

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,  
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ONCE SUB PRODUCTOS  
AGROINDUSTRIALES PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN LA  
REGIÓN AMAZONAS

TESIS

Para obtener el título profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR** : Bach. KATERIN GOÑAS VILCARROMERO

**ASESOR** : M. Sc. HECTOR VLADIMIR VÁSQUEZ PÉREZ

**COASESOR** : Ing. WILMER BERNAL MEJÍA

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2017**

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, por haberme dado la vida y gracias a él he logrado culminar mi carrera.

A mí amado hijo Evans por ser motivo e inspiración para el logro de mis metas.

A mis padres por enseñarme a ser perseverante, por brindarme su apoyo y amor incondicional.

A mis docentes, amigos y compañeros, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos contribuyendo al logro de mis objetivos.

## AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a DIOS quien guía mi vida, dirigiéndome por el camino correcto.

Al proyecto 189-2015-FONDECYT-DE- Caracterización bromatológica de insumos no tradicionales para la alimentación animal en la Región Amazonas, por el financiamiento para la ejecución de la presente investigación.

A mis maestros de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología de la UNTRM, acertadamente dirigido por el Decano Ing. M. Sc. HECTOR VLADIMIR, VÁSQUEZ PÉREZ.

Al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM, dirigido por Ing. M. Sc. WILMER BERNAL MEJÍA y Ing. ALEX ACUÑA LEIVA por su ayuda y apoyo en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos(as), agradezco porque cada uno de ellos de una u otra manera contribuyeron a culminar este trabajo.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI**

RECTOR

**Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN**

VICERRECTOR ACADÉMICO

**Dra. FLOR TERESA GARCIA HUAMAN**

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

**Mg. CESAR AUGUSTO MARAVI CARMEN**

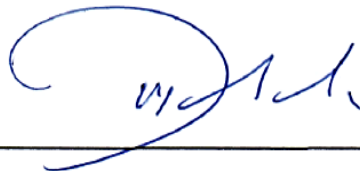
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,  
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA

## **VISTO BUENO DEL ASESOR**

El docente de la UNTRM -Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado el proyecto y la realización de la tesis titulada “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ONCE SUB PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN LA REGIÓN AMAZONAS** ” presentado por Katerin Goñas Vilcarromero, egresado de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología , de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista de la UNTRM-Amazonas.

Se da el visto bueno al informe final de la tesis mencionada y comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el jurado evaluador, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 13 de octubre de 2017



---

M. SC. HÉCTOR VLADIMIR VÁSQUEZ PÉREZ

Profesor Auxiliar de la UNTRM

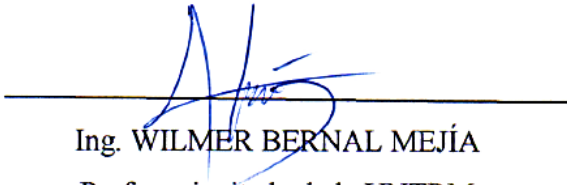
DNI: 26723685

## **VISTO BUENO DEL CO – ASESOR**

El docente de la UNTRM -Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado el proyecto y la realización de la tesis titulada **“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ONCE SUB PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN LA REGIÓN AMAZONAS”** presentado por Katerin Goñas Vilcarromero, egresado de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista de la UNTRM-Amazonas.

Se da el visto bueno al informe final de la tesis mencionada y comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el jurado evaluador, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 13 de octubre de 2017



Ing. WILMER BERNAL MEJÍA  
Profesor invitado de la UNTRM  
DNI: 27427399

## **JURADO EVALUADOR**



---

M. Sc. SEGUNDO JOSÉ ZAMORA HUAMÁN  
Presidente



---

Ing. PAUL DANTE BARBOZA CORRALES  
Secretario



---

Ing. CARLOS E. QUILCATE PAIRAYAMÓN  
Vocal

## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Katerin Goñas Vilcarromero identificado con DNI 71776461 estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Zootecnista de la facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:  
Caracterización Nutricional de Once Sub Productos Agroindustriales para la Alimentación Animal en la Región Amazonas
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificadas, ni duplicados, ni copiados

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piraterías, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 13 de octubre de 2017





# UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

ANEXO 2-N

## ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 13 de Octubre del año 2017, siendo las 18:00 horas, el aspirante: Bach. Katerin Goñas Vilcarrromero defiende públicamente la tesis titulada: Caracterización nutricional de once subproductos agroindustriales para la alimentación animal en la región Amazonas.

para optar el Título Profesional Ingeniero Zootecnista, otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por: Presidente: M. Sc Segundo José Zamora Huamán  
Secretario: Dr. Paul Dante Burboga Corrales  
Vocal: Ing. Carlos Enrique Quilrate Parizacaman

Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s). Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes. Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente ( )      Aprobado ( / )      No apto ( )

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 18:45 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación de la tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES: .....



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA.....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR .....	v
VISTO BUENO DEL CO – ASESOR.....	vi
JURADO EVALUADOR .....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	x
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. OBJETIVOS.....	18
2.1    Objetivo general .....	18
2.2    Objetivos específicos.....	18
III. MARCO TEÓRICO .....	19
3.1    Antecedentes de la investigación .....	19
3.2    Bases teóricas .....	23
3.3    Definición de términos básicos: .....	34
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
4.1    Ubicación .....	35
4.2    Materiales.....	36
4.2.1    Materiales de campo.....	36
4.2.2    Materiales de laboratorio.....	37
4.3    Diseño de investigación .....	39
4.4    Población, muestra y muestreo.....	39
a)    Características de espacio físico.....	40
b)    Materia prima de estudio.....	41
c)    Métodos.....	41
d)    Procedimiento .....	41

e) Selección de las zonas a muestrear: .....	42
f) Recolección de muestras: .....	42
g) Pre secado de muestras.....	43
h) Molido de muestras .....	43
i) Variables medidas .....	43
V. RESULTADOS .....	46
a. Comparación nutricional y digestibilidad de semillas de oleaginosas .....	51
b. Comparación nutricional y digestibilidad de derivados del arroz. ....	52
c. Comparación nutricional y digestibilidad de sub productos agroindustriales. ....	53
VI. DISCUSIONES .....	54
VII. CONCLUSIONES.....	57
VIII. RECOMENDACIONES.....	58
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de la semilla y cascara de sachá inchi .....	25
Tabla 2 . Composición química de la semilla de sachá inchi en g/10 .....	26
Tabla 3. Composición química de Nielen de arroz .....	27
Tabla 4. Datos analíticos de los componentes de la cascarilla de arroz .....	27
Tabla 5. Composición química del polvillo de arroz.....	28
Tabla 6. Composición de bagazo de caña de azúcar .....	29
Tabla 7. Composición química de la pulpa de café.....	30
Tabla 8. Composición de pulpa de café.....	30
Tabla 9. Contenido de nutrientes de la pulpa fresca de naranja de acuerdo al día de almacenamiento.....	31
Tabla 10. Valor nutritivo de la pulpa de naranja .....	32
Tabla 11. Análisis proximal de la cascarilla de cacao.....	33
Tabla 12. Análisis químico de taya .....	33
Tabla 13. El departamento de Amazonas y sus 7 provincias .....	35
Tabla 14. Subproductos agroindustriales en estudio .....	41
Tabla 15. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad <i>in vitro</i> de 11 insumos.....	50
Tabla 16. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de semillas de oleaginosas .....	51
Tabla 17. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de sub productos de Arroz .....	52
Tabla 18. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de sub productos agroindustriales .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Comparación de Proteínas.....	46
Figura 2. Comparación de fibra cruda.....	47
Figura 3. Comparación de mineral calcio.....	48
Figura 4. Comparación de mineral fosforo.....	48
Figura 5. Comparación de digestibilidad <i>in vitro</i> .....	49

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la caracterización nutricional de once subproductos agroindustriales para su uso en la alimentación animal en la región Amazonas, considerando los siguientes parámetros de evaluación: Humedad (H°), Proteína total (PT), Cenizas (CZA), Fibra cruda (FC), Extracto etéreo (EE), Extracto libre de nitrógeno (ELN), Energía bruta (EB), Fibra detergente acida (FDA), Fibra detergente neutra (FDN), Calcio (Ca) y Fosforo (P) y Digestibilidad *in vitro*. Los mismos que se dividieron en tres grupos a) Oleaginosas: Semilla de Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis linneo*), Higuierilla (*Ricinus communis*) y Chía (*Salvia hispánica*); b) subproductos de arroz (*Oryza sativa*): Nielen, Polvillo y Cascarilla; y c) subproductos agroindustriales: Bagazo de caña (*Saccharum officinarum*), Pulpa de Café (*Coffea arabica*), Cáscara de Cacao (*Teobroma cacao*), Pulpa de Naranja (*Citrus aurantium*) y Cáscara de Taya (*Caesalpinia spinosa*). Se realizó un análisis estadístico descriptivo, con cinco repeticiones (n=5) de cada insumo. Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) y la prueba de comparaciones de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la comparación de parámetros de los insumos. Los resultados indican que hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), mostrando los valores más altos para EE como el Sacha inchi con 39,19% y los más bajos valores presentó el bagazo de caña con 0,40%. Para FC el valor más alto presenta la cascarilla de arroz con 43,75% seguido de las oleaginosas como la higuierilla con 32,78% el valor más bajo el nielen con 9,09%. Con respecto a PT el sachá inchi con 28,75% y el valor más bajo fue para el bagazo de caña con 1,67%. Entre los valores minerales, Ca la pulpa de naranja obtuvo el valor más alto con 0,76% y el más bajo está el polvillo de arroz con 0,04%. Finalmente con respecto a Digestibilidad la pulpa naranja obtuvo el valor más alto con 95,25%, con valores menores a la cascarilla de arroz con 17,23%, se concluye que la semilla de sachá inchi es la semilla que sobresale entre las semillas de oleaginosas, por presentar mayores valores nutricionales, entre los derivados del arroz, los sub productos más importantes para la alimentación animal son polvillo y nielen (arroz quebrado) los sub productos que más resaltan, para la alimentación animal son: pulpa de café, pulpa de naranja y vaina de taya por sus contenidos nutricionales.

**Palabras claves:** Análisis proximal, Oleaginosas, Valor nutricional, Digestibilidad *in vitro*, Ganado bovino.

## ABSTRACT

The present study aimed at the nutritional characterization of 11 agroindustrial by-products for use in animal feed in the Amazon region, considering the following evaluation parameters: Humidity (H°), Total Protein (PT), Ashes (CZA), Crude fiber (FC), Ethereal extract (EE), Nitrogen free extract (ELN), Crude energy (EB), Acid detergent fiber (FDA), Neutral detergent fiber (FDN), Calcium (Ca) and Phosphorus In vitro digestibility. The same ones that were divided in three groups a) Oleaginous: Seed of Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis* linneo), Higuierilla (*Ricinus communis*) and Chía (*Salvia hispanica*); b) rice by-products (*Oryza sativa*): Nielen, Polvillo and Cascarilla; and c) agroindustrial by-products: *Saccharum officinarum*, Coffee Pulp, Cocoa Peel, Orange Pulp and *Causalpinia spinosa*. A descriptive statistical analysis was performed, with five replicates (n = 5) of each input. A completely randomized design (DCA) and the Tukey comparisons test ( $\alpha = 0.05$ ) were used for the comparison of input parameters. The results indicate that there were significant differences ( $p < 0.05$ ), showing the highest values for EE as the Sacha inchi with 39.19% and the lowest values presented the cane bagasse with 0.40%. For CF the highest value is the rice husk with 43.75% followed by the oilseed as the hickory with 32.78% the lowest value the nielen with 9.09%. With regard to PT the sachá inchi with 28.75% and the lowest value was for the bagasse of cane with 1.67% Among the mineral values, Ca the orange pulp obtained the highest value with 0.76% and the the lower the rice dust with 0.04%. On the other hand for P the highest value presents the rice dust with 1.77% and the lowest value is for the husk of rice with 0.03%. Finally, with respect to Digestibility, the orange pulp obtained the highest value with 95.25%, with values lower than the rice husk with 17.23%, it is concluded that the sachá inchi seed is the seed that stands out among the seeds of oleaginous, because they present higher nutritional values, among the rice derivatives, the most important sub-products for animal feed are powder and nielen the sub-products that stand out most, for animal feed are: coffee pulp, orange pulp and pod taya for its nutritional contents.

Key words: Proximal analysis, Oilseeds, Nutritional value, In vitro digestibility, Cattle.

## I. INTRODUCCIÓN

El principal problema que presenta la ganadería es el déficit de alimentos, que se agudiza en la época menos lluviosa del año, con consecuencia de pérdidas de peso, disminuciones en la producción de leche e incluso muertes en la población ganadera. La actual coyuntura económica, en la cual se hace prácticamente imposible la utilización de insumos tales como los concentrados a base de cereales, los fertilizantes, el riego y otros que permiten garantizar la alimentación, obliga a la búsqueda y caracterización de todo tipo de alimento que pueda ser útil a los rumiantes (Ojeda & Càceres, 2002).

En el sector ganadero los países desarrollados se incentivan a la disminución de los costos de producción, ante lo cual el empleo de subproductos agroindustriales ofrece las mejores perspectivas, especialmente si en ciertos casos se potencia su valor nutritivo para conseguir mayores niveles de producción (Aguilera, 1989).

En la producción animal, la alimentación representa entre el 50 y 80% de los costos de producción, siendo importante identificar materias primas como sub productos agropecuarios, que minimicen costos en la formulación de ración (Betancourt, *et al.*, 2011).

El elevado costo de los insumos alimenticios tradicionales, usados en la alimentación animal, ocasiona una baja rentabilidad en la actividad pecuaria; en la actualidad se desperdicia grandes cantidades de subproductos agroindustriales en la región Amazonas que no son considerados por los productores en la alimentación animal, debido a la escasa información que brindan las instituciones gubernamentales relacionado a sus propiedades nutritivas.

En los últimos años se habla mucho de la producción agropecuaria, pero existe poca información sobre el manejo de subproductos agroindustriales y que nos ayude a lograr su inclusión las raciones alimenticias de los animales, actualmente las universidades, institutos, realizan pocas investigaciones sobre el uso de estos sub productos agroindustriales en nuestra región; desde el desconocimiento de su aporte nutricional y ser aprovechado por los animales de acuerdo a sus requerimientos nutricionales.



En la actualidad el incremento de la población mundial y la creciente demanda alimentaria, han obligado a las empresas a aumentar el volumen de producción y consiguieron el incremento de subproductos agroindustriales. Es por ello que la industria alimentaria, persiguiendo su desarrollo sostenible, está aplicando cada vez más medidas para la mejora de su impacto ambiental, entre los que se encuentra la valorización y aprovechamiento de estos subproductos. Así mismo, este aprovechamiento crea nuevas fuentes de riqueza y de empleo que aportan mayor rentabilidad económica al proceso (Fernández, 2014).

Los subproductos son insumos alimenticios secundarios, generalmente útiles y comercializables, derivados de un proceso de manufactura o reacción química, que no es el producto primario o el servicio que se produce (Osorio-Villazon & Rojas-Vilardi, 2010). La utilización de estos subproductos como materia prima para la elaboración de concentrados se han convertido en una muy buena alternativa para minimizar los riesgos de contaminación ambiental y generar un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en la cadena de producción de las diferentes industrias agroalimentarias (Fernández, 2014).

El presente trabajo de investigación presenta los resultados de la caracterización nutricional de 11 subproductos agroindustriales disponibles en la región de Amazonas (Semillas de sachá inchi, higuierilla, Chía, nielen (arroz quebrado), cascarilla de arroz, polvillo de arroz, bagazo de caña de azúcar, pulpa de café, cascara de cacao, pulpa de naranja y vaina de taya); recursos potenciales para ser utilizados en la alimentación animal de interés zootécnico, teniendo en consideración sus requerimientos nutricionales de las diferentes especies animales. Los análisis que se determinaron fueron: humedad (H°), proteínas totales (PT), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), cenizas (CZA), extracto libre de nitrógeno (ELN), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida FDA, Calcio (Ca), Fosforo (P), Energía Bruta (EB) y pruebas de digestibilidad *in vitro*.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar las características nutricionales de los subproductos agroindustriales para su uso en la alimentación animal en la región Amazonas.

