operación de moldeado en el que partículas finamente divididas de una ración se integran en un pellet compacto y de fácil manejo, en cual incluye condiciones específicas de humedad, temperaturas y presión, al utilizar calor se logra la gelatinización de los almidones y mayor absorción de los nutrientes, además disminuye el número de agentes que pudieran estar contaminando el producto, mientras que con la humedad hay una mayor lubricación, ablandamiento y gelatinización de los almidones.

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.

VALLS (1993) menciona, 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.

2.2. Digestibilidad en cuyes

CHAUCA (1997) define al cuy como una especie monogástrica herbívora, en el cual su digestión enzimática se da inicio en el estomago y en el ciego funcional se da una fermentación bacteriana y es el lugar en donde (CABALLERO, 1992) hay una producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B; por la presencia de los microorganismos que en su mayoría son bacterias gram-positivas, que pueden

contribuir a cubrir los requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno a través de la cecofragia, que consiste en la ingestión de las cagarrutas.

Por otro lado Reid (1948) junto con Hagan y Ronbinson (1953), citados por GÓMEZ y VERGARA (1993) catalogan al cuy por su morfología gastrointestinal como un fermentador post gástrico gracias a la gran actividad de su ciego; además, el tiempo que esta el alimento en el ciego es mucho mayor que el tiempo que transcurre el alimento en el estomago o el intestino. Tanto es la importancia del ciego en los cuyes que este constituye el 15 por ciento del peso total y es allí además del intestino grueso en donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadena corta.

2.2.1. Necesidades nutritivas

Los requerimientos nutritivos del cuy permitirán elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. A la vez los requerimientos también dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (CHAUCA, 1997).

Cuadro 2. Requerimiento nutritivo de cuyes en diferentes etapas

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

¹ Energía digestible. Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals, 1990, Caicedo, 1992; Citado por Chauca, 1997.

2.2.2. Actividad cecofragica del cuy

RICO (1995) manifiesta la actividad cecofragica no es más que un proceso digestivo que consiste en la producción de dos tipos de heces, la primera rica en nitrógeno y la otra que es eliminada como heces duras. Luego se da la ingestión de las heces blandas (cagarrutas) lo cual permite el aprovechamiento de la proteína contenida en las células de las bacterias presentes en el ciego; además también permite neutralizar el nitrógeno proteico y no proteico que no halla llegado a ser digerido en el intestino delgado. Este proceso le permite la reutilización de nutrientes que no han sido absorbidos en la digestión normal lo cual permite hasta cierto punto cubrir sus necesidades nutritivas del cuy (FAO, 1991).

2.3. Digestibilidad de insumos alimenticios utilizados en la alimentación de cuyes

CARABAÑO *et. al.* (1996) recomienda las torta de oleaginosas a utilizar en la alimentación de conejos deben tener rangos de 75.5% y 86.4% de proteínas, comprendiendo entre la torta de girasol y torta de soya, así mismo debe alcanzar rangos de 3 100 kcal/k y 3 900 kcal/k. respectivamente de energía digestible. Mientras la soya integral en relación a las necesidades del conejo debe tener 37% de proteína.

CORREA *et. al.* (1994) reporta la actividad cecotrófica mejora la digestibilidad de la chala de maíz (*Zea mays*), en 18 por ciento (2 382 kcal/k.; base seca), al compararla con la digestibilidad obtenido evitándola, este efecto es menor cuando se evalúa un forraje de buena calidad como la alfalfa (2 480 kcal/k.; base seca) en donde la diferencia de digestibilidades evitando la actividad cecotrófica es menor (4,67 por ciento), también se determino la energía digestible de los Sub productos de Trigo, Cebada en grano y Pasta de algodón siendo 3 219, 3721 Kcal/K. y 1 636 Kcal/K. respectivamente

Al evaluar el efecto de la actividad cecotrófica pudo apreciarse que la digestibilidad del afrecho de trigo se ve fuertemente afectada (29,07 por ciento menor) cuando se impide realizar dicha actividad, así mismo se determino que la torta de soya tiene 3 585 kcal/k. en base seca (CORREA *et al.*, 1994). Por su parte CLEMENTE *et. al.* (2003) reporta el coeficiente

digestible de la *Puya llatensis* (Qqueshqque) en cuyes es de 2,750 Kcal/K., mientras, CASTRO y CHIRINOS (1994) manifiesta Coeficientes de digestibilidad de algunos insumos usados en la alimentación de cuyes demostrados en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Coeficientes de digestibilidad de insumos usados en la alimentación de cuyes

Insumos	Proteína	Grasa	Fibra	Nifex	MO	NDT	MS
Harina de pescado (1a)	-	100,00	41,02	57,15	100,00	-	76,16
Harina de pescado (2a)	64,23	77,31	81,77	-	-	66,90	65,30
Maíz grano	-	91,08	27,22	59,06	92,87	-	71,38

Fuente: CASTRO y CHIRINOS. (1994). Leyenda MO = materia orgánica, MS = materia seca, NDT = nutrientes disponibles totales.

Torres *et. al.* (2006) Citado por VERGARA (2008) manifiesta las dietas peletizadas (4x10mm) de 15 y 18% de proteína con niveles de 2.8 y 3.0 Mcal de ED/Kg de alimento, reportan mayores ganancias de peso en los animales que recibieron las dietas de 18% de proteína. Por su parte NIEVES *et al.* (2006) señala los coeficientes de digestibilidad del follaje de morera alcanza 55,68 % de energía digestible y 81,53 % proteína digestible, demostrándose que posee elevado valor nutricional para conejos de engorde. Así también 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 4

Cuadro 4 Valores nutricionales y energéticos evaluados en pollos parrilleros.

