



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS DE GRADO**

**“ELABORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) Y BANANO (*Musa x paradisiaca*) COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL”**

**Tesis previa a la obtención del título de:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR**

**ÁNGEL DANIEL MENDOZA MAISANCHE**

**DIRECTORA DE TESIS**

**ING. MARLENE MEDINA VILLACIS, M.SC**

**QUEVEDO – LOS RÍOS –ECUADOR**

**2014**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**CARRERA INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**TRIBUNAL DE TESIS**

Presentando al Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial:

**INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**Aprobado:**

---

Ing. Sonia Barzola Miranda, M.Sc.

**PRESIDENTA DE TRIBUNAL**

---

Ing. Flor Marina Fon Fay, M.Sc.

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

---

Ing. Iván Viteri García, M.Sc.

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**REDACCIÓN TÉCNICA**

Presentando al Honorable Lic., Segundo Cabrera Vargas encargado corregir y calificar la redacción de la tesis de grado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial:

**APROBADO:**

---

Lic. Segundo Cabrera.

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2014

## DECLARACIÓN

Yo, Ángel Daniel Mendoza Maisanche, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que incluyo en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Sr. Ángel Mendoza Maisanche

## CERTIFICACION

La suscrita Ing. Marlene Medina Villacís, MSc, Docente la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Señor Egresado Ángel Daniel Mendoza Maisanche, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial titulada **“ELABORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) Y BANANO (*Musa x paradisiaca*) COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL”**, bajo mi tutoría habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Ing. Marlene Medina Villacís, M.Sc.

**DIRECTORA DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por el soporte institucional para la realización de mis estudios superiores.

A las Autoridades de la Universidad

Ing. Byron Oviedo Bayas, MSc. Decano de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería , por su misión en beneficio de la Colectividad Universitaria.

Ing. Sonia Barzola Miranda, MSc. Sub-Decana de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, por su trabajo diario y constante que ha obtenido sus resultados en favor de la educación.

Ing. Juan Barreno, coordinador de carrera de la facultad de Ciencias de la Ingeniería por su apoyo académico incondicional.

Ing. Flor Merina Fon Fay, MSc. Docente de la Universidad, por su trabajo arduo y responsabilidad a favor de la población estudiantil.

A la Ing. Marlene Medina Villacis, MSc., quien con sus conocimientos ha sabido guiarme en el desarrollo y culminación de mi tesis.

## **DEDICATORIA**

De todo corazón a mi Esposa Victoria Robles, mi pequeña hija Domènica que las quiero mucho por haberme esperado con amor y comprensión en el transcurso de mi tesis. A mis padres Juan Mendoza y Blanca Maisanche, símbolo de nobleza, perseverancia y amor que dedican cada día todo su esfuerzo para lograr en mi este triunfo esperado, a mis puntos de apoyo mis hermanos , familiares y amigos quienes me supieron apoyar en todo momento para poder finalizar una de las metas propuestas en mi vida.

**Ángel Mendoza**

## ÍNDICE GENERAL

### CONTENIDO

	Pag.
<b>ÍNDICE</b>	
Portada.....	i
Tribunal de Tesis.....	ii
Redacción técnica.....	iii
Declaración Juramentada.....	iv
Certificación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Índice general.....	viii
Índice de tabla.....	xiii
Índice de cuadros.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstrac.....	xv
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1. Marco contextual de la investigación.....	1
1.1. Introducción.....	2
1.2 Justificación.....	4
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6

1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Hipótesis.....	6
1.4.1 hipótesis alternativa.....	6
1.4.2 Hipótesis nula.....	6
<b>CAPILUTO II.....</b>	<b>7</b>
2. Marco teórico.....	7
2.1. Fundamentación teórica.....	8
2.2. Banano (Musa x paradisiaca).....	8
2.3. Descripción botánica.....	9
2.3.1. Pre cosecha del banano.....	10
2.3.2. Cosecha del banano.....	11
2.3.3. Rechazo de banano.....	12
2.3.4. Uso del rechazo de banano.....	13
2.4. Harina de banano (Musa x paradisiaca).....	14
2.4.1. Propiedades nutritivas de la harina de rechazo	
De banano para consumo animal.....	14
2.4.2. Por su efecto.....	16
2.5. Papa china (Colocasia esculenta L).....	17
2.5.1. Clima y suelo.....	18
2.5.2. Taxonomía.....	19
2.5.3. Cosecha y manejo Pos cosecha.....	20
2.5.4. Uso de la papa china (Colocasia esculenta L).....	21
2.5.5. Formas de nutrición.....	2
2.5.6. Harina de papa china.....	23
2.5.7 Suplementos nutritivos.....	23

2.6. Investigaciones relacionadas.....	24
2.6.1 Suplemento para la producción de animales.....	24
2.6.1.1. Evaluación del uso de papa (Solanumtuberosum)	
De rechazo como suplemento alimenticio para vacas.....	24
2.6.1.2 Ensilaje de rechazo de banano como suplemento	
Alimenticio para ganado bovino en el segundo	
Tercio de lactancia.....	26
2.6.2. Harina de banano.....	26
2.6.3. Composición química y nutricional de la harina	
De banano trigo y soya.....	27
2.6.4. Harina de papa china.....	28
2.6.5. Uso de la papa china.....	28
2.6.6 Uso de la papa china en Pastaza .....	29
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>30</b>
3. Metodología de la investigación.....	30
3.1. Materiales y métodos.....	31
3.1.1. Localización del experimento.....	31
3.2 Métodos.....	32
3.2.1. Método analítico.....	32
3.2.2. Método experimental.....	32
3.3 Factores de estudio.....	33
3.4. Diseño experimental.....	34
3.5. Características del experimento.....	35
3.5.1. Flujo grama de proceso para elaboración de harina de banano	
Y papa china en la obtención del suplemento nutricional.....	36

3.6 Manejo del experimento.....	37
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>40</b>
4. Discusión y resultados .....	40
4.1 Interacción de factores de los tratamientos.....	41
4.1.1 Efectos simples del porcentaje de proteína, fibra cruda y Energía bruta.....	44
4.2 Análisis económico.....	50
4.3 Discusión.....	51
4.4 Resultados.....	52
4.1.1 Efectos simples del porcentaje de humedad, ceniza y Grasa.....	52
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>54</b>
5. Conclusiones y recomendaciones.....	54
5.1 Conclusiones.....	55
5.2 Recomendaciones.....	56
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>57</b>
6. Bibliografía.....	57
6.1 Literatura citada.....	58
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>61</b>
8. Anexos.....	61
Cuadro 1 Porcentaje de humedad.....	62
Cuadro 2 Porcentaje de cenizas.....	62
Cuadro 3 Porcentaje de grasas.....	63
Cuadro 4 Porcentaje de proteína cruda.....	63
Cuadro 5 Porcentaje de fibra.....	64

Cuadro 6 Porcentaje de energía.....	64
Foto #1 Recepción de materia prima.....	65
Foto # 2 Descortezado.....	65
Foto # 3 Troceado de papa china.....	65
Foto # 4 Troceado del rechazo de banano.....	65
Foto # 5 Introducción de mallas metálicas con Producto al deshidratador.....	66 66
Foto # 6 Fase de secado por medio de deshidratación.....	66
Foto # 7 Control del tiempo de secado.....	66
Foto # 8 Secado a 65°C por 5 horas.....	66
Foto # 9 Secado a 60°C por 4 horas.....	67
Foto #10 Molido.....	67
Foto # 11 Adición de antioxidantes.....	67
Foto # 12 Muestras a estudiar.....	67
Foto # 13 Empaque.....	68
Foto # 14 Sellado.....	68
Foto # 15 Producto final.....	68
Foto # 16 Producto final.....	68
8.1 Técnicas de análisis.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

## CONTENIDO

Tabla N° 1 Composición del banano en materia fresca.....	12
Tabla N° 2 Composición de carbohidratos de la papa china.....	22
Tabla N° 3 Composición del concentrado Nutravan 30 – 40.....	25

## ÍNDICE DE CUADRO

### CONTENIDO

Cuadro N° 1 Elaboración de harina de la papa china y banano.....	33
Cuadro N° 2 Combinación de los tratamientos propuestos para La elaboración de harina de papa china y banano Como suplemento nutricional para alimentación animal....	34
Cuadro N° 3 Análisis físico – químico de los tratamientos.....	39
Cuadro N° 4 Efectos simples entre factores y variables en el estudio Para La elaboración de harina de papa china y banano Como suplemento nutricional para alimentación animal.....	41
Cuadro 5. Efectos simples entre factores y variables en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china ( <i>Colocasia esculenta</i> ) y banano ( <i>Musa x Paradisiaca</i> ) como Suplemento nutricional para alimentación animal”.....	46
Cuadro 6. Análisis económico del experimento.....	50