### 2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar el análisis proximal (MS, PC, FC, EE, CEN y ELN), FDA y FDN de cada subproducto agroindustriales.
- ✓ Evaluar la concentración de energía bruta de las diferentes muestras de subproductos agroindustriales.
- ✓ Determinar la concentración de minerales: Ca y P en subproductos agroindustriales.
- ✓ Realizar ensayos de digestibilidad *in vitro* de muestras de subproductos agroindustriales.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes de la investigación

##### **Sacha Inchi**

Mondragón (2009), realizó el análisis farmacognóstico y bromatológico de la torta, confirmando que dicho subproducto posee un alto valor nutritivo, no tóxico, para ser utilizado en la formulación de mezclas nutritivas y en la industria alimentaria; además, mencionó sus posibles aplicaciones en procesos tecnológicos para la industria cosmética y farmacéutica, por otro lado Benítez *et al.*, (2015), efectuó el análisis de la composición química de la cáscara de sachá inchi (*P. volubilis*) además plantea alternativas para su uso en el sector agroindustrial. Determinó el contenido en algunos minerales y metales pesados de la cáscara en mención, a través del proceso de espectrometría de emisión óptica de plasma, que se acopló inductivamente (ICP- OES); así mismo, estableció su composición proximal, con el fin de predecir su utilidad en el sector agroindustrial. Los resultados obtenidos mostraron que la cáscara está formada, principalmente, por fibra (77,8%) y una alta concentración de potasio (3736,2 mg/kg), calcio (2 668,2 mg/kg) y magnesio (684,7 mg/kg). También se analizó la solubilidad de las cenizas de la cáscara, a diferentes niveles de pH, estimando la disponibilidad de los micronutrientes contenidos en ella para su posible uso en la producción pecuaria.

##### **Semilla de Higuierilla**

Uso potencial de subproductos de la higuierilla en la alimentación animal con torta de higuierilla en la alimentación animal: La torta de higuierilla tiene un alto valor nutricional por ser rica en proteínas, fibras, materia mineral y grasa. El alto contenido de proteínas también la hace una buena materia prima para la producción de aminoácidos, tales como arginina, cistina, fenilalanina, leucina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, tirosina, treonina, triptófano y valina (Duarte *et al.*, 2008).

Al respecto Severino 2005, reportó que el contenido de aminoácidos esenciales (lisina y triptófano) es mucho más pequeño en la torta de higuierilla que en torta de soja, limitando de esta manera el uso de la semilla de huiguerilla como fuente de proteína en la alimentación de animales monogástricos (caballo, cerdo, aves,

pescado). Por el contrario, puede ser buena fuente de nutrientes para los rumiantes, ya que la mayoría de la proteína utilizada para estos animales proviene de proteína microbiana sintetizada en el rumen, la torta se puede utilizar como fuente de proteína en las dietas bajas en aminoácidos esenciales.

En vista de la calidad nutricional de la torta, Furtado *et al.*, (2012), realizaron un experimento en donde se detoxificó torta de higuera, evaluando piedra caliza 60g, 10g de urea, fosfato monodicalcico 60g, colocándola en autoclave por 15 minutos a 60/psi para promover la desaparición completa de la higuera en la torta de higuera, obteniendo que este proceso no mejoró el consumo y la digestibilidad de nutrientes.

### **Semilla de Chía**

La semilla de chía (*Salvia hispánica L.*) Se ha caracterizado por ser una buena fuente de vitaminas y minerales del complejo B como la niacina, tiamina y ácido fólico, así como Vitamina A. Además, la semilla de chía es una fuente excelente de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre. Otra de las grandes ventajas de esta semilla es su bajo contenido en sodio (Ayerza & Wayne, 2004).

### **Sobre Nielen (Arroz quebrado)**

El problema de este alimento, es que es fermentado muy rápidamente en el rumen, por sus características determinado con altos contenidos de almidones. Las bacterias atacan rápido y por los ácidos que se forman en el rumen, disminuye mucho el pH y se dan problemas de acidosis. Como todo energético es muy bueno para dar terminación a los animales y agregar a una dieta rica en proteína como son las praderas con leguminosas en invierno. Como recomendación debería darse en una dosis de hasta un 1% del peso vivo, pero teniendo especial cuidado de que los animales coman parejo. Por ejemplo, a novillos de 400 kilos se debería dar como máximo 4 kilos/día para tener pocos problemas de acidosis (Gayo, 2013).

### **Cascarilla de arroz**

Por ser un alimento grosero y por su baja digestibilidad, pasa mucho tiempo en el aparato digestivo. Eso hace que por un lado el animal esté lleno, no se vacíe y por tanto no tenga hambre y el consumo sea bajo y por otro que los nutrientes que hay para extraer de ese alimento, que está muchas horas en rumen, sean pocos.

Es un alimento que sirve para mantener carga, aportar en caso de praderas muy tiernas para enlentecer el tránsito de ese alimento en el tracto digestivo y disminuir la “purga”. Debe tenerse presente que si el ganado solamente tiene disponible paja de arroz a voluntad consumirá aproximadamente un 1,5% del peso vivo y no podrá extraer nutrientes para mantener peso (Gayo, 2013).

### **Polvillo de arroz**

Gayo 2013, el problema de este afrechillo o polvillo es su contenido de lípidos que hace que, si se guarda por mucho tiempo en condiciones de humedad y calor, se enrancie perdiendo palatabilidad. En condiciones adecuadas contiene 2,6 (Mcal/kg de MS) y 13% de proteína. Por último estos lípidos reducen la digestibilidad de la fibra a nivel ruminal. La fibra entra al rumen y se mezcla con el afrechillo, se “empapa” en ese aceite y es menos atacada por los microorganismos del rumen.

Debe darse en niveles de hasta un 20% de la dieta o hasta un 1% del peso vivo, para no afectar la digestibilidad de la fibra. Por ejemplo, para terneros de 150 kilos el consumo no debería ser superior de 1,5 kg/día. Fernández 2014, en cambio, la harina, salvado, afrechillo o polvillo de arroz, contiene el pericarpio que rodea a la semilla, parte de harina y el germen. Su contenido en proteína varía entre el 11 al 15%, es pobre en lisina y treonina, con un alto contenido en grasas (7,7 a 22,4%) y en extractos no nitrogenados, principalmente almidón (34,2 a 46,1%)

### **Bagazo de caña de azúcar**

Es el resultado de moler los tallos de caña, saturados con agua azucarada, y su posterior separación en parte sólida (bagazo integral) y líquida (guarapo). Está integrado por fibras largas y cortas. A éstas últimas se el bagacillo, y suele haber entre un 7 al 10% del bagazo integral. Es conveniente que las dietas no tengan más del 20 al 30% de bagazo, constituyendo como fuente de fibra. El tratamiento del bagazo con soda cáustica (5-6 % de hidróxido de sodio) eleva la digestibilidad “*in situ*” al 55%. Esto es debido al proceso de deslignificación y aumento de los azúcares solubles. Compuesta por fibras largas y corta (bagacillo – originado a partir de la medula del tallo). Es un material lignocelulósico constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, lo cual, le confiere una baja degradabilidad ruminal, por lo que para mejorar su utilización como alimento es necesario aplicar

tratamientos tanto de tipo químico o físicos, ampliamente estudiados en la literatura (Martín, 2004).

### **Pulpa de café**

Rodríguez 2003, el ensilaje es un proceso utilizado para la conservación de forrajes alimentos producidos estacionalmente. Consiste en la preservación en silos, por medio de fermentaciones parciales producidas por bacterias anaerobias que actúan principalmente sobre los carbohidratos solubles presentes en el material. Durante el proceso de fermentación se producen ácidos, principalmente ácido láctico, que disminuye el pH del material ensilado a valores entre 3,5 y 4,2 e impiden el desarrollo de nuevas bacterias, previniendo, de esta forma, su descomposición adicional y asegurando su conservación durante períodos largos de tiempo. Un material así conservado mantiene una calidad muy similar a la que posee en su estado fresco. El pH de la masa tiene una alta correlación con la calidad del producto, pues a valores de 4,5 y superiores, generalmente los ácidos butírico y acético están en altas concentraciones dando lugar a olores rancios y avinagrados al ensilado.

### **Cascara de cacao**

Murillo & Quilambaqui, (2004), nos muestra el valor nutricional de la cascarilla de cacao (*Teobroma cacao*). La cascarilla de cacao nutricionalmente aporta como todo alimento con macronutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales). Este desecho agro-industrial se considera como una fuente baja de energía debido a que presenta niveles de energía digestible menor a 2500 Kcal/Kg; que es la base de la fibra para la nutrición animal.

### **Pulpa de naranja**

Según Gonzales *et al.*, (2013), se presentan los contenidos de nutrientes de la pulpa de naranja fresca (PFN) de acuerdo a los días de almacenamiento. Se puede observar que el contenido de MS mostró un incremento significativo  $P > 0.01$  de 21,0 a 31,0% durante el periodo de almacenamiento, lo que pudo ser debido a una pérdida de humedad por escurrimiento y deshidratación.

### **Vaina de taya**

Basurto 2006, la vaina separada de la pepa se muele y es un extraordinario producto de exportación como materia prima para la obtención del ácido tánico muy usado en las industrias peleteras de alta calidad, farmacéutica, química, de pinturas, entre otras.

### **3.2 Bases teóricas**

Subproducto: Es un producto alimenticio secundario o incidental, generalmente útil y comercializable, derivado de un proceso de manufactura o reacción química, que no es el producto primario o el servicio que se produce. En otro contexto, un subproducto se refiere a una consecuencia secundaria y, a veces, inesperada. Se llama también subproducto, al desecho de un proceso que se le puede sacar una segunda utilidad. No es un desecho porque no se elimina, y se usa para otro proceso distinto. Es ventajoso encontrar una utilidad para los desechos y convertirlos en algún subproducto aprovechable de algún modo. Así, en vez de pagar el costo de eliminar el desecho, se crea la posibilidad de obtener un beneficio. Además del factor económico está el factor ambiental al reducir o eliminar los residuos que en otro caso recibiría el entorno (Osorio-Villazon & Rojas-Vilardi, 2010).

Cualquier intento de potenciar la producción ganadera requiere, entre otros aspectos, realizar un aprovechamiento racional de los recursos alimenticios existentes. Entre estos recursos se ha prestado últimamente especial consideración a los subproductos agroindustriales, cuya disponibilidad y precio los convierten en productos atractivos, especialmente en aquellas zonas donde los forrajes naturales son insuficientes. En la actualidad, además, el interés por su aprovechamiento no es sólo de carácter económico, sino también ecológico, debido a que el incremento de la producción de residuos vegetales de cultivo, de excretas animales y de residuos de las industrias conserveras y de transformación ocasiona un problema de contaminación ambiental importante (Gasa & Castillo, 1992).

Entendemos por subproductos agroindustriales los residuos sólidos o semisólidos originados en la actividad agraria, derivados de la recolección del producto principal o procedente de alguno de los eslabones de la cadena de su manufacturación industrial. De entre todos, nos ocuparemos sólo de aquellos que por su producción estacional, localizada y perecedera, su dificultad de manejo y la variabilidad en la composición, no son fácilmente comercializables, y su empleo sistemático en la

alimentación de rumiantes es difícil por la escasez de conocimientos científicos y técnicos de su valor nutritivo y posibilidades de su utilización. Salvo indicación expresa, no nos referiremos a los de uso muy generalizado en alimentación animal, como son las pajas de cereales y leguminosas, harinas de origen animal y tortas vegetales y residuos de la molienda de granos de cereales (Gasa & Castillo, 1992).

### **Sacha inchi**

Hurtado (2013), realizó análisis de la composición nutricional del aceite y la torta de Sacha inchi, así como también el análisis fisicoquímico de la semilla entera. La semilla mostró un contenido de proteína y grasa de  $29,85 \pm 0,085$  y  $42,75 \pm 0,5\%$ , respectivamente. El 83,3% de la fracción grasa corresponde a ácidos grasos poliinsaturados, el 9,4% a ácidos grasos monoinsaturados y el 7,3% a ácidos grasos saturados. La torta de sachá inchi mostró en su composición proximal un contenido de fibra bruta  $4,79 \pm 0,02\%$ , grasa  $4,84 \pm 0,02\%$  y proteína  $51,23 \pm 0,10\%$ . La fracción proteica presentó un contenido en aminoácidos esenciales totales (TEAA) 45,3% y de aminoácidos totales (TAA) 99,3%. La digestibilidad in vitro se evaluó para la almendra de sachá inchi molida, la almendra de sachá inchi molida sometida a calentamiento ( $70^{\circ}\text{C}$ , 2h), torta de sachá inchi sometida a calentamiento ( $70^{\circ}\text{C}$ , 2h), y se realizó la corrección del puntaje de acuerdo a la digestibilidad proteica obteniéndose valores de 67,62; 76,69; 79,64 y 84,20%, respectivamente.

La especie *Plukenetia volubilis*, es conocida de acuerdo al idioma o lugar en que se desarrolla, con los siguientes nombres: Sacha Inchi, Sacha maní, Maní del monte, Maní del inca, Supua (Bolivia), Sacha yuchi, Amui-o, Sacha yuchiqui, Sampannanki, Suwaa, e Inca peanut. Es una planta trepadora, voluble, semileñosa, de altura indeterminada (Cárdenas, 2011).



Tabla 1. Composición de la semilla y cascara de sachá inchi

Componentes %	*Semilla	**Cascara	***Húmeda	***Seca	****Almendra
Humedad	-	-	6,4	0	4,96
Proteína	59,13	2,75	24,4	25,9	29,85
Grasa cruda	6,93	0,39	51,4	54,9	42,75
Fibra	17,3	77,84	11,3	12,07	2,91
Calcio	0,08	-	-	-	-
Fosforo	0,53	-	-	-	-
Energía		-	-	-	-
Metabolizable kcal/kg	4860				
Cenizas	-	1,75	2,7	2,9	3,06

Fuente: \*Cárdenas, 2011; \*\* Benítez *et al.*, 2015; \*\*\* Hamaker, 1992;

\*\*\*\*Hurtado, 2013.

Es importante resaltar que investigaciones efectuadas con residuos vegetales incinerados han demostrado que su aplicación en suelos agrícolas resulta eficiente para corregir su acidez y recuperar nutrientes esenciales para las plantas (Reátegui *et al.*, 2010).

La torta obtenida después del proceso de extracción del aceite de Sachá Inchi, contiene 59,13% de proteína y 6,93% de grasa en base seca, surge como alternativa de la torta de soya, pues la actividad avícola y pecuaria importa aproximadamente seiscientos mil toneladas de torta de soya al año según (Pérez de Cuellar 2012).

### **Semilla de Higuierilla**

La torta de semilla de higuierilla sin tratamiento de desintoxicación se puede utilizar en la alimentación de las ovejas como un alimento rico en proteína, participando en hasta un 8% de la ración total, sin causar una reducción significativa en el consumo y digestibilidad. Entre tanto, de acuerdo con Duarte *et al.*, (2008), La composición bromatológica de la torta de higuierilla detoxificada es: materia seca 97,26%; proteína 41,07 %, fibra cruda 37,49%, extracto etéreo 1,34 %, cenizas 4,3%, calcio 0,35%, fosforo 0,43%.

Deus de O & Tavares 2011, nos muestra la composición química de la tortas de higuierilla, con contenidos entre 32-43 % de proteína. En pruebas realizadas en Durango se observó que las tortas de higuierilla (*Ricinus communis*) tenían un contenido de proteína de 32 % y además presentaron nitrógeno no proteico (4 %), fósforo (1 %), potasio (0,9 %), calcio (0,7 %), magnesio (0,5 %), sodio (0,04 %),

hierro (792 ppm), cobre (25 ppm), manganeso (53 ppm), zinc (75 ppm) y boro (65 ppm). Se observó que la detoxificación incrementó elementos minerales en las tortas de higuierilla debido a que se redujo la proporción de otros componentes de este subproducto.

### **Semilla de chía**

En el caso de la semilla de chía, Weber *et al.*, (1991) y más tarde Ayerza & Coates, (2011) determinaron un contenido de proteínas que varió entre 19 a 27 g/100g y 16 a 26 g/100g, (respectivamente), rangos en los que se encuentra el contenido de proteínas determinados. Capitani *et al.* (2012). Respecto al contenido de materia grasa, los valores reportados por (Ayerza & Coates, 2011; Martínez *et al.*, 2012) fluctúan entre 30,0 y 33,5 g/100g, mientras que las muestras analizadas en este estudio contienen un valor levemente inferior de 27,9 g/100 g.

La chía (*Salvia hispanica*) es una especie que pertenece a la familia de la labiatae, donde también se encuentran algunas plantas aromáticas como la menta, el tomillo, el romero y el orégano. Es una semilla nativa del sur de México y norte de Guatemala. El uso de la semilla y sus subproductos se remonta a la época de los Mayas y los Aztecas, quienes empleaban la semilla como alimento, medicina, ofrenda a los dioses y materia prima para producir un aceite que era empleado como base en pinturas decorativas y ungüentos cosméticos. En la actualidad, la semilla de chía se ha convertido en fuente de gran interés gracias a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, en especial el ácido alfa linolénico, la fibra, la proteína y los antioxidantes (Jaramillo, 2013).

Tabla 2 . Composición química de la semilla de Chía en g/100

Componentes	*(g/100g)	**Semilla entera	**Harina desgrasada
Humedad %	6,2	-	-
Proteína %	19,9	-	-
Materia grasa %	27,9	-	-
Cenizas %	4,5	-	-
Hidratos de Carbono %	8,6	-	-
Fibra Dietética %	33,0	-	-
Calcio %	-	0,71	1,18
Fosforo %	-	0,70	1,10

Fuente: \*Jiménez et al., 2013; \*\* Ayerza & Wayne, 2004.