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

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

JAPAN (2000) realizó un trabajo de investigación con el objeto de determinar la energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno del afrecho de trigo, harina de pescado, torta de soya y maíz en cuyes, en donde los resultados obtenidos fueron 1217.26 Kcal/k , 3009.33 Kcal/k, 2761.01 Kcal/k, 3227.27 Kcal/k respectivamente. así mismo BRIOSO (2007) señala que el sachá inchi integral tostado a 110° C por 20 minutos previo análisis presenta un coeficiente de metabolibilidad de 74.42% MS, 62.98%PB, 68.05%EE, y nutrientes digestibles de 82.84%MS, 19.18%PB y 35.12%EE, esto lo realizó en pollos parrilleros de la línea COBB.

BORGES *et. al.* (2002) menciona, valores energéticos de EB y EMA de la harina de soya es 4 029500 Kcal/K. y 2 500 Kcal/K. respectivamente, la harina de soya extruida es 4 280 Kcal/K. y 3 003 Kcal/K.

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.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar y fecha de la investigación

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

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 3 meses; diciembre 2008, enero y febrero del 2009.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es del tipo experimental.

3.3. Animales

En el ensayo se utilizaron 15 cuyes machos con peso promedio de 750g.de 3 meses de edad de raza Perú, procedentes del modulo experimental de la facultad de zootecnia, los cuales fueron identificados y desparasitados antes de comenzar la etapa experimental. Posteriormente, fueron divididos en grupos de 5 animales que recibieron similares condiciones de manejo y alimentación durante los primeros 15 días,

3.4. Instalaciones

El trabajo se realizó en el galpón de tesis la cuál cuenta con un área aproximada de 150 m², con vigas y postes de madera, techo de calamina a dos aguas superpuestas con claraboya, paredes de malla cubiertas de cortina de costal. Dentro del galpón se colocó jaulas metabólicas para el experimento, cada jaula cuenta con comederos y bebederos, además el ambiente contó con materiales de medición como balanza digital para el registro de los pesos.

3.5. Alimento

El alimento fue suministrado en forma de pellet y extruido para un mejor aprovechamiento de la dieta. El suministro del alimento y agua se realizó dos veces por día. Así mismo. La ración base fue un alimento comercial (cuyina R.) que muestra la siguiente composición nutricional:

Cuadro 5. Composición nutricional del alimento balanceado comercial para cuyes (cuyina .R)

Nutriente	%
Proteína Total	18.00
Carbohidratos	40.00
Grasa	2.00
Fibra	18.00
Humedad	14.00
Calcio	0.70
Fosforo	0.30
Ceniza	7.00

Fuente: Alimento Balanceado Purina.

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

- Dieta 1: Ración base 100%.
- Dieta 2: Ración base 70% y 30% SII precocido (95 °C/15 min) peletizado (87 °C).
- Dieta 3: Ración base 70% y 30% SII precocido (95 °C/15 min) extruido (105°C).

EL contenido nutritivo del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) y de las dietas experimentales, hallados en el trabajo de investigación se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Contenido nutritivo de las dietas experimentales. (SIIPP+ cuyina y SIPE+ cuyina)

DIETAS EXPERIMENTALES	M.S %	PC %	EE %	EB Kcal/K
S.I.I.P.	96.79	40.61	40.34	6 376.62
S.I.I.P.P	90.46	28.58	13.49	4 186.71
S.I.I.P.E	90.10	26.54	16.27	4 063.88

S.I.I.P.= sachá inchi integral precocido

S.I.I.P.P= sachá inchi integral precocido peletizado 30% + ración base 70%

S.I.I.P.E = sachá inchi integral precocido extruido 30% + ración base 70%

MS= Materia seca

PC= Proteína cruda

EE= Extracto etéreo

EB= Energía bruta

3.6. Tratamiento del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.)

3.6.1. Inhibición de los factores antinutricionales.(FAN) del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.)

Para el procesamiento del sachá inchi integral (*Plukenetia volúbilis* L.) se evaluó con un termostato en baño maría donde fue sometido a 95°C de temperatura, con un tiempo de 15 minutos de exposición del sachá inchi integral. Terminado el proceso térmico se procedió a realizar un secado a estufa a 60°C por 24 h.

3.6.2. Peletizado y extruido

El proceso de peletizado y extruido se realizó en la planta de alimento de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en la maquina extrusora la cual tienen una producción de 200 k. por hora en extruido y peletizado, teniendo como característica el extruir en seco y alcanzando como temperatura maxima 105°C.

El peletizado de la ración prueba se realizó a una temperatura de 87 °C. y la extrusión se realizó a temperatura de 105°C.

3.7. Metodología de la prueba de digestibilidad del sachá inchi Integral precocido

3.7.1. Fase de adaptación

Esta fase tuvo como finalidad la distribución y el acostumbramiento del animal a su nuevo medio ambiente controlado; la densidad poblacional fué un animal por jaula y se promovió el suministro del insumo en estudio para evitar la presencia de otros insumos no considerados en el estudio del tracto gastrointestinal de los animales. El periodo de adaptación fue de una semana y se registró: peso inicial, peso final, el consumo del alimento, los cuales, sirvieron para realizar los cálculos respectivos para ser utilizados en la etapa experimental.

3.7.2. Fase de colección

En la fase de colección se hizo las siguientes mediciones.