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional "RUMEN" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en donde se llevó a efecto, el proceso de obtención de la harina de papa china (*Colocasia esculenta*) y rechazo de banano (*Musa x paradisiaca*). Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (2 x 2 x 3), total 12 tratamientos y dos réplicas cada uno, un total de 24 unidades experimentales. Para establecer los componentes nutricionales de rechazo banano y papa china y combinación adecuada en la harina a obtener, por medio de análisis bromatológicos. En los cuales cuyos objetivos fueron; determinar el mejor nivel de antioxidante para la mezcla; determinar el mejor parámetro de secado de tiempos y temperaturas; realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio. Mientras que en manejo y control de la investigación, se procedió a establecer el método adecuado de secado para conservar la mayor cantidad de nutrientes. Los factores en estudio fueron: primer factor materia prima contó con dos papa china y rechazo de banano; (Pch y Reb); el segundo factor contó con 2 rangos: grados Celsius ( $T^0 1$  y  $T^0 2$ ) a 60°C 4 horas y 65°C y 5 horas y el tercer factor con tres porcentajes de antioxidantes (Aci, Aas, Bs) y ácido cítrico, ácido ascórbico y meta bisulfito de sodio. Después de exponer al material harinoso a temperaturas de secado se obtuvieron los siguientes resultados, siendo la más óptima para conservar los elementos nutricionales y especialmente en la obtención de proteína fue la harina de papa china con 6,79; a una temperatura de 5,87° C del rango de temperatura T65° y 5 horas; y con la adición del antioxidante ácido ascórbico de 6,16%; y representa una alternativa económicamente viable. Mientras que los antioxidantes óptimos para conservar los elementos nutricionales fue ácido ascórbico al 0,05% ya que contienen mayor proteína y fibra cruda. En lo referente a granulometría las dos materias primas reúnen las condiciones que establece la NORMA INEN 2051:95 (1995) ya que determina su uso al cual se destina, una harina para uso animal requiere una granulometría más gruesa.

## ABSTRAC

This research was conducted at the Laboratory of Rumiología and Metabolism Nutrition " rumen " State Technical University of Quevedo, where he took effect , the process of obtaining flour Chinese potato ( *Colocasia esculenta* ) and rejection of banana ( *Musa x paradisiaca* ) . Design was used completely random ( DCA ) factorial arrangement ( 2 x 2 x 3 ) , a total of 12 treatments and two replicates each , a total of 24 experimental units . To establish the nutritional components of banana and potato Chinese rejection and appropriate mix in the flour to obtain , through bromatológicos analysis. In which the objectives were: to determine the best level of antioxidant to the mixture; determine the best parameter drying times and temperatures; perform economic analysis of treatments studio. Mantras in management and control of the investigation proceeded to determine the appropriate method of drying to preserve the most nutrients. The factors studied were: first material factor featured two Chinese raw potato and banana rejection ; ( Pch and Reb ), the second factor had 2 ranges: degrees Celsius ( T0 T0 1 and 2 ) at 60 ° C 4 hours 65 ° C and 5 hours, and the third factor three antioxidants percentages ( Aci , Aas , B ) and citric acid, ascorbic acid and sodium met bisulfite . After exposing the farinaceous material to drying temperatures the following results were obtained , the most optimal to preserve the nutritional components and especially in the production of protein was papa china flour with 6.79 , at a temperature of 5,870 C T65 temperature range and 5 hours, and with the addition of the antioxidant of 6.16% ascorbic acid , and is an economically feasible alternative . While antioxidants to maintain optimal nutritional elements was 0.05% ascorbic acid and which contain higher protein and crude fiber . Regarding the two grain commodities meet the conditions established by NORMA INEN 2051:95 (1995 ) since it determines their use to which it applies , a flour for animal use requires a coarser grain .

## **CAPITULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACION**

## 1.1. Introducción

El banano es una planta cultivada, antigua en el mundo. Hace más de 3000 años, ya se lo mencionaba en escritos chinos, como uno de los primeros alimentos del hombre primitivo. Los antiguos lo llamaban “*fruta de los hombres sabios*” (*musa sapiens*), dada sus cualidades nutricionales superiores. En la región costa del Ecuador se cultiva banano para exportación, el banano que no cumple los parámetros de exportación pasa a ser rechazo. (BananaExport 2008).

En El Empalme hay una alta sobreproducción de banano, la cual en las zonas bananeras éstas se rigen con un proceso de normas de calidad para el producto, destinado a la exportación, existiendo un gran porcentaje de banano que no califica, lo cual incurre además en un problema para el sector productor bananero.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), mediante Acuerdo Ministerial 524, estableció 19 medidas, para mejorar la producción bananera y reducir los costos en las prácticas agrícolas.

Según un comunicado del MAGAP, entre las medidas, la Empresa Pública Unidad Nacional de Almacenamiento (UNA EP), distribuirá, a partir del primer trimestre de 2014, fertilizantes y pesticidas directamente a los productores bananeros, a precios mayoristas.

Además el documento señala que se solicitará al Comité de Comercio Exterior (Comex) diferir aranceles en ciertos insumos, con una tasa arancelaria mayor al cero por ciento. También se eliminará la tasa por concepto de licencia ambiental y la homologación de las certificaciones ambientales internacionales. Global Gap, Rain Forest, Orgánico. (MAGAP, 2013)

La papa china fue uno de los primeros cultivos utilizados por el hombre, su historia está más asociada a las culturas neolíticas más primitivas, en la que ya era consumida como alimento. Existen dos géneros *Colocasia* y *Xantosoma*, de la familia Araceae<sup>1</sup> que se

cultivan con diferentes nombres para identificar las variedades que representan estos géneros. El nombre de malanga se dice que proviene de las islas de Trinidad, pero su nombre es empleado en las islas de las Antillas Menores., Caribe, y algunos estados del sur de los EE.UU., también se consume en Asia y África. (*Fernández A, 2005*)

En el Ecuador se satisface la demanda de hidratos de carbono para la alimentación humana y animal. Por otra parte los cultivos de tubérculos, son fuentes de alimento importantes en la dietas de muchas regiones del país.

Entre las referencias orgánicas, la papa china se encuentra en el quinto lugar a nivel mundial dentro de los cultivos de tubérculos en la región amazónica ecuatoriana en 1989. Constituye una alternativa para aportar con soluciones en alimentación humana y animal. Por tanto, es importante investigar sobre la elaboración de harina combinada con papa china y banano para disponer de un suplemento nutritivo empleada para diversificar el aporte y abaratar costos de producción. (*Estrada E, Galvis, F. 1990*)

Por esta razón; se genera mucho desperdicio (rechazo), el mismo que lo destinan una parte para consumo de animales de forma directa, pero aun así es insuficiente, quedando grandes cantidades que no se aprovechan de la mejor manera pudiendo ser procesada, resaltando sus cualidades nutritivas, rica en fuente de energía y carbohidratos. Contiene hidratos de carbonosaludables, fáciles de digerir y es nulo el contenido de grasas. La malanga o papa china es producto valioso en los países tropicales y subtropicales, se utiliza en la alimentación de los niños que la digieren sin dificultad, es un alimento esencial energético ya que es rico en carbohidratos. Su contenido en proteínas es bajo. (*BananaExport 2008*).

En lo que se refiere a la producción agroindustrial, con la papa china ocurre el mismo caso que el banano, por lo que se ha determinado elaborar con estos dos productos una harina como suplemento nutricional, este estudio se realiza con el propósito de aprovechar estas dos variedades, las cuales reflejan las propiedades

nutricionales, se aplicaría la técnica de secado y la adición de reactivos para la obtención de harina.

Por otra parte; también la papa china aporta un gran valor nutricional, ayuda a la alimentación animal con energía, proteína, fibra, calcio, hierro, los cuales son esenciales para este suplemento y mejorar así, el sector productor agropecuario con la aplicación de industrialización para su utilización.

## **1.2. Justificación:**

El siguiente estudio de investigación se evaluara en el aprovechamiento de subproductos como alternativa en beneficio de una comunidad, para satisfacer las necesidades del campesino. Para aquello se desarrollara una harina como suplemento nutricional para alimentación animal, a la cual se determinara los componentes nutricionales, el mejor tiempo y temperatura de secado, para lo cual se adicionarán tres tipos de antioxidantes para alargar características organolépticas del producto en estudio.