### **Nielen (Arroz quebrado)**

Según Gayo 2013, el nielen es otro de los subproductos que los molinos ofrecen para alimento de ganado conocido también como la puntina o descartes de arroz. Este

subproducto es muy variable en su composición ya que depende mucho del proceso industrial. Si la puntina es muy limpia, donde solo hayan granos de arroz quebrados, tendrá un muy buen nivel de energía y bajo de proteína como es característico en todos los granos, el nielen contiene 3,1 de EM (Mcal/kg de MS), 8% de proteína bruta.

Tabla 3. Composición química de Nielen (Arroz quebrado)

Componentes	*	**
Materia seca %	86,7	86,66
Proteína cruda %	11,86	8,65
Grasa cruda %	4,13	1,12
Fibra cruda %	3,55	0,26
Ceniza %	2,56	0,78
Nifex	77,9	-
Calcio %	-	0,026
Fosforo %	-	0,198

Fuente: \*Rosales & Tang, 1996; \*\*Bernal et al., (2017)

### Cascarilla de Arroz

Gayo 2013, el otro subproducto que se está aprovechando cada vez más es la cascarilla de arroz. La cascarilla de arroz tiene muy baja digestibilidad y bajos niveles de energía 1,3 (Mcal/kg de MS) y proteína bruta 4,5%. Sin embargo, conociendo su potencial y sus características, tiene un papel a jugar en la dieta de rumiantes.

Tinerelli 1988, composición química de la cascarilla de arroz es compleja, estando formado por numerosos compuestos orgánicos e inorgánicos; el porcentaje mayor corresponde a los carbohidratos.

La celulosa junto con las hemicelulosas principalmente pentosas constituyen la mayor parte de hidratos de carbono presentes en la cascarilla.

Tabla 4. Datos analíticos de los componentes de la cascarilla de arroz

Componentes	*	**
Materia Seca %	-	91,2
Cenizas %	20,32	20,8
Proteína bruta %	2,6	3
Grasa bruta %	0,56	0,8
Extractos no nitrogenados %	29,9	31,12
Fibra bruta %	47,28	-

Fuente: \*Cuaron & Shimada, 1981; \*\*Juliano, 1994.

### **Polvillo de arroz**

Es un subproducto obtenido en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para consumo humano. Está constituido por parte de la almendra harinosa, la capa de aleurona y el germen, y representa del orden del 8% del peso del grano. En el proceso se obtienen además la cascarilla (20% del peso del grano), rica en fibra (65% FND) y en cenizas (20%, principalmente sílice), y arroz partido.

El polvillo de arroz es una fuente energética en todas las especies, sobre todo en rumiantes, dado su alto contenido de grasas (12-15%), su apreciable contenido en almidón (23 -28%), el bajo grado de lignificación (2,5%) de su fracción fibrosa (17,5%). Tiene también un notable contenido en proteína, con una composición en aminoácidos esenciales relativamente bien equilibrada. Su contenido en fosforo es bastante alto (1,35%), pero en su mayor parte (90%) está en forma de fitatos (Gayo, 2013).

Tabla 5. Composición química del polvillo de arroz

Componentes	*	**	***	****
Ceniza %	7,6	12,8	8,1	6,34
Proteína bruta %	13,8	11 - 15	11,5	13,41
Materia seca %	89,9	91	93,6	89
Extracto Etéreo %	13,9	7 - 22	8,4	14,61
Fibra bruta %	7,6	-	4,4	5,09
Fibra detergente neutra %	17,5	33	11,6	17,25
Fibra detergente acido %	8,8	-	7,6	6,82
Energía Metabolizable kcal/kg	-	2,5 – 2,8	-	-
Extracto libre de nitrógeno %	-	-	61,1	49,55
Calcio %	-	0,08	-	0,052
Fosforo %	-	1,7	-	1,217
Digestibilidad <i>in vitro</i> %	-	70	-	-

Fuente: \* Juliano, 1994; \*\*Fernández, 2014; \*\*\*Cuadrado, 2008; \*\*\*\*Bernal *et al.*, 2017.

### **Bagazo de caña de azúcar**

Villar, 2010, los productos de mayor interés a obtener son: jugo de caña, meladura invertida, caña picada, bagazo hidrolizado y levadura forrajera que han demostrado su eficacia en la alimentación de ganado porcino y vacuno.

Tabla 6. Composición de bagazo de caña de azúcar

Componentes	*	**
Materia seca %	50,0 – 53,0	4,5
Proteína cruda %	2,0 – 2,3	1,7
Digestibilidad <i>in vitro</i> %	44,0 – 48,2	55
Fibra Cruda %	43,5 – 53,7	-
Fibra detergente neutro %	79,4	-
Fibra detergente ácido %	48,8	-
Cenizas %	2,5 – 3,5	3

Fuente: \*Martín, 2004; \*\*Villar, 2010.

### **Pulpa de café**

La pulpa de café es un material fibroso mucilaginoso y se genera durante el procesamiento del café por vía húmeda (beneficio húmedo) y en este caso se conoce como pulpa de café y constituye cerca del 40 % del peso fresco de la cereza de café. Por cada tonelada de café cereza procesada por esta vía se genera cerca de media tonelada de pulpa. Cuando el procesamiento del café se realiza por vía seca (beneficio seco), se denomina como cáscara de café y solo se generan 90 Kilogramos de cascara de cada tonelada (Noriega *et al.*, 2008; Roussos *et al.*, 1995).

La pulpa de café es uno de los principales subproductos de este proceso de beneficio húmedo del café, tanto por el volumen que se genera como por el alto contenido en componentes biodegradables que posee. Tiene una elevada humedad (80- 82 %). Es rica en carbohidratos, proteínas, minerales y contiene cantidades apreciables de potasio, taninos, cafeína y polifenoles. Según (Porres *et al.*, 1993; Roussos *et al.*, 1995; Salmone *et al.*, 2005).

Resultados del análisis físico-químico de los sustratos de la pulpa de café en dos pasos del proceso de lombricompostaje.

Tabla 7. Composición química de la pulpa de café

Componentes %	Pulpa fresca	Pulpa ensilada
Humedad	80,16	70,65
Cenizas	6,23	6,75
Grasas	2,50	2,75
Proteína	11,81	14,38
Fibra	13,28	23,55
Extracto libre de nitrógeno	66,18	52,57
Fibra detergente neutro	-	-
Fibra detergente ácido	-	-
Calcio	0,40	0,70
Fosforo	0,11	0,08

Fuente: Blandón Castaño *et al.*, 1999.

Desde el punto de vista nutricional, la pulpa de café se presenta como alimento interesante, ya que contiene 4,3% de proteína cruda; 1,57% de extracto etéreo; 26,43% de fibra cruda; 43,22% de extracto libre de nitrógeno y 14,65% de cenizas; pese a estas características en su composición química, en el Ecuador no ha sido utilizada en la alimentación animal (Rodríguez, 2003).

Tabla 8. Composición de pulpa de café

Componentes %	*Pulpa fresca	*Pulpa ensilada	**Pulpa
Materia seca	19,84	29,35	11,81
Cenizas	6,23	6,75	7,19
Grasas	2,50	2,75	1,61
Proteína	11,81	14,38	10,77
Fibra	13,28	23,55	12,83
Extracto libre de nitrógeno	46,34	23,22	55,79
Fibra detergente neutro	-	-	27,55
Fibra detergente ácido	-	-	17,59
Calcio	0,40	0,70	0,527
Fosforo	0,11	0,08	0,263

Fuente: \*Rodríguez, 2003; \*\*Bernal *et al.*, 2017.

### **Pulpa de Naranja**

Caracterización físico-química de los residuos de frutas producidos en las empresas agroindustriales de Medellín y el sur del Valle de Aburrá, Colombia H<sup>o</sup>: 55,2; almidón 0; EE 0,31; FC 4,29; PT 1,81; azúcares totales 5,07; otros 33,32, (Yepes *et al.*, 2008).

La pulpa de naranja. Ésta formada por la piel (60-65%), segmentos del fruto (30-35%) y semillas (0-10%). Su uso puede ser en fresco, ensilado o deshidratado. En general, tiene un contenido bajo en proteína bruta (7-9% de MS) y extracto etéreo (3-4 % sobre materia seca). El contenido en hidratos de carbono es de 20-25% de FND y 18-20% de FAD, 3% de lignina y 6-8% de cenizas. Tiene un elevado contenido en hidratos de carbono solubles (20%) y en pectinas (30%). La palatabilidad es buena y la digestibilidad elevada con un valor energético similar a la cebada Domínguez (2013), por otro lado González *et al.*, (2013). Composición química de la pulpa de naranja MS 11.02%, MO 94.13%, CZA 5.87%, PT 8.64%, grasas 1.79%, FDN 36.47%, FNA 20.44%. Contenido de la pulpa de naranja fresca MS 21.1%, PT 9.1%, CZA 5.6%, FDN 40.8%, FDA 30.6%.

Tabla 9. Contenido de nutrientes de la pulpa fresca de naranja de acuerdo al día de almacenamiento

Componentes	Días de almacenamiento							EE
	1	2	3	4	5	6	7	
Materia seca %	21,1	24,9	25,3	27,3	27,6	28,1	31,1	1,19
Materia orgánica %	94,4	94,9	95,9	95,4	95,4	94,4	94,6	0,43
Proteína cruda %	9,1	8,3	8,2	9,8	9,6	14,1	17,1	0,66
Cenizas %	5,6	5,1	4,1	4,6	4,6	5,6	5,4	0,43

EE=error estándar, a y b en la misma fila son diferentes ( $p < 0,05$ ).

Fuente: Gonzales *et al.*, 2013.

Fernández 2014, en cuanto a la alternativa de ensilar el material fresco, especialmente a fin de evitar su carencia en épocas del año en que no trabajan las plantas de extracción de jugo (noviembre-febrero, hemisferio sur), resulta una práctica adecuada y relativamente de fácil aplicación, que no produciría variaciones importante en sus características nutricionales, al tiempo que se aprecia una mejora en su palatabilidad.

Tabla 10. Valor nutritivo de la pulpa de naranja

Componentes	*	**
Materia seca	19	19,68
Proteína bruta	7	5,38
Extracto etéreo	-	1,02
Energía metabolizable	2,6	-
Extracto libre de nitrógeno	-	62,59
Fibra detergente neutro	25	-
Fibra cruda	-	8,31
Cenizas	5,7	3,03
Calcio	-	-
Fosforo	-	-
Digestibilidad <i>in vitro</i>	71,6	-

Fuente: \*Fernández, 2014; \*\*Bernal *et al.*, 2017

### Cascara de cacao

El uso de cáscara de cacao como forraje en el engorde de bovinos, como análisis preliminar. La C. de C. seca y molida, como ingrediente básico de concentrados, ensayada a dos niveles en el engorde de novillos, de menos de 600 libras promedio de peso inicial, inyectados con 30 mg. de estilbestrol en la base de la oreja. Doce animales fueron distribuidos en tres grupos con un diseño irrestrictamente al azar. Habiéndose perdido el grupo testigo con ración a base de maíz, compararon dos raciones a base de C. de C. Con niveles de C. de C. de 40 y 60 por ciento, en el concentrado de consumo "ad libitum" la comparación estadística del efecto de raciones, medido como incrementos de peso vivo, no fué significativa, al finalizar 113 días de ceba. La eficiencia de utilización de alimentos favoreció al Grupo I, C. de C. 40 por ciento. Los promedios diarios por animal para el Grupo I, C. de C. 40 por ciento y el Grupo II, C. de C. 60 por ciento, fueron respectivamente, en libras: Incremento de peso vivo, 2.83 y 2.44 consumo en base materia seca al aire, 25.77 y 24.87. Definitivamente la C. de C. por su bajo contenido en teobromina, no es tóxica en la alimentación del ganado vacuno, al ser consumida en más de 7 kilos por día, pero a este nivel de consumo se notó un ligero y persistente efecto diurético. La C. de C. como concentrado, en el engorde de bovinos, demostró ser de bajo valor nutricional y de baja eficiencia alimenticia, por unidad de peso. En raciones con C. de C., los consumos y los incrementos de peso vivo fueron sorprendentemente altos (Larragan, 1958)



Tabla 11. Análisis proximal de la cascarilla de cacao.

Componentes	*	**
Humedad %	1	2,88
Proteína %	13	8,88
Fibra %	25	13,39
Cenizas %	-	7,35
Extracto etéreo %	-	0,54
Extracto libre de nitrógeno %	-	66,96
Energía (Kcal/Kg)	1409	-
Calcio %	-	0,16
Fosforo %	-	0,17

Fuente: \*Murillo & Quilambaqui, 2004; \*\* Bernal *et al.*, 2017.

### Vaina de taya

Germen de mejorado de tara al 22% de proteína es un producto derivado de la semilla de tara. Esto es rico en proteínas y es usado principalmente en la industria de alimentos para animales, como sustituto de la torta de soya. El germen de tara (almendra) con contenidos de proteína de gran concentración de metionina y triptófano de buena calidad, el germen de tara puede ser también usado como hepatoprotector y para el sistema nervioso en productos veterinarios (Basurto, 2006).

Tabla 12. Análisis químico de taya

Componentes	%
Humedad	11,7
Proteínas	7,17
Cenizas	6,24
Fibra Bruta	5,3
Extracto Etéreo	2,01
Carbohidratos	67,58
Taninos (Vainas)	62

Fuente: Basurto, 2006.

### **3.3 Definición de términos básicos:**

#### **Análisis proximal**

Conocido como análisis proximales Weende, se aplica para formular una dieta con fuente de proteína o de energía, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis indicarán humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra (Juliano, 1994).

#### **Calcio**

El calcio es un macromineral que cumple una importante función estructural en nuestro organismo al ser parte integrante de huesos y dientes. Sin embargo, para la fijación del calcio en el sistema óseo es necesaria la presencia de Vitamina D.

#### **Fosforo**

El fósforo es un macro mineral muy relacionado con el calcio, tanto en las funciones compartidas. A mayor necesidad de uno, mayor necesidad del otro. La biodisponibilidad del fósforo mejora en presencia de vitamina D, Vitamina C y proteínas, entre otros.

#### **Fibra detergente ácido (FDA)**

Se utiliza para calcular la energía que derivará de la comida ingerida por el animal. Estos cálculos son muy importantes para determinar cuánta comida se le debe administrar. Por ejemplo, una vaca para carne y una vaca para leche tienen requisitos energéticos muy distintos. Una vaca lechera requiere mucha más energía en su alimentación para cumplir con las demandas de la producción de leche (Carpenter, 2010).

#### **Fibra detergente neutra (FDN)**

Es el material insoluble en una solución detergente neutra, y se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. Además, existen otras componentes minoritarias como residuos de almidón, cenizas y nitrógeno. Las recomendaciones recientes de Van Soest para la determinación de FND sugieren la utilización de amilasas termoestables específicas (libres de actividad hemicelulasa, proteasa o glucanasa), especialmente en concentrados o ensilados de maíz, y la corrección por el contenido en cenizas (Carpenter, 2010).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación

Amazonas está situada en el nororiente del país, posee parte de sierra y de selva. Limita al norte con Ecuador; al este con Loreto; al sudeste con San Martín; al sur con La Libertad; y al oeste con Cajamarca. Su relieve andino está formado por la llamada Cordillera del Cóndor (oriental de la cordillera de los Andes). Su superficie de 39.249 km<sup>2</sup>, sus coordenadas son 2° 59' de latitud sur y se encuentra entre el meridiano 77° 9' y 78° 42' de longitud oeste.

Su población es de 375.993 hab con una densidad demográfica de 10 hab/km<sup>2</sup>. La región se divide en 7 provincias y 84 distritos tal como se muestra en la Tabla 13.

### Relieve

Su relieve es muy accidentado y abarca regiones interandina y selvática. En él, destaca la Cordillera del Cóndor, entre la frontera Perú-Ecuador, la Cordillera Central andina, que da origen a la cuenca hidrográfica del Río Marañón, En la parte norte se desplaza hacia el este, en terreno llano, y pequeños accidentes topográficos. Hacia el sur, su relieve es accidentado y con mayores alturas.

