

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**INHIBICIÓN DE FACTORES ANTINUTRICIONALES (TANINOS),
PRESENTES EN LA SEMILLA Y TORTA DEL SACHA INCHI
(*Plukenetia volubilis* L.) MEDIANTE DIFERENTES
TRATAMIENTOS TERMICOS.**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

RICARDO MIGUEL QUINTANA ROMERO

PROMOCIÓN 2007- II

Tingo María - Perú

2009

L02

Q7

Quintana Romero, Ricardo M.

Inhibición de factores antinutricionales (taninos) presentes en la semilla y torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante diferentes tratamientos térmicos. Tingo María, 2009

57 h.; 4 cuadros; 8 figs.; 104 ref.; 30 cm

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

PLUKENETIA VOLUBILIS L. / TRATAMIENTO TÉRMICO /
FACTORES ANTINUTRICIONALES / SACHA INCHI / TANINO /
METODOLOGÍA / TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO
PRADO / HÚANUCO / 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 25 de agosto del 2009, a horas 6:00 p.m. para calificar la tesis titulada:

INHIBICION DE FACTORES ANTINUTRICIONALES (TANINOS), PRESENTES EN LA SEMILLA Y TORTA DEL SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis L.*) MEDIANTE DIFERENTES TRATAMIENTOS TERMICOS.

Presentada por el bachiller **RICARDO MIGUEL QUINTANA ROMERO**; 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, 25 de agosto del 2009



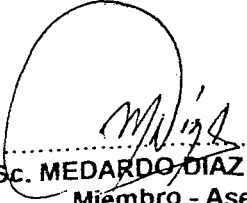
M.Sc. JUAN LAÓ GONZALES
Presidente



Ing. WALTER PAREDES ORELLANA
Miembro



Méd. Vet. LISANDRO TAFUR ZEVALLOS
Miembro



M.Sc. MEDARDO DÍAZ CESPEDES
Miembro - Asesor



DEDICATORIA

A Dios celestial, a mis padres Miguel Antonio Quintana Vela y Teresa Romero Sánchez y hermana Candy Sower, quienes creyeron en mi y lo demostraron depositando toda su confianza en mi persona.

A todos ellos, que con amor y sacrificio hicieron posible la culminación de mis estudios.

"Calor y fuego, que generan y mantienen otras cosas, son a su vez creados por impacto y rozamiento..."

AGRADECIMIENTO

- A Dios todo poderoso por obsequiarme unos padres maravillosos, a quienes agradezco por todo el esfuerzo dedicado para formarme tanto personal como profesionalmente.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva especialmente a mi facultad, por permitirme formar parte de la gran familia Zootecnista, con ello a todos y cada uno de los docentes que me brindaron y transmitieron sus conocimientos, que de seguro serán de gran utilidad en el desarrollo de mi vida profesional; en especial a mi asesor Medardo Antonio Díaz Céspedes y coasesor Marco Antonio Rojas Paredes quienes además de sus conocimientos me brindaron su apoyo, amistad y confianza a lo largo de los años de estudios.
- Al Laboratorio de Nutrición Animal y a la encargada Sra. Glelia Ríos Saldaña que me brindó su confianza en la realización de los análisis.
- A mis grandes amigos, con quienes compartí experiencias a lo largo de mi formación profesional; más aún a aquellos que estuvieron a mi lado en la investigación brindándome su apoyo y levantando el ánimo en momentos de flaqueza, nombrarlos no es necesario pues ellos son como mis hermanos.
- A mi familia tingaleza, que nunca me cerraron las puertas de su hogar ni de su corazón y cuando los necesité allí estaban siempre dispuestos a darme la mano. Claro, hay muchas otras personas que me apoyaron pero si me pondría a mencionarlos este volumen quedaría pequeño.

“En la ciencia no hay caminos fáciles y solo podrán contemplar sus cumbres luminosas, quienes no se cansan ni arredran de escalar por sus senderos pedregosos”.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. El Sacha Inchi.....	4
2.1.1. Semilla del Sacha Inchi.	5
2.2. Factores antinutricionales.....	6
2.3. Taninos.....	7
2.3.1. Clasificación de los taninos	9
Taninos hidrolizables.....	10
Taninos condensados.	10
2.3.2. Efecto de los taninos sobre la digestibilidad de la proteína	11
Uniones químicas de los taninos.....	12
Factores determinantes para la formación de los complejos tanino proteína.	12
2.3.3. Efectos de los taninos sobre otras moléculas.....	13
2.3.4. Efectos de los taninos sobre el tracto digestivo.....	14
2.3.5. Mecanismos de acción de los animales frente a los taninos ..	16
2.4. Extracción de fenoles	17
2.5. Tratamientos para la reducción de los factores antinutricionales	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	20
3.2. Tipo de investigación	20

3.3. Evaluación del procesamiento térmico óptimo para la inhibición de los taninos presentes en la semilla y torta de Sacha Inchi.	21
3.3.1. Ensayo 1: Cocción de la semilla de Sacha Inchi	21
Variables independientes	22
Tratamientos.....	22
Análisis estadístico	22
Variables dependientes	23
3.3.2. Ensayo 2: Cocción de la torta de Sacha Inchi	23
Variables independientes	24
Tratamientos.....	24
Análisis estadístico	25
Variables dependientes	26
3.3.3. Ensayo 3: Tostado de la semilla de Sacha Inchi	26
Variables independientes	26
Tratamientos.....	26
Análisis estadístico	26
Variables dependientes	27
3.3.4. Ensayo 4: Tostado de la torta de Sacha Inchi	27
Variables independientes	28
Tratamientos.....	28
Análisis estadístico	28
Variables dependientes	29

3.3.5. Cuantificación de los taninos presentes en la semilla y la torta de Sacha Inchi.	29
Preparación de las muestras	29
Obtención de extractos fenólicos.....	30
Cuantificación de taninos.....	30
IV. RESULTADOS	32
4.1. Evaluación del proceso térmico.	32
4.1.1. Taninos y nutrientes de la semilla y torta de Sacha Inchi cocidos	32
4.1.2. Taninos y nutrientes de la semilla y torta de Sacha Inchi tostados.....	36
V. DISCUSIÓN	40
5.1. Evaluación del procesamiento térmico.	40
5.1.1. Taninos y nutrientes de semilla y torta de Sacha Inchi cocidos.....	40
5.1.2. Taninos y nutrientes de semilla y torta de Sacha Inchi tostados.....	43
VI. CONCLUSIÓN	46
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. ABSTRACT	48
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
ANEXOS	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Efecto de la cocción de la semilla de Sacha Inchi, sobre los taninos, porcentaje de proteína bruta y extracto etéreo.....	33
2. Efecto de la cocción de la torta de Sacha Inchi, sobre los taninos, porcentaje de proteína bruta y extracto etéreo.....	35
3. Efecto del remojo de la semilla de Sacha Inchi previo al tostado, sobre los taninos, porcentaje de proteína bruta y extracto etéreo.	37
4. Efecto del tostado sobre el contenido de proteína bruta, extracto etéreo e inhibición de taninos de la torta Sacha Inchi.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Efecto de la temperatura y tiempo de cocción sobre los niveles de taninos en la semilla de Sacha Inchi.....	34
2. Efecto de la temperatura y tiempo de cocción sobre el porcentaje de proteína bruta en la semilla de Sacha Inchi.	34
3. Efecto de la temperatura y tiempo de cocción sobre los niveles de taninos en la torta de Sacha Inchi.....	35
4. Efecto de la temperatura y tiempo de cocción de la torta de Sacha Inchi sobre el porcentaje de proteína bruta.	36
5. Efecto del remojo previo al tostado de la semilla de Sacha Inchi, sobre los niveles de taninos.	37
6. Efecto del remojo de la semilla de Sacha Inchi previo al tostado sobre el porcentaje de proteína bruta.	38
7. Efecto de la temperatura y el tiempo sobre los niveles de taninos en la torta de Sacha Inchi tostada.....	39
8. Efecto de la temperatura y tiempo sobre la proteína en la torta de Sacha Inchi tostada.....	39

RESUMEN

El experimento se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María, Huánuco – Perú; cuyo objetivo fue determinar el procesamiento térmico adecuado (cocción o tostado) que inhiba el factor antinutricional (taninos) presentes en la semilla y torta de Sacha Inchi. El trabajo se desarrollo en cuatro ensayos: La cocción de la semilla de Sacha Inchi a diferentes temperaturas (85, 90 y 95 °C) y tiempos (5, 10, 15, 20 y 25 minutos), la cocción de la torta de Sacha Inchi a diferentes temperaturas (85, 90 y 95 °C) y tiempos (5 y 10 minutos), tostado de la torta de Sacha Inchi a diferentes temperaturas (110 y 120 °C) y tiempos (10 y 20 minutos), los datos fueron analizados con un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial; mientras que el tostado a 110°C/20 minutos de la semilla de Sacha Inchi con y sin remojo previo fue analizado por un DCA. Los tratamientos mas efectivos para la inhibición de taninos; en la semilla de Sacha Inchi fue la cocción a 95 °C/15 min. disminuyendo la concentración de taninos en 78.56%, con 34.83% de proteína bruta y un 48.84% de extracto etéreo; mientras que para el caso de la torta de Sácha Inchi con una cocción a 95°C/ 5 minutos disminuye en 45.44% la concentración de taninos con 59.9% de proteína bruta y 18% de extracto etéreo. El proceso de cocción se comporta mejor en comparación con el tostado para la inhibición de los taninos presentes tanto en la semilla como en la torta de Sacha Inchi.

I. INTRODUCCIÓN

El principal problema que enfrenta el mundo es la falta de fuentes alimenticias baratas, estables y de altos valores nutritivos; capaces de favorecer la producción animal y resolver los problemas del hambre y la desnutrición humana, principalmente en los países en vías de desarrollo. Esta marcada deficiencia de insumos, tiene preocupados tanto a especialistas, investigadores y productores obligándolos a buscar nuevas fuentes alimenticias.

El novedoso insumo que está ganando importancia en la selva peruana, es el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*), que por sus bondades nutritivas como; alto contenido proteico, riqueza de ácidos grasos esenciales, energía y otros nutrientes, puede utilizarse en la formulación de alimentos, destinados a la producción animal. Sin embargo, la composición nutricional solo nos da una idea del potencial nutritivo que tiene el alimento; es indispensable, conocer sus limitaciones nutricionales e identificar para su estudio y posterior inactivación, mediante tratamientos tecnológicos; ya sean químicos, térmicos o mecánicos. Pues estas limitaciones nutricionales, conocidos como factores antinutricionales son los responsables de la reducida disponibilidad biológica y digestibilidad de uno o más nutrientes.