En cuanto al banano (*Musa x paradisiaca*) y la papa china (*Colocasia esculenta*), este último es poco conocido y comercializado en zona de El Empalme, como consecuencia del desconocimiento nutritivo de este tubérculo que es excelente en contenido de carbohidratos ayudando a la buena digestión ya sea humana como animal, se pierde una buena materia prima en la elaboración de productos procesados.

La elaboración de este suplemento energético o harina representa una alternativa de alimentación nutricional para el desarrollo de nuevas áreas de producción, con impacto beneficioso en el crecimiento económico debido a que incorpora la reutilización de desechos ricos en proteínas y carbohidratos, materia prima que debe ser aprovechada en forma de harina directamente para la alimentación animal, debido a su alto valor proteínico y digestivo. Cabe recalcar, que este suplemento es 100% natural, producto de esta mezcla.

Siendo esta zona rica en productos agrícolas, conviene desarrollar un proceso orientado al aprovechamiento integral de recursos provenientes de la producción agroindustrial, además de aportar con soluciones a la contaminación ambiental, por los residuos derivados de estas actividades. Por su volumen que se deriva resulta atractivo para la aplicación de esta elaboración de harina, por lo que, en el presente trabajo de investigación, se evaluará el rendimiento en la elaboración de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x paradisiaca*) como suplemento alimenticio.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Elaborar harina a base de rechazo de banano (*Musa x Paradisiaca*) y papa china (*Colocasia esculenta*) como suplemento nutricional para producción animal en el cantón El Empalme”

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

1. Establecer los componentes nutricionales de banano (*Musa x Paradisiaca*) y papa china (*Colocasia esculenta*) para la combinación adecuada en la harina a obtener por medio de análisis bromatológicos.
2. Determinar el mejor nivel de antioxidante para la mezcla.
3. Determinar el mejor parámetro de secado de tiempos y temperaturas.
4. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio

### **1.4. Hipótesis**

**1.4.1 ha.** La elaboración de harina combinada de papa china y banano, permitiría disponer de un suplemento nutricional para alimentación animal más rentable.

**1.4.2 ho.** La elaboración de harina de papa china y banano no podrá disponer de un suplemento nutricional para la alimentación animal más rentable

**CAPITULO II**  
**MARCO TEORICO**

## 2. 1. Fundamentación Teórica

### 2.2. Banano (*Musa x paradisiaca*)

#### Origen

El banano es una planta herbácea perteneciente al género *Musa* y familia de las Musáceas. El banano comestible se originó a través de una serie de mutaciones y cambios genéticos a partir de especies silvestres no comestibles *Musa acuminata*, *Musa balbisiana*, de fruto pequeño con numerosas semillas. Para llegar a las mutaciones se producen cambios en los cromosomas que tienen las características hereditarias que dieron origen al banano comestible comercial.

Es originario del Sudeste Asiático y las islas del Pacífico. Las evidencias taxonómicas muestran que fue en la península Malaya, donde se originó el banano comestible. Hoy las variedades comerciales se cultivan en todas las regiones tropicales del mundo, y es la fruta tropical más cultivada. Los bananos no se desarrollan a partir de semillas, pues su reproducción es vegetativa, por eso en muchos casos se habla de clones en lugar de variedades. (Simmonds, N. W. and Shepherd, K. (1955), *The taxon*, 2012)

Todas las variedades de banano comercial son triploides; mientras que las silvestres son diploides. Los bananos vigorosos poseen sus frutos grandes y carecen de semilla. Debido a que el banano no produce semillas fértiles, se propaga vegetativamente. El banano geográficamente es originario del Sureste asiático y el Archipiélago Malayo. Actualmente hay dos grupos de banano comercial que son el Gros Michel y Cavendish (Ochse y Soul, M. 1986).

De acuerdo a Simmonds y Shepherd (1955), la fuente primaria del banano moderno fueron formas diploides (2n) comestibles de la especie *Musa acuminata*, y que otra especie silvestre, *Musa balbisiana* también contribuyó, a través de un proceso de hibridación. Entonces, existen tipos de *M. acuminata* comestibles que

son diploides y triploides; así como híbridos diploides, triploides (3n) y tetraploides (4n)

Existe la posibilidad que una tercera especie silvestre haya contribuido para dar origen a un pequeño grupo de banano de híbridos tipo triploides. La triploidía se estableció probablemente por un trabajo de selección humana, para darle vigor y tamaño a la fruta. Los bananos tetraploides (4n) son inexplicablemente raros.

Las dos especie *Musa paradisiaca* y *Musa sapientum* son en realidad variedades comestibles de origen híbrido, por lo que esta nomenclatura puede ser separada del grupo de bananos (*Simmonds, N. W. and Shepherd, K. 1955, The taxon, 2012*).

### **2.3. Descripción botánica**

Los bananos poseen tallos subterráneos y falsos tallos o pseudotallos formados por las bases foliares a manera de vainas. Las hojas son de 1,5 a 3 metros de largo y 0,30 a 0,60 metros de ancho con pecíolos envainados, semicilíndricos de 0,30 a 0,90 metros de largo. También contiene inflorescencias terminales sobre un eje central donde se insertan numerosas brácteas en forma de espiral, dando origen al racimo. Debajo de las brácteas las flores se encuentran arregladas en manos. Las primeras manos en florecer son las femeninas, seguidas por las manos perfectas y luego por las flores masculinas.

Los frutos se desarrollan sin fecundación por lo que son partenocárpicos. Un racimo puede tener de 5 a 20 manos, cada una con 2 a 20 frutos. El número de frutos por mano y el número de manos por racimo depende mucho del efecto de la fertilidad y humedad del suelo.

El tallo verdadero es un rizoma gigante almidonoso, subterráneo, coronado con yemas. Al momento que un brote del rizoma llega al tamaño maduro, su yema apical se convierte en inflorescencia y emerge en la parte terminal del pseudotallo.

Las raíces son superficiales, sólo llegan a un 1,5 22 metros de profundidad, y se (Simmonds, N. W. and Shepherd, K. 1955, *The taxon*, 2012).

Concentran en los primeros 60 centímetros del suelo. El Rizoma se origina de unayema vegetativa que emerge de la planta madre, la misma que se diferencia para producir brotes que llegan a convertirse en hijos.

Hay dos tipos de hijos; los hijos de espada que son los axiales o retoños originados de yemas bien formadas y de alta vitalidad, por su ubicación reciben buena nutrición y dominancia apical de la planta madre;y los hijos de agua que son brotes en crecimiento de sincronizadopor ausencia de dominancia apical y nutrición de la planta madre, estos son de pobre desarrollo. (Ochse y Soul, 1986).

El banano es rica en vitaminas C y B6 y minerales esenciales. Tiene alto contenido de potasio, mineral que proviene los calambres y que constituye una fuente de Energía que nuestro cuerpo asimila con facilidad.

La producción de banano en Ecuador se ha destacado por el rol económico que va asumiendo a partir de los últimos años de la década de los 40 del siglo anterior, cuando el país se incorpora plenamente como productor importante al mercado internacional de banano, entre otras causas, por la baja significativa que sufre la producción de las áreas bananeras de los países centroamericanos, situación particular que da la oportunidad al Ecuador a cubrir parte de la demanda de los mercados norteamericanos y de Europa (*Banana Export 2008*)

### **2.3.1. Pre cosecha del banano**

Los frutos de banano destinados a la exportación, exigen que la cosecha se efectúe de acuerdo con la edad al momento del corte, por lo cual se precisa tenerla debidamente identificada. Sin este sistema de control, puede resultar una mezcla de frutas de varias edades dentro de una misma caja, lo cual repercute gravemente al incrementarse los riesgos de maduración durante el transporte hacia el destino final.

Por otro lado, si la fruta llega con indicios de maduración, trae como consecuencia una desprogramación del proceso de maduración en las cámaras frigoríficas, dificultando la comercialización, razón por la cual, es importante hacer uso del calendario de enfunde y cosecha.

### **2.3.2. Cosecha del banano**

El calendario de enfunde es un indicador del color de la cinta y la semana que corresponde al enfunde, pero adicionalmente a esto debe llevarse un control escrito de los racimos que fueron seleccionados. Estas dos operaciones esenciales, tienen apoyo fundamental en el calendario de enfunde y los registros semanales de la fruta.