### Clima

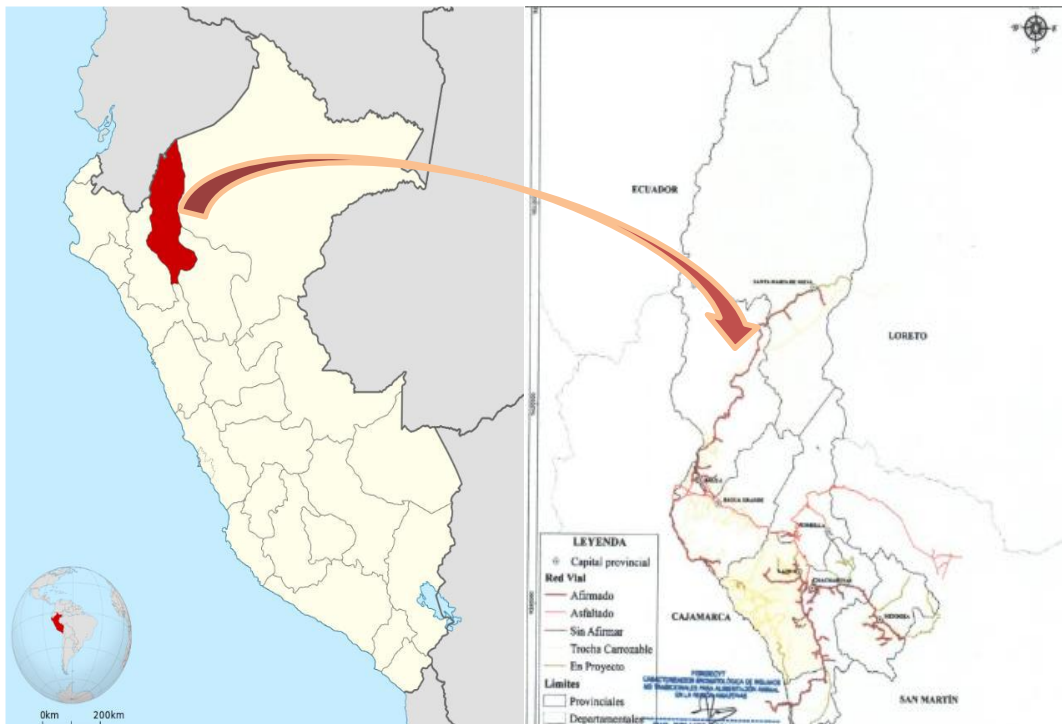
Varía desde 40 °C al norte hasta 2 °C en las cordilleras del sur. El promedio de temperatura es de 25 °C.

Tabla 13. El departamento de Amazonas y sus 7 provincias

Provincias de Amazonas							
Ubigeo	Provincia	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población	Densidad (/km <sup>2</sup> )	Capital	Altitud msnm	Distritos
101	Chachapoyas	3 312,37	49 700	15,00	Chachapoyas	2 339	21
102	Bagua	5 652,72	71 757	12,69	Bagua	421	6
103	Bongará	2 869,65	27 465	9,57	Jumbilla	1 991	12
104	Condorcanqui	17 975,39	43 311	2,41	Santa María de Nieva	222	3
105	Luya	3 236,68	48 328	14,93	Lámud	2 307	23
106	Rodríguez de Mendoza	2 359,39	26.389	11,18	Mendoza	1 584	12
107	Utcubamba	3 842,93	109 043	28,37	Bagua Grande	446	7

Fuente: INEI, 2017.

Las muestras, se han recolectado en diferentes provincias (Anexo 01) de la región Amazonas, teniendo en cuenta la época y disponibilidad de insumos a ser evaluados.



Mapa del Perú y de la región Amazonas

## 4.2 Materiales

### 4.2.1 Materiales de campo

Equipos

- ✓ GPS
- ✓ Balanza

Otros

- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Cinta masketin
- ✓ Marcador
- ✓ Botas de jebe
- ✓ Costales
- ✓ Libreta de apuntes

#### 4.2.2 Materiales de laboratorio

##### Equipos:

- ✓ Balanza analítica sensible 0.1 mg
- ✓ Bomba calorimétrica PARR 6200
- ✓ Cocina eléctrica o calentador de agua
- ✓ Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador, óxido de calcio u otro)
- ✓ Equipo de titulación
- ✓ Equipo Kjeldahl
- ✓ Estufa de aire 103 ± 2°C (Ecocell, EE.UU.)
- ✓ Extractor Soxhlet
- ✓ Incubadora Daysi II
- ✓ Mufla regulada a 550 ± 25 °C
- ✓ Sellador eléctrico
- ✓ Sistema de extractor de fibras

##### Instrumentos:

- ✓ Asa de inserción
- ✓ Cápsulas de vidrio, porcelana o metálica, con tapa o vasos de aluminio
- ✓ Crisol de vidrio
- ✓ Crisoles o cápsulas de porcelana, sílice o platino
- ✓ Filtro – bolsas (F57)
- ✓ Gradilla de alineación
- ✓ Gradilla para cartuchos de extracción
- ✓ Gradilla porta vasos
- ✓ pH metro digital
- ✓ Pinza magnética para manipulación de cartuchos
- ✓ Pinza para manipulación de vasos
- ✓ Pipeta de 10 ml
- ✓ Potenciómetro digital
- ✓ Regulador de CO<sub>2</sub>
- ✓ Soporte de cartuchos
- ✓ Tanque de CO<sub>2</sub>
- ✓ Termómetro

- ✓ Tubo de alineación

**Reactivos:**

- ✓ Acetona
- ✓ Ácido bórico
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Ácido sulfúrico 1 N
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado, p.a.
- ✓ Anhidro fosfato disódico ( $\text{Na}_2\text{HP04}$ )
- ✓ Borato de sodio ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 6.81 g/L
- ✓ Bromuro de cetiltrimetilamonio (grado técnico)  $\text{C}_{18}\text{H}_{42}\text{BrN}$  20 g/l
- ✓ Butanodiol ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ ) 10 ml/L
- ✓ Carbonato de sodio
- ✓ Cloruro de sodio
- ✓ Decahidrato de borato de sodio ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )
- ✓ EDTA- sal di sódica ( $\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8$ ) 18.61 g/L
- ✓ Etanol al 95%.
- ✓ Éter de petróleo P.E. 40-60°C
- ✓ Éter etílico P.E. 40-60°C
- ✓ Etilendiaminotetraacetato disódico (EDTA, C, OH,  $\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8$ )
- ✓ Etilhexanol ( $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$ )
- ✓ Fosfato di sódico industrial ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) 4.56g/L
- ✓ Hidróxido de sodio
- ✓ Indicador mixto N° 5 o 4.8
- ✓ Lauril sulfato de sodio neutro ( $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_2\text{S}$ )
- ✓ Octanol.
- ✓ Perlas de vidrio
- ✓ Peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % v/v) p.a.
- ✓ Silicona antiespumante o agente antiespumante
- ✓ Sulfato cúprico, p.a.
- ✓ Sulfato de cobre (tabletas o en polvo).
- ✓ Sulfato de potasio (tabletas o en polvo).
- ✓ Sulfato de sodio
- ✓ Sulfito de sodio anhídrido (sulfito de sodio) ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )

- ✓ Sulfito de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )
- ✓ 2-etoxietanol

#### **Buffer “A”**

- ✓ Fosfato de potasio monobásico  $\text{KH}_2\text{PO}_4$
- ✓ Sulfato de magnesio heptahidratado  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- ✓ Cloruro de sodio  $\text{NaCl}$
- ✓ Cloruro de calcio hidratado  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- ✓ Urea (grado reactivo)

#### **Buffer “B”**

- ✓ Carbonato de sodio  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- ✓ Sulfuro de sodio  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

#### **Otros:**

- ✓ Termo (2) capacidad 2 L c/u o 3 – 4 de 1.5 litros
- ✓ Gasas de filtración
- ✓ Vasos de precipitación de 1 y 2 litros
- ✓ Baldes de 5 L
- ✓ Marcadores
- ✓ Papel filtro # 91 o cartucho de celulosa
- ✓ Tamiz de malla de 1 mm
- ✓ Vasos de aluminio

### **4.3 Diseño de investigación**

Se evaluarán las características nutricionales y digestibilidad de subproductos agroindustriales de la región Amazonas. En esta investigación se trabajó con un análisis estadístico descriptivo, con cinco repeticiones ( $n=5$ ) de cada sub producto. Se empleó el Diseño Completamente al Azar DCA, y la prueba de promedios de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). Los datos fueron procesados y analizados mediante el programa estadístico Statistix V.8.

### **4.4 Población, muestra y muestreo**

La población conformada por 11 subproductos agroindustriales más representativos de la Región Amazonas y la muestra fueron tomadas de acuerdo a su importancia,

distribución y disponibilidad en diferentes zonas de la región Amazonas, los lugares fueron seleccionados de acuerdo a su volumen de producción.

### **Lugar de estudio.**

Las muestras se recogieron de las provincias de Bagua (Bagua capital, Aramango, La Peca, El Parco, Cajaruro); Uctubamba (Uctubamba); Rodríguez de Mendoza (Huambo, Omia, Limabamba, Tocuya, Mariscal Benavides); Chachapoyas (El Molino, Chachapoyas); Luya (Luya, Trita, Santo Tomás, Ingulpata) y Bongará (Pedro Ruiz Jazán).

### **Características climáticas**

Provincia de Bagua, presenta un clima Cálido, temperatura es alta, con promedio de 30-32 °C, una mínima de 18 °C y una máxima de 40-43 °C, precipitaciones pluviales son de 600-800 mm por año, Hº 81%, altitud 420 msnm. Provincia de Uctubamba El clima es cálido, templado y húmedo, la temperatura oscila entre 25°C y 35°C, con humedad relativa de 70% a 80% cuya precipitación pluvial es de 1200 a 1800 mm anuales, altitud 450 msnm. Provincia Rodríguez de Mendoza, presenta un clima cálido-húmedo lluvioso, temperatura 24°C, precipitación 2000-3000 mm, %HR 85-88%, altitud 2000 msnm. Provincia de Chachapoyas, presenta un clima templado frío, temperatura 18°C, precipitación 1000-1500 mm, % HR 74, altitud 2335 msnm. Provincia de luya, presenta un clima templado frío, temperatura 17°C, precipitación 1000-1500mm, %HR 70, altitud 2300 msnm. Provincia de Bongará, presenta un clima templado a templado frio, temperatura 20°C, precipitación 1200- 1700 mm, %HR 80, altitud 2200 msnm.

#### **a) Características de espacio físico**

La caracterización nutricional se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal y bromatología de los alimentos del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (IGBI), ubicado en el campus universitario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, ubicado en el Barrio Higos Urco S/N, Chachapoyas, Amazonas, Perú.



## b) Materia prima de estudio.

Tabla 14. Subproductos agroindustriales en estudio

Nombre común	Nombre científico
Semillas de sacha inchi	<i>Plukenetia volúbilis linneo</i>
Semilla de higuera	<i>Ricinus communis</i>
Semilla de Chía	<i>Salvia hispánica</i>
Nielsen de arroz	<i>Oryza sativa</i>
Cascara de Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Polvillo de arroz	<i>Oryza sativa</i>
Bagazo de caña	<i>Saccharum officinarum</i>
Pulpa de café	<i>Coffea arabica</i>
Cascara de cacao	<i>Teobroma cacao</i>
Pulpa de naranja	<i>Citrus aurantium</i>
Vaina de taya	<i>Caesalpinia spinosa</i>

## c) Métodos

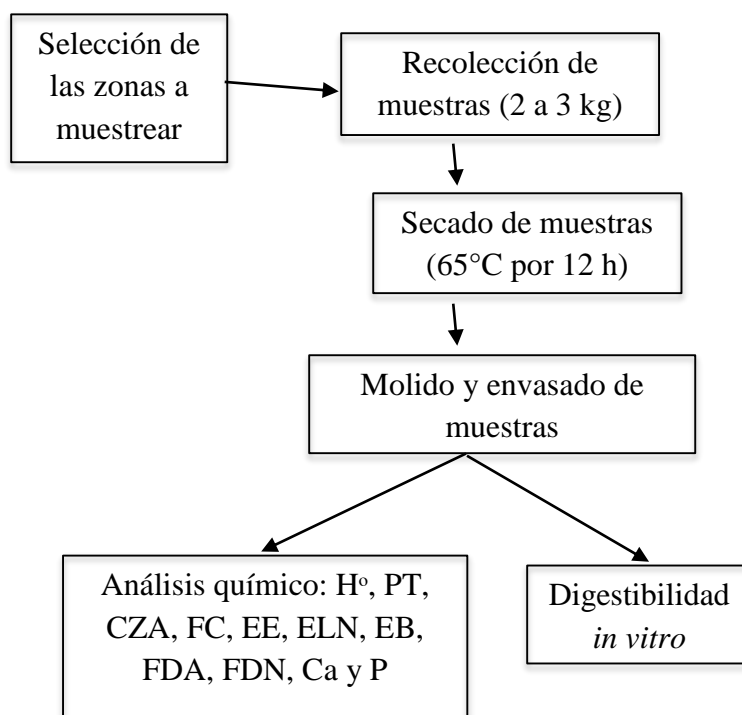
Se utilizó el método inductivo, para evaluar la composición de los subproductos agroindustriales y el método analítico para evaluar y analizar la composición nutricional de cada muestra de sub producto agroindustriales.

Las técnicas utilizadas han consistido en recoger muestras individuales de diferentes lugares para cada sub productos. Registrando información básica, donde cada muestra será evaluada individualmente sus características bromatológicas y nutricionales que se registrarán en fichas de control para que finalmente se analicen los resultados obtenidos en laboratorio.

## d) Procedimiento

Los procedimientos de caracterización bromatológica que se seguirá en el presente trabajo de investigación y subproductos agroindustriales de la región Amazonas, se detallan a continuación.

Figura 2: Esquema para la preparación de muestra para el análisis.



**e) Selección de las zonas a muestrear:**

Las zonas a muestrear se seleccionaron de acuerdo a la producción y disponibilidad de sus subproductos agroindustriales más relevantes.

**f) Recolección de muestras:**

Las muestras fueron tomadas directamente de productores y empresas agroindustriales, centros de producción y procesamiento que generan subproductos, el tamaño de la muestra fue de 2 a 3 kg dependiendo de la concentración de humedad.

En cada lugar se realizó una toma de muestra representativa según protocolos; las mismas que fueron envasadas en bolsas y rotuladas con código, lugar de procedencia y nombre del propietario; se determinó la altitud sobre el nivel del mar y coordenadas del lugar de producción con el uso de un GPS; luego se trasladaron las muestras hasta el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM, para su preparación y análisis.

- g) Pre secado de muestras.** Las muestras fueron picadas (de ser necesario), para un pre secado en estufa (Ecocell, EE.UU.) a 65°C por un periodo de 10 a 12 horas.
- h) Molido de muestras:** Las muestras secadas parcialmente, fueron molidas en un molino de laboratorio con cribas de 3 mm. Después, las muestras fueron almacenadas en frascos con tapa rosca de 200 g, debidamente rotuladas, y enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria La Molina y una contra muestra fue evaluado en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM.
- i) Variables medidas**
- Los diferentes componentes nutricionales evaluados, se ha trabajado en base a metodologías según Association of Official Analytical Chemists. AOAC (2005).

#### **Humedad**

Se determinó por el método de secado en una estufa al vacío a 105°C, por un periodo de 12-24 horas (hasta un peso constante) (método 925.09) según la AOAC.

#### **Proteína Cruda (PT)**

Se determinó mediante el método de Kjeldhal automático, el cual comprende tres fases: digestión, destilación y titulación, obteniendo como resultado final la cantidad de nitrógeno total (método 928.08) según la AOAC.

#### **Extracto etéreo (EE)**

Se determinó por el método de extracción con solvente orgánico mediante el método Soxhlet (método 920.39) según la AOAC.

#### **Fibra cruda (FC)**

Se obtuvo mediante la eliminación de los carbohidratos solubles por hidrolisis a compuestos más simples (Azúcares), mediante la acción de los ácidos y álcalis en caliente (método 962.09) según la AOAC.

#### **Ceniza (CZA)**

Se determinó, mediante la eliminación de materia orgánica por calcinación a 550°C por 7 horas (método 942.05) según la AOAC.

### **Extracto libre de nitrógeno (ELN)**

Obtenida por diferencia, alrededor de 100 del resultado de: humedad, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda y proteína cruda (método 923.03) según AOAC.

### **Calcio (Ca) y fósforo (P)**

El calcio se determinó por la técnica de precipitación como oxalato insoluble de sus soluciones amoniacales (método 927.02). El fósforo se determinó por la técnica de precipitación de fosfatos o pirofosfatos se convierten en ortofosfatos por tratamiento con ácido nítrico. El precipitado se recogió, disolvió en álcali y se retitulo con ácido normal. Las proteínas de origen vegetal contienen fitatos, limitando su disponibilidad del fósforo (método 965.17) según AOAC.

### **Fibra detergente Neutra (FDN)**

Se obtuvo mediante la separación de componentes nutricionales solubles de los que no son aprovechables.

Se determinó el grado de digestibilidad de las fibras, en el alimento la muestra fue digerida en una solución de cetil-trimetil-amonio y ácido sulfúrico y el residuo se consideró como la fibra no digerible (método 937.18) según la AOAC.

### **Fibra detergente Acida (FDA)**

Se obtuvo mediante la separación de componentes nutricionales solubles de los que no son aprovechables.