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

El alimento fue suministrado dos veces previo pesado en función a su consumo metabólico de cada cuy, y registrando cada 24 horas. Se pesaba el alimento ofrecido, alimento sobrante, desperdicios y alimento consumido.

3.7.2.1. Colección de excretas (heces y orina)

La colección de heces fue diaria en embases protegidos que aseguraban la colección de las mismas. Se pesaba las heces totales frescas para luego ser secados a 60°C por 48 horas en una estufa de aire circulantes.

La recolección de la orina fue diaria en vasos que contenias 20ml de HSO₄ al 0.01%N, adherido con tapa de malla para evitar el ingreso de material extraño y la contaminación con las heces, se peso en fresco para ser trasladados de forma inmediata al laboratorio de nutrición donde se filtro y se tomo la medición de volumen de los cuales se extraía 10 ml para ser vertidos sobre una placa petri que contenía papel filtro y, secado, en la estufa a 60°C/ 48 horas (adaptado de SANZ *et. al.*, 2001).

3.8. Análisis de laboratorio

3.8.1. Composición química

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

3.8.2. Determinación de la energía bruta

La energía bruta se determinó a través del método combustión para la cual se utilizó la bomba calorimétrica adiabáticos (AOAC, 1997).

3.9. Cálculo de los nutrientes digestibles y energía metabolizable aparente

El método que se empleó para las pruebas de digestibilidad y metabolibilidad en cuyes fue el de colección total, con 40% de sustitución (CRAMPTON y HARRIS, 1974).

Para el cálculo de los nutrientes digestibles se realizaron los siguientes cálculos previos.

- ✓ **Determinación del coeficiente de digestibilidad.**

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

Donde:

N_{CONS} = Nutriente consumido.

N_{EXCR} = Nutriente excretado en las heces.

- ✓ **Determinación del coeficiente digestible del nutriente en el sachá inchi integral precocido:**

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

Donde:

CD_{SIP} = Coeficiente de digestibilidad del sachá inchi integral precocido.

CD_{RB} = Coeficiente digestible de la ración base

CD_{RP} = Coeficiente digestible de la ración prueba

% de sustitución

- ✓ **Determinación de los nutriente digestible (ND) para el sachá inchi integral precocido.**

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

Donde:

ND = Nutriente digestible

NT = Nutriente total

CD_{SIP} = Coeficiente digestible del sachá inchi integral precocido.

Para el cálculo de la energía metabolizable aparente (EMa.) se realizaron los siguientes cálculos previos.

- ✓ Determinación del coeficiente de metabolibilidad en las dietas.

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

Donde:

CM_{Dietas} = Coeficiente metabolizable de las dietas.

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

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

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

- ✓ Determinación del Coeficiente metabolizable del sachá inchi integral precocido:

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

Donde:

CM_{SIP} = Coeficiente metabolizable del sachá inchi integral precocido:

$CMRB$ = Coeficiente metabolizable de la ración base

$CMRP$ = Coeficientes metabolizable de la ración prueba

% de sustitución.

- ✓ Determinación de la energía metabolizable (EM) del sachá inchi precocido:

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

Donde:

EM = Energía metabolizable.

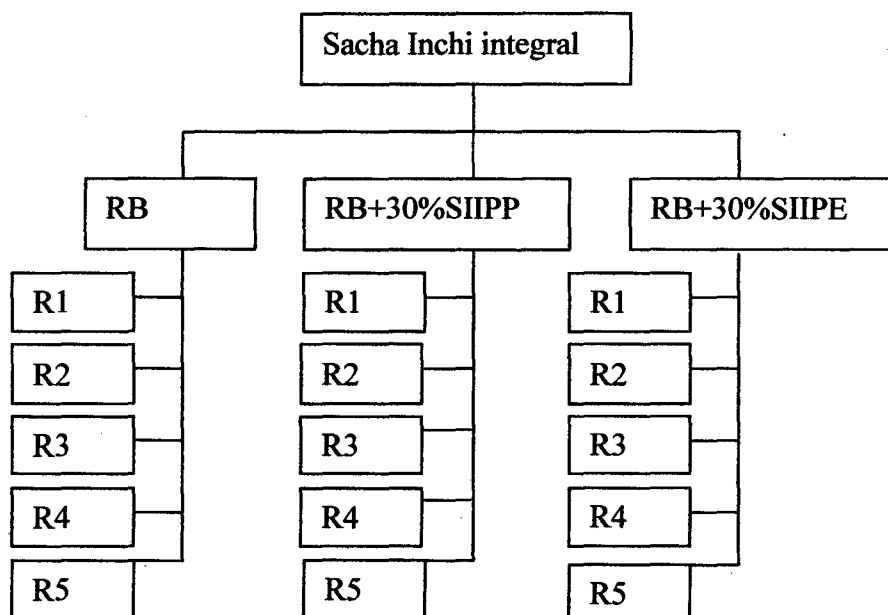
ET = Energía total.

CM_{SIP} = Coeficiente metabolizable del sachá inchi integral precocido.

3.10. Variables independientes

Sachá inchi integral

3.11. Distribución de los tratamientos



3.12. Variables dependientes

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

3.13. 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 del sachá inchi integral precocido peletizado con el sachá inchi integral precocido extruido.

Formula de T student:

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

Donde:

\bar{y} = Media de los tratamientos

μ = Media de la población

s_y = Desviación estándar de la media o error estándar

IV. RESULTADOS

4.1. Nutrientes digestibles del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido peletizado y precocido extruido

Los nutrientes digestibles del SIIPP y SIPEEL se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Composición química, coeficientes digestibles y nutrientes digestibles.