OBREGÓN (1997), afirma que el Sacha Inchi contiene factores antinutricionales, específicamente taninos, que son metabolitos secundarios, de alto peso molecular cuya función principal en la planta es la defensa contra patógenos, herbívoros y condiciones ambientales hostiles o adversas causando ya sea una reacción inmediata (astringencia) ó lenta (efectos tóxicos y/o antinutricionales) al ser consumidos.

La inquietud de esta investigación radica, en la evaluación del mejor tratamiento térmico capaz de inhibir los taninos presentes en la semilla y torta de Sacha Inchi, buscando un producto homogéneo con un contenido residual mínimo de taninos, permitiéndonos mejorar su calidad nutricional a través del contenido proteico y extracto etéreo.

Por lo tanto, nos planteamos la siguiente hipótesis: La inactivación de los taninos presentes, tanto en la semilla como en la torta del Sacha Inchi se logra mediante el proceso de cocción por 95°C por 25 min. y 95°C por 10 min. respectivamente, debido a su alto contenido en aceites; sin alterar de manera significativa sus nutrientes.

Objetivo General:

✓ Evaluar el procesamiento térmico adecuado (cocción o tostado) con el cual se logre inhibir el factor antinutricional (taninos) presentes en la semilla y torta de Sacha Inchi.

Objetivos Específicos:

✓ Determinar la temperatura y el tiempo óptimo de cocción o tostado para la semilla y torta de Sacha Inchi capaz de inhibir el factor antinutricional (taninos).

✓ Determinar la concentración de taninos presentes en la semilla y la torta de Sacha Inchi a diferentes tiempos y temperaturas de procesamiento.

✓ Determinar el contenido de proteína y extracto etéreo de las muestras luego del procesamiento térmico a diferentes tiempos y temperaturas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. El Sacha Inchi

El Sacha Inchi, es una especie distribuida en América Central y el Perú; en los departamentos de: San Martín, Ucayali, Huánuco, Amazonas, Madre de Dios y Loreto (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2002). El Sacha Inchi, dependiendo del lugar recibe muchos nombres: Sacha Inchi, Sacha Maní, Maní de Monte y Maní del Inca. Científicamente se la conoce como *Plukenetia volubilis* Linneo y pertenece a la familia de las Euphorbiaceas (MANCO, 2006).

MINISTERIO DE AGRICULTURA (2002), señala que esta planta ya era conocida desde épocas pre-incaicas. Sin embargo es en 1980 que la Universidad Cornell de USA realiza los primeros análisis de extracto etéreo y proteína de la semilla (HAZEN y STOEWESAND, 1980). En las plantas del género *Euphorbia* de la familia Euphorbiacea han encontrado ácido shikímico y taninos hidrolizables además de otros antinutrientes como triterpenoides, flavonoides y alcaloides (SALAMANCA, 2007).

El MINISTERIO DE AGRICULTURA (2002) la describe como una planta perenne, semileñosa, trepadora o rastrera; de hojas acorazonadas; capaz de adaptarse a suelos ácidos y arcillosos desarrollándose mucho mejor en climas cálidos; entre 100 a 2000 m.s.n.m. En cuanto al fruto, son cápsulas de 3 a 5 cm de diámetro aproximadamente, usualmente formados por cuatro compartimientos, en donde se encuentran las semillas (MANCO, 2006).

2.1.1. Semilla del Sacha Inchi.

La semilla de Sacha Inchi es de color oscuro, abultado en el centro y aplastadas hacia los bordes con 15-20mm de diámetro, 7-8mm de espesor y pesa entre 0.8 a 1.4g (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2002).

Hazen y Stoewesand (1980) citados por el MINISTERIO DE AGRICULTURA (2002) mencionan; químicamente la semilla de Sacha Inchi tiene 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 555.7 (Kcal /100).

a).Aceite de Sacha Inchi.- Producto de gran valor, alto en grasas insaturadas (92.7%) y bajo en grasas saturadas (6.5%); además de su gran cantidad de Omega 3 y 6 con una digestibilidad del 97 % (MANCO, 2006).

b).Torta o harina de Sacha Inchi.- Luego del proceso de extracción del aceite queda como subproducto la torta o harina de Sacha Inchi, rico en proteína, 59.13% y 6.93% de extracto etéreo (PASCUAL y MEJÍA, 2000). En cuanto a su riqueza aminoacídica, algunos aminoácidos superan en su concentración a los de la torta de soya (MANCO, 2006). Las harinas o subproductos del proceso de extracción de aceite, llegan a porcentajes de proteína bruta entre 35-50% en base seca (GALLARDO, 2007).

2.2. Factores antinutricionales

Griffiths *et al.* (1998) citados por TEIXEIRA (2006) describen a los factores antinutricionales, como un gran grupo de compuestos de origen vegetal que al ser consumidos son capaces de reducir el valor nutritivo de los alimentos; interfiriendo en la digestibilidad, absorción y utilización de los nutrientes. Consumidos en altas concentraciones, pueden causar daño a la salud; incluso la muerte (BELMAR y NAVA, 2005).

Onwuka (1983), Azcón y Talón (2000), citados por MUÑOZ y GUTIÉRREZ (2007) mencionan, todo proceso metabólico dentro de un sistema (planta), da como resultado compuestos primarios y secundarios, confiriéndole a la planta productos de valor nutricional o toxicidad (factores antinutricionales) respectivamente; estos últimos causan pérdida de apetito, disminución del consumo de materia seca y digestibilidad de los nutrientes. SAVÓN (2005) realizó un trabajo para la utilización de alimentos fibrosos de trópico en la

alimentación animal; determinando que de todas las sustancias antinutricionales, los taninos y las saponinas son los más abundantes.

OBREGÓN (1997) menciona que el sabor astringente de la semilla de Sacha Inchi se debe a la presencia de un factor antinutricional, los taninos. Además señala, para que se pierda esta característica debe separarse el tegumento de las almendras e inactivar las enzimas y factores antinutricionales. Así mismo, añade que mediante cocción prolongada o pelado químico con NaOH, se puede inactivar esta característica astringente.

2.3. Taninos

Son compuestos de estructura polifenólica muy variable con una masa que va desde 500 hasta 3000 – 5000 Da; de sabor astringente, solubles en agua (ISAZA, 2007); a excepción de algunas con estructuras complicadas de alto peso molecular, con la habilidad de atrapar proteínas y formar complejos solubles ó insolubles (LA TORRE y CALDERÓN 1998).

LA TORRE y CALDERÓN (1998) mencionan estudios que demostraron los efectos negativos de los taninos, debido a la formación de complejos insolubles con proteínas y otras macromoléculas afectando la energía metabolizable, disponibilidad de la proteína además de inhibir algunas enzimas digestivas como la amilasa, lipasa y tripsina. SAVON (2005) afirma que los taninos de la *Leucaena* son los responsables de la deficiente digestibilidad del nitrógeno. FERNANDEZ (2008) asegura que los complejos

tanino-proteína afectan la digestibilidad de la proteína entre 3 a 15%. En ese sentido, CARGILL (1999) refiere que los taninos disminuyen hasta 30% la eficiencia alimentaria en aves y cerdos.

Valencia (2003), citado por BERNAL (2007); indica que los taninos se originan en la ruta del ciclo del ácido shikímico de la síntesis de aminoácidos aromáticos; así mismo LA TORRE y CALDERÓN (1998) aseguran que los taninos en la planta se localizan en las vacuolas o en las superficies serosas, sin interferir en el metabolismo, hasta que la célula se rompe y muere; pero en la semilla se localizan en la capa de integumento externo y la aleurona; y coinciden con BRENES y BRENES (1993), al asegurar que en ambos lugares, los taninos se asocian a la dormancia de la semilla con efectos bactericidas y alelopáticos.

Jaramillo *et al.* (1993) citado por LA TORRE y CALDERÓN (1998) determinó que la concentración de taninos en el sorgo es influenciado por factores intrínsecos y extrínsecos; así mismo a medida que el grano de sorgo madura hay una considerable disminución del sabor astringente por la polimerización de los taninos, lo que reduce la solubilidad y capacidad de unirse a las proteínas. En el sorgo se a notado que el color del grano influencia sobre la concentración de taninos, así pues los de color marrón tienen un mayor contenido de taninos que los pardos (PATTACINI, SCOLES y BRAUN, 2008).

En bovinos, cuando los taninos superan 4 ó 5% del peso seco de los alimentos, se comportan como factores antinutricionales; mientras que en cantidades moderadas, de 1 a 3% mejoran la calidad del forraje disminuyendo los problemas de timpanismo, la pérdida de proteína por desaminación microbiana y la carga parasitaria (SPANGENBERG, 2004).

Yodov y Khetapoul (1995), citados por SAVON (2005), determinaron que el proceso de fermentación de las leguminosas fibrosas ricas en taninos; disminuye la inhibición de las proteasas y amilasas como también ayuda a la destrucción de fitatos, taninos y polifenoles.

FERNÁNDEZ *et al.* (2001) en una investigación para cuantificar taninos en almendras de cacao, las muestras fueron ser sometidas a extracción de grasa para su posterior determinación por el método colorimétrico.

2.3.1. Clasificación de los taninos

MUÑOZ y GUTIERREZ (2007) citan a Reed (1995); quien señala que los taninos se clasifican en dos grandes grupos; taninos hidrolizables y condensados. Taninos condensados, llamados así por su estructura química condensada, pero al parecer los taninos hidrolizables también sufren reacciones de condensación; por esta razón LA TORRE y CALDERÓN (1998) sostienen, el nombre más apropiado para ellos es proantocianidinas, por la reacción de oxidación por catálisis ácida que produce el color rojo de las antocianidinas al sobrecalentar las proantocianidinas en solución alcohólica.

Taninos hidrolizables

Polímeros de ácido gálico o elárgico esterificado con glucosa o catequina (Reed, 1995 citado por MUÑOZ y GUTIERREZ, 2007). Esta definición coincide con ARANGO (2008); quién asegura que los taninos hidrolizables se encuentran formados por varias moléculas de ácido fenólico provenientes de la ruta del ciclo del ácido shikímico unidos por enlaces éster a un núcleo de glucosa.

Los taninos hidrolizables se caracterizan por ser hidrolizados por ácidos o bases débiles, por agua caliente o enzimas (LA TORRE y CALDERÓN, 1998) en el medio intestinal (RUBIO y BRENES, 1995) resultando carbohidratos y ácidos fenólicos. Bajo las mismas condiciones los taninos condensados no pueden ser hidrolizados (LA TORRE y CALDERÓN, 1998).

Taninos condensados.

Polímeros de flavan-3-ol (catequina), flavan-3,4-diol (leucoantocianidina) o sus derivados (Reed, 1995 citado por MUÑOZ y GUTIERREZ, 2007). LA TORRE y CALDERÓN (1998); adicionan que los taninos condensados son cadenas formadas por polímeros entre 2 a 50 unidades, unidos mediante enlace carbono-carbono, no susceptibles a hidrólisis; con tendencia a polimerizarse en medio ácido (RUBIO y BRENES, 1995). BERNAL (2007) sostiene que los taninos condensados tienen la capacidad de formar complejos con proteínas y otras macromoléculas.