La fruta tiene que llegar al país de destino en estado verde “grado 1”, ya que esta es madurada en cámaras de maduración con absoluta programación para la venta al consumidor. Lo normal en todo embarque es que se coseche fruta de 13 semanas de edad y se calibre la de 11 y 12 semanas; sin embargo, no necesariamente tiene que ser así, la calibración anticipada nos indicará con seguridad el criterio de cosecha, considerando para nuestro medio la temporada de invierno o verano.

El procedimiento para controlar el “grado” de la fruta, se consigue con el calibrado, practicándose en la segunda mano de arriba hacia abajo, en los dedos del centro. El grado de cosecha va a depender exclusivamente de las especificaciones del mercado y de la compañía comercializadora.

Es importante indicar que algunas investigaciones mencionan que por cada grado que se incrementa en la fruta, el peso aumenta 1,71 Kg. Promedio (Gran Enano), dependiendo de la variedad, de tal forma que tiene significativa importancia si cosechamos sin calibrar (*Salazar G, 2009*).

El banano se aprovecha principalmente para su consumo fresco, sólo una pequeña parte se comercializa en forma deshidratada. Para el mercado europeo y norteamericano es de mayor importancia el banano, producido y comercializado

por pocas empresas mayores. Los pequeños agricultores, al contrario, producen sobre todo para llevar y para el aprovisionamiento de los mercados locales donde el banano es un importante alimento básico. El plátano de cocción suele estar en primer plano, acompañado de un gran número de variedades de banano. (*asociación naturland, 2002*)

**Tabla 1.** Composición del banano en materia fresca.

	por 100 g	por 60g	%IDR *
<b>Energía</b>	<b>1635 kJ / 387 kcal</b>	<b>981 kJ / 232 kcal</b>	
<b>Proteínas</b>	<b>32 g</b>	<b>19 g</b>	
<b>Hidratos de Carbono</b>	<b>45 g</b>	<b>27 g</b>	
<b>Grasa</b>	<b>9 g</b>	<b>5,4 g</b>	
<b>Vitamina E</b>	<b>13 mg</b>	<b>8 mg</b>	<b>80</b>
<b>Vitamina C</b>	<b>120 mg</b>	<b>72 mg</b>	<b>120</b>
<b>Vitamina B1</b>	<b>4 mg</b>	<b>2,4 mg</b>	<b>170</b>
<b>Vitamina B2</b>	<b>4 mg</b>	<b>2,4 mg</b>	<b>150</b>
<b>Vitamina B6</b>	<b>4 mg</b>	<b>2,4 mg</b>	<b>120</b>
<b>Ácido Pantoténico</b>	<b>12 mg</b>	<b>7,2 mg</b>	<b>120</b>

\* % IDR = Ingesta Diaria Recomendada.

Fuente:(*asociación naturland, 2002*)

### **2.3.3. Rechazo de banano (*Musa x paradisiaca*)**

La producción de banano de exportación (*Musa x paradisiaca*) desató un problema ambiental, dadas las exigencias en el control de calidad que acarrearón rechazos de fruta entre 20% y 25% v/v (Hincapié, 2004). Estos rechazos han sido objeto de manipulación incontrolada, como la costumbre de disponerlos a cielo abierto y en botaderos no autorizado (Banatura, 2003, p. 38). Su degradación natural genera gases tóxicos y de efecto invernadero, atracción de vectores y producción de lixiviados que arremeten contra la calidad hídrica superficial y subterránea y la calidad de los suelos. Este problema ha sido estudiado por múltiples investigadores, quienes proponen el aprovechamiento de la fruta en la alimentación animal, el compostaje y la producción de almidón y etanol (IIT, 1980;

Morales y Uribe, 1985; Agricultura de las Américas, 1989; Fuentes y Bayona(Afanador A, 2005).

El banano verde de rechazo (boleja) puede ser aprovechado en la alimentación animal, si se incrementa su contenido de proteínas disponible y se disminuye el contenido de taninos, ya que posee un bajo contenido en fibra y un alto contenido de carbohidratos y proteínas que ayudan en la alimentación animal.

El desarrollo de la biología molecular y de la ingeniería genética, los recientes y acelerados avances científicos y tecnológicos de la biotecnología y las necesidades actuales: protección del medio ambiente, nuevas formas de energía, aseguramiento de los recursos alimenticios y la biologización de la industria química, han hecho que en el siglo XXI se dé una nueva revolución industrial, la era bioindustrial.(Velasquez A, 2005)

#### **2.3.4. Uso del rechazo de banano**

El rechazo de banano es un subproducto obtenido de las bananeras el cual no pasa sobre un rígido control de calidad. Por lo general este rechazo de banano es una fuente de energía en proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales en el círculo alimentación de los animales de corral.

Por aquellas cualidades que posee el rechazo de banano en alguna pequeña industrias de balanceados se encargan de procesarlas, con el objetivo de integrarlas en la dieta de los animales de corral. Mediante este proceso que se le da al rechazo de banano se logran obtener subproductos tales como balanceados, suplementos, alcoholes, entre otras.

En algunas regiones se produce harina tanto de bananos como de plátanos cocer. Esta harina se utiliza en refrescos, sopas y para hornear. El plátano también es utilizado para la producción de vinagre y la fabricación de bebidas alcohólicas. Sus flores se pueden consumir como verdura previa cocción breve en agua de sal para

extraer las sustancias amargas. Además sirve para forraje con un alto contenido de almidón (en el engorde de cerdos).

Las hojas frescas tienen un alto contenido proteico y por su rico sabor son muy apreciadas por rumiantes y gallinas. Las hojas, además, se utilizan como material de embalaje y como cobertura de techos, y junto con sus pseudotruncos forman un excelente material para mulch (cobertura del suelo con materia orgánica muerta) (*asociación naturland, 2002*).

## **2.4. Harina de Banano (*Musa x paradisiaca*)**

La harina de banano es uno de los alimentos más equilibrados ya que contiene vitaminas y nutrientes, muy rica en hidratos de carbono y sales minerales como Calcio orgánico, potasio, fósforo, hierro, cobre, flúor, yodo y magnesio; también posee vitaminas como la A, el complejo B, la tiamina, riboflavina, pirodoxina, cianocobalamina, vitamina C que combinada con el fósforo resulta ideal para el fortalecimiento de la mente. (*INIAP, 2010*)

En estos tiempos existen muchas técnicas para el procesamiento del banano de rechazo, con el fin de obtener productos como:

- Harina de banano: mezclas para concentrado animal
- Hojuelas de banano: secas y/o fritas
- Patacones Congelado
- bananos conservado por Frío
- Harinas para consumo humano

### **2.4.1. Propiedades Nutritivas de la Harina de rechazo de banano para consumo animal.**

Destaca su contenido de hidratos de carbono, por lo que su valor calórico es elevado. Los nutrientes más representativos del banano son el potasio, el

magnesio, el ácido fólico y sustancias de acción astringente; sin despreciar su elevado aporte de fibra, del tipo frutooligosacáridos. Estas últimas lo convierten en una fruta apropiada para los animales de corral para una buena producción de carne y leche. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal en los animales, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. El ácido fólico interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis material genético y la formación anticuerpos del sistema inmunológico en el organismo de los animales.

Como se puede apreciar la harina de banano de rechazo para consumo animal constituye una gran fuente de energía y es un alimento de un gran valor nutritivo. Su principal componente, como en la mayoría de las frutas, es el agua. Es importante el aporte en vitamina A y de vitaminas del grupo B, como B2, B3, B6 y ácido fólico, además es rico en potasio y magnesio. (INIAP/PROMASA.SF, 2009)

Otra opción de usar el banano, es como harina. El banano se puede secar al sol o empleando alguna otra fuente de energía, el material seco producido se debe moler para elaborar la harina, generalmente se utiliza el banano verde con cáscara y no el maduro, debido a que se dificulta el secado.

De acuerdo a algunas referencias, se necesita de cinco a seis quintales de banano para producir un quintal de harina. No es fácil producirla debido a que requiere de bastante energía y mano de obra, lo que ha ocasionado que en el Ecuador varias plantas de producción no hayan tenido el éxito deseado, debido a que el precio del producto, generalmente no es competitivo en el mercado. Sin embargo en función del precio de los granos, la utilización de la harina de banano no hay que descartarla.

La harina de banano se utiliza como un ingrediente más en las fórmulas alimenticias, utilizándola a niveles adecuados. Varias investigaciones confirman que por cada incremento de la harina de banano, en sustitución de granos en la dieta de animales y en su crecimiento, produce una ligera disminución lineal en las ganancias de peso y un aumento en la conversión alimenticia, lo que se explica por el menor valor energético de la harina de banano.