Se determinó el grado de digestibilidad de las fibras, en el alimento la muestra fue digerida en una solución de acetil-trimetil-amonio y ácido sulfúrico y el residuo se consideró como la fibra no digerible (método 937.19)

**Energía calorífica:** Se obtuvo mediante la bomba calorimétrica: Para determinar el poder calórico, se utilizó el calorímetro Isoperibólico 6200, modelo 6200 estilo 1108 PARR Calorimeter. País de fabricación USA. El procedimiento utilizado se establece en el Anexo 4.

### **Digestibilidad *in-vitro***

Se obtuvo mediante la medición del grado de aprovechamiento de un alimento y la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias adecuadas para la absorción, que comprenden dos procesos, digestión y digestibilidad, en

soluciones de fosfato de potasio monobásico, sulfato de magnesio heptahidratado, cloruro de sodio, cloruro de calcio hidratado, urea, carbonato de sodio y sulfato de sodio en líquido ruminal. (Protocolo de Ankon technology incubadora Daisy II D2015, con certificado de validación de la AOAC)

## V. RESULTADOS

### CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

La evaluación del contenido nutricional de subproductos agroindustriales, constituye una necesidad importante para su inclusión como fuente alimenticia en la producción animal. Los insumos evaluados y los resultados se describen a continuación:

Como resultado de la caracterización nutricional, se muestra el valor nutricional de 11 sub productos agroindustriales, en parámetros como: EE, FC, CZA, ELN, PT, H°, EB, FDA, FDN, minerales como Ca y P, además de digestibilidad, los mismos que fueron evaluados y comparados entre sí. Todos los valores se encuentran expresados en porcentajes.

En el grafico N° 01, nos muestra resultados de sub productos agroindustriales con cantidad de PT donde las oleaginosas, semilla de Sacha Inchi con 28,75% es la más elevada y la más baja lo tiene el grupo de sub productos agroindustriales el bagazo de caña de azúcar con 1,67%.

Figura N° 01 Comparación de Proteína Total (PT)

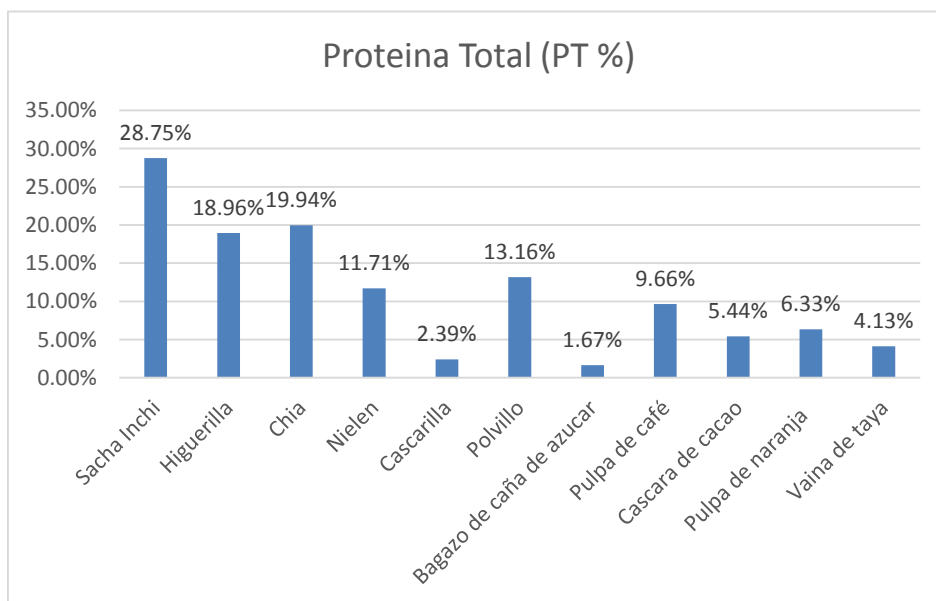
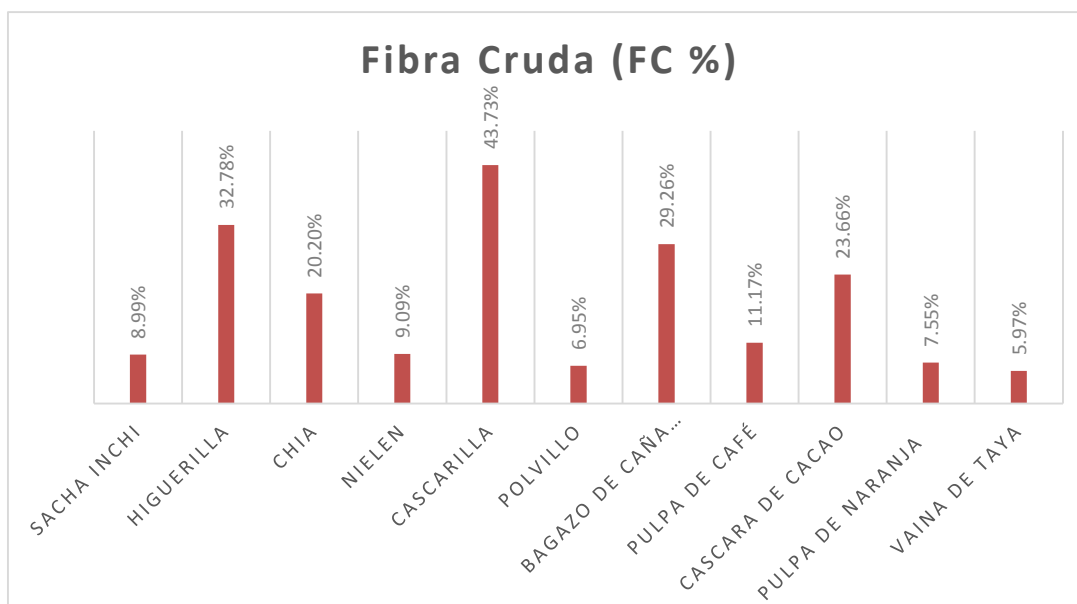


Figura N° 02 Comparación de Fibra Cruda (FC)

Así mismo para FC el valor más alto presenta la cascarilla de arroz con 43,75% seguido de las oleaginosas con valores entre 20,20% y 34,51%, el valor más bajo es para los sub productos entre ellos el más bajo presenta el nielen (arroz quebrado) con 9,09%.



FDA los valores más altos son de chía y cascarilla de arroz con 58,82% y 66,14% respectivamente y los valores más bajos para el nielen con 12,11%.

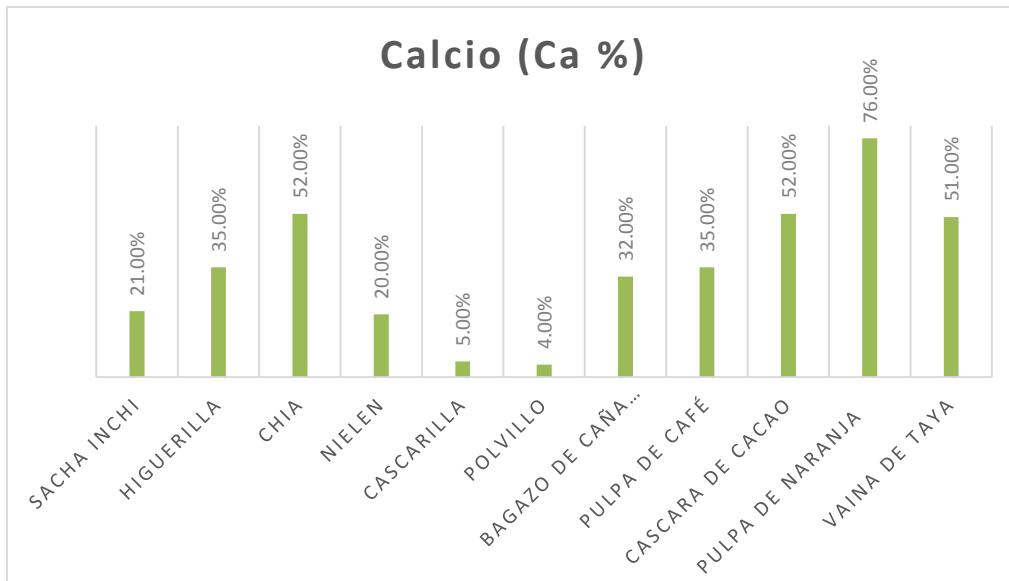
FDN los más altos son de cascarilla de arroz con 76,17% seguido de la chía con 73,21% y el más bajo es el nielen con 19,14%.

Hd el valor más alto es para la pulpa de café con 12,82% y el más bajo para sachá inchi con 2,62%. Pt los insumos más proteicos son las oleaginosas entre estas sobresalen el sachá inchi con 28,75% y la chía con 19,94% el valor más bajo presenta el bagazo de caña con 7,63%.

En el grafico N° 03 de sub productos agroindustriales se muestran los valores de minerales como Ca, encontrando valores de Ca el más elevado es para la pulpa de naranja con 0,76% seguidos de la chía y cascarilla de cacao quienes presentan un valor de 0,52%

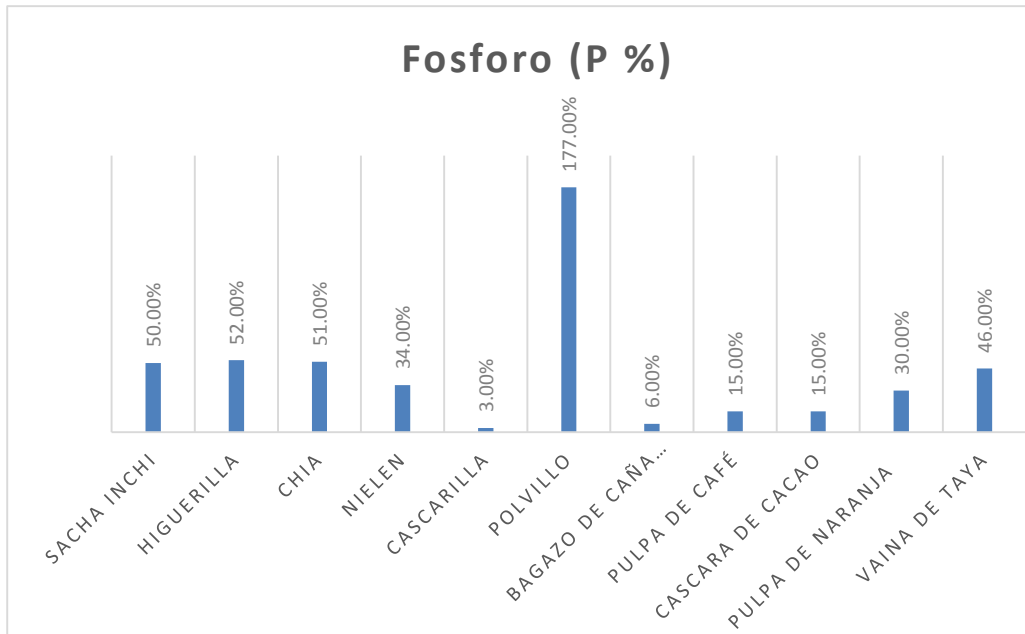
ambos y entre los valores más bajos están los sub productos de arroz presentando todos unos valores de 0,04% y 0,20%. Por otro lado.

Figura N° 03 Comparación de mineral Calcio (Ca %)



En la figura 04 se muestra los contenidos de P de todos los sub productos el valor más alto presenta el polvillo de arroz con 1,77% y el valor más bajo es de la cascarilla de arroz con 0,03%.

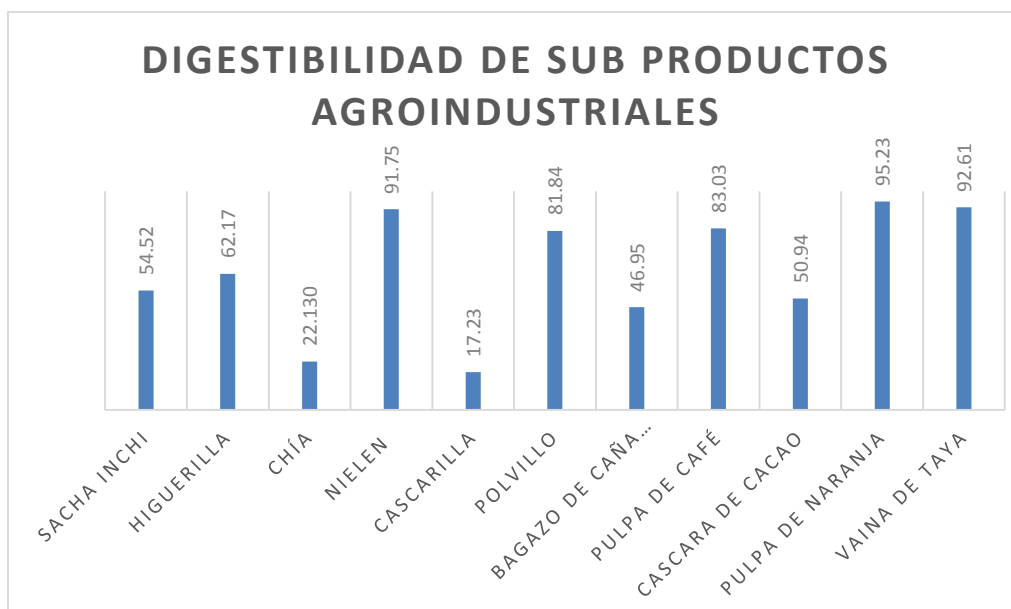
Figura N° 04 Comparación de mineral Fosforo P





En el gráfico N°05 muestra digestibilidad de sub productos agroindustriales en este caso la pulpa de naranja y la vaina de taya con 95,23% y 92,61% respectivamente, son los datos más elevados siendo el menos digestible la cascarilla de arroz con 17,48%.

Figura N° 05 Comparación de Digestibilidad



En la Tabla N° 15 se muestra valores de CZA tenemos como el valor más alto a la cascarilla de arroz con 15,06% seguido de la vaina de taya con 13,99% y el nivel más bajo lo presenta el bagazo de caña de azúcar con 2,14%.

Por otro lado, en EB los valores más elevados presentan las oleaginosas con un valor entre 6 y 7 y el más bajo presenta la cascarilla de arroz con 3.90%.

Además, en valores de EE los más altos lo tienen oleaginosas con valores entre 34,55% y 39,19%, los más bajos valores son de los sub productos entre estos el más bajo presenta el bagazo con 0,40%.

Entre los valores de ELN los que sobresalen son los sub productos presentando valores entre 51,15% y 68,98% sobresaliendo la cascara de taya con el valor más elevado y el valor más bajo es para presentan las oleaginosas entre estas la semilla de chía con 13,67%.

Tabla 15. Valores promedios  $\pm$  desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad in vitro de 11 insumos.