GARCÍA y MEDINA (2006) realizaron un trabajo analizando árboles como potencial fuente forrajera para rumiantes, llegando a determinar que los taninos hidrolizables también forman complejos como los taninos condensados, afectando la fermentación y causando efectos similares cuando son usados en cantidades exageradas en la dieta; también, se sabe que la concentración de los taninos hidrolizables en la mayoría de las especies es baja en comparación con la de los condensados, por esta razón, no se les da mayor importancia nutricional (LA TORRE y CALDERÓN, 1998).

2.3.2. Efecto de los taninos sobre la digestibilidad de la proteína

LA TORRE y CALDERÓN (1998) señalan que el alto peso molecular, estructuras flexibles y ricas en prolina y su alta movilidad conformacional, son las características proteicas que las predisponen a formar complejos con los taninos condensados. Por otro lado, también manifiestan que los taninos son excelentes donadores de hidrógeno, el mismo que se une al grupo carboxilo de la proteína; esta última afirmación explica porque los taninos tienen mayor afinidad por las proteínas en comparación con los almidones.

LA TORRE y CALDERÓN (1998); ROMERO (2000) y Mera (2004), citado por BERNAL (2007) coinciden que el precipitado tanino-proteína, es mayor cuando el pH del medio se acerca al punto isoeléctrico de la proteína.

Uniones químicas de los taninos

La interacción tanino-proteína puede ser a través de enlace de hidrógeno, hidrofóbicos, iónicos o covalentes (oxidación); los dos primeros forman complejos solubles y reversibles mientras que los dos últimos complejos insolubles e irreversibles. Esta irreversibilidad, le da a las uniones covalentes importancia nutricional, ya que disminuyen la biodisponibilidad de la proteína; aunque estos enlaces no ocurren con mucha frecuencia en comparación con los de hidrógeno o hidrofóbicos (LA TORRE y CALDERÓN, 1998; ROMERO, 2000).

Por lo general, el complejo tanino-proteína se forma por la unión del hidrógeno fenólico con el grupo carboxilo de la proteína; si este complejo se encuentra en un medio alcalino o en presencia del oxígeno se forman enlaces covalentes (ROMERO, 2000; BERNAL, 2007).

Factores determinantes para la formación de los complejos tanino-proteína.

- Tamaño y peso molecular de la proteína.

BERNAL (2007) asegura, mientras más larga y pesada sea la cadena proteica, existe una mayor tendencia a formar complejos fuertes con los taninos. Sin embargo, cuando la molécula de tanino es muy grande, pierde la capacidad de formar el complejo con la proteína porque se insolubiliza.

➤ **Composición aminoacídica.**

Amstrong *et al.* (1973) y Featherston y Rogler (1975); citados por LÓPEZ (2000); estudiaron el efecto de los taninos sobre aminoácidos limitantes concluyendo, los taninos interfieren la digestión de la metionina, convirtiéndose en el primer aminoácido limitante. En ese sentido, la adición de metionina superior al requerimiento animal corrige el efecto negativo de los taninos.

➤ **pH.**

Mera (2004), citado por BERNAL (2007); asegura que el pH juega un papel importante en la interacción tanino-proteína; los complejos formados a pH entre 3.5 y 7 son estables e insolubles, mientras los que se forman a un pH menor de 3 y mayor de 8 son inestables y solubles.

2.3.3. Efectos de los taninos sobre otras moléculas

Gorg y Nath (1990), citados por LA TORRE y CALDERÓN (1998); aseguran que los taninos pueden formar complejos con celulosa, hemicelulosa, almidones incluso con metales catiónicos como el hierro.

Los almidones son capaces de formar huecos en su estructura; por donde se unen a los taninos, mientras que con la celulosa hay una interacción de superficie, tanino-pared celular (LA TORRE y CALDERÓN, 1998; ROMERO, 2000). Los taninos tienen mayor afinidad por los carbohidratos de mayor peso molecular, baja solubilidad y conformación flexible; con uniones posiblemente de hidrógeno o hidrofóbico (LA TORRE y CALDERÓN, 1998).

2.3.4. Efectos de los taninos sobre el tracto digestivo

BRIOSO (2007) y QUISPE (2008), mencionan que obtuvieron respuestas negativas al alimentar aves con Sacha Inchi tostado a 110°C/20 min. no soportando una inclusión mayor al 2%, tras ello intuyeron que este problema en la respuesta animal se debía a la presencia de taninos en el Sacha Inchi, los mismos que no eran inhibidos con el tostado.

LA TORRE y CALDERÓN (1998) y ROMERO (2000) coinciden; los taninos causan efectos negativos ya sean inmediatos (astringencia) o lentos a largo plazo (toxicidad o deficiencia nutricional). Estos efectos se inician con la masticación debido a que los taninos quedan expuestos ligándose a las glucoproteínas salivares generando la sensación astringente (ROMERO, 2000). Posteriormente ocurren las interacciones formando complejos poco o nada digeribles impactando en su conjunto sobre la digestión (LA TORRE y CALDERÓN, 1998).

Jaramillo (1991), citado por LA TORRE y CALDERÓN (1998); realizó un trabajo en el que alimentó a pollos con alimentos ricos en taninos (sorgos), concluyendo que estos alteran la forma y funciones del duodeno, buche y proventrículo; además de ocasionar daños a nivel de mucosa de estos órganos; las aves para contrarrestar este efecto tóxico de los taninos producen mucoproteínas, viéndose afectada la respuesta productiva.

Rostagno (1973) citado por LA TORRE y CALDERÓN (1998); realizó un trabajo en pollos de engorda suministrándoles dietas con diferentes concentraciones de ácido tánico, concluyendo que éste ocasiona una disminución en el consumo de alimento y ganancia de peso; acentuándose esta disminución a los 21 días de edad, la mortalidad puede llegar al 70% cuando se incluye 5% de ácido tánico en la dieta; a la necropsia las aves mostraron el buche vacío e hígado graso. LA TORRE y CALDERÓN (1998); señalan que altos porcentajes de ácido tánico en la dieta, ocasionan desprendimiento de mucosa del esófago, edema subcutáneo e inflamación del buche; pudiendo llegar a romperse tejidos del tracto digestivo; todo esto acompañado de excreciones de mucoproteínas, ácido siálico y glucosaminas en las heces.

Reyes (1991), citado por LA TORRE y CALDERÓN (1998); reportó que a mayor nivel de taninos en la dieta, disminuye la digestibilidad de la proteína; y como respuesta a esta toxicidad el tracto digestivo del animal secreta fluidos arrojando valores altos para el caso de nitrógeno proteico excretado y nitrógeno total excretado. En ese sentido se le responsabiliza al complejo tanino-proteína por el bajo nivel de crecimiento, baja digestibilidad de la proteína y disminución del aprovechamiento de los aminoácidos; incrementando el nitrógeno excretado, lo que trae como consecuencia una baja en la producción.

Fahey y Jung (1990), citados por LA TORRE y CALDERÓN, (1998), mencionan que los taninos causan disminución del consumo voluntario, forman complejos con las proteínas y demás nutrientes de la dieta y complejos con enzimas digestivas; interfiriendo con la digestión.

2.3.5. Mecanismos de acción de los animales frente a los taninos

Además de producir astringencia y afectar la palatabilidad de la dieta; los taninos también causan el reflejo del llenado intestinal, debido a que los taninos condensados inhiben la digestión de la proteína, la fibra y la materia seca (Borahona *et al.*, 1996 citado por BERNAL, 2007).

Robbins *et al.* (1987) y Mc Arthur *et al.* (1992); citados por ROMERO (2000) señalan que los rumiantes tienen la capacidad de producir en la saliva proteínas ricas en prolina, proteína con alta afinidad a los taninos condensados, siendo este complejo bastante resistente a las enzimas endógenas y microbianas. Por otro lado Yan y Bennick (1995), citados por LA TORRE y CALDERÓN (1998) señalan, además de la producción de prolina, la glándula parótida produce una proteína denominada Histatins 5, que parece ser más eficiente que las proteínas salivales ricas en prolina; protegiendo la amilasa. También las proteínas salivales pueden proteger otras actividades biológicas en el tracto digestivo de la actividad inhibitoria de los taninos. Además de la formación de los complejos con las proteínas salivares, se pueden formar complejos a nivel de intestino poco o nada absorbibles, expulsados con las heces (Alldredge, 1994 citado por ROMERO, 2000).

Otro mecanismo que ayuda a contrarrestar el efecto negativo de los taninos, es la modificación del medio digestivo, como el pH ya que es un factor determinante para la formación de los complejos. Además, con un tiempo prolongado de exposición de los microorganismos a los taninos presentes en la dieta pueden lograr adaptarse a ellos y lograr inactivarlos (Mc Arthur *et al.*, 1992; citados por ROMERO, 2000).

2.4. Extracción de fenoles

FERNANDEZ *et al.* (2001), sugiere realizar previamente a la extracción fenólica una eliminación de la grasa de la muestra pues ella interfiere con la lectura en el espectrofotómetro, RAMIREZ (2008) recomienda utilizar la metodología Bligh y Dyer que extrae la grasa polar y apolar. Así mismo, una extracción fenólica con etanol al 50%, dio buenos resultados en muestras de hojas en *Psidium guajaba* L. (GUTIERREZ *et al.*, 2000)

ROSALES y GONZÁLEZ (2003) evaluaron el contenido de compuestos fenólicos en la corteza de pino, citan a Waterman y Mole (1994); quienes mencionan como sustancias extractoras de compuestos fenólicos: Acetona, etanol, metanol, agua, así como la mezcla de los mencionados en diferentes porcentajes; también citan a González *et al.* (1989) quienes indican al agua caliente como el solvente más económico para su extracción. Por su parte LA TORRE y CALDERÓN (1998) señalan a los solventes orgánicos acuosos como acetona al 70%, ser mucho más efectivos que los solventes alcohólicos en la extracción de compuestos fenólicos.

2.5. Tratamientos para la reducción de los factores antinutricionales

MATEOS, LA TORRE y LAZARO (2002), mencionan muchos métodos para inhibir las sustancias antinutricionales presentes en el grano de soya pero no recomiendan un método en especial porque la eficiencia en la inhibición es similar. SADEGHI *et al.* (2008) y QUINTERO (2000), menciona los taninos presentes en las semillas de *Vicia sp.* son resistentes a las altas temperaturas tanto de cocción como de tostado.