Si bien es cierto, en muchos trabajos realizados durante los años 60 -70 se recomendaba la inclusión de niveles altos de harina de banano, en sustitución de maíz en raciones para cerdos en diferentes etapas del ciclo de vida, es importante considerar que el tipo de animal actual tiene altas demanda de nutrientes, por lo que es preferible no utilizarlo en niveles superiores a un 10% para animales en desarrollo, engorde y gestación y no debe *utilizarse* en animales, tal y como lo recomienda Campabadal. (Padilla M, 1998)

Este producto terminado (harina de plátano) servirá para la elaboración de alimento balanceado, que podrá ser utilizado en granjas de explotación de ganado (vacuno, porcino, etc).

#### **2.4.2. Por su efecto**

Las características nutricionales de la harina de banano para alimento balanceado permiten, por su composición; generar una gran cantidad de energía, así como calcio y proteínas que ofrece una dieta completamente balanceada. En cantidades adecuadas, puede llegar a suplir en un porcentaje la utilización de la harina de maíz en la elaboración de alimento balanceado, por ser más barata, implicaría reducción de costos para las fábricas productoras de este alimento.

Desde el punto de vista empresarial el efecto de este proyecto es innovador cuyo fin es atender a los requerimientos de las fábricas de alimento balanceado y con su producto a los ganaderos. (Morales.P, 2009)

## **2.5. Papa china (*Colocasia esculenta* L)**

La papa china es de origen netamente andino. Por su consumo y cultivo en exceso se afirma que puede ser de origen peruano, pero en la realidad no se puede estar seguro ya que las delimitaciones entre países que hoy en día tenemos no es el mismo de hace algunos cientos de años sin embargo se le atribuye al Perú y todos los países que lo rodean pues son en los cuales encontramos con abundancia este exquisito tubérculo. (anónimo, 1998)

Al ser descubierto como una raíz fuerte se consideraba que podría ser utilizada como madera pero al percatarse que en su interior existía un contenido blanco jugoso y algo baboso, se determinó que era inestable para poder usarlo uniendo entre sí, además existía una variedad de tamaños que no concordaría con la idea que se tenía de esta raíz que por fuera daba la apariencia muy resistente.

La papa china se dice que pertenece a la familia de las Aráceas en la cual también se incluyen varias raíces o tubérculos conocidos como la zanahoria blanca, remolacha etc.

La papa china es conocida con diversos nombres que lo hacen característicos de cada región como por ejemplo taro, bore, ocumo, quiquisque. Pero para saber que se trata del mismo tubérculo se identifica su nombre científico *Colocasia esculenta* Planta herbácea, suculenta y perenne, que puede alcanzar 2 m de altura.

Aquellas que se cultivan anualmente no presentan el tallo desarrollado; las hojas tienen el pecíolo largo con láminas en forma oblongo ovaladas; produce un cormo central que puede ser único o presentar ramificaciones recubiertas por escamas fibrosas; el color de la pulpa es blanco, pero hay clones que presentan algunas coloraciones; la inflorescencia tiene forma de espádice, flores pistiladas en la base y estaminadas en la parte distal con una zona de transición de flores estériles; por lo general, la planta no produce semillas y esto puede ser consecuencia de la

propagación clonar o porque los cormos se cosechan antes que las inflorescencias se formen; si se les permite completar el ciclo, producen pocas semillas.

### **2.5.1. Clima y suelo**

La “papa china” es una planta exigente en temperatura, 25-30°C, y precipitaciones entre 1800 a 2500 mm, bien distribuida, se adapta muy bien a suelos con pH entre 4,5 y 6,0. Existen variedades que se cultivan bajo inundación y también en suelos bien drenados; los demasiado pesados no permiten la emergencia de las plantas ni el desarrollo de los cormos; no es exigente en fertilidad del suelo, pero responde a la aplicación de fertilizantes. Es utilizado para consumo humano y animal, las hojas sólo sirven para forraje de los animales. *(Anónimo, 1998)*

Según (Andrea S. y Christian F.), que el cultivo de la papa china requiere un clima cálido, con temperaturas que fluctúan entre 20 y 30 grados centígrados, con buena luminosidad. No tolera bajas temperaturas. Este tubérculo es una planta tropical, por lo que se cultiva en altitudes bajas y medianas no mayores de los 1000 msnm. Y con una humedad relativa del ambiente del 70 al 80%; pero puede soportar periodos de sequía no muy largos. La papa china se desarrolla bien donde hay humedad durante el año, sin embargo no acepta el encharcamiento. El requerimiento de precipitaciones de lluvia está alrededor de 1500 a 2500 mm.

Esta raíz se produce bien en suelos sueltos, arenosos, profundos, de textura media y bien drenada y con alguna cantidad de materia orgánica. Los suelos arcillosos no son convenientes para este tipo de cultivo. Su pH adecuado está entre los 5.5. a 6.5 es tolerante a cierto grado de salinidad de los suelos.

Es utilizado para consumo humano y animal, las hojas sólo sirven para forraje de los animales. *(Anónimo, 1998)*

## 2.5.2.Taxonomia

La Papa China con el nombre científico (*Colocasia Esculenta*), Comúnmente llamado Taro es nativa de Asia, expandiéndose al norte de América del sur a lo largo del tiempo, hasta llegar a nuestro país, específicamente se descubrió la existencia de este tubérculo en la provincia del Oro.

También tiene una cáscara gruesa y rugosa, de color marrón casi negro, siendo rodeado por un espeso revestimiento fibroso (raíz), fácilmente removible durante la cosecha. Resultante del engrosamiento rizoma subterráneo, puede alcanzar cuando el agua sea abundante y el suelo suelto, puede ser esférica o alargada, con un peso que oscila entre los 30 y 450 gr. El color de su carne, suele ser blanco nieve, en algunos tipos puede encontrarse rosado-amarillento e incluso anaranjado, el sabor es parecido al de la patata, (*Díaz, 2008*)

Esta es una planta herbácea con rizomas engrosados, hojas acorazonadas que alcanzan una altura de 1 a 3 metros, no cuenta con un tallo aéreo, pero tiene un corno elipsoidal rico en carbohidratos (18-30% en base fresca) y nutrientes; el color de la pulpa por lo general es blanco, pero también se presentan clones coloreados hasta llegar al violáceo, presenta marcas transversales que son las (*Hao, 2006*).cicatrices de la hoja con frecuencia con fibras y está cubierta por una capa Corchosa delgada y suelta, sus flores son raramente comidas. Este tubérculo está emparentado con las especies de plantas *xanthosoma* y *Caladium*, usadas como plantas ornamentales.

Es un alimento tradicional en muchas áreas tropicales del mundo. La planta es indigerible si se come cruda debido a las sustancias ergásticas en las células de la planta. Pueden ocurrir severos problemas gastrointestinales a menos que sea procesada primero. (*Urbina, A. 2001*)

El cultivo de este tubérculo es beneficioso desde el punto de vista económico y comercial, porque se tiene una gran demanda de parte de los mercados

internacionales como Estados Unidos, Unión Europea y Centroamérica entre otros, ya que estos, han tenido conocimiento de las propiedades nutricionales y medicinales que contiene esta raíz tuberosa lo que hace de la papa china un alimento indispensable para su dieta diaria (Urbina, A. 2001)

### **2.5.3. Cosecha y manejo Postcosecha**

- La cosecha se realiza generalmente de 9 a 12 meses después de la siembra, tomando como índice de cosecha cuando el follaje se torna amarillento y necrótico.
- La cosecha se realiza mayormente de forma manual, aunque para terrenos llanos existen equipos adaptado para cosecha mecánica.
- Una forma fácil de cosecha manual es utilizando un trinche de cuatro púas colocado a 10 o 12 pulgadas del cormo enterrándolo con el pie y apalancado de tal forma que quede expuesto en la superficie del suelo del cormo con sus respectivos cormelos.
- Luego de desprendidos los cormelos del cormo, se limpian y se clasifican, entendiéndose que cormelos de 3 onzas de diámetro o más son de 1.5 pulgadas son comerciales considerándose cormelos de 6 onzas o más como de primera calidad.
- Para la venta, los cormelos se empaican en sacos o cajas de 50 libras y los mismos deben estar libres de daño mecánico, daños por plagas o enfermedades.
- Los cormelos pueden tener una vida útil en almacenamiento de tres meses a una temperatura de 7°C (45°C) y una humedad relativa de 70 a 80%.  
(Anónimo, 1998)

#### **2.5.4. Usos de la Papa China (*Colocasia esculenta* L)**

Según León la importancia económica como plantas comestibles y ornamentales, sobre todos los géneros *Colocasia*, *Xanthosoma*, *Alocasia*, *Amorphophallus* y *Syrptosperma*, que crecen en los trópicos y cuyos tubérculos hinchados amiláceos se consumen como alimento de subsistencia, aunque algunos cultivares de *Colocasia* en algunos países han alcanzado escala comercial.