Composición química%	sachá inchi integral precocido%	
MS	96.79	
PB	40.61	
EE	40.34	
Coeficiente de digestibilidad (CD)	Precocido Peletizado%	Precocido Extruido%
CDMS	57,52 ± 1.216a	47,49 ± 27.364 ^a
CDPB	80,99 ± 0.629 a	82,74 ± 0.438 a
CDEE	81,66 ± 2.39a	84,04 ± 22.557 ^a
Nutrientes digestibles (ND)		
MSD,	55.67 ± 1.17a	45.96 ± 26.48 ^a
PD	32.89 ± 0.25b	33.6 ± 0.177 a
EED,	32,94 ± 0.97a	34,36 ± 9.22 ^a

Letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (p>0,05)

4.2. Energía metabolizable aparente del Sacha inchi integral precocido peletizado (SIIPP) y del sachá inchi integral precocido extruido (SIIPE).

La energía metabolizable aparente del SIIPP y SIIPE se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Energía bruta, coeficiente digestible, metabolizable, energía digestible aparente, energía metabolizable aparente.

Energía bruta	sacha inchi integral precocido	
EB Kcal/K	6376.62	
coeficiente digestible	Precocido	Precocido
Kcal/K	peletizado	extruido
CDEB Kcal/K.	47,59 ± 9.76 ^b	77,14 ± 2.90 ^a
CM Kcal/K.	41,97 ± 11.15 ^a	50,85 ± 36.43 ^a
EDa Kcal/K.	3034,81 ± 622.469 ^b	4918,84 ± 670.92 ^a
EMa Kcal/K.	2676,41 ± 711.11 ^a	3242,79 ± 36.43 ^a

V. DISCUSIÓN

5.1. Composición química del sachá inchi integral *Plukenetia volúbilis* L.)

Los resultados que se indican en el cuadro 5 del análisis químico del sachá inchi integral precocido (SIIP) reportan un 96.79% de MS, 40.61% PB y 40.34% EE, estos valores son superiores en MS y PB, pero en EE son inferiores a lo obtenido por (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2002 y PASCUAL y MEJIA, 2000), quienes mencionan que el sachá inchi tiene un contenido de 29% y 24.21% PB, 94.63% MS y 51.40% EE.

Esta superioridad de SIIP puede deberse al proceso térmico, debido a que mejora la disponibilidad de las proteínas vegetales al destruirse los factores antinutricionales presentes en el sachá inchi integral (SII), ya que estos factores impiden la absorción de los nutrientes tales como los aminoácidos (DUDLEY, 2003), así mismo, ALFONZO (2000) no obstante manifiesta, el tratamiento térmico promueve el rompimiento de componentes como celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas, además de propiciar la interacción con proteínas y lípidos al comparar el alimento crudo con el cocido.

El resultado del análisis químico del SIIP, indicado en el cuadro 6 alcanza en energía bruta 6 376.62 Kcal/K. siendo superior a algunos insumos tradicionales como la torta de soya (4 302 Kcal/K de EB), la harina de pescado (4 199 Kcal/K de EB), estos valores fueron determinados por (ROSTAGNO *et.al.*, 2005), se asume que dicha superioridad se debe a que la semilla de sachá inchi contiene un 54% de grasa, lo cual se considera que el aporte de energía depende la mayor parte del contenido de grasa y al tratamiento térmico al cual fue sometido el SII, este tratamiento hace que se inactiven los sistemas enzimáticos responsables de la liberación de las lipasas y lipoxidasas presentes en el SII previniendo a si la oxidación del aceite contenido en el grano, coincidiendo con (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2002 y NICOVITA, 2003).

5.2. Nutrientes digestibles del sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) precocido peletizado y precocido extruido.

Los resultados que se observan en el cuadro 7, no muestran diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo para los coeficientes de digestibilidad de proteína bruta y extracto etéreo, el extruido muestra una superioridad frente al peletizado, esto puede deberse a las ventajas que presenta este proceso ya que facilita la destrucción de las paredes celulares haciéndolo más disponible los nutrientes en el intestino, por tanto aumenta la digestibilidad de proteína y energía (NICOVITA, 2003). Del mismo modo (BRESSANI y SOSA, 1990), afirma que el extruido mejora la calidad biológica

del alimento, además de la digestibilidad proteica y otros aspectos nutricionales.

El contenido de nutrientes digestibles de la PB, del SIIPP YSIPE son superiores a los valores reportados por (BRIOSO, 2007), quien obtuvo 19.18% de proteína bruta, donde trabajo con sachá inchi integral tostado a una temperatura de 110°C por 20 minutos, esta diferencia puede deberse al proceso térmico el cual mejora el valor nutritivo de las proteínas vegetales, también depende de factores que se relacionan con la temperatura, como el tiempo, el tamaño de las partículas, durante el proceso de calentamiento tal como lo explica (Van der Poel 1989, citado por BRENES y BRENES 1993).

Los coeficientes de digestibilidad proteica para el SIIPP (80.99%) y SIPE (82.74%), muestran una igualdad con el trabajo realizado por (NIEVES *et. al.*, 2006) quienes trabajaron con follaje de morera en conejos obteniendo un resultado en el coeficiente de digestibilidad de una 81.53% en la proteína digestible. Así mismo (CARABAÑO *et. al.*, 1996) recomienda que los alimentos dados deben estar dentro de un rango que cubra las necesidades del animal. Por lo tanto el SIIPP y SIPE se puede considerarse como un insumo de buena calidad ya que su valor de digestibilidad cubren con las necesidades nutricionales de cuy que requiere de un 13 a 17 % de proteína y de 2 800 Kcal/k ED en su alimentación, según lo reportado por (Van der Poel 1989, citado por BRENES y BRENES, 1993).