AVALOS (2001) y DUDLEY (2003) coinciden, la temperatura además de tener efecto sobre los factores antinutricionales, también lo tiene sobre los nutrientes de la muestra (proteína, carbohidratos y lípidos); por su parte Mitaru (1984), citado por LA TORRE y CALDERÓN (1998) quien realizó un tratamiento en granos de sorgo con ebullición, solo detalla que la calidad del grano se ve deteriorado, también asegura que el remojo de las semillas disminuye hasta un 87% de taninos y este porcentaje aumenta cuando el proceso va acompañado con carbonato de sodio.

Muchos investigadores han utilizado diferentes tratamientos para reducir los factores antinutricionales en semillas. Para el caso de taninos, se han realizado trabajos como el lavado con NaOH y otros como ebullición con KOH; en ambos casos lograron mejorar la digestibilidad de 48% a 71%; en condiciones parecidas el bicarbonato de sodio también remueve un 77% el contenido de taninos (LA TORRE y CALDERÓN, 1998).

OBREGON (1997) asegura, que el sabor astringente de la semilla de Sacha Inchi es por la presencia de taninos presentes en su tegumento y para que se separe, logre inactivar enzimas y factores antinutricionales debe ser sometido a un cocido o pelado químico con NaOH; por otro lado los tratamientos como el cocido, tostado y cocción por microondas tienen acción sobre los taninos (PRONARGE, 2006). En tal sentido, OBREGON (1997) reporta pruebas de precocción con NaOH por 20 minutos, basándose en la prueba de actividad ureásica, con este tratamiento se reduce hasta 80% del total de actividad ureásica en comparación con la muestra cruda llegando a eliminar el sabor astringente y aromas indeseables de naturaleza volátil; además adiciona, que tratamiento menor a este tiempo no son adecuados por la naturaleza del cotiledón y que por encima de 20 minutos la actividad ureásica no justifica el tratamiento térmico.

QUINTERO (2000), DA COSTA *et al.* (2001), RAMIREZ (2006) y BONETT *et al.* (2007) luego de realizar el proceso de cocción a muestras de granos u hojas ricas en taninos coinciden; los polifenoles son liberados de la muestra tratada siguiendo las posibles siguientes rutas; ligarse a algunas proteínas, perderse en el agua de cocción, permanecer libres o sufrir polimerización, explicando la reducción de taninos en la muestra.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación fue ejecutado entre los meses de setiembre a noviembre del 2008; en los ambientes del laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

Geográficamente, Tingo María se encuentra ubicado a 09°17'05" de latitud Sur, 76°01'17" de longitud Oeste, a una altitud de 660 m.s.n.m.; con temperatura promedio anual de 24.5°C, siendo la máxima 35°C y la mínima a 19.8°C; presenta una precipitación pluvial anual media de 3194 mm distribuida durante todo el año, con mayor intensidad entre los meses de enero a abril y una humedad relativa de 84%. Dentro de la clasificación por medio de las zonas de vida se encuentra en el área correspondiente a la zona de vida bosque húmedo-pre montano tropical (bmh-Pt) (UNAS, 2005).

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es del tipo experimental.

3.3. Evaluación del procesamiento térmico óptimo para la inhibición de los taninos presentes en la semilla y torta de Sacha Inchi.

El material biológico para la investigación fue proporcionado por la empresa STEVIA PERU para el caso de la torta de Sacha Inchi; mientras que la semilla de Sacha Inchi fue obtenida de las casas comerciales, posteriormente fueron seleccionadas, peladas y molidas mecánicamente.

El trabajo se desarrolló bajo cuatro ensayos; cocción y tostado tanto de la semilla y torta de Sacha Inchi.

3.3.1. Ensayo 1: Cocción de la semilla de Sacha Inchi

En un vaso de precipitación se depositó 150ml de agua destilada. Una vez alcanzada la temperatura deseada para cada tratamiento se adicionó 20g de muestra, luego se procedió a agitarla con la finalidad de homogenizar la muestra y mantener la temperatura constante, por el tiempo considerado para cada tratamiento.

Posterior a la cocción se llevó a cabo un filtrado y lavado ayudados con la bomba de vacío, cabe mencionar que la temperatura del agua de lavado o enjuague fue igual a la del tratamiento correspondiente. Realizado el filtrado de las muestras, éstas fueron colocadas en crisoles para someterlas a un secado en estufa (TOMOS-ODHG-9140A), a 60°C por un periodo no mayor de 18 horas; seguidamente fueron almacenadas en un desecador, para su posterior análisis.

VARIABLES INDEPENDIENTES

Temperatura de cocción.

Tiempo de cocción.

TRATAMIENTOS

Tiempos (min.)	Temperaturas (°C)		
	85	90	95
5	T ₁	T ₆	T ₁₁
10	T ₂	T ₇	T ₁₂
15	T ₃	T ₈	T ₁₃
20	T ₄	T ₉	T ₁₄
25	T ₅	T ₁₀	T ₁₅

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar las diferencias entre los 15 tratamientos se utilizó, un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial (3x5). El tratamiento esta determinado por la interacción de los factores A y B, cada uno con tres repeticiones; donde:

A: Temperatura de cocción (85, 90, y, 95 °C).

B: Tiempo de cocción (5, 10, 15, 20 y 25 min).

Para lo cual se plantea el siguiente Modelo Aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación a evaluar.

μ = Media general o poblacional

A_i = Efecto del factor A.

B_j = Efecto del factor B.

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los factores.

E_{ijk} = Error Experimental.

Así mismo, para la determinación de la diferencia entre medias y en función a su coeficiente de variación se utilizó la prueba de medias Tukey ($p > 0.05$).

VARIABLES DEPENDIENTES

Concentración de taninos.

Contenido de proteína bruta.

Contenido de grasa total

3.3.2. Ensayo 2: Cocción de la torta de Sacha Inchi

En un vaso de precipitación se depositó 250ml de agua destilada, que fue calentada; una vez alcanzada la temperatura deseada para cada tratamiento se adicionó 20g de muestra, luego se procedió a agitarla con la

finalidad de homogenizar la muestra y mantener la temperatura constante, por el tiempo considerado para cada tratamiento.

Luego de la cocción se llevo a cabo un filtrado; ayudados con la bomba de vacío; cabe mencionar que la temperatura del agua para el lavado o enjuague fue igual a la del tratamiento correspondiente. Una vez realizado el filtrado de las muestras, estas fueron colocadas en crisoles para someterlas a un secado en estufa (TOMOS-ODHG-9140A) de 60°C por un periodo no mayor de 18 horas; seguidamente fueron almacenadas en un desecador, para su posterior análisis.

VARIABLES INDEPENDIENTES

Temperatura de cocción.

Tiempo de cocción.

TRATAMIENTOS

Tiempos (min.)	Temperaturas (°C)		
	85	90	95
5	T ₁	T ₃	T ₅
10	T ₂	T ₄	T ₆

Análisis estadístico

Para determinar las diferencias entre los 6 tratamientos se utilizó, un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial (3x2). El tratamiento está determinado por la interacción de los factores A y B, con tres repeticiones donde:

A: Temperatura de cocción (85, 90, y, 95 °C).

B: Tiempo de cocción (5, 10 min).

Para lo cual se plantea el siguiente Modelo Aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación a evaluar.

μ = Media general o poblacional

A_i = Efecto del factor A

B_j = Efecto del factor B

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los factores

E_{ijk} = Error Experimental

Así mismo, para la determinación de la diferencia entre medias y en función a su coeficiente de variación se utilizó la prueba de medias Tukey ($p > 0.05$).

Variables dependientes

Concentración de taninos.

Contenido de proteína bruta.

Contenido de grasa total.

3.3.3. Ensayo 3: Tostado de la semilla de Sacha Inchi

Las semillas luego de ser peladas fueron tostadas a una temperatura de 110°C por 20 minutos con dos variantes.

Variables independientes

Sin remojo previo, tostado a 110°C/20 min.

Con remojo previo, tostado a 110°C/20 min.

Tratamientos

Forma	Tostado (110°C/20 min.)
Sin remojo previo	T ₁
Con remojo previo*	T ₂

*= El remojo fue por un tiempo de 12 horas aproximadamente

Análisis estadístico

Los tratamientos fueron distribuidos a través de un diseño completo al azar (DCA); con dos tratamientos, cada uno con tres repeticiones.

Modelo Aditivo Lineal.

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} =Observaciones individuales que corresponde al i-ésimo tratamiento.

u =Media general.

T_i =Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} =Error de la j-ésimo observación en el i-ésimo tratamiento.

Para la determinación de la diferencia entre medias y en función a su coeficiente de variación se utilizó la prueba de medias T student ($p > 0.05$).

Variables dependientes

Concentración de taninos.

Contenido de proteína bruta.

Contenido de grasa total.

3.3.4. Ensayo 4: Tostado de la torta de Sacha Inchi

Para el caso del tostado de la torta de Sacha Inchi se evaluaron temperaturas y tiempos.

Variables independientes

Temperatura de tostado.

Tiempo de tostado.

Tratamientos

TIEMPOS (min.)	TEMPERATURAS (°C)	
	110	120
10	T ₁	T ₃
20	T ₂	T ₄

Análisis estadístico

Para determinar las diferencias entre los tratamientos se utilizó, un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial (2x2) El tratamiento está determinado por la interacción de los factores A y B, donde:

A: Temperatura de tostado (110 y 120°C).

B: Tiempo de tostado (5 y 10 min).

Para lo cual se plantea el siguiente Modelo Aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{jk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación a evaluar.

μ = Media general o poblacional

A_i = Efecto del factor A

B_j = Efecto del factor B

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los factores

E_{ijk} = Error Experimental

Para la determinación de la diferencia entre medias y en función a su coeficiente de variación se utilizó la prueba de medias Tukey ($p > 0.05$).

Variables dependientes

Concentración de taninos.

Contenido de proteína bruta.

Contenido de grasa total.

3.3.5. Cuantificación de los taninos presentes en la semilla y la torta de Sacha Inchi.

Preparación de las muestras

Para mejorar la cuantificación de los taninos, las muestras fueron sometidas a un proceso de extracción de grasa (FERNANDEZ *et al.*, 2001). La extracción de grasa se realizó mediante la metodología Bligh y Dyer, que se fundamenta en la homogenización de las muestras húmedas con metanol y cloroformo en proporciones tales que forman una fase sencilla miscible con el agua en las muestras, que al adicionar posteriormente cloroformo y agua se separan dos fases con los materiales lípidos en la capa de cloroformo (RAMIREZ, 2008).

Obtención de extractos fenólicos

Para la obtención del extracto fenólico se realizó según la metodología modificada, descrita por Bartolomé *et al.* (1995) mencionado por FERNANDEZ *et al.* (2001); se pesó 1g de muestra en matraces de 50 ml donde se adicionó 10 ml de solución acetónica al 70% y fue sellado. Luego se procedió a agitar por un periodo de 8 horas a temperatura ambiente con un agitador magnético. Cumplidas las 8 horas el contenido fue filtrado separándose la parte sólida de la líquida, a lo que se le llamó extracto fenólico.