El taro o Papa china o Achín (*Colocasia sculenta*) es de origen asiático y tiene numerosas variedades, algunas de las cuales están adaptadas a tierras altas y áreas bien drenadas, y otras a tierras bajas de condiciones encharcadas. Los cormos contienen cristales de oxalato cálcico que se destruyen por medio de la cocción o el asado. Los granos de almidón son pequeños y fácilmente digeribles, por lo que son un alimento muy adecuado para niños y personas enfermas.

Como fuente de recursos socioeconómicos, es un grupo de plantas con un interesante potencial de uso y reconocimiento cultural entre las comunidades étnicas del Chocó. Se destacan *Xanthosomasagittifolium* (Rascadera), *Colocasia sculenta* (Papa china o Achín) como fuentes de carbohidratos y minerales, importantes en la alimentación y sistemas productivos que caracterizan las unidades familiares de la región; además de su importancia en la cría de animales domésticos como el cerdo y el establecimiento de corrales para atraer peces como alternativas de proteína animal.

La composición química y valor nutritivo de las raíces de las dos especies son muy parecidos. Son fuentes de calorías provenientes principalmente de los carbohidratos. Se consumen cocidas en agua como se hace con otros tubérculos, también pueden ser consumidas horneadas o fritas en aceite. Se puede obtener un harina previa cocción y deshidratación. La raíz es también utilizada como fuente de energía en alimentación animal.

Un uso secundario de las Aráceas es el aprovechamiento de las hojas que se consumen tiernas y cocidas. Esta utilización es común en varias especies y una de ellas, el belembé, se cultiva exclusivamente por sus hojas (León, 1968).

Se la puede utilizar en la elaboración de harinas que es un producto blanco y fino que se obtiene del secado y molienda de la papa china. Este producto contiene además de almidón, fibra ceniza con él lo convierte en un buen sustituto de alimentación animal en forma combinada como harina de banano, el cual forma parte de un producto como suplementos nutritivos. (Simón B.2011).

**Tabla. 2.** Composición de carbohidratos de la papa china (*Colocasia esculenta L*)

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Almidón	77.9
Pentosa	2.6
Proteína cruda	1.4
Dextrina	0.5
Azucares reductores	0.5
sacarosa	0.1

Fuente: (Coursey, 1968; Oyenuga, 1968)

### **2.5.5. Formas de Nutrición**

Cabe recalcar que la Papa China, como ya lo mencionamos anteriormente, está compuesta por un alto aporte nutricional como vitaminas que contiene fósforo, hierro, calcio, vitaminas B1 y B5, y es un cormo, raíz, no como muchos imaginan, siendo una de estas, la vitamina A o Retinol, que ayuda a la prolongar la visión y prevenir la ceguera de las personas y demás enfermedades. (Urbina, A. 2001).

En algunas partes del Ecuador la papa china es utilizada como alimento de ganados ya que en algunas partes cultivan esta papa china por lo aplican en alimentación de ganado y también se puede para alimentación de distintos animales, es importante señalar que la papa china es un alimento muy saludable para los animales de corral.

### **2.5.6. Harina de papa china**

La papa china (*Colocasia esculenta*) procesada en harina da un gran aporte en la alimentación humana y animal. Pero en este caso vamos a darle un lugar esta harina como fuente de la dieta alimenticia animal, porque nos brinda las vitaminas y minerales suficientes para el desarrollo y producción animal en el ámbito nutricional.

El cual se la proporcionará como fuente nutritivo para el desarrollo del animal y también ayudará a la producción de carne y leche en los animales de corral, ya que contará con el aporte de carbohidrato, proteína y minerales necesarios para el desarrollo y producción de la misma.

### **2.5.7. Suplementos nutritivos**

Los Suplementos nutricionales son productos con formulaciones que no son medicamentos. Son naturales en algunos casos, y en otros son meramente alimenticios que apoyan y complementan la nutrición que debemos llevar. La principal ventaja que ofrecen es que al no ser medicamentos, no tienen efectos secundarios graves, puesto que son micronutrientes que se encuentran en alimentos y plantas naturales. (Quiminet, 2007)

Ofrecen otra gran ventaja: son prácticos. La idea de tras de ellos es una dieta rica en nutrientes, un estilo de vida saludable en tanto en los humanos y animales ejercicio. Los suplementos adicionan valores que a veces olvidamos incluir en la ingesta nutrimental cotidiana o que por las concentraciones que requiere el cuerpo, es más práctico tomar un concentrado en comprimidos, tabletas o bien

licuados para preparación. Los suplementos nutricionales son prácticos porque se pueden llevar a todas partes y apegarse al régimen alimenticio recomendado por un dietista, bariatra o nutriólogo.

Un suplemento nutricional ofrece a los animales gran cantidad de elementos energéticos, proteicos y minerales con el propósito de que logren una mayor productividad.

El uso de suplementos alimenticios constituye una posibilidad para mejorar la ganancia de peso y el estado de los animales en crecimiento. Los suplementos alimenticios representan una alternativa económica para mejorar la productividad del rebaño y la rentabilidad para el productor. (*Quiminet, 2007*).

## **2.6. Investigaciones relacionadas**

### **2.6.1. suplemento para la producción de animales.**

#### **2.6.1.1. Evaluación del uso de papa (*Solanum tuberosum*.) de rechazo como suplemento alimenticio para vacas Holstein durante la lactancia**

La producción de leche en el Ecuador se concentra más del 50% en la Sierra, región que ofrece las mejores posibilidades para incrementar los rendimientos y la producción, a fin de procurar un aumento de los niveles de consumo de la población y el mejoramiento de su nutrición. Por otra parte, considerando que la alimentación de las vacas lecheras constituye el rubro más importante de los costos de producción, es necesario buscar la forma de

abaratarse estos costos mediante la utilización de fuentes alternativas, no convencionales, de nutrientes. El presente experimento se realizó en la Hacienda Puchalitola ubicada en la parroquia de Tucuso, cantón Mejía, Provincia de Pichincha, Ecuador, a una Latitud 0° 40' / 0° 30' sur y Longitud 78° 45' / 78°

30° oeste, y a una altitud de 2980 msnm con una precipitación anual de 1100 mm, con el propósito de evaluar el uso de papa de rechazo como suplemento en vacas Holstein en producción, para lo cual se constituyeron tres grupos de vacas a las que se les suministró tres dietas.

El primer grupo recibió 1.5kg de papa de rechazo al día, un segundo grupo recibió 3kg de papa, y un grupo testigo al que no se le suministró papa. Todos los animales fueron mantenidos en pastoreo sobre potreros compuestos por una mezcla de ryegrass perenne y trébol blanco y, adicionalmente, 2kg de concentrado diarios más un suplemento mineral a libre disposición; luego de un periodo de adaptación de 15 días se inicio la fase experimental, la misma que duró 32 días.

El análisis de los resultados reveló que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la producción de los tres grupos por efecto de los tratamientos, mientras que el análisis económico mostró que existe un margen de utilidad mayor en los grupos 1 y 2 en comparación al grupo testigo.(Proaño J .2013 ).

**Tabla 3. Composición del concentrado Nutravan 30 - 40**

suplemento concentrado	
VACAS DE 30-40 L	PROMEDIO
Humedad	Maxima13%
Proteína	Maxima18%
Grasa	Maxima4%
Fibra	Maxima12%
Cenizas	Maxima11%

**Fuente: Nutravan, 2012**

### **2.6.1.2. Ensilaje de rechazo de banano como suplemento alimenticio para ganado bovino en el segundo tercio de lactancia.**

Según Pablo Suárez, evaluó tres niveles de silo de bananos en vacas de 5 a 7 años de edad, en el segundo tercio de lactancia (8, 12 y 18kg/animal/día), comparando versus un tratamiento de control (alimentación con forraje) mediante un diseño de bloques completamente al azar y evaluó las características productivas entre los 120 días de investigación.

Y que estableció diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados que el mejor nivel de utilización fue el rechazo de banano a 16 kg. Obteniendo mayor ganancia de peso y producción en los animales suplementados con el rechazo de banano con un nivel de 18.50 kg de peso y una producción de 13.54 lt de leche/vaca/día, en cambio la menor respuesta productiva se obtuvo con una ganancia de peso de 14.75 kg y una producción de 8.28 lt de leche/vaca/día.