Los valores de nutrientes digestibles (cuadro 7), solo presentan diferencia significativa entre los tratamientos de proteína digestibles, demostrándose que el SIPE es superior al SIIP, esto se debe a que el extruido controla a los inhibidores que se encuentran dentro de la materia prima del alimento lo cual hace que el contenido proteico se eleve logrando un a mejor actividad enzimática a nivel de intestino, haciendo que el animal lo aproveche mejor, tal como lo afirma (VALLS, 1993).

5.3. Energía metabolizable aparente del sachá inchi precocido peletizado y precocido extruido.

El SIIP y SIPE reúne las condiciones de ser un alimento rico en EB (47.59 – 77.14) y en ED (3034.81 – 4918.84 Kcal/k.) de alta calidad, lo cual constituye una alternativa en la alimentación de cuyes sobre todo por que sus necesidades nutritivas se encuentran en el rango 2 800 – 3 000 Kcal/k. de ED coincidiendo con lo mencionado por (CHAUCA, 1997).

Los resultados obtenidos en el cuadro 8. De coeficientes digestibles del SIIP y SIPE, muestran diferencia significativa entre los tratamientos del contenido de energía bruta (CDEB) y energía digestibles (ED), siendo superior el SIPE para ambos casos, así también se observa una superioridad numérica para los otros tratamientos, lo cual concuerda con lo reportado por (MATEOS y SALADO, 1999), quienes indican que el proceso de extrusión húmeda y seco mejora la calidad nutritiva del grano lo cual lo hace

mas disponible, mejorando así la digestibilidad, esto puede deberse a que este proceso da lugar a alimentos expandidos, la extrusión provoca la cocción rápida de los almidones, mejorando su digestibilidad y palatabilidad, de los hidratos de carbono coincidiendo con lo explicado por (HIRAKAWA y DARISTOTLE, 2001), quienes también afirman que el proceso de peletizado moldea las partículas finamente divididas de una ración integrándolas en un pellet compacto, el calor cumple la función de gelatinización de los almidones y mayor absorción de los nutrientes, tal como lo manifiesta (GOMEZ y ALVARADO, 1997).

Los valores de energía metabolizable aparente del SIIPE (3 242.79 Kcal/k.) muestra una superioridad frente a los valores del afrecho de trigo (1 217.26 Kcal/k.), harina de pescado (3 009.33 Kcal/k.), torta de soya (2 761.01 Kcal/k.) y maíz (3 227.27 Kcal/k.), reportado por (JAPAN, 2000), quien trabajo con cuyes en la determinación de EMa. Esta superioridad se debe a que los alimentos extruidos mejoran la digestibilidad y palatabilidad de los hidratos de carbóno, tal como lo afirma (HIRAKAWA y DARISTOTLE, 2001).

VI. CONCLUSIONES

Los nutrientes digestibles del sachá inchi integral precocido para el peletizado y extruido son: materia seca digestible 55.67% y 45.96%; proteína digestible 32.89% y 3.6%; extato etereo digestible 32.94% y 34.36%; energía digestible 3 034.81 Kcal/K. y 4 918.84 Kcal/K.; energía metabolizable 2676.41 Kcal/K. y 3 242.79 Kcal/K. respectivamente.

La composición química del sachá inchi integral precocido son: Materia seca 96.79%, Proteína cruda 40.61% y Extracto etéreo 40.34% respectivamente

Los coeficientes digestibles del sachá inchi integral precocido del peletizado y extruido son: materia seca 57.52% y 47.49%; proteína bruta 80.99% y 82.74%; extracto etéreo 81.66% y 84.04%; energía digestible 47.59% y 77.14%; energía metabolizable 41.97% y 50.85% respectivamente

VII. RECOMENDACIONES

Realizar pruebas de campo para determinar el nivel óptimo de inclusión del sachá inchi integral precocido en cuyes de diferentes razas y edades.

El sachá inchi integral precocido peletizado y extruido pueden ser utilizados en raciones para cuyes de engorde debido a su alto contenido nutricional; coeficientes digestibles y metabolizable; nutrientes digestibles y metabolizables.

VIII. ABSTRACT

NUTRIENTS DIGESTIBILITY AND METABOLIC ENERGY OF THE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) PRECOOKED PELLETIZING AND EXTRUDED PRECOOKED IN GUINEA PIGS (*Cavia porcellus*).

This research work was carried out at the Experimental guinea pig research farm of the Animal Science Faculty, National Agrarian Forestry University in Tingo Maria, Huánuco- Perú,. with the objective to evaluate digestive nutrients and metabolic energy of sachá inchi (*Plukenetia volúbilis*) as pellet pre cooked and as extruded precooked. Fifteen males 3 months old guinea pig were used, distributed as matter of body weight in 3 groups of five guinea pigs which were given the following diets: 70 % basal feed and 30% integral pellet precooked sachá inchi(IPPCSI), 70 % basal diet, 30 % integral, precooked extruded sachá inchi (IEPCSI). Sachá inchi precooked process was made at 95°C/15` and pellet process at 87°C and extruded at 105°C. Digestibility test was carried out by substitution and total feces collection method. Digestibility coefficient to IPPCSI were: DM 57.52%, PB 80.99%, EE 81.68 % and IEPCSI: DM 45.96 %, PD 33.6%, EED 34.36. Digestible coefficient showed 47.59 and 77.14 kcal/k to crude energy, 41.97 and 50.85 kcal/k to metabolic coefficient, 2676.41 and 3242.79 kcal/k metabolic energy,

for IPPCSI and IEPCSI respectively. This results were probably due to the thermal process that were submitted the sachu inchi, because the treatment process improve nutritive value, destroying the sachu inchi anti nutritional factors (ANF), leaving evidence that this product could be utilize in farm test considering its high nutritional content, digestible nutrients and metabolic energy.