Cuantificación de taninos

La cuantificación de taninos se realizó por el método Folin Ciocalteu como lo señalan GUTIÉRREZ *et al.* (2000); Waterman y Mole (1994), citados por ROSALES y GONZALEZ (2003) y RAMIREZ (2008); en el que utiliza ácido tánico como estándar, por lo que los resultados son expresados como porcentaje de ácido tánico. Este método espectrofotométrico consiste en agregar 0.5ml de extracto a un tubo de ensayo, adicionar 8ml de agua destilada, luego 0.5ml de reactivo Folin Ciocalteu (firma Merck), después de agregar 1ml de solución Carbonato de Sodio; agitar suavemente intentando homogenizar toda la columna líquida; posteriormente se le deja en reposo por 30 minutos para luego medir su absorvancia a 760nm.

LASTRA *et al.* (2000), señala que el método se fundamenta en la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo Folín y el Carbonato de Sodio, formando un complejo de color azul, midiéndose su extinción en el espectrofotómetro.

La curva patrón ó estándar se preparó con concentraciones crecientes de Ácido tánico, para luego ser llevados a porcentajes en base seca tanto de la semilla como de la torta de Sacha Inchi.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación del procesamiento térmico.

4.1.1. Taninos y nutrientes de la semilla y torta de Sacha Inchi cocidos.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados promedios de tres repeticiones; sobre el contenido de taninos, proteína bruta y extracto etéreo, en la semilla de Sacha Inchi tratada por diferentes tiempos y temperaturas (Ensayo 1).

El Cuadro 2 muestra los resultados promedios de contenido de taninos, proteína bruta y extracto etéreo, de la torta de Sacha Inchi (Ensayo 2).

Cuadro 1. Efecto de la cocción de la semilla de Sacha Inchi, sobre los taninos, porcentaje de proteína bruta y extracto etéreo.

Tratamientos	Variables Respuesta (%)		
	Taninos	Proteína B.	Extracto E.
T ₀ *	0.329 ^a	31.769 ^a	51.430 ^a
T ₁	0.121 ^b	40.291 ^h	49.924 ^{ab}
T ₂	0.103 ^c	36.013 ^{def}	49.351 ^b
T ₃	0.096 ^d	38.032 ^g	49.226 ^b
T ₄	0.090 ^e	35.713 ^{de}	50.322 ^{ab}
T ₅	0.077 ^g	34.859 ^{bcd}	49.644 ^{ab}
T ₆	0.083 ^f	39.916 ^h	49.879 ^{ab}
T ₇	0.077 ^g	37.069 ^{efg}	48.607 ^b
T ₈	0.075 ^{gh}	35.117 ^{cd}	48.787 ^b
T ₉	0.077 ^g	33.274 ^{ab}	49.178 ^b
T ₁₀	0.073 ^{hi}	33.795 ^{bc}	49.046 ^b
T ₁₁	0.081 ^f	34.648 ^{bcd}	50.016 ^{ab}
T ₁₂	0.073 ^{hi}	37.622 ^{fg}	48.793 ^b
T ₁₃	0.071 ⁱ	34.829 ^{bcd}	48.840 ^b
T ₁₄	0.073 ^{hi}	35.204 ^{cd}	48.703 ^b
T ₁₅	0.105 ^c	34.376 ^{bcd}	49.983 ^{ab}

T₀*: Muestra patrón o referencia de la semilla de Sacha Inchi.

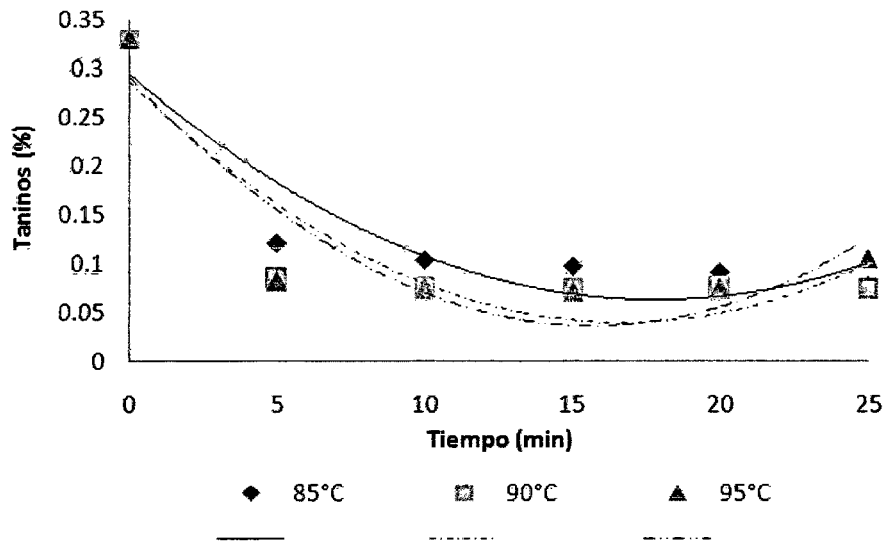


Figura 1. Efecto de la temperatura y tiempo de cocción sobre los niveles de taninos en la semilla de Sacha Inchi.

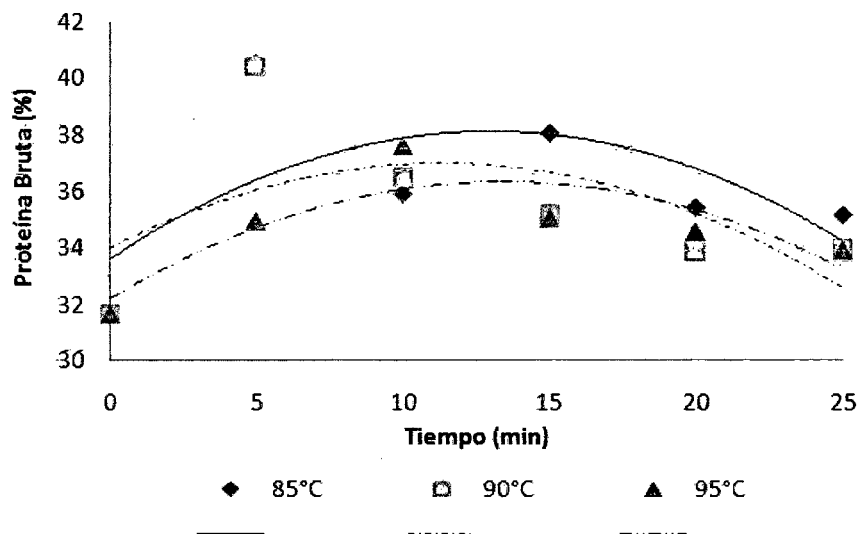


Figura 2. Efecto de la temperatura y tiempo de cocción sobre el porcentaje de proteína bruta en la semilla de Sacha Inchi.

Cuadro 2. Efecto de la cocción de la torta de Sacha Inchi, sobre los taninos, porcentaje de proteína bruta y extracto etéreo.

Tratamientos	Variables Respuesta (%)		
	Taninos	Proteína B.	Extracto E.
T ₀ *	1.224 ^a	54.118 ^a	17.872 ^a
T ₁	1.107 ^b	59.891 ^d	17.839 ^a
T ₂	0.732 ^d	59.890 ^d	17.693 ^a
T ₃	0.801 ^c	59.791 ^d	17.910 ^a
T ₄	0.828 ^c	59.082 ^b	17.929 ^a
T ₅	0.667 ^e	59.922 ^d	18.082 ^a
T ₆	0.681 ^e	59.481 ^c	17.964 ^a

T₀*: Muestra patrón o referencia de la torta de Sacha Inchi que no sufrieron tratamiento alguno.

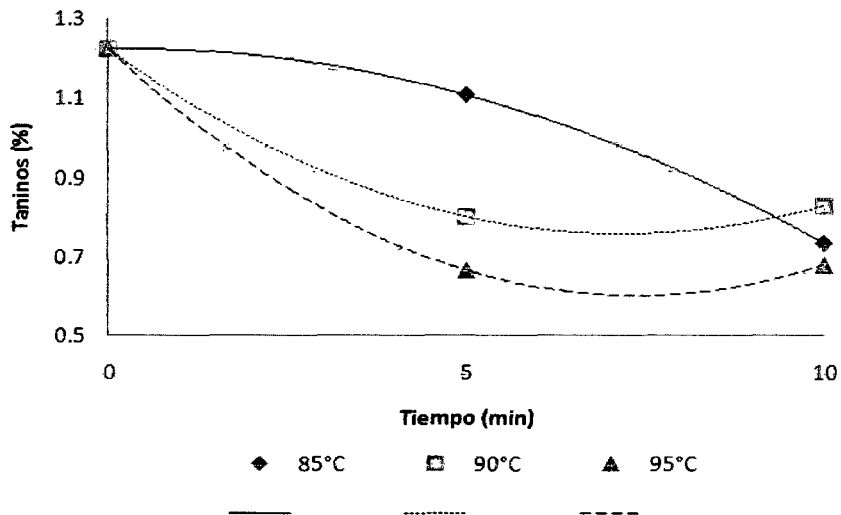


Figura 3. Efecto de la temperatura y tiempo de cocción sobre los niveles de taninos, en la torta de Sacha Inchi.

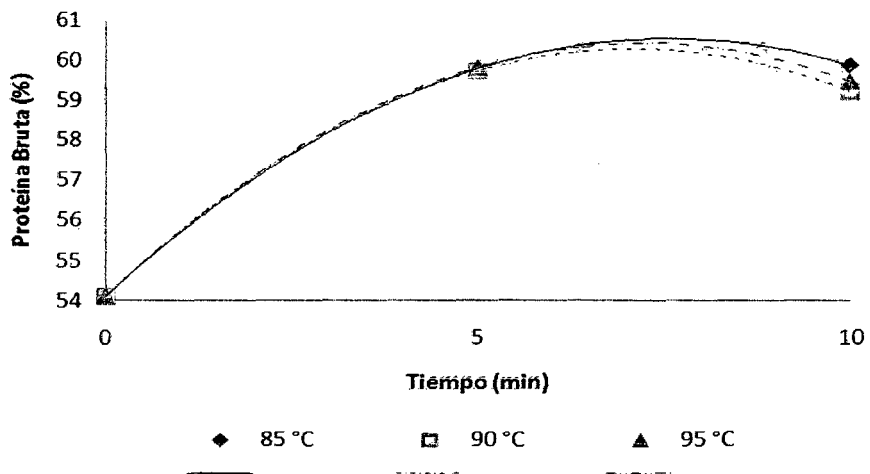


Figura 4. Efecto de la temperatura y tiempo de cocción de la torta de Sacha Inchi sobre el porcentaje de proteína bruta.