Para aquello el beneficio fue superior al utilizar 16 kg de ensilaje de rechazo que alcanzó una unduce de 1.12 uds por lo recomiendo utilizar 16 kg /animal/día de ensilaje de rechazo de banano, ya que demostró la eficiencia y productividad en forma considerable los rendimientos económicos. (Suárez P, 2011)

### **2.6.2. Harina de banano (*Musa paradisiaca*)**

La mayor cantidad de rechazo de banano es arrojado a lado de carreteras y riveras de ríos. Este importante recurso puede ser utilizado en forma de harina para la alimentación animal.

Una forma de disminuir el costo del balanceado en la alimentación de los animales, sería el uso de la harina de banano (banharina), que a más de ser de fácil adquisición en cualquier época del año, es de bajo costo y no compete con los productos básicos para el consumo humano, además tiene un alto valor energético que puede ser bien utilizado como otras fuentes tradicionales de energía, así mismo es alto en vitamina A.

La harina de banano es materia prima de mucha importancia en la fabricación de alimentos balanceados para aves, cerdos, ganado, camarón, tilapia etc, a pesar que su contenido de proteínas es sumamente bajo, este producto es rico en carbohidrato y proporciona abundante calorías que son la base de energizantes para los animales. La cantidad requerida para cada funda de producto final es de 10%-20%, esta fluctuación va relacionada con el tipo de animal.

Para la elaboración de balanceado y suplemento nutritivos se utilizan diferentes tipos de harinas, como harina de banano, maíz, plátano, trigo, soya, melaza, etc, dicho balanceado va a ser utilizado en la alimentación de los distintos tipos de animales. Aprovechando que el Ecuador es el principal productor y exportador de banano verde en el mundo se recolectará el recurso desechado para la transformación posterior a harina de banano.

Se define la harina de banano como el producto deshidratado preparado a partir de banano verde, mientras que el polvo proviene de la fruta madura. También se puede decir que es el polvo fino que se obtiene del banano verde molido ya sea este con su cáscara y la pulpa. La harina de banano es obtenida mediante desecación y pulverización de los frutos de diversas especies de bananos, la cual sirve de materia prima para la fabricación de alimentos balanceado.

### **2.6.3. Composición Química y Nutricional de la Harina de banano, trigo y soya.**

Por lo general se acepta que la composición química de la harina de banano verde es similar a la del maíz aunque contiene mayor cantidad de energía metabolizable (3200 vs 3400 calorías por Kg.) así como niveles de proteínas de: 4.3% a 5% según el INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). *(Tomala J, Mancero J, Pisco J,2009)*

#### **2.6.4. Harina de papa china (*colocasia esculenta*)**

(Condor, P. 2010) la composición química y valor nutritivo de las raíces de las dos especies son muy parecidos. Son fuentes de calorías provenientes principalmente de los carbohidratos. Se consumen cocidas en agua como se hace con otros tubérculos, también pueden ser consumidas horneadas o fritas en aceite. Se puede obtener un harina previa cocción y deshidratación. La raíz es también utilizada como fuente de energía en alimentación animal.

Un uso secundario de las Aráceas es el aprovechamiento de las hojas que se consumen tiernas y cocidas. Esta utilización es común en varias especies y una de ellas, el belembé, se cultiva exclusivamente por sus hojas (León, 1968).

#### **2.6.5. Uso de la papa china.**

Actualmente los altos porcentajes de pobreza, desnutrición y hambre, se han vuelto un problema en las comunidades asentadas en los países en desarrollo y en especial a las personas de los lugares más atrasados. No obstante en la mayoría de los casos por el desconocimiento del recurso florístico por parte de la ciencia, se pierde la oportunidad de aprovechar especies potenciales, que pueden ser de gran utilidad para el hombre, y teniendo en cuenta que el departamento del Chocó posee una de las floras más ricas en especies del mundo, complementada con una variedad de grupos étnicos, se pretende determinar y valorar la flora útil de la región.

Se considerada una hortaliza indispensable en la alimentación cotidiana de los habitantes del recinto de Pasagua ya que es un producto que a pesar que no es cultivada de forma técnica y muchas veces cría de forma indeseada, es muy utilizada en diferentes aspectos, es un alimento que se encuentra en la mayoría de los hogares del recinto para ser consumida por la familia, las señoras de la casa han utilizado la papa china para desarrollar deliciosos platos utilizando productos, animales que se dan por esa región como por ejemplo gallina de campo, cerdo,

etc. Han utilizado la papa china como un reemplazo de la papa tradicional y del arroz ya que es el complemento de carnes y verduras sin ser indispensable el uso de otros acompañados, pero la papa china muchas veces cría de forma incontrolada por lo cual existen temporadas en las que hay abundancia del producto y es utilizada en otras formas.

La papa china es utilizada como alimento para el ganado del recinto ya que son las principales actividades que se realizan son la agricultura y la ganadería, es importante señalar que la papa china es un alimento saludable para el ganado y dependiendo la edad del ganado la papa china es procesada.

#### **2.6.6. Uso de la papa china en Ecuador**

En el Bosque primario que se encuentra en la provincia de Pastaza, en su capital Puyo, en el que se reconocieron 17 especies (24.28%) de las especies utilizadas, en el que se encuentran las especies que los nativos consideran como de alta montaña, en este estrato del bosque, es común observar especies que tienen una gran aceptabilidad por los moradores que por el difícil acceso y lejanía, no son fáciles de encontrar y de ellos se hace muy poco uso, tal es el caso de la miel quemada (*Maripa panamensis*), Fruta de murciélago (*Pentagonia brachyotis*) y la guayaba de leche (*Campomanesia lineatifolia* R. *et al* P.) papa china (*Xanthosoma*) entre otras; que en algunas circunstancias son consideradas como desaparecidas por el largo trayecto que se tiene que hacer para aprovecharlos (*Cóndor P, 2010*).

El uso de la papa en esta región es importante se ha desarrollado como un alimento más en cada hogar de esta región es muy importante señalar que el consumo de esta alimento en esta región es abundante por el gusto de la misma en cada hogar así lo afirman sus habitantes, es adecuada para acompañar todo tipo de comidas. (*Cóndor P, 2010*)

**CAPITULO III**  
**METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

## 3.1. Materiales y Métodos

### 3.1.1. Localización del experimento

Se Realizó en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional “RUMEN” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Finca La María de Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el 7 / ½ Km vía a El Empalme - Los Ríos. En este estudio de la elaboración de una harina, se acogió a la utilización de las normas la cual su numeración es: NTE **INEN** 2051.; la que corresponde para la elaboración de harina de origen vegetal para determinar el tamaño de la partícula previo al proceso.

#### **Materiales de proceso**

- Rebanadora
- Secadora
- Molino
- Peladora
- Tina de acero inoxidable
- Mesa de acero inoxidable
- Tamizador
- Fundas herméticas

#### **Equipos**

- Balanza analítica
- Termómetro
- Equipo de laboratorio para pruebas

#### **Reactivos**

- Ácido cítrico
- Ácido ascórbico
- Meta Bisulfito de sodio
- Hipoclorito

#### **Materia Prima**

- Papa china

- Banano
- H<sub>2</sub>O

#### **Otros**

- Cámara fotográfica
- Materiales de oficina
- Memory
- Computadora

### **3.2. MÉTODOS**

Los métodos que se emplearon en esta investigación son:

#### **3.2.1. Método Analítico**

En este método se emplearon diferentes determinaciones en la composición química y nutricional de la materia prima, el cual se realizaron los análisis correspondientes en el laboratorio de bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

#### **3.2.2. Método experimental**

Con la utilización de los diferentes métodos de investigación, se hace referencia en cada de las etapas en las cuales se describe su aplicación, mediante el método de observación se seleccionará las materias primas de forma más homogénea posible. Luego se aplicaron de manera práctica el secado de acuerdo a las temperaturas ya establecidas el cual indica de 60 a 65 °C.

De la misma forma, mediante la aplicación de cálculos se tomaron referencias a la normas INEN ya establecidas, la cual nos permitirá una buena combinación de las materias primas y las mezclas final de los dos tipos de harina que nos dio un suplemento nutritivo para la alimentación animal como producto final.

Cabe recalcar que al producto final se le asignaron 3 tipos de antioxidantes (ácido cítrico, ácido ascórbico y bisulfito de sodio) , para determinar cuál de los tres antioxidantes es el mejor para evitar alguna oxidación en el producto final y el empaçado se lo realizó en fundas herméticas para impedir el paso y desarrollo microbiano. El almacenamiento se lo realizó en un lugar fresco y se obtuvo un producto de calidad.