COMPONENTES	Sacha Inchi	Higuerilla	Chía	Nielen	Cascarilla	Polvillo	Bagazo de caña de azúcar	Pulpa de café	Cascara de cacao	Pulpa de naranja	Vaina de taya
CZA %	3.17 $\pm$ 0,34	5.37 $\pm$ 0,64	4.09 $\pm$ 1,17	4.04 $\pm$ 2,26	15.06 $\pm$ 0,52	9.08 $\pm$ 0,71	2.14 $\pm$ 0,20	5.83 $\pm$ 0,76	9.17 $\pm$ 1,61	5.56 $\pm$ 1,77	13.99 $\pm$ 2,62
EB (Mcal/kg)	7.1 $\pm$ 0,24	6.84 $\pm$ 0,24	6.1 $\pm$ 1,09	3.93 $\pm$ 1,15	3.92 $\pm$ 0,29	4.78 $\pm$ 0,85	4.12 $\pm$ 0,12	4.09 $\pm$ 0,17	4.26 $\pm$ 0,07	3.98 $\pm$ 0,28	4.19 $\pm$ 0,10
EE %	39.19 $\pm$ 6,75	34.55 $\pm$ 5,27	37.34 $\pm$ 2,11	2.72 $\pm$ 1,19	0.51 $\pm$ 0,05	18.95 $\pm$ 1,00	0.4 $\pm$ 0,35	1.59 $\pm$ 0,82	1.14 $\pm$ 0,82	0.97 $\pm$ 0,72	0.55 $\pm$ 0,08
ELN %	17.27 $\pm$ 0,84	15.57 $\pm$ 0,61	13.67 $\pm$ 0,73	62.23 $\pm$ 15,20	31.84 $\pm$ 0,53	41.92 $\pm$ 0,55	58.9 $\pm$ 2,96	58.93 $\pm$ 2,05	51.15 $\pm$ 2,12	68.21 $\pm$ 0,84	68.98 $\pm$ 0,39
FC %	8.99 $\pm$ 5,96	32.78 $\pm$ 6,44	20.2 $\pm$ 4,14	9.09 $\pm$ 2,13	43.73 $\pm$ 1,70	6.95 $\pm$ 0,33	29.26 $\pm$ 3,45	11.17 $\pm$ 5,42	23.66 $\pm$ 4,97	7.55 $\pm$ 4,09	5.97 $\pm$ 0,82
FDA %	44.68 $\pm$ 2,07	37.05 $\pm$ 5,08	58.82 $\pm$ 6,55	12.11 $\pm$ 8,81	66.14 $\pm$ 2,02	16.59 $\pm$ 1,11	40.68 $\pm$ 5,15	23.1 $\pm$ 6,26	43.32 $\pm$ 3,71	17.32 $\pm$ 1,59	7.66 $\pm$ 0,65
FDN %	64.34 $\pm$ 0,06	48.03 $\pm$ 1,22	73.21 $\pm$ 0,46	19.14 $\pm$ 2,26	76.17 $\pm$ 0,39	19.62 $\pm$ 0,37	56.63 $\pm$ 0,89	26.31 $\pm$ 0,98	51.13 $\pm$ 0,38	15.87 $\pm$ 1,69	12.67 $\pm$ 2,27
H %	2.62 $\pm$ 0,29	4.46 $\pm$ 0,56	4.76 $\pm$ 1,33	10.21 $\pm$ 2,86	6.46 $\pm$ 0,09	9.93 $\pm$ 1,04	7.63 $\pm$ 0,16	12.82 $\pm$ 1,33	7.44 $\pm$ 0,76	11.38 $\pm$ 0,56	6.37 $\pm$ 0,78
PT %	28.75 $\pm$ 0,07	18.96 $\pm$ 0,21	19.94 $\pm$ 0,04	11.71 $\pm$ 0,27	2.39 $\pm$ 0,01	13.16 $\pm$ 0,02	1.67 $\pm$ 0,15	9.66 $\pm$ 0,23	5.44 $\pm$ 0,09	6.33 $\pm$ 0,10	4.13 $\pm$ 0,09
Ca %	0.21 $\pm$ 0,03	0.35 $\pm$ 0,02	0.52 $\pm$ 0,02	0.2 $\pm$ 0,02	0.05 $\pm$ 0,00	0.04 $\pm$ 0,17	0.32 $\pm$ 0,01	0.35 $\pm$ 0,04	0.52 $\pm$ 0,05	0.76 $\pm$ 0,15	0.51 $\pm$ 0,08
P %	0.5 $\pm$ 0,02	0.52 $\pm$ 0,18	0.51 $\pm$ 0,24	0.34 $\pm$ 0,03	0.03 $\pm$ 0,02	1.77 $\pm$ 0,06	0.06 0,07	0.15 $\pm$ 0,07	0.15 $\pm$ 0,06	0.3 $\pm$ 0,07	0.46 $\pm$ 0,15
Digestibilidad	55.34 $\pm$ 7,75	63.22 $\pm$ 10,75	21.79 $\pm$ 2,97	92.24 $\pm$ 4,43	17.48 $\pm$ 2,26	81.75 $\pm$ 1,60	46.95 $\pm$ 5,19	83.03 $\pm$ 2,27	50.94 $\pm$ 3,42	46.23 $\pm$ 2,05	92.61 $\pm$ 0,38

**a) Comparación nutricional y digestibilidad de semillas de oleaginosas**

Tabla 16. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de semillas de oleaginosas

COMPONENTES	Sacha Inchi	Higuerilla	Chía	valor P
CZA %	3.17 ± 0,34 <sup>a</sup>	5.37 ± 0,64 <sup>a</sup>	4.09 ± 1,17 <sup>a</sup>	0,4244
EB (Mcal/kg)	7.1 ± 0,24 <sup>a</sup>	6.84 ± 0,24 <sup>a</sup>	6.1 ± 1,09 <sup>b</sup>	0,0009
EE %	39.19 ± 6,75 <sup>a</sup>	34.55 ± 5,27 <sup>a</sup>	37.34 ± 2,11 <sup>a</sup>	0,5379
ELN %	17.27 ± 0,84 <sup>a</sup>	15.57 ± 0,61 <sup>a</sup>	13.67 ± 0,73 <sup>a</sup>	0,0738
FC %	8.99 ± 5,96 <sup>b</sup>	32.78 ± 6,44 <sup>a</sup>	20.2 ± 4,14 <sup>ab</sup>	0,0058
FDA %	44.68 ± 2,07 <sup>a</sup>	37.05 ± 5,08 <sup>a</sup>	58.82 ± 6,55 <sup>a</sup>	0,2562
FDN %	64.34 ± 0,06 <sup>ab</sup>	48.03 ± 1,22 <sup>b</sup>	73.21 ± 0,46 <sup>a</sup>	0,0112
H %	2.62 ± 0,29 <sup>b</sup>	4.46 ± 0,56 <sup>ab</sup>	4.76 ± 1,33 <sup>a</sup>	0,0263
PT %	28.75 ± 0,07 <sup>a</sup>	18.96 ± 0,21 <sup>b</sup>	19.94 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,0000
Ca %	0.21 ± 0,03 <sup>a</sup>	0.35 ± 0,02 <sup>a</sup>	0.52 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,0709
P %	0.5 ± 0,02 <sup>a</sup>	0.52 ± 0,18 <sup>a</sup>	0.51 ± 0,24 <sup>a</sup>	0,7716
Digestibilidad	55.34 ± 7,75 <sup>a</sup>	63.22 ± 10,75 <sup>a</sup>	21.79 ± 2,97 <sup>b</sup>	0,0014

Letras diferentes en fila a, b y c, muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Las evaluaciones de componentes bromatológicos muestran que hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la concentración de energía, se muestra el sachá inchi, seguido con 7,10%. Respecto a la FDA se encuentra que el sachá inchi muestra similitud entre las demás oleaginosas, estando por encima la chía con 58,82%. Sobre la FDN, hay diferencia significativa la mayor concentración presenta la chía con 73,21%. Respecto a la concentración de proteína, la mayor concentración presenta el sachá inchi con 28,75%, mientras que la chía e higuerilla no mostraron diferencias significativas. Así mismo en la concentración de Ca la chía con 0,52% mostros mayor concentración. Mientras que, para los demás componentes evaluados, las diferencias no fueron significativas ( $p > 0.05$ ).

## b. Comparación nutricional y digestibilidad de derivados del arroz.

Tabla 17. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de sub productos de Arroz

COMPONENTES	Nielen	Cascarilla	Polvillo	valor P
CZA %	4.04 ± 2,26 <sup>b</sup>	15.06 ± 0,52 <sup>a</sup>	9.08 ± 0,71 <sup>ab</sup>	0,0051
EB (Mcal/kg)	3.93 ± 1,15 <sup>b</sup>	3.92 ± 0,29 <sup>b</sup>	4.78 ± 0,85 <sup>a</sup>	0,0021
EE %	2.72 ± 1,19 <sup>b</sup>	0.51 ± 0,05 <sup>c</sup>	18.95 ± 1,00 <sup>a</sup>	0,0000
ELN %	62.23 ± 15,20 <sup>a</sup>	31.84 ± 0,53 <sup>a</sup>	41.92 ± 0,55 <sup>a</sup>	0,0571
FC %	9.09 ± 2,13 <sup>b</sup>	43.73 ± 1,70 <sup>a</sup>	6.95 ± 0,33 <sup>b</sup>	0,0036
FDA %	12.11 ± 8,81 <sup>b</sup>	66.14 ± 2,02 <sup>a</sup>	16.59 ± 1,11 <sup>b</sup>	0,0013
FDN %	19.14 ± 2,26 <sup>b</sup>	76.17 ± 0,39 <sup>a</sup>	19.62 ± 0,37 <sup>b</sup>	0,0087
H° %	10.21 ± 2,86 <sup>a</sup>	6.46 ± 0,09 <sup>b</sup>	9.93 ± 1,04 <sup>a</sup>	0,0249
PT %	11.71 ± 0,27 <sup>a</sup>	2.39 ± 0,01 <sup>b</sup>	13.16 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,0006
Ca %	0.2 ± 0,02 <sup>a</sup>	0.05 ± 0,00 <sup>a</sup>	0.04 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,4152
P %	0.34 ± 0,03 <sup>b</sup>	0.03 ± 0,02 <sup>b</sup>	1.77 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,0000
Digestibilidad	92.24 ± 4,43 <sup>a</sup>	17.48 ± 2,26 <sup>c</sup>	81.75 ± 1,60 <sup>b</sup>	0,0000

Letras diferentes en fila, a, b, c, muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Las evaluaciones de componentes bromatológicos muestran que hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los análisis de ceniza, la cascarilla con 15,06%, por otro lado, en energía, la mayor concentración presenta el polvillo con 9,08% mostrando similitud entre los otros dos restantes. Respecto al extracto etéreo es el polvillo con 18,95%, en cuanto al extracto libre de nitrógeno el nielen con 62,23% no encontrando diferencia significativa entre cascarilla y polvillo, en cuanto a fibra cruda la cascarilla con 43,73%, en cuanto a FDN y FDA la cascarilla con 76,17% y 66,14% respectivamente. Sobre la digestibilidad, el nielen con 92,24%. Mientras que, para los demás componentes evaluados, las diferencias no fueron significativas ( $p > 0.05$ ).

### c. Comparación nutricional y digestibilidad de sub productos agroindustriales.

Tabla 18. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de sub productos agroindustriales

COMPONENTES	Bagazo de caña de azúcar	Pulpa de café	Cascara de cacao	Pulpa de naranja	Vaina de taya	valor P
CZA %	2.14 ± 0.20 <sup>c</sup>	5.83 ± 0,76 <sup>bc</sup>	9.17 ± 1,61 <sup>b</sup>	5.56 ± 1,77 <sup>bc</sup>	13.99 ± 2,62 <sup>a</sup>	0,0001
EB (Mcal/kg)	4.12 ± 0,12 <sup>ab</sup>	4.09 ± 0,17 <sup>ab</sup>	4.26 ± 0,07 <sup>a</sup>	3.98 ± 0,28 <sup>b</sup>	4.19 ± 0,10 <sup>b</sup>	0,0361
EE %	0.4 ± 0.35 <sup>d</sup>	1.59 ± 0,82 <sup>a</sup>	1.14 ± 0,82 <sup>b</sup>	0.97 ± 0,72 <sup>bc</sup>	0.55 ± 0,08 <sup>cd</sup>	0,0000
ELN %	58.9 ± 2,96 <sup>b</sup>	58.93 ± 2,05 <sup>b</sup>	51.15 ± 2,12 <sup>c</sup>	68.21 ± 0,84 <sup>a</sup>	68.98 ± 0,39 <sup>a</sup>	0,0000
FC %	29.26 ± 3,45 <sup>a</sup>	11.17 ± 5,42 <sup>b</sup>	23.66 ± 4,97 <sup>a</sup>	7.55 ± 4,09 <sup>bc</sup>	5.97 ± 0,82 <sup>c</sup>	0,0000
FDA %	40.68 ± 5,15 <sup>a</sup>	23.1 ± 6,26 <sup>b</sup>	43.32 ± 3,71 <sup>a</sup>	17.32 ± 1,59 <sup>bc</sup>	7.66 ± 0,65 <sup>c</sup>	0,0000
FDN %	56.63 ± 0,89 <sup>a</sup>	26.31 ± 0,98 <sup>b</sup>	51.13 ± 0,38 <sup>a</sup>	15.87 ± 1,69 <sup>bc</sup>	12.67 ± 2,27 <sup>c</sup>	0,0000
H <sup>o</sup> %	7.63 ± 0,16 <sup>bc</sup>	12.82 ± 1,33 <sup>a</sup>	7.44 ± 0,76 <sup>c</sup>	11.38 ± 0,56 <sup>ab</sup>	6.37 ± 0,78 <sup>c</sup>	0,0008
PT %	1.67 ± 0,15 <sup>d</sup>	9.66 ± 0,23 <sup>a</sup>	5.44 ± 0,09 <sup>bc</sup>	6.33 ± 0,10 <sup>b</sup>	4.13 ± 0,09 <sup>c</sup>	0,0000
Ca %	0.32 ± 0,01 <sup>b</sup>	0.35 ± 0,04 <sup>b</sup>	0.52 ± 0,05 <sup>ab</sup>	0.76 ± 0,15 <sup>a</sup>	0.51 ± 0,08 <sup>ab</sup>	0,0231
P %	0.06 ± 0,07 <sup>c</sup>	0.15 ± 0,07 <sup>bc</sup>	0.15 ± 0,06 <sup>bc</sup>	0.3 ± 0,07 <sup>ab</sup>	0.46 ± 0,15 <sup>a</sup>	0,0010
Digestibilidad	46.95 ± 5,19 <sup>c</sup>	83.03 ± 2,27 <sup>b</sup>	50.94 ± 3,42 <sup>c</sup>	46.23 ± 2,05 <sup>a</sup>	92.61 ± 0.38 <sup>ab</sup>	0,0000

Letras diferentes en fila a, b, c, muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

La evaluación de componentes bromatológicos muestran que hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los análisis de CZA la vaina de taya con 13,99%, EB más la cascara de cacao con 4,26%, EE la pulpa de café con 1,59%, ELN es la vaina de taya con 68,98%, el sub producto con más FC es el bagazo de caña con 29,26%, FDN y FDA con la caña de azúcar con 56,63% y 40, 68% respectivamente, el sub producto con mayor HD es la pulpa de café con 12,82%, para PT el más proteico es la pulpa de café con 9,66% , en cuanto a los minerales como Ca la para pulpa de naranja con 0,76%, en cuanto al P la vaina de taya con 0,46%, para digestibilidad la pulpa de naranja con 95,23%.

## VI. DISCUSIONES

Hurtado (2013), mostró un contenido de proteínas, grasas y digestibilidad *in vitro* en semilla de sachá inchi de 29.85%, 42.57% y 67.62%; respectivamente, acercándose a nuestros valores encontrados de 28.75%±0.1, 39.19%±6.7 y 55.34%±7.8 de proteínas, extracto etéreo y digestibilidad *in vitro*; respectivamente, esta cercanía en valores puede deberse al método usado para la determinación de los análisis nutricionales.

Duarte *et al.* (2008), indican que la torta de higuierilla puede ser usada en la dieta de ovejas como un alimento rico en proteína, recomendando hasta un 8% en la ración total sin que cause reducción en el consumo y digestibilidad, (Deus de O & Tavares. 2011) reportaron un 32% de proteína en torta de higuierilla difiriendo con nuestro resultado que fue de 18.96%±0.2 esto puede deberse a la variedad de la semilla y los factores medio ambientales en las que se desarrolló la planta, además de la forma de presentación y disponibilidad de nutrientes.

Ayerza & Cortes, (2011), determinaron un rango para la determinación de proteína en semilla de chía, este resultado fue entre 19 y 26 % estando nuestros resultados entre el rango establecido con 19.94%±0.0. (Jiménez, 2013) indica que en la actualidad la semilla de chía es de gran interés gracias a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, fibra, proteína y antioxidantes y que puede ser considerado como insumo para la alimentación animal. Sachá inchi.

Gayo (2013), indica que el nielen o arroz quebrado puede ser usado en la dieta de animales en hasta el uno por ciento de su peso vivo, pero teniendo especial cuidado que los animales coman parejo, para no tener problemas de acidosis, también indico que la proteína del nielen está en un 8%, acercándose a los resultados encontrados en este estudio que fue de PT: 8,65, (Bernal *et al.* 2017), reporta valores de PT: 8,65; EE: 1,12; FC: 0,26; CZA: 0,78; ELN: 75,85; Ca: 0,026; P: 0,198, siendo estos resultados cercanos a los nuestros PT: 11,71%; EE: 2,72%; CZA: 4,04%; FC: 9,09%; ELN: 62,23; Ca: 0,2; P: 0,34, quizá esta cercanía se debe a al método usado para la determinación de los análisis.

Gayo (2013), indico que la cascarilla de arroz es un sub producto que se está aprovechando cada vez más en la dieta de animales rumiantes, (Cuadrado & Shimada, 1981), reportaron valores de proteína bruta y fibra cruda con 2.6 y 47.28 respectivamente;

acercándose a nuestros resultados de FC: 43.73% y PT 2,39%, esto se puede deber al método usado para dicho estudio, por otro lado (Juliano, 1994) reporto en su estudio que la cascarilla de arroz tiene 3% de proteína, estando este resultado ligeramente por encima de nuestro resultado.

Gayo (2013), indico que el polvillo de arroz es fuente energética, en todas las especies sobre todo en los rumiantes, dado a su alto contenido de grasas y fibra de 12-15% y 17.5% respectivamente; difiriendo con nuestros resultados de EE: 18,95% y FC: 6,96%, esto puede deberse al tipo de proceso de pulido para su obtención como polvillo de arroz, (Fernández, 1014), reporto valores de PB y EE con 13.8%, 7-22% y 2.5-2.8 kcal/kg PT: 13.41% y EE: 18.95% estando nuestros valores dentro del rango establecido por este autor, asimismo los valores reportados por (Cuadrado, 2008), indica resultados de PT, FB y EE de 11,5%, 4.4% Y 8.4% acercándose también a nuestros resultados.