4.1.2. Taninos y nutrientes de la semilla y torta de Sacha Inchi tostados

En el Cuadro 3 se muestran los resultados promedios de contenido de taninos, proteína bruta y extracto etéreo, de la semilla de Sacha Inchi, sometidos a tostado (Ensayo 3).

En el Cuadro 4 se muestran los resultados promedios de contenido de taninos, proteína bruta y extracto etéreo, de la torta de Sacha Inchi, sometidos a cocción.

Cuadro 3. Efecto del remojo de la semilla de Sacha Inchi previo al tostado, sobre los taninos, porcentaje de proteína bruta y extracto etéreo.

Tratamientos	Variables Respuesta (%)		
	Taninos	Proteína B.	Extracto E.
T ₀ *	0.329 ^a	31.769 ^a	51.430 ^a
T ₁	0.243 ^b	31.909 ^a	48.650 ^b
T ₂	0.230 ^c	31.944 ^a	40.044 ^c

T₀*: Muestra patrón o referencia de la torta de Sacha Inchi que no sufrieron tratamiento alguno.

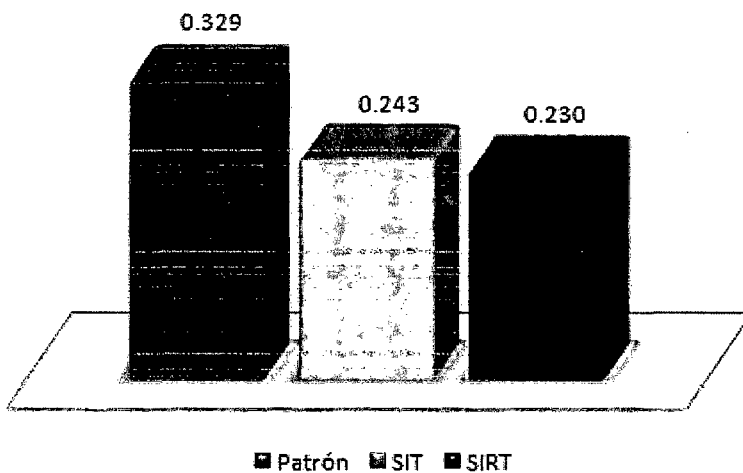


Figura 5. Efecto del remojo previo al tostado de la semilla de Sacha Inchi, sobre los niveles de taninos.

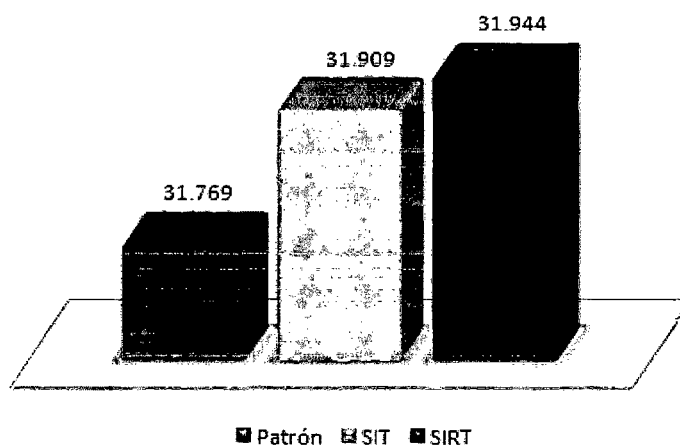


Figura 6. Efecto del remojo de la semilla de Sacha Inchi previo al tostado sobre el porcentaje de proteína bruta.

Cuadro 4. Efecto del tostado sobre el contenido de proteína bruta, extracto etéreo e inhibición de taninos en la torta de Sacha Inchi.

Tratamientos	Variables Respuesta (%)		
	Taninos	Proteína B.	Extracto E.
T ₀ *	1.224 ^a	54.118 ^a	17.872 ^a
T ₁	1.107 ^b	58.287 ^b	15.064 ^b
T ₂	0.904 ^d	58.316 ^b	14.271 ^b
T ₃	0.982 ^c	59.612 ^c	13.987 ^b
T ₄	0.925 ^d	59.443 ^c	13.663 ^b

T₀*: Muestra patrón o referencia de la torta de Sacha Inchi que no sufrieron tratamiento alguno.

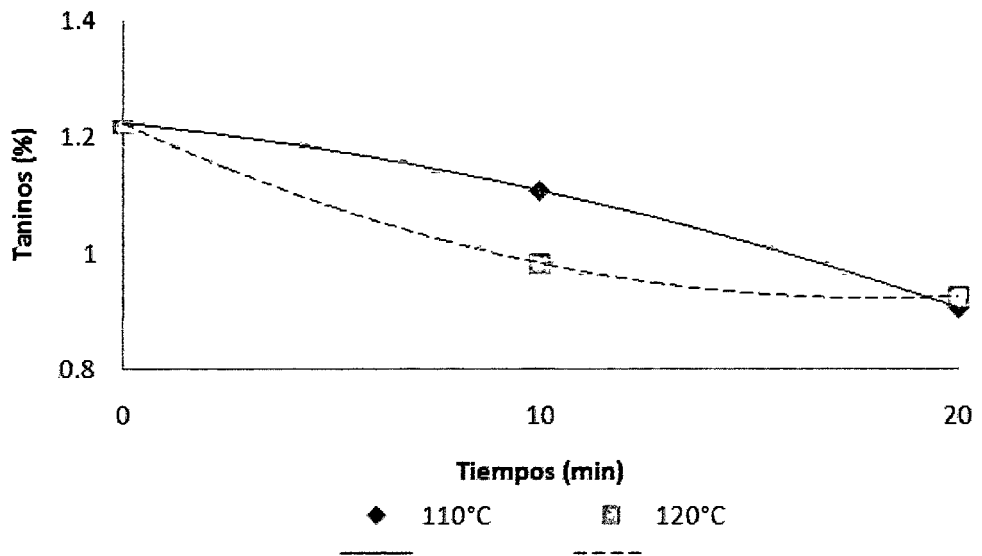


Figura 7. Efecto de la temperatura y tiempo sobre los niveles de taninos en la torta de Sacha Inchi tostada.

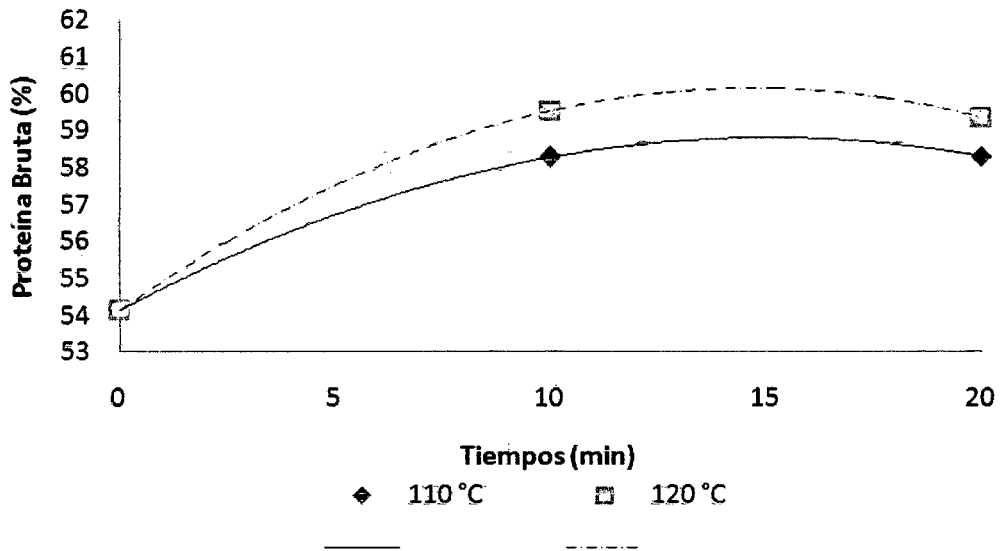


Figura 8. Efecto de la temperatura y tiempo sobre la proteína en la torta de Sacha Inchi tostada.

V. DISCUSIÓN

5.1. Evaluación del procesamiento térmico.

5.1.1. Taninos y nutrientes de la semilla y torta de Sacha Inchi cocidos

El Cuadro 1 muestra que la interacción, temperatura y tiempo tienen efecto inhibitorio sobre la concentración de taninos; obteniéndose una mejor inhibición con el tratamiento a 95°C por 15 minutos, logrando una reducción de 78.56% de los taninos, para el caso de la semilla de Sacha Inchi. Mientras que en el Cuadro 2 se observa, para el caso de la torta de Sacha Inchi la interacción temperatura y tiempo también tiene efecto inhibitorio sobre los taninos; los tratamientos a 95°C son los mas eficientes, pero por cuestiones de tiempo se recomienda el de 5 minutos, que logra una disminución del 45.44% de los taninos.

Esta reducción en la concentración de los taninos luego del proceso de cocción, coincide con lo reportado por QUINTERO (2000), DA COSTA *et al.* (2001), RAMIREZ (2006) y BONETT *et al.* (2007) quienes después de realizar trabajos en semillas, granos u hojas; coinciden en que las muestra ricas en taninos luego de experimentar un proceso de cocción los polifenoles pueden seguir las siguientes rutas; ligarse a algunas proteínas,

perderse en el agua de cocción, permanecer libres o sufrir polimerización, lo que explica la reducción de la concentración de taninos en la muestra.

El porcentaje de taninos encontrado en la semilla y torta de sachá Inchi son inferiores a los valores máximos reportados para el grano de sorgo; en ese sentido LA TORRE y CALDERÓN (1998) cita Ciccola (1989), quien analizó granos de sorgo venezolano, reportando valores entre 0.005% y 3.92%; también, citan trabajos en sorgos de procedencia colombiana con valores entre 0.01% y 3.47%; de igual forma cita a Moreno, (1995) quien reporta valores desde 0% hasta 4.32% de taninos obtenidos de 18 muestras colombianas.

Esta marcada variación entre autores para la concentración de taninos en el grano de sorgo, puede deberse a factores como: Variedad analizada: blancos, pardos o marrones; (LA TORRE y CALDERON 1998; PATTACINI, SCOLES, BRAUN, 2008) estado de maduración; en ese sentido LA TORRE y CALDERON (1998) afirman que a medida que el grano madura los taninos y su característica astringente se van perdiendo, ya que se polimerizan, perdiendo su capacidad de formar complejos con las proteínas. Por otro lado, Jaramillo *et al.* (1992) citado por LA TORRE y CALDERÓN (1998) y ROMERO (2000), coinciden en que la concentración de taninos en las plantas es influenciado además de la genética, por el medio, ya que los taninos funcionan como mecanismos de defensa frente al stress ambiental, pudiendo suceder de igual manera con la semilla de Sachá Inchi. Por último hay que tomar en cuenta la diferencia en los procedimientos y protocolos entre

diferentes trabajos sobre cuantificación de taninos, lo que entorpece la comparación de los resultados (Valerio, 1994 y Makkar *et al.*, 1996 citados por GARCÍA y MEDINA, 2006).