Key words: Sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) guinea pig (*Cavia porcellus*),
digestible coefficient, digestible nutrients. metabolic energy,
precooked and pellet.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

BENAVIDES, J. y MORALES, J., 1994. Caracterización del aceite y proteína Del cultivo de sachá inchi o maní de monte (*Plukenetia volúbilis*) como alternativa para la alimentación humana y animal. (<http://www.etsia.upm.es/fedna>, artículo, 14 de May. 2009).

BORGES, P.; ROSTAGNO, H.; ALBINO, L.; GOMES, P.; NUNES, V.; BARRETO, S., 2002. Valores energéticos da soja e subproductos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos.[En línea]: (<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n4/13739.pdf>. Rev. Bras. 15 de Ene del 2009).

BRENES, A. y BRENES, J., 1993. Tratamiento tecnológico de los granos de leguminosas: Influencia sobre su valor nutritivo. IX Curso de especialización FEDNA. Barcelona. [En línea]: http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP_11.pdf. Documento 19 de May.2009).

BRESSANI, R. y SOSA, J., 1990 Effect of processing on the nutritive value of canavalia jack beans (*Canavalia ensiformis*). Plant foods Human Nutr. [En línea]; (<http://www.springerlink.com/cotent/g308g33617045584/>. Articulo, 15 de Ene del 2009).

BRIOSO, C., 2007. Evaluacion del valor nutricional y energía metabolizable del sachá inchi () integral en pollos de carne. Tesis para optar el título de . ing. Zoot. Universidad Nacional Agraria De La Selva Tingo María Perú.

CABALLERO, A., 1992. Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*). UNA La Molina, lima, Perú. (Tesis).

CARABAÑO, R.; FRANGA, M.; y VILLAMINE, M., 1996. Concentrado de proteína para piensos de conejo [En línea]: Dialnet, (<http://www.dialnet.unirioja.es/servlet>. Articulo, 19 de May.2009).

CASTRO, B. y CHIRINOS, P., 1994. Avances en nutrición y alimentación de Cuyes. Crianza de Cuyes, Guía Didáctica, págs. 136-146. Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú.

CLEMENTE, E. ARBAIZA, T. CARCELÉN, F., LUCAS O. y BAZÁN, V., 2003. Evaluación Del Valor Nutricional De La *Puya llatensis* en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). Rev Inv Vet Perú 14. (1): 1-6. [En línea]: SCIELO, (<http://www.scielo.org.pe/pdf>, Artículo, 9 de May. 2009).

CORREA, H., HIDALGO, V., VERGARA, B. y MONTES, T., 1994. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos proteicas y fibrosos en caves. XVII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Lima, Perú. 84 págs.

CRAMPTON, C. y HARRIS, J., (1974) Nutrición Aplicada. Zaragoza, España. Edit. Acribia. 115pg.

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

D' MELLO, J., 1995. Anti-nutricional substacias in legumes sedes. In: Tropical legumes in animal. [En línea];(<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=19951408990>). Artículo 26 de Abr. 2009).

DUDLEY, W., 2003. Calidad de la Harina de Soja. American Soybean Association. 09:25. [En línea]: Asaimeurope, (<http://www.asaim-europe.org>. Seminario, 17 de Abr. 2009)

FAO., 1991. Cría de cuyes. Hoja de información 10. <http://www.fao.org/DOCREP/Documento>. 24 May.2009).

FAO. 1993. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S00.htm#TOC.Doc>. 24 May.2009).

GÓMEZ, B. y VERGARA, V., 1993. Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares, 38-50 p.

GÓMEZ, J. y ALVARADO, R., 1997. Proceso de aglomeración o peletizado de partículas. Instituto Mexicano de Ingenieros Quimicos. [En línea]; (<http://193.146.36.56/catedra/catedra/xilo2.htm>). Documento 19 de May.2009).

HAZEN y STOEWESAND, 1980. Resultado de análisis de aceite proteína del cultivo de sachá inchi . Universidad de Cornell. USA.

HIRAKAWA, L.; y DARISTOTLE, C., 2001. Nutrición canina y felina. Alimentos secos. España. Libro. [En línea]; (<http://books.google.com.pe/books.libro>,19 de May.2009).

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

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>. Artículo, 9 de May. 2009)

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 Fríjol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Durante la Fase de Crecimiento. Revista científica print ISSN 0798 – 2259. Universidad del Zulia. Maracaibo; Venezuela.

NICOVITA., 2003. Alimentos y Nutrición. Acuicultura. Nicovita. Artículo técnico.

[En línea]: (<http://www.nicovita.com.pe/paginas>. Documento12 de agosto 2008).

NIEVES, D., ARAQUE H., TERÁN, O., SILVA, L., GONZÁLEZ, C. y UZCÁTEGUI, W., 2006. Digestibilidad de Nutrientes del Follaje de Morera (*Morus alba*) en Conejos de Engorde. Rev. Scielo. Venezuela. ISSN 0798-2259. [En línea]: SCIELO, (<http://www.scielo.org.ve/scielo>, Artículo, 10 de May. 2009).

OBREGON, A., 1997. Obtención de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis*) en polvo, secado por atomización. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto Perú.