Martin (2004), en su estudio sobre bagazo de caña de azúcar reporto volares de PT, FC y Digestibilidad *in vitro* valores de 2-2.3%, 43.5-53.7% y 44-48.2% respectivamente; difiriendo con nuestros resultados de PT: 1,67%, FC: 29,26%, pudiendo ser por factores medio ambientales o variedad de la materia prima, pero acercándose a nuestro valor de digestibilidad *in vitro* que fue de y 46,95%, (Villar, 2010) reporto valores de PT Y Digestibilidad *in vitro* con 1.7% y 55% respectivamente; acercándose a nuestro resultado en proteína pero difiriendo levemente con nuestro resultado de digestibilidad esto puede deberse al método usado para la determinación de la digestibilidad *in vitro*.

Rodríguez, (2003), indico que la pulpa de café es un alimento interesante ya que contiene 4.3% de PT, 1.57% de EE y 26.43 de FC, difiriendo con nuestros resultados de PT: 9.66%, EE: 1,59% y FC: 11,17%, esto pudo deberse a la variedad de la materia prima (el café), al medio ambiente, tipo de manejo de la planta entre otros factores, (Blandón Castaño *et al.*, 1999) reporto valores de FC: 11,43; PT: 11; EE: 1,60; difiriendo con nuestros resultados.

Larragan, (1958) indico haber hecho uso de la cáscara de cacao como forraje en el engorde de bovinos, como ingrediente básico en concentrados, para el engorde de novillos, con un consumo "ad libitum" el incremento del peso vivo de los animales fue sorprendentemente altos, (Bernal *et al.*, 2017) reporto valores de PT: 8,88; EE: 0,54 y FC: 13,39, estos valores son cercanos a los nuestros PT: 5.44; EE:1.14 Y FC: 23.66,

(Murillo & Quilambaqui., 2004) quienes reportan FC: 25 y PT 13, difiriendo con esta investigación en el valor de proteína pudiendo ser por la edad de la planta y la época de cosecha.

Fernández, (2014) indico la alternativa de ensilar la pulpa de naranja fresca, especialmente a fin de evitar su carencia en épocas del año en que no trabajan las plantas de extracción de jugo (noviembre-febrero, hemisferio sur), resulta una práctica adecuada y relativamente de fácil aplicación, que no produciría variaciones importante en sus características nutricionales, al tiempo que se aprecia una mejora en su palatabilidad. La palatabilidad es buena y la digestibilidad elevada con un valor energético similar a la cebada (Domínguez, 2013), por otro lado (González et al., 2013). Reporto que la pulpa de naranja contiene PT 8.64% y grasas 1.79%, difiriendo con nuestros resultados los cuales fueron PT: 6,33% y EE: 0,97%, pudiendo ser por el método usado para su proceso, (Bernal *et al.*, 2017) reporto valores de PT: 5,38; EE: 1,02 y FC: 8,31, acercándose a nuestros valores obtenidos, (Fernández, 2014) reporta Digestibilidad: 71,6 y PT: 7 difiriendo con nuestros resultados pudiendo ser por la variedad de la planta y la edad de la misma.

Basurto, (2006) indico que el germen de taya puede ser usado como hepatoprotector para el sistema nervioso en productos veterinarios, también reporto valores de PT: 7.17, FC: 5.3 y EE: 2.01, difiriendo con nuestros resultados de PT: 4,13%, FC: 5,97% y EE: 0,55%, esto puede deberse a la edad de la planta, época de cosecha y factores medio ambientales en el desarrollo de la planta.



## VII. CONCLUSIONES

La semilla de sacha inchi es la semilla que sobresale entre las semillas de oleaginosas, por presentar mayores valores nutricionales entre estas, teniendo una gran posibilidad de incursionar en la agroindustria como suplemento alimenticio para rumiantes o monogástricos, esto constituye una solución para disponer de su subproducto agroindustrial adecuadamente y aprovecharlo en su totalidad.

Entre los derivados del arroz, los sub productos más importantes para la alimentación animal son: polvillo y nielen, siendo el polvillo un alimento propenso a enranciarse por su elevado contenido de grasa, por otro lado el nielen a pesar de ser un alimento energético pero bajo en proteína limita su consumo por el tamaño de partículas que presenta el mismo, las cuales después de la ingesta son fermentados muy rápidamente en el rumen por las bacterias que atacan rápido y por los ácidos que se forman en el rumen, disminuye mucho el pH y se dan problemas de acidosis, en monogástrico es más usado.

Entre los sub productos agroindustriales los sub productos que más resaltan para la alimentación animal son: pulpa de café, pulpa de naranja y vaina de taya por sus contenidos nutricionales y por presentar mayor porcentaje de digestibilidad *in vitro*, siendo la pulpa de café el sub producto con mayor nivel proteico.

## VIII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios complementarios en niveles de compuestos anti nutricionales, para darles un uso adecuado en la alimentación animal y disminuir el impacto ambiental generado por efluentes e inadecuado uso de dichos subproductos.

Estandarizar los análisis químicos nutricionales según la Asociación Oficial de Químicos Agrícolas (AOAC), para obtener datos estándares y poder establecer un rango para cada uno de los análisis nutricionales de los sub productos agroindustriales. Asimismo, debe ser necesario realizar digestibilidad *in vivo* con la finalidad de evaluar la respuesta en diferentes especies domésticas, a fin de determinar los niveles de uso máximos permisibles sin que afecte los índices productivos estándares de cada especie doméstica.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, J. (1989). Aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Sitio argentino de producción animal, Argentina, pag 10:1.
- AOAC Association of Official Analytical Chemists. (2005). Official Methods icial Methods of Analysis, cap 968.28,44,17, cap. 3. 2. 05.
- Ayerza R & Coates W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Ind Crop Prod.* 2011; 34:1366-71.
- Ayerza, R., & Wayne, C. (2004). Protein and oil content, peroxide index and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) grown in six tropical and sub-tropical ecosystems of South America. *Tropical Science*, pag 43.
- Basurto, L. (2006). Todo sobre la tara *caesalpinia spinosa* o *caesalpinia trinctoria* la tara. Lima - Perú.
- Bernal, W., Maicelo, J., & Yoplac, I. (2017). Caracterización Bromatológica de insumos no tradicionales para la alimentación animal en la región Amazonas. *RICBA (Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal)*, 27 - 32.
- Benítez, R., Coronel, C., Hurtado, A. & Martín, J. (2015). Composición de la cáscara de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y alternativas para uso como subproducto agroindustrial. Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia.
- Betancourt, L., Pareja, R., Conde Pulgarín, A., Castellanos, Á. F., Moren, D., & Aguilar, F. (2011). Amamantamiento restringido y destete precoz en terneros. *Nutrición y alimentación animal*, pág. 465 - 466.
- Blandón Castaño, G., & et al. (1999). Caracterización microbiológica y físico-química de la pulpa de café sola y con mucílago, en proceso de lombricompostaje. Bogotá – Colombia: Cenicafé.

- Capitani, M., Spotorno, V., Nolasco, S., & Tomás, M. (2012). Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *Food Sci Technol-Leb*, 94 - 102.
- Cárdenas, G. (2011). Subproductos en la alimentación animal. Artículos técnicos [muyang.com](http://muyang.com), 10.
- Carpenter, M. (2010). Diferencias entre una fibra detergente ácida y una fibra detergente neutra. Disponible en: [http://www.ehowenespanol.com/diferencias-fibra-detergente-acida-fibra-detergente-neutra-info\\_279593/](http://www.ehowenespanol.com/diferencias-fibra-detergente-acida-fibra-detergente-neutra-info_279593/)
- Cuadrado, L. (2008). Valoración energética de polvillo de arroz y afrecho de trigo utilizado en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus*). Riobamba - Ecuador.
- Cuaron, L., & Shimada. P., (1981). Manipulación de la fermentación en. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 177 - 186.
- Deus de O, N. & Tavares, M. (2011). Allergens and toxins from oleaginous plants: problems and solutions, environmental impact of biofuels. *Allergens and toxins from oleaginous plants: problems and solutions. Environmental impact of biofuels*, 1 - 29.
- Dominguez, P. (2013). Desperdicios Procesados y Subproductos Agroindustriales y de Pesca en la Alimentación Porcina en Cuba. Instituto de investigaciones porcinas, 10.
- Duarte, M., Delmondes, M. A., & Severino, L. S. (2008). Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal. III Congreso Brasileiro de Mamona. Energía y ricinoquímica, Salvador.
- Fernandez, A. (2014). Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos en carne y leche bovina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires E. E. Agropecuaria Bordenave, Bordenave.
- Furtado, R., Carneiro, M., & Candide, M. (2012). Valor nutritivo de las dietas de semillas de ricino sometido a métodos alternativos de desintoxicación para las ovejas. *Ciencia y tecnología de los animales y la inspección de productos de origen animal. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, Brasil.
- Gasa, J., & Castillo, C. (1992). Criterio de utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. *Hojas divulgadoras*, 24.

- Gayo, J. (2013). Los subproductos del arroz en la alimentación del ganado. Plan Agropecuario, Ucayali - Perú.
- Gonzales, A., Lucero, F., Zárate, P., Hernández, J., Ibarra, M., Limas, A., & Martínez, J. (2013). Evaluación del valor nutritivo de la pulpa de naranja fresca almacenada durante siete días. *Zootecnia trop*, 8.
- Hamaker, B. (1992). Amino acid and fatty acid profile of the Inca peanut. American association of cereal chemist.
- Hurtado, Z. (2013). Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de Sacha inchi (*plukenetia volubilis*) cultivada en Colombia. Universidad Nacional de Colombia facultad de ciencias agropecuarias, Escuela de posgrados Palmira, Colombia.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2017.
- Jaramillo, Y. (2013). La chía (*salvia hispanica* L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables Corporación Universitaria Lasallista Facultad de Ingenierías Especialización en Alimentación y Nutrición Caldas- Antioquia.
- Jiménez, P., Masson, L., & Quitral, V. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2), 155-160.
- Juliano, O. (1994). El arroz en la nutrición humana. Instituto internacional de investigación sobre el arroz (FAO). Roma.
- Larragan, Armando. (1958). La cascara de cacao en el engorde de bovinos. Instituto interamericano de ciencias agrícolas Turrialba. Costa Rica.
- Martín, P. C. (2004). La alimentación del ganado vacuno con caña de azúcar y sus subproductos. Cuba: Edica.
- Martínez, M., Marín, M., Salgado, C., Revol, J., & Penci, M. (2012). Chia (*Salvia hispanica* L.) oil extraction: Study of processing parameters. *Food Sci Technol-Leb*. 2012; 47:78-82.

- Mondragón, I. (2009). Estudio farmacognóstico y bromatológico de los residuos industriales de la extracción del aceite de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha inchi). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.
- Murillo, I. & Quilambaqui, M. (2004). Evaluación de 2 Dietas Experimentales con Diferentes Niveles de Cascarilla de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en las Fases de Crecimiento y Acabado de Cuyes (*Cavia porcellus* L.). Guayaquil, Ecuador.
- Noriega, A., Silva, R., & García, M. (2008). Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootecnia Trop.*, 411 - 419.
- Ojeda, F., & Càceres, O. (2002). Principales avances en la utilización de los subproductos agroindustriales. Principales avances en la utilización de los subproductos agroindustriales., 25.
- Osorio-Villazon, M., & Rojas-Vilardi, F. (2010). Introduccion al proceso de subproductos. *Consumer Eroski.*, Consumer Eroski.
- Pérez de Cuellar, J. (2012). Inca Inchi, tantos beneficios del Perú... proyecto omega. Agroindustrias Amazónicas. Feria Internacional Agroindustrial Quito.
- Porres, C., Álvarez, D. & Calzada, J. (1993). Caffeine reduction in coffee pulp through silage. *Biotech. Adv.*, 11, 519-523.
- Reátegui, V., Flores, J., Ramírez, J., Yalta, . . . D'Azevedo, A. (2010). Evaluación de la Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) y su uso como fuente alternativa y proteica en la alimentación de pollos de engorde y gallinas de postura en Zungaro Cocha - UNAP". Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú.
- Rodríguez, N. ( 2003). Ensilado de pulpa de café. Colombia .
- Rosales, J. M., & Tang, T. (1996). Composicion quimica y digestibilidad de los insumos alimenticios de la zanza de Ucayali. *Folia Amazonica* vol 8(2), 15.
- Roussos, S., Aquiahualt, M., Trejo- Hernández, M., Gaime- Perraud, I., Favela, E., Ramakrishna, M., Raimbault, M., & Viniegra, G. (1995). Biotechnological management of coffee pulp- isolation, screening, characterization, selection of caffeine-degrading fungi and natural microflora present in coffee pulp and husk. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 42, 756 – 762.

- Salmones, D.; Mata, G. y Waliszewski, K. N. (2005). Comparative culturing of *Pleurotus* spp. on coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation. *Bioresource Technology*, 96, 537-544.
- Severino, L. S. (2005). Que sabemos sobre a torta da mamona. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil.
- Villar, J. (2010). Alimento animal y energía de la caña de azúcar ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana Cuba, Cuba.
- Weber, C., Gentry, H., Kohlhepp, E., & McCrohan P. (1991). The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. *Ecol Food Nutr.* 1991; 26:119-25.
- Yepes, S., Pandey, A., Soccol, C. R., Nigam, P., Brand, D., Mohan, R. & Roussos, S. (2008). valorización de residuos agroindustriales – frutas – en medellín y el sur del valle del aburrá, colombia. colombia. *Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. Biochemical Engineering Journal*, 6, 153-162.

## ANEXOS



# ANEXO 1

## LUGARES DE RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

### Secuencia fotográfica de la recolección de las muestras

Recolección de muestras en los lugares de mayor producción de la región amazónica.

Recolección de bagazo de caña de azúcar



Recolección de pulpa de café



Recolección de pulpa de naranja



Recolección de cascara de cacao



Recolección de higuera



Recolección de taya



## ANEXO 2

### Secado, molido y envasado de muestras

Secado de muestras en estufa a 70 °C por 24



Rotulado envasado y embolsado de las muestras de sub productos



## ANEXO 3

### Determinación de la caracterización química y análisis proximal

#### DETERMINACIÓN DE ENERGÍA BRUTA

Balanza de precisión 0.01



Bomba calorimétrica



#### DETERMINACIÓN DE GRASAS



#### DETERMINACIÓN DE FIBRA



#### DETERMINANDO FDN Y FDA

Muestra en solución de FDA



Muestra en solución de FDN



DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA



DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO

Pesado de bolsas filtro



Rotulado de bolsas filtro



Pesado de las muestras en las bolsas filtro



Filtrado del inculo ruminal



Inculo ruminal + buffer A y B + bolsas filtro



Tiempo de incubación 48 horas



## ANEXO 4

### DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

#### PROCEDIMIENTO

- Efectuar el análisis en duplicado
- Colocar la cápsula destapada y la tapa durante al menos 1 hora en la estufa a la temperatura de secado del producto.
- Empleando pinzas, trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar durante 30 a 45 min. Pesar la cápsula con tapa con una aproximación de 0.1 mg. Registrar **(m1)**.
- Pesar 5 g de muestra previamente homogeneizada. Registrar **(m2)**.
- Colocar la muestra con cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura y tiempo recomendado 105 °C x 5 - 7 horas.
- Tapar la cápsula con la muestra, sacarla de la estufa, enfriar en desecador durante 30 a 45 min.
- Repetir el procedimiento de secado por una hora adicional, hasta que las variaciones entre dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg **(m3)**.

#### CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

La humedad del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ humedad} = \frac{m2 - m3}{m2 - m1} \times 100$$

**Donde:**

**m1** = masa de la capsula o vaso vacío en gramos

**m2** = masa de la capsula o vaso con la muestra antes del secado, en gramos

**m3** = masa de la capsula o vaso + muestra desecada, en gramos

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con los decimales.

Repetibilidad: la diferencia de los resultados no debe ser superior al 5% del promedio

En el informe de resultado, se indicara método utilizado, identificación de la muestra, temperatura, tiempo de secado y resultado promedio obtenido de las muestras en duplicado.