En los Cuadros 1 y 3 se indican el porcentaje de proteína bruta de la semilla de Sacha Inchi integral 31.77%, valor superior en comparación a PASCUAL y MEJÍA (2000) y MINISTERIO DE AGRICULTURA (2002) quienes reportan 29%, también se puede observar el valor de extracto etéreo (51.43%) que es inferior a lo reportado (54%) por los autores ya mencionados. Por otro lado, en los Cuadros 2 y 4 se observan los valores de proteína bruta de la torta de Sacha Inchi 54.12%, siendo este valor inferior a lo reportado por PASCUAL y MEJÍA (2000) 59.13%, pero superior al valor mencionado por GARCÍA (1992) 47.8%; también se muestra el valor de extracto etéreo 17.82%, el mismo que supera al valor reportado por PASCUAL Y MEJÍA (2000), 6.93%; esta alta diferencia puede deberse a la metodología usada ya que en esta investigación para la determinación de grasa se utilizó la metodología Bligh y Dyer que extrae la grasa polar y no polar (RAMIREZ, 2008).

Por otro lado, se puede observar en las muestras luego del tratamiento térmico el porcentaje de proteína bruta se ve incrementado en comparación con las muestras patrón, tanto para la semilla y la torta de Sacha Inchi cocidas. Esto probablemente se deba al proceso térmico, ya que en alimentos ricos en proteína además de inhibir los factores antinutricionales (Van Der Poel 1989, citado por BRENES y BRENES 1993) el calor influye

positivamente sobre la digestibilidad de la proteína debido a que ocurre una desnaturalización de su estructura tridimensional; en ese sentido, aseguran que la conformación enrollada de la proteína de la soya no es digestible, hasta que es alterada (Fukushima 1968 y Kakade 1974, citados por RUBIO y BRENES, 1995). Así mismo, DUDLEY (2003) asegura que al destruir los factores antinutricionales mediante tratamiento térmico mejora la digestibilidad y absorción de sus nutrientes como los aminoácidos. Este aumento en el porcentaje de proteína bruta también lo experimentó AVALOS (2001), posterior a la cocción, en muestras de frejol común.

En cuanto al extracto etéreo, se puede observar que no existe diferencia ($p>0.05$) entre las muestras patrón y las procesadas para la semilla y torta de Sacha Inchi, coincidiendo con AVALOS (2001); que tampoco encontró diferencia para el contenido de extracto etéreo luego del proceso de cocción a frijoles.

5.1.2. Taninos y nutrientes de la semilla y torta de Sacha Inchi tostados.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de inhibición de taninos en la semilla de Sacha Inchi tostadas a 110°C por 20 minutos; el mejor resultado lo muestra el Sacha Inchi remojado y tostado (0.230%) frente al Sacha Inchi tostado (0.243%), lo que indica que el remojo ayuda a inhibir los taninos, lo que coincide con Mitaru (1984), citado por LA TORRE y CALDERÓN (1998); quien remojó los granos de sorgo, disminuyendo hasta un 87% del contenido de taninos, además menciona que adicionando NaOH este

porcentaje aumenta, coincidiendo con OBREGÓN (1997), quien logró una disminución de los taninos en la semilla de Sacha Inchi. Del mismo modo, en el Cuadro 4 se observan los valores del procesamiento del tostado de la torta de Sacha Inchi, del cuál se deduce que el mejor tratamiento es a 110°C por 20 minutos, disminuyendo de 1.2233% hasta 0.9044% la concentración de taninos, que confirma lo reportado por BRIOSO (2007), quien intentó inhibir los factores antinutricionales en la semilla de Sacha Inchi asociados al sabor astringente, mediante el tostado, determinando que el mejor tratamiento fue el de 110°C por 20 minutos basándose en pruebas de solubilidad proteica y palatabilidad; no realizando pruebas específicas para taninos. Así mismo, QUISPE (2008), reportó que al incluir 2% de Sacha Inchi tostado a 110°C por 20 minutos, las aves mostraron menor desempeño alimenticio, frente al testigo; afirma que niveles superiores aumentan en la conversión alimenticia y disminución en la ganancia diaria de peso.

SADEGHI *et al.* (2008), realizó una investigación para la inhibición de los taninos en semillas de *Vicia ervilia*, concluyendo que el mejor tratamiento fue el tostado molido, macerado por 47 horas con cambio de agua cada 12 horas, cocinado por 75 minutos a 95°C y secado, por su parte Warreham *et al.* (1994), citados por QUINTERO (2000) aseguran que los taninos presentes en el haba (*Vicia faba*) son estables al calor, siendo extraídos recién a 100°C.

Para la haba de soja MATEOS, LA TORRE, LAZARO (2002), no recomiendan un método en particular eficaz para la inhibición de sus factores antinutricionales, mientras que para el caso de la semilla y torta de Sacha Inchi, la cocción se comporta mejor en la inhibición específica de los taninos, frente al tostado; esto puede deberse a que los taninos hidrolizables son solubles en agua y mejor aún si es caliente; así lo menciona LA TORRE y CALDERÓN (1998).

En cuanto a los valores de proteína para la torta de Sacha Inchi, se encuentran por encima de los porcentajes mencionados para las harinas de oleaginosas por GALLARDO (2007); quien asegura que normalmente se encuentran entre 35-50% en base seca.

VI. CONCLUSIONES.

El procesamiento más efectivo para la inhibición de los taninos en la semilla y torta de Sacha Inchi es la cocción.

El tratamiento que logro inhibir mejor los taninos en la semilla de Sacha Inchi fue 95°C por 15 minutos, mientras que para el caso de la torta de Sacha Inchi fue 95°C por 5 minutos.

La semilla de Sacha Inchi Integral tiene 0.32911% y la torta de Sacha Inchi 1.2233%; luego del tratamiento térmico se logro disminuir a 0.07057% y 0.9044%, respectivamente; lo que indica una reducción de 78.56% y 45.44% de la concentración de taninos.

Luego del procesamiento térmico, el mejor tratamiento contiene 35.03% y 59.82% de proteína bruta, 48.83% y 18.08% de extracto etéreo, en la semilla y torta de Sacha Inchi respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

Hasta la el momento no se ha reportado ningún trabajo de identificación, cuantificación y mucho menos inhibición de los taninos presentes en la semilla integral y torta de Sacha Inchi, debiendo considerarse estos resultados como punto de partida para posteriores trabajos de investigación; debido a que ambos productos en función de su composición química se perfilan como potenciales fuentes proteicas para la alimentación animal.

VIII.ABSTRACT

This research work was carried out at the Animal Nutrition Lab of the Forest National Agrarian University in Tingo Maria Huanuco – Peru, with the objective to determine the suitable thermic process (cocked or toasted) that inhibit the anti-nutritional factors (tannins) presents in the seed and cake of Sacha Inchi. This experiment developed 4 assays: Sacha Inchi seed cocking at different temperatures (85, 90 y 95 °C) cooking times (5, 10, 15, 20 and 25 minutes), Sacha Inchi cake cooking at different temperatures (85, 90 y 95°C) and times (5 and 10 minutes), Sacha Inchi toasted as cake. Data were analyzed with Complete Random Design (CRD) with factorial arrangement, while Sacha Inchi seed toasted were analysed by CRD More effective treatment to inhibit Sacha Inchi seed tannins was cooking at 95°C/15 min. diminishing tannins concentration in 78.56%, 34.83 % crude protein and 46.84 % ether extract, meanwhile to Sacha Inchi cake was cocking at 95°C/5 min. diminishing 45.44% tannins concentration with 59.9 crude protein and 18% ether extract. Cooking process was the better one in comparison with toasted to tannins inhibit present both in seed or cake of Sacha Inchi.

Key Words: Sacha Inchi, seed and cake, cooking, toasted, times, temperature, tannins inhibit

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AVALOS, E. 2001. Utilización del frijol *Phaseolus vulgaris* como fuente protéica en dietas para el camarón *Litopenaeus vannamei*. Tesis Msc. Recursos alimenticios y producción acuícola. Nuevo Leon, México. Universidad Autónoma de Nuevo Leon. 75 p.
- ARANGO, G. 2008. Introducción al metabolismo secundario compuestos derivados del ácido shikímico. [En línea]: Universidad de Antioquía, (<http://farmacia.udea.edu.co/~ff/shikimico>, Facultad de Química Farmacéutica, 30 May. 2009).
- BELMAR, C., y NAVA, M. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos – Asociación Venezolana de Producción Animal (8, 2005, Estado de Trujillo, Venezuela). 2005. Guanare Portuguesa. p. 51-61.
- BERNAL, L. 2007. Efecto de las mezclas de leguminosas *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Cratylia argénte*a y *Vigna inguiculata* ensiladas y henificadas sobre los parámetros de fermentación ruminal in vitro y producción de leche en bovinos. Tesis Msc. Ciencias Agrarias Producción Animal Tropical. Sede Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 120 p.

- BONETT, L., BAUMGARTNER, M., KLEIN, A., SILVA, L. 2007. Compostos nutricionais e fatores antinutricionais do feijão comum (*Phaseolus Vulgaris L.*). Art. Cient. Saúde Unipar, Umuarama. 11(3): 235-246.
- BRENES, A. BRENES, J. 1993. Tratamiento tecnológico de los granos de leguminosas: Influencia sobre su valor nutritivo. [En línea]: FEDNA, (<http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos>, capítulos, 02 de Oct. 2008).
- BRIOSO B. 2007. Evaluación del valor nutricional y energía 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. 45 p.
- CARGILL. 1999. Manual técnico y de producto de sorgo granífero. Editorial Cargill. Argentina. 39 p.
- DA COSTA A., DA SILVA K., HELBIG E., PISSINI S., CARRARO F., 2001. O processamento domestico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. Archivos Latinoamericanos de Nutricion. 51(3): 276-283.
- DUDLEY, W. 2003. Calidad de la Harina de Soja. American Soybean Association. [En línea]: Asaimeurope (http://www.asaim-europe.org/pdf/sbm_qual_s.pdf, Documento, 16 Abr. 2009).