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

RICO, E., 1995. Investigaciones en aspectos de nutrición de cuyes en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Proyecto MEJOCUY.

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

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

VALLS, A., 1993. El proceso de la extrusión sobre la utilización de nutrientes 8 y, Barcelona España. [En línea]; ETSIA (www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP_6_1.pdf, Documento, 14 Ene. 2009).

VERGARA, V., 2008. Avances en nutrición y alimentación de cuyes. Programa de investigación y proyección social de alimentos. Universidad Nacional agraria la molina. Facultad de zootecnia. [En línea]: La Molina, (<http://www.lamolina.edu.pe/facultad/zootecnia>, documento, 14 de May. 2009)

ANEXOS

Cuadro 9. Datos de análisis proximal de la ración cuyina R para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles

Alimento	Muestra	%M.S	% Proteína	% EE	% F.C	Eº	% Ceniza
Cuyina	A	89.2	16.92	7.87	13.38	3779.96	9.91
Cuyina	B	89.2	16.92	7.36	12.81	3811.03	9.82
Cuyina	C	90.39	16.92	7.45	12.86	3795.49	9.83
		89.20	16.92	7.4	12.84	3803.26	9.86
E.1	A	91.84	13.71	6.49	26.58	3881.78	13.89
E.1	B	91.92	13.71	6.25	23.3	3849.61	14.33
E.1	C	91.93	13.71	6.48	26.33	3902.42	14.31
		91.89	13.71	6.48	26.45	3876.01	14.17
P.5	A	91.19	15.75	7.44	26.3	4016.42	13.83
P.5	B	91.13	15.75	7.41	25.9	4029.07	13.99
P.5	C	91.13	15.75	7.21		4029.13	13.9
		91.13	15.75	7.42	26.1	4029.1	13.9
C.6	A	92.02	13.71	6.91	24.29	3994.73	13.31
C.6	B	92.03	13.71	6.88	21.31	4030.55	13.39
C.6	C	92.03	13.71	6.86	24.12	4058.72	13.4
		92.03	13.71	6.88	24.2	4044.64	13.37
P.8	A	91.55	15.17	5.8	5.57	4022.92	13.28
P.8	B	91.58	15.17	5.63	5.22	3962.03	13.44
P.8	C	91.45	15.17	5.86	6.11	4055.04	13.76
		91.53	15.17	5.83	5.39	4008.53	16.49
E.9	A	90.73	14.58	5.78	3.94	4104.02	14.2
E.9	B	90.64	14.58	5.5	3.47	3867.57	13.98
E.9	C	90.63	14.58	5.49	3.77	3922.22	14.06
		90.64	14.58	5.49	3.85	3894.9	14.08

Cuadro 10. Datos de análisis proximal de la ración peletizado para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.

Alimento	Muestra	%M.S	% Proteína	% EE	% F.C	Eº	% Ceniza
R.P	A	90.49	28.58	13.47	10.4	4023.79	7.33
R.P	B	90.35	28.58	13.52	11.31	4153.33	7.3
R.P	C	90.56	28.58	13.72	11.28	4220.08	7.54
		90.46	28.58	13.49	11.29	4186.71	7.39
C.3	A	93.58	16.92	7.05	24.91	4094.59	13.27
C.3	B	93.42	16.92	7.1	23.23	4084.50	13.21
C.3	C	93.43	16.92	7.11	23.42	4156.69	13.16
		93.43	16.92	7.11	23.32	4089.55	13.21
C.7	A	91.72	16.92	7.33	22.48	4199.79	14.23
C.7	B	91.67	16.92	7.72	22.17	4114.01	14.17
C.7	C	91.73	16.92	7.7	21.63	4055.08	14.13
		91.73	16.92	7.71	22.33	4084.54	14.18
C.10	A	91.13	18.08	8.26	4.13	4156.04	12.73
C.10	B	91.04	18.08	8.27	4.98	4184.06	12.85
C.10	C	91.18	18.08	8.19	5.09	3824.36	12.89
		91.15	18.08	8.26	5.04	4170.05	12.82
C.11	A	91.22	18.38	9.29	26.83	4250.37	12.01
C.11	B	91.29	18.38	9.1	24.66	3930.02	12.49
C.11	C	91.43	18.38	9.02	23.79	4258.24	12.25
		91.25	18.38	9.06	24.23	4254.30	12.25
C.14	A	91.20	17.21	8.02	24.41	4131.21	12.95
C.14	B	91.20	17.21	8.02	23.65	4209.25	12.74
C.14	C	91.20	17.21	8.01	25.15	4144.46	12.88
		91.20	17.21	8.01	24.78	4137.83	12.86

Cuadro 11. Datos de análisis proximal de la ración extruido para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.