Peso final: 343270 g

$$\% \text{ Materia seca} = 100 - \% \text{ Humedad}$$

## DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA

- **preparación de la muestra:** Homogenizar, secar  $105 \pm 2$  °C en estufa de aire o a 70 °C al vacío, de acuerdo a las técnicas indicadas en la referencia, considerando el tipo de muestra.
- Pasar por un tamiz de malla de 1 mm.
- Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 1%
- **Digestión Alcalina:** Pesar a 0.1 mg alrededor de 1 g de muestra exenta de grasa, en el crisol de vidrio (secado y tarado), realizar el análisis por duplicado.
- Agregar 150 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0.255 N, hirviendo o precalentado, 3 – 5 gotas de antiespumante y perlas de vidrio
- Dejar hervir por un periodo de 30 minutos, desde el inicio de la ebullición
- Luego filtrar o drenar el ácido sulfúrico con agua destilada caliente (hacer un lavado de 3 repeticiones, hasta que cese la reacción ácida.
- Dejar hervir por un periodo de 30 minutos, desde el inicio de la ebullición
- Luego filtrar o drenar el hidróxido de sodio con agua destilada caliente (hacer un lavado de 3 repeticiones, hasta que cese la reacción alcalina.
- Realizar un último lavado con agua desionizada fría destinada a enfriar los crisoles.
- Lavar 3 veces el contenido de filtro con 25 ml de acetona, agitar cada muestra por aire comprimido.
- Retirar los crisoles del extractor de fibras, llevarlos a una estufa a  $105 \pm 2$  °C, durante 3 horas hasta obtener un peso constante. Para luego llevarlo a un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener temperatura ambiente. **Este peso representa el contenido de fibra cruda más cenizas (F1)**
- se llevara los crisoles a un horno mufla y se incineraran a  $550 \text{ °C} \pm 20^\circ \text{ C}$ , por un periodo de 5 a 7 horas.
- Retirar los crisoles contenido la ceniza, para ser puestos en un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener T° ambiente en las muestras. **Este peso representa la cantidad de cenizas en la muestra (F2)**. La cantidad de la muestra que se use depende de la naturaleza de ella y el equipo a utilizar.

## CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

La cantidad de fibra cruda del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ FIBRA CRUDA.} = \frac{f1 - f2}{W} \times 100$$

**Donde:**

**f1** = es el peso del vaso con el residuo de fibra extraída del extractor y sometida a estufa

**f2** = Es el peso del crisol + cenizas, después de haber sido incinerado.

**W** = Es la cantidad de muestra utilizada en el análisis correspondiente.

## DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETereo

### PROCEDIMIENTO

- **preparación de la muestra:** En muestras con mucha humedad homogeneizar y secar a 103+ °C en estufa de aire, considerando el tipo de muestra.
- Moler y pasar por tamiz de malla de 1 mm
- **Determinación:** Poner a secar en una estufa 103 ±2 °C los vasos de aluminio a utilizar por un periodo de 30 minutos, para luego llevarlo a un desecador, hasta enfriara a T° ambiente, y luego pesarlo. **(p1)**
- Pesar de 2 a 5 (estandarizado 3) gramos de la muestra preparada en el cartucho de celulosa o papel filtro (tarado). **(p)**.
- Pesar en balanza de precisión con exactitud de 0.0001 mg. (Los cartuchos se deben manipular con guantes o con pinzas para evitar interferir en los datos de grasa. Si se utiliza papel filtro empaquetarlo para luego ser trasportado al cartucho de celulosa)
- Colocar los cartuchos contenido la muestra en el extractor de grasa adherido al soporte de cartuchos
- Adicionar 50 A 60 ml de hexano o éter de petróleo a cada muestra (vaso de aluminio) y ponerlo en el equipo para empezar el proceso
- fijar el programa adecuado, y encender el equipo de refrigeración, para dar inicio al proceso de determinación de grasa total.

- el proceso de extracción dura aproximadamente 3 horas, tiempo en el cual el solvente calentado a 120°C, va pasando por las muestras para extraer la grasa. el solvente con la grasa disuelta caen en el vaso de aluminio y se evapora, siendo recuperado al pasar por el serpentín de refrigeración.
- la grasa extraída queda depositada en el vaso de aluminio.
- trascurrido el tiempo de extracción sacar los vasos del equipo e introducir a una estufa a  $103 \pm 2$  °C, por un periodo de 2 a 3 horas, con la finalidad de eliminar algún residuo hexano o éter de petróleo.
- Retirar los vasos de la estufa, contenido la grasa a un desecador con desecante (sílice gel), hasta enfriara a T° ambiente, y luego pesarlo.(P2)

### **CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS**

La cantidad de grasa del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ GRASA O E. E.} = \frac{p1 - p2}{p} \times 100$$

**Donde:**

**P1** = es el peso del vaso con el extracto etéreo o residuos de grasa de la muestra

**p2** = peso del vaso vacío

**p** = es el peso de la muestra empleada. el valor de grasa obtenida corresponde al % de G en el 100% de la materia seca, por lo que en aquellos alimentos que se consuman en frescos los valores deber ser expresados peso fresco realizado la corrección correspondiente con el porcentaje de humedad



## DETERMINACIÓN DE CENIZA

### PROCEDIMIENTO

- Efectuar el análisis en duplicado
- Colocar la cápsula limpia en la estufa a 105 ° C, llevarlo la cápsula a un desecador para que se enfríe a temperatura ambiente y pesarlo, siempre empleando pinzas de metal para prevenir la absorción de humedad.
- Pesar al 0.1 mg en una capsula previamente secada, pesada y tarada ( **m0**) 2 gramos de muestra homogenizada (**m1**)
- Precalcinar previamente la muestra para evitar la inflación en una placa calefactora, luego colocar en la mufla e incinerar a 550 °C por 8 horas, hasta cenizas blancas o grisáceas
- Pre enfriar en la mufla apagada y si no se logra cenizas blancas o grisáceas, humedecerlas con agua destilada, secar en baño de agua y someter nuevamente a incineración.
- Retirar las muestras de la mufla a un desecador dejar enfriar y pesar ( **m2**)

### CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

La humedad del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{m2 - m0}{m1 - m0} \times 100$$

**Donde:**

**m2** = masa en gramos de la cápsula con las cenizas

**m1** = masa en gramos de la capsula con la muestra

**m0** = masa en gramos de la capsula vacía

Promediar los valores obtenidos y expresar en resultado con 2 decimales.

Repetibilidad: la diferencia de los resultados no debe ser superior a 2% del promedio

## DETERMINACIÓN DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO

### DESARROLLO DEL PROCESO

- **preparación de la muestra:** Homogenizar, secar en estufa de aire o a  $70 \pm 2$  °C al vacío, de acuerdo a las técnicas indicadas en la referencia, considerando el tipo de muestra.
- Pasar por un tamiz de malla de 1 mm.
- Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 1% o lavar con acetona
- Pesar con precisión de 0.1 mg. 1 g de muestra exenta de grasa, en el crisol de vidrio (secado y tarado), realizar el análisis por duplicado.
- Agregar 150 ml de la solución detergente acida ( mezcla de bromuro de cetiltrimetilamonio + ácido sulfúrico), hirviendo o precalentado, 3 – 5 gotas de antiespumante y perlas de vidrio
- Dejar hervir por un periodo de 60 minutos, desde el inicio de la ebullición
- Luego filtrar o drenar la solución detergente acida con agua destilada caliente (hacer un lavado de 3 repeticiones, hasta que cese la reacción.
- Realizar un último lavado con agua des ionizada fría destinada a enfriar los crisoles.
- Lavar 3 veces el contenido de filtro con 25 ml de acetona, agitar cada muestra por aire comprimido.
- Retirar los crisoles del extractor de fibras, llevarlos a una estufa a  $105 \pm 2$  °C, durante 3 horas hasta obtener un peso constante.
- Retirar los crisoles con muestra a un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener temperatura ambiente y pesarlos. **(W3)**
- colocar la muestra en un crisol para ser incinerados en un horno mufla y se incineraran a  $550 \text{ °C} \pm 20 \text{ °C}$ , por un periodo de 5 a 7 horas.
- Retirar los crisoles contenido la ceniza, para ser puestos en un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener T° ambiente en las muestras. **(W4)**
- La cantidad de la muestra que se use depende de la naturaleza de ella y el equipo a utilizar.

### CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

La cantidad de fibra cruda del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ FIBRA CRUDA.} = \frac{f1 - f2}{W} \times 100$$

**Donde:**

**f1** = es el peso del vaso con el residuo de fibra extraída del extractor y sometida a estufa

**f2** = Es el peso del crisol + cenizas, después de haber sido incinerado.

**W** = Es la cantidad de muestra utilizada en el análisis correspondiente.

## **DETERMINACIÓN DE FIBRA DETERGENTE ACIDO**

### **DESARROLLO DEL PROCESO**

- **preparación de la muestra:** Homogenizar, secar en estufa de aire o a  $70 \pm 2$  °C al vacío, de acuerdo a las técnicas indicadas en la referencia, considerando el tipo de muestra.
- Pasar por un tamiz de malla de 1 mm.
- Extraer con éter de petróleo sí el contenido de grasa es superior al 1% o lavar con acetona
- pesar el crisol vacío libre de humedad (**W1**)
- Pesar con precisión de 0.1 mg. 1 g de muestra exenta de grasa, en el crisol de vidrio (secado y tarado), realizar el análisis por duplicado.
- Agregar 150 ml de la solución detergente acida (mezcla de bromuro de cetiltrimetilamonio + ácido sulfúrico), hirviendo o precalentado, 3 – 5 gotas de antiespumante y perlas de vidrio
- Dejar hervir por un periodo de 60 minutos, desde el inicio de la ebullición
- Luego filtrar o drenar la solución detergente acida con agua destilada caliente (hacer un lavado de 3 repeticiones, hasta que cese la reacción.
- Realizar un último lavado con agua des ionizada fría destinada a enfriar los crisoles.
- Lavar 3 veces el contenido de filtro con 25 ml de acetona, agitar cada muestra por aire comprimido.
- Retirar los crisoles del extractor de fibras, llevarlos a una estufa a  $105 \pm 2$  °C, durante 3 horas hasta obtener un peso constante.
- Retirar los crisoles con muestra a un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener temperatura ambiente y pesarlos. (**W2**)
- colocar la muestra en un crisol para ser incinerados en un horno mufla y se incineraran a  $550$  °C  $\pm 20$  °C, por un periodo de 5 a 7 horas.

- Retirar los crisoles contenido la ceniza, para ser puestos en un desecador con deshidratante adecuado, hasta obtener T° ambiente en las muestras. (**W3**)
- La cantidad de la muestra que se use depende de la naturaleza de ella y el equipo a utilizar.

### **CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS**

La cantidad de Fibra Detergente Acida del producto expresado en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ FDA tal cual} . = \frac{W2 - W1}{W} \times 100$$

$$\% \text{ FDA en base a materia seca} . = \frac{W2 - W1}{W} \times 100 \times \text{materia seca}$$

*% FDA en base a materia seca de la materia organica .*

$$= \frac{W2 - W3}{W} \times 100$$

#### **Donde:**

**W1** = peso crisol sin humedad y vacío.

**W2** = peso del residuo (muestra) sacado en estufa más fibra

**W** = cantidad de la muestra utilizada en el análisis correspondiente.

**W3** = peso del crisol más la fibra digerida calcinada.

### **DETERMINACION DE ENERGÍA**

- En el recipiente interior del calorímetro se colocó aproximadamente 1.5 l de agua a temperatura ambiente.
- Se pesó 0.7g de muestra en una balanza analítica
- La muestra sólida se coloca en el crisol para combustible, en este crisol se introduce una bobina de alambre fino, el mismo en el que se colocó un retazo de hilo, que sirve como mecha, este debe tocar la muestra, pero no el crisol.
- Se preparó la bomba con cuidado para no derramar la muestra fuera del crisol por sacudir o golpear la bomba, y se cierre herméticamente la bomba calorimétrica.

- Se cargó la bomba con oxígeno a presión por un minuto, se sumergió la bomba en el recipiente que contiene agua (1.5 l) para ver que no haya fugas y luego se colocó la bomba en el recipiente interior. Por último, se cierra el equipo.
- Se inició el proceso de combustión por 15 minutos. Cuando pasa una corriente eléctrica por el alambre y por estar llena de oxígeno, el combustible (la muestra) se enciende.
- El resultado lo proporciona el equipo en cal/g
- Finalmente se saca la bomba del calorímetro, para eliminar los gases, desarmar y limpiar la bomba.

## DETERMINACION DE DIGESTIBILIDAD

### PROCEDIMIENTO

#### Preparación de las bolsas filtros y muestra

- Pre enjuagar las bolsas – filtros (F57) en acetona por 3 – 5 minutos y dejar secar completamente a temperatura ambiente. el enjuague con acetona remueve el surfactante que inhibe la digestión microbiana.
- pesar cada bolsa – filtro (F57) y registrar su peso (**W1**)
- Pesar 0.25 g de muestra directamente dentro de la bolsa – filtro (**W2**). **NOTA: para estudios de 48 horas una muestra de 0.5 g es aceptable.**
- Sellar la bolsa- filtro (F57) y colocar en el envase de digestión de la incubadora Daisy II (colocar hasta 25 muestras por envase)
- Las muestras deben ser distribuidas igualmente en ambos lados del divisor del envase
- Incluir una bolsa – filtro (F57) blanco para el factor de corrección (**C1**)

#### Preparación de la solución Buffer (combinado): para cada envase de digestión.

- Pre-calentar a 39°C ambas soluciones de buffer (A Y B)
- En un envase de vidrio mezclar 266 ml de **Buffer A** y 1330 ml de **Buffer B** (1: 5 ratio). el volumen exacto de A y B debe ser ajustado a un PH de 6.8 a 39°C (volumen final 1600 ml)
- Agregar 1600 ml de Buffer (A/B) a cada envase de digestión.

- Colocar los envases de digestión con las muestras y la solución combinada buffer (A/B) dentro de la incubadora Daisy II y prender el equipo y la agitación
- Dejar que la temperatura de los envases de digestión se equilibre por lo menos unos 20 a 30 minutos

### **Preparación del inóculo e incubación**

- Mantener todo el material de vidrio a 39°C
- Pre-calentar (02) termos de 2L de capacidad llenándoles con agua a 39°C
- Vaciar el agua de los termos justo antes de la colecta del inóculo ruminal.
- usando el procedimiento adecuado de colección, remover por lo menos 2000 ml (2L) de inóculo ruminal y transferir a los termos. Incluir aproximadamente (02) puñados del material fibroso del rumen con la colecta en uno de los termos.
- pre-calentar el envase de la licuadora con agua a 39°C
- Vaciar el agua de la licuadora justo antes de agregar el inóculo ruminal almacenado en los termos. Purgar el envase de la licuadora con CO<sub>2</sub> y licuar a alta velocidad por 30 segundos. La acción del licuado sirve para despegar los microorganismos que se encuentran adheridos al material y asegurar una población microbiana representativa para la fermentación in vitro.
- Filtrar la muestra ruminal licuada con (04) capas de gasas en un envase de 5 L de capacidad previamente calentado a 39°C
- Filtrar el resto del inóculo ruminal (liquido ruminal) contenido en los otro termos utilizando (04) capas limpias de gasas dentro del mismo envase de 5L de capacidad.

**NOTA:** cuando filtre el inóculo en el envase de 5L deje suficiente gasa en los bordes del envase para facilitar un mejor estrujado (exprimir el contenido) del material colecta. El envase debe ser purgado continuamente de CO<sub>2</sub>, durante la transferencia del inóculo.

- Remover un envase de digestión de la incubadora Daisy y agregar 400 ml del inóculo a la solución de buffer y muestra. Purgar el envase de digestión con CO<sub>2</sub> por 30 segundos y cerrar el envase de digestión herméticamente.
- Repetir el proceso para todos los envases de digestión utilizados. **NOTA:** No burbujear CO<sub>2</sub> directamente dentro del inóculo, más bien hacer que el CO<sub>2</sub> genere una capa gaseosa sobre el contenido del envase de digestión.

- Incubar por 48 horas. La incubadora Daisy mantendrá una temperatura de 39.5°C ± 0.5, si la temperatura de los envases de digestión varían más de 1°C, mover la incubadora a un lugar más abrigado o colocar una cubierta o material aislante sobre ella.
- Al completar la incubación, remover los envases de digestión y vaciar el líquido.
- Enjuagar las bolsas completamente con agua fría hasta que el agua se vea clara o trasparente. usar al mínimo agitación.
- Para la determinación de Digestibilidad verdadera es necesario remover los desperdicios microbianos y cualquier fracción soluble sobrante utilizando la Solución Detergente Neutra (SDN). Después del enjuague de las bolsas – filtro, poner las muestras en el equipo de extracción de fibras y seguir el procedimiento para determinar

#### **CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS**

$$\% \text{ IVT (como base recibido)} = 100 \frac{(W_3 - (W_1 \times C_1))}{W_3} \times 100$$

$$\% \text{ IVT (DM Básica)} = 100 \frac{(W_3 - (W_1 \times C_1))}{(W_3 \times DM)} \times 100$$

**Donde:**

**W<sub>1</sub>** = Peso de la bolsa tarada

**W<sub>2</sub>** = peso de la muestra

**W<sub>3</sub>** = Peso de la bolsa final después in vitro y el tratamiento secuencial ND

**C<sub>1</sub>** = corrección de la bolsa en blanco  $\frac{\text{peso final secado en horno}}{\text{peso original de la bolsa en blanco}}$