- FERNANDEZ, S., PEZOA, N., BRITO, E. ALBUQUERQUE, E., PASTORE, G., 2001. Influencia de la polifenoloxidasa extraída de la chirimoya (*Annona squamosa L.*) en la disminución de los compuestos polifenólicos en "NIBS" de cação. [En línea]: UNIVALLE (<http://www.univalle.edu/publicaciones/journal/journal1/pag9.htm>, Journals, 20 Abr. 2009).
- FERNANDEZ, A. 2008. Los Taninos. [En línea]: INTA (<http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/anibal/taninos2.pdf>. autores, 22 Dic. 2008).
- GALLARDO, M. 2007. Alternativas para reemplazar el grano de maíz. [En Línea]: Producción animal (<http://produccion-animal.com.ar/>, información, 15 Abr. 2009)
- GARCÍA, H. 1992. Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis*): una alternativa para mejorar la nutrición animal y humana. Asociación benéfica PRISMA. Departamento de San Martín, Perú.
- GARCÍA, D., MEDINA, M. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. Zootecnia Trop., Trujillo. 24(3):233-250
- GUTIÉRREZ, G., MIRANDA, M., VARONA, T., y RODRÍGUEZ, T. 2000. Validación de dos métodos espectrofotométricos para la cuantificación de Taninos y Flavonoides (Quercetina) en *Psidium guajaba*, L. Rev. Cubana Farm., Cuba. 34(1): 50-55.
- HAZEN, P. STOEWESAND, F. 1980. Resultado de análisis de aceite y proteína del cultivo de Sacha Inchi. Universidad de Cornell. USA.

- ISAZA, J. 2007. Taninos o polifenoles vegetales. Rev. Scientia Et technica, Colombia. 8(33): 13-18.
- LASTRA, H., RODRIGUEZ, E., PONCE DE LEÓN, H., GONZALEZ, M. 2000. Método analítico para la cuantificación de taninos en el extracto acuoso de Romerillo. Rev. Cubana Plant. Med., Cuba. 5(1): 17-22.
- LA TORRE, R., y CALDERÓN, A., 1998. Evaluación fisiológica y nutricional en las aves del efecto de los taninos en los principales sorgos graníferos (*sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados en Colombia. [En línea]: CORPOICA (http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/chataing/Cursos/productos_naturales/taninos_2.pdf, Documento, 16 Jul. 2009).
- LÓPEZ, C. 2000 Los taninos en la alimentación de aves comerciales. Rev. Ciencia Animal Brasileira, Brasil. 1(1): 5-22.
- MANCO, C. 2006, Cultivo de Sacha Inchi, Instituto de Investigación Agraria, San Martín-Perú, 11 p.
- MATEOS, G., LA TORRE, M., LAZARO, R. 2002. Procesamiento del haba de Soja. [En línea]: American Soybean Association and United Soybean Board. (http://www.asaim-europe.org/pdf/processsb_s.pdf, Soja, 18 Jul. 2009)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2002. Estadística Agraria Trimestral. Sistema de Información Agraria (SIAG), jul.-set. 2002. Lima.

- MUÑOZ, G., y GUTIÉRREZ, D. 2007. Rastreo de taninos en 14 malezas usadas como forraje en el estado Querétaro. [En línea]: Universidad de Querétaro. (<http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/>, Facultad de Química, 23 Jul. 2009)
- OBREGON, A. 1997. Obtención de Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis*) en polvo, secado por atomización. En: Rev. Tropicult., Tingo María. 8(2):110-126.
- PASCUAL, CH., MEJÍA, L. 2000. Extracción y caracterización de aceite de Sacha 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)
- PATTACINI, S., SCOLES, G., BRAUN, R. 2008. Valor nutricional del grano de sorgo tratado por procesos mecánicos y térmicos destinados a la alimentación de cerdos (9., 2008, San Luis, Argentina). In: Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Porcina. 2008. San Luis. Argentina, UNLPam. p. 180.
- PRONARGE. 2006. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. Estación Experimental, El Porvenir. Tarapoto Perú. [En línea]: INIA. (www.congreso.gob.pe, 13 Jun. 2006)
- QUINTERO, L. 2000. Efeito da presença dos taninos nas rações para peixes de águas quentes. Tesis Msc. Aqüicultura. Jaboticabal, São Paulo. 62 p.

- QUISPE, M. 2008. Niveles de inclusión de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) tostado, en la dieta, sobre el desempeño productivo de pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 47p.
- RAMIREZ, L. 2006. Biodisponibilidade de Zinco e Ferro, valor nutricional e funcional de diferentes cultivares de feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.) submetidos a tratamentos domésticos. Tesis Dr. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Viçosa Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 189p.
- RAMIREZ, L. 2008. Métodos Espectrofotométricos para el análisis de Alimentos, Universidad Nacional Agraria de La Selva. Tingo María, Peru.
- ROMERO, C. 2000. Efecto del pastoreo con ovinos sobre la concentración de taninos condensados en *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp en el trópico seco. Tesis Msc. Ciencias Pecuarias. Colima, Colombia. Universidad de Colima. 104 p.
- ROSALES, M., y GONZÁLEZ, R. 2003, Comparación del contenido de compuestos fenólicos en la corteza de ocho especies de pino. Rev. Madera y Bosques, México 9(2):41-49
- RUBIO, L., BRENES, A. 1995. Utilización de leguminosas-grano en nutrición animal problemas y perspectivas. [En Línea]: FEDNA (http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/95CAP_X.pdf, capítulos, 25 Jul. 2009).

- SADEGHI, G., POURREZA, J., SAMEI, A., RAHMANI, A. 2008. Chemical composition and some anti-nutrient content of raw and processed bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed for use as feeding stuff in poultry diet. *Trop Anim Health Prod*, Kurdistan, Iran. 1(41):85–93.
- SALAMANCA, G. 2007. Familia Euphorbiacea como condición promisoría para la obtención de Metabolitos Secundarios. [En Línea]: Universidad del Tolima, (<http://ut.edu.co/fc/0940/gsg/euforbiaceae.pdf>, Facultad de Ciencias - Departamento de Química, 25 Jul. 2009).
- SPANGENBERG, G. 2004. VIII Capítulo 2: Mejoramiento de la plantas Forrajeras en la era Genómica "Biotecnología y Mejoramiento Vegetal". [En Línea]: INTA (http://www.inta.gov.ar/ediciones/2004/biotec/parte8_cap2.pdf, biotecnologia, 01 Jun. 2009).
- SAVON, L. 2005. Alimentación no convencional de especies monogástricas, utilización de alimentos altos en fibra. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos – Asociación Venezolana de Producción Animal (8, 2005, Estado de Trujillo, Venezuela). 2005. Guanare Portuguesa. p. 30-50.
- TEIXEIRA, M. 2006. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. Tesis Msc. em Ciência dos Alimentos. Lavras, Brasil. Universidade Federal de Lavras

UNAS. 2005. Datos metereológicos. Estación metereológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.

ANEXOS

Apéndice 1.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo de cocción del Sacha Inchi sobre la concentración de taninos.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	2	0.00357763	0.00178881	2512.65	<.0001
Tiem	4	0.00133959	0.00033490	470.41	<.0001
Temp*Tiemp	8	0.00446799	0.00055850	784.49	<.0001
Error	30	0.00002136	0.00000071		
Total	44	0.00940657			

Apéndice 2.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo de cocción del Sacha Inchi sobre la concentración de proteína bruta.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	2	21.3780669	10.6890334	27.99	<.0001
Tiem	4	93.4012521	23.350313	61.15	<.0001
Temp*Tiemp	8	72.8525574	9.10656968	23.85	<.0001
Error	30	11.4551116	0.3818371		
Total	44	199.086988			

Apéndice 3.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo de cocción del Sacha Inchi sobre el extracto etéreo.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	2	1.87559006	0.93779503	4.52	0.0291
Tiem	4	4.44149118	1.11037280	5.35	0.0070
Temp*Tiemp	8	2.64198023	0.33024753	1.59	0.2087
Error	15	3.11379160	0.20758611		
Total	29	12.07285308			

Apéndice 4.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo de cocción de la torta de Sacha Inchi sobre la concentración de taninos.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	2	0.18254480	0.09127240	775.71	<.0001
Tiem	1	0.05568763	0.05568763	473.28	<.0001
Temp*Tiemp	2	0.15639023	0.07819511	664.57	<.0001
Error	12	0.00141195	0.00011766		
Total	17	0.39603461			

Apéndice 5.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo de cocción de la torta de Sacha Inchi sobre la concentración de proteína bruta.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	2	0.62277501	0.31138750	30.08	<.0001
Tiem	1	0.66297164	0.66297164	64.04	<.0001
Temp*Tiemp	2	0.38352534	0.19176267	18.52	0.0002
Error	12	0.12422886	0.01035240		
Total	17	1.79350085			

Apéndice 6.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo de cocción de la torta de Sacha Inchi sobre el extracto etéreo.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	2	0.13285356	0.06642678	26.11	0.0011
Tiem	1	0.02002077	0.02002077	7.87	0.0309
Temp*Tiemp	2	0.01557911	0.00778956	3.06	0.1212
Error	6	0.01526395	0.00254399		
Total	11	0.18371739			

Apéndice 7.

ANVA: Efecto del tratamiento previo al tostado de las semillas de Sacha Inchi sobre la concentración de taninos.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Trat	1	0.00024244	0.00024244	4.67	0.0968
Error	4	0.00020771	0.00005193		
Total	5	0.00045015			

Apéndice 8.

ANVA: Efecto del tratamiento previo al tostado de las semillas de Sacha Inchi sobre la concentración de proteína bruta.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Trat	1	0.00182435	0.00182435	12.95	0.0228
Error	4	0.00056368	0.00014092		
Total	5	0.00238803			

Apéndice 9.

ANVA: Efecto del tratamiento previo al tostado de las semillas de Sacha Inchi sobre la concentración del extracto etéreo.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Trat	1	74.07048544	74.07048544	105408	<.0001
Error	2	0.00140541	0.00070271		
Total	3	74.07189085			

Apéndice 10.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo del tostado de la torta de Sacha Inchi sobre los taninos.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	1	0.00804268	0.00804268	74.77	<.0001
Tiem	1	0.05036541	0.05036541	468.25	<.0001
Temp*Tiem	1	0.01605511	0.01605511	149.26	<.0001
Error	8	0.00086049	0.00010756		
Total	11	0.07532369			

Apéndice 11.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo del tostado de la torta de Sacha Inchi sobre el porcentaje de proteína bruta.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	1	4.51220523	4.51220523	294.07	<.0001
Tiem	1	0.01475810	0.01475810	0.96	0.3555
Temp*Tiem	1	0.02952567	0.02952567	1.92	0.2028
Error	8	0.12275096	0.01534387		
Total	11	4.67923996			

Apéndice 12.

ANVA: Efecto de la temperatura y tiempo del tostado de la torta de Sacha Inchi sobre el extracto etéreo.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr >
Temp	1	1.41840681	1.41840681	77.62	0.0009
Tiem	1	0.62348424	0.62348424	34.12	0.0043
Temp*Tiemp	1	0.10995522	0.10995522	6.02	0.0702
Error	4	0.07309622	0.01827406		
Total	7	2.22494248			