Alimento	Muestra	%M.S	% Proteína	% EE	% F.C	Eº	% Ceniza
R.E	A	90.1	26.54	16.27	11.2	4114.26	7.65
R.E	B	90.1	26.54	16.28	10.72	4013.51	7.71
R.E	C	90.06	26.54	16.26	10.24		7.61
		90.10	26.54	16.27	10.72	4063.88	7.68
C.2	A	93.35	17.5	9.41	24.5	4177.60	12.66
C.2	B	93.51	17.5	9.44	23.69	4198.96	12.69
C.2	C	93.51	17.5	9.38	22.93	3935.50	12.53
		93.51	17.5	9.41	23.31	4188.28	12.63
C.4	A	91.40	16.63	13.33	23.79	4345.90	13.48
C.4	B	91.32	16.63	13.56	26.66	4369.60	13.42
C.4	C	91.65	16.63	13.64	26.37	4137.94	13.37
		91.36	16.63	13.60	26.52	4357.75	13.42
C.12	A	93.50	18.08	11.1	23.65	4433.92	12.11
C.12	B	91.38	18.08	11.23	24.95	4486.56	12.13
C.12	C	91.49	18.08	11.26	24.49	4454.98	12.04
		91.44	18.08	11.25	24.36	4444.45	12.09
C.13	A	91.69	16.92	7.42	24.77	4201.03	13.63
C.13	B	91.54	16.92	7.35	24.47	4164.94	13.42
C.13	C	92.30	16.92	7.45		4092.67	13.56
		91.62	16.92	7.44	24.62	4182.98	13.53
C.15	A	91.14		8.44	25.86	4133.44	13.45
C.15	B	91.39	16.33	8.22	27.19	4127.99	13.81
C.15	C	91.18	16.33	8.45	26.69	4049.92	63.59
		91.16	16.33	8.45	26.94	4130.72	30.28

Cuadro 12. Datos de análisis proximal del SIIP para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles.

ALIMENTO	MUESTRA	%MS	%PROTEINA	%EE	%FIBRA CRUDA	Eº	%CENIZA
S.I.P.	A	97.07	30.33	40.51	7.22	6383.07	638306.614
S.I.P.	B	96.51	30.63	40.17	7.285	6370.17	637016.89
		96.79	30.48	40.34	7.2525	6376.62	637661.752

Cuadro 13. Consumo promedio de alimento y heces de de sachá inchi peletizado y análisis proximal, para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles

ANÁLISE QUÍMICA										
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)
SI I PELETIZADO				96.79	40.61	40.34	7.25	6376.62	96.79	6588.36
Ração Base (RB)				89.23	18.08	3.74	14.21	3795.49	89.23	4253.46
Ração Teste (RT)				90.46	28.58	13.49	14.4	4186.71	90.46	4628.36
RB Fezes Bloco 1										
RB Fezes Bloco 2	38.25	34.75	52.63	91.13	15.75	7.35	26.34	4029.1	57.75	4421.36
RB Fezes Bloco 3	47.5	39	55.19	92.03	13.71	6.88	23.24	4044.64	59.97	4395.06
RB Fezes Bloco 4	48.68	40.75	51.46	91.53	15.17	5.76		4008.53	56.22	4379.76
RB Fezes Bloco 5	42.38	42.5	49.34	90.64	14.58	5.59		3894.9	54.44	4297.26
RT Fezes Bloco 1	25	20.5	62.99	93.43	16.92	7.08	23.85	4089.55	67.42	4377.36
RT Fezes Bloco 2	34	25.5	57.38	91.73	16.92	7.58	22.09	4084.54	62.56	4453.06
RT Fezes Bloco 3	20	18.75	59.1	91.15	18.08	8.24		4170.05	64.83	4574.76
RT Fezes Bloco 4	25.75	24.5	56.99	91.25	18.38	9.14	25.09	4254.3	62.46	4662.16
RT Fezes Bloco 5	32.25	24.25	57.5	91.2	17.21	8.01	24.4	4137.83	63.05	4537.16

Cuadro 14. Consumo promedio de alimento y heces de de sachá inchi extruido y análisis proximal, para determinar el coeficiente de digestibilidad y nutrientes digestibles

ANALISE QUIMICA										
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)
SI EXTRUIDO				96.79	40.61	40.89	7.25	6376.62	96.79	6588.3
Ração Base (RB)				89.23	18.08	3.74	14.21	3795.49	89.23	4253.4
Ração Teste (RT)				90.1	26.54	16.27	14.67	4063.88	90.1	4510.3
RB Fezes Bloco 1										
RB Fezes Bloco 2	38.25	34.75	52.63	91.13	15.75	7.35	26.1	4029.1	57.75	4421.3
RB Fezes Bloco 3	47.5	39	55.19	92.03	13.71	6.88	24.21	4044.64	59.97	4395.0
RB Fezes Bloco 4	48.68	40.75	51.46	91.53	15.17	5.76		4008.53	56.22	4379.
RB Fezes Bloco 5	42.38	42.5	49.34	90.64	14.58	5.59		3894.9	54.44	4297.2
RT Fezes Bloco 1	37.2	19.75	56.2	93.51	17.5	9.41	23.31	4188.28	60.1	4478.9
RT Fezes Bloco 2	30.75	27.5	55.04	91.36	16.63	13.6	26.52	4357.75	60.24	4769.
RT Fezes Bloco 3	26	17	43.22	91.44	18.08	11.25	24.36167	4444.45	47.27	4860.7
RT Fezes Bloco 4	21.75	19.5	54.8	91.62	16.92	7.44	24.62	4182.98	59.82	4565.7
RT Fezes Bloco 5	34.75	29.75	50.51	91.16	16.33	8.45	26.94	4130.72	46.05	4531.3

Abreviaturas empleadas en los cuadros de resultados

MS= Materia seca del SIIP.

PC= proteína cruda SIIP.

EE= Extracto etéreo.

CDMS= Coeficiente digestible de la materia seca.

CDPB= Coeficiente digestible de la proteína bruta.

CDEE= Coeficiente digestible del extracto etereo.

MSD= Materia seca digestible

PD= Proteína digestible.

EED= Extracto etéreo digestible

EB= Energía bruta

CDEB = Coeficiente digestible de la energia bruta

CM = Coeficiente metabolizable

ED a= Energia digestible

EM a= Energia metabolizable