### 3.3. Factores de Estudio

Los factores de estudio que intervinieron en la siguiente investigación son:

**Cuadro 1:** Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y Banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para Alimentación animal.

FACTORES	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
<b>FACTOR A</b> Materia Prima	Papa china	Pch
	Rechazo de banano	Reb
<b>FACTOR B</b> Secado	Tiempo y temperaturas 1	Tte
	Tiempo y temperaturas 2	Tte
<b>FACTOR C</b> Antioxidantes	Ácido cítrico	Aci
	Ácido ascórbico	Aas
	Meta Bisulfito de sodio	Bs

### 3.4. Diseño Experimental

Para la presente investigación se utilizó un diseño con arreglo factorial de A\*B\*C con los niveles de A= 2; B=2; y C=3.

Donde **A**= Materia prima (harina de banano y papa china), **B**=Secado de la materia prima (tiempo y temperatura) y **C**=Mejor antioxidante (ácido cítrico, ácido ascórbico y bisulfito de sodio).

Las respuestas experimentales pueden explicarse por el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk1} = u + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijk1}$$

Resultando un total de: 12 tratamientos; 2 repeticiones y 24 unidades experimentales.

**Cuadro 2.** Combinación de los tratamientos propuestos para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

No.	SIMBOLOGIA	DETALLE
1	Pch <sub>1</sub> T <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	Papa china + T 60 <sup>0</sup> C y 4 h +Ácido cítrico 0.04 %
2	Pch <sub>1</sub> T <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	Papa china + T 60 <sup>0</sup> C y 4 h +Ácido ascórbico 0.05 %
3	Pch <sub>1</sub> T <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	Papa china + T 60 <sup>0</sup> C y 4 h +Meta Bisulfito de sodio 0.03 %
4	Reb <sub>1</sub> T <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	Rechazo de banano + T 60 <sup>0</sup> C y 4 h +Acido cítrico0.004%
5	Reb <sub>1</sub> T <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	Rechazo de banano + T 60 <sup>0</sup> C y 4 h +Acido ascórbico0.05%
6	Reb <sub>1</sub> T <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	Rechazo de banano + T 60 <sup>0</sup> C y 4 h +Meta Bisulfito de sodio0.003%
7	Pch <sub>2</sub> T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	Papa china + T 65 <sup>0</sup> C y 5 h +Ácido cítrico 0.04%
8	Pch <sub>2</sub> T <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	Papa china + T 65 <sup>0</sup> C y 5 h +Ácido ascórbico 0.05%
9	Pch <sub>2</sub> T <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	Papa china + T 65 <sup>0</sup> C y 5 h +Meta Bisulfito de sodio 0.03%

10	Reb <sub>2</sub> T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	Rechazo de banano + T 65 °C y 5 h +Ácido cítrico 0.04%
11	Reb <sub>2</sub> T <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	Rechazo de banano + T 65 °C y 5 h +Acido ascórbico0.05%
12	Reb <sub>2</sub> T <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	Rechazo de banano + T 65 °C y 5 h +Meta Bisulfito de sodio 0.03%

### 3.5. Características del experimento

Para llevar a cabo esta investigación el diseño estadístico estuvo como arreglo factorial propuesto A\*B\*C dependen de lo siguiente.

A= Materia prima (harina de banano y papa china)

B=Secado de la materia prima (tiempo, temperatura y granulometría)

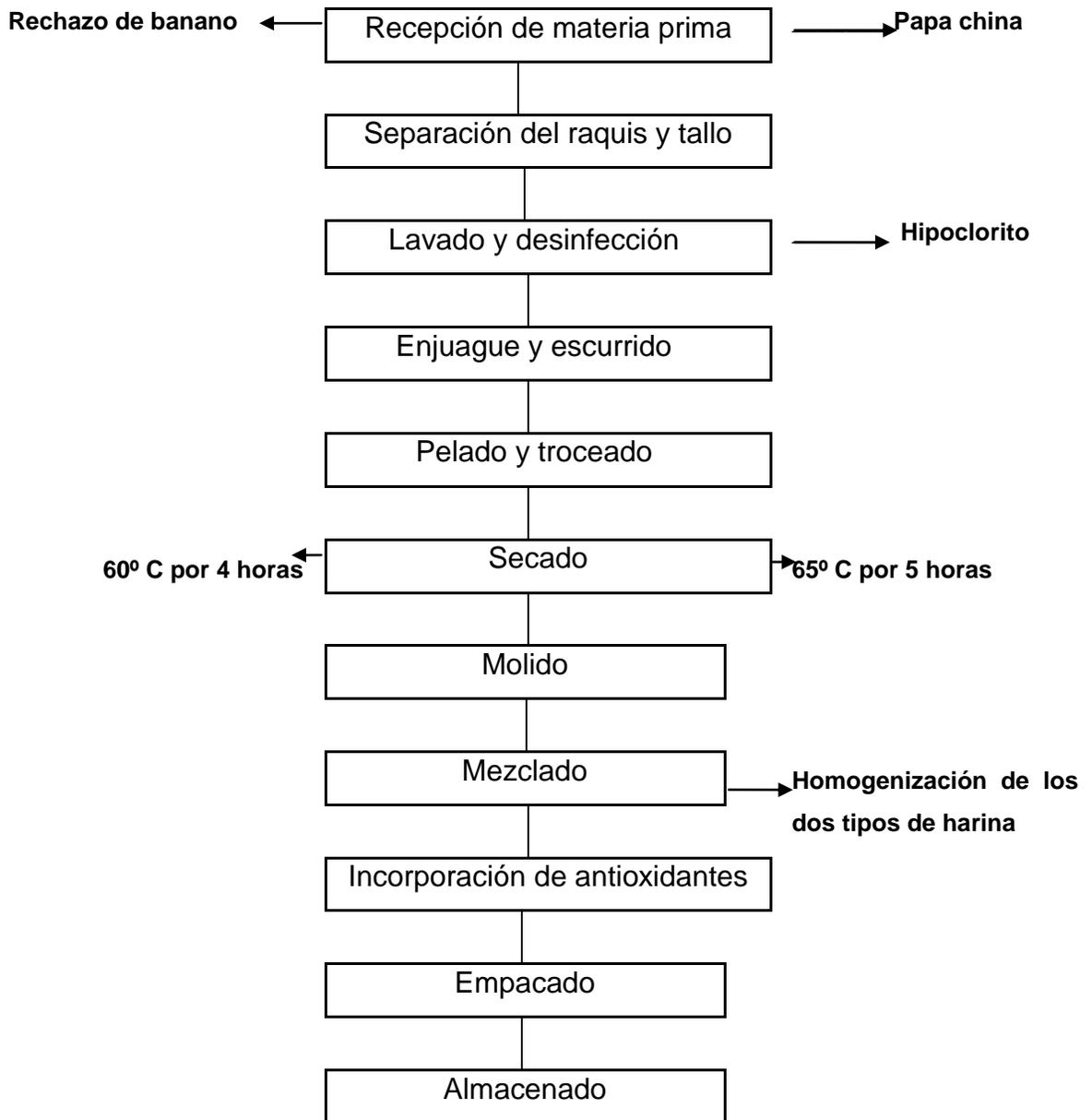
C=Mejor antioxidante (ácido cítrico, ácido ascórbico y bisulfito de sodio)

Número de tratamientos 12

Número de repeticiones 2

Número de unidades experimentales 24

**3.5.1. Flujo grama de proceso para la elaboración de harina de banano y papa china en la obtención del suplemento nutricional e animales.**



Diseñado por: Ángel Mendoza

### 3.6. Manejo del Experimento

Para el manejo específico de este proceso se describen los siguientes pasos en la obtención de harina de papa china y banano, para la elaboración de un suplemento nutritivo en la alimentación animal.

- Recepción de la materia prima (banano y papa china). Se obtuvo estas materias primas de los lugares más cercanos de la zona de El Empalme, y vamos a necesitar 40 kg de papa china y 40 kg de rechazo de banano, el cual se realiza una previa calificación de estos productos para la realización de la tesis de grado
- Separar de las manos y dedos del racimo de banano y separación de la papa china del tallo previo a su debido proceso experimental
- Realizar un lavado por inmersión al banano y la papa china con un 3% de hipoclorito en el agua para el lavado, se lo hace por separado en tinas diferentes para evitar contaminación alguna en su debido proceso de lavado.
- Aplicar enjuague y escurrido a la materia prima con agua muy limpia, así evitar alguna contaminación a la pulpa de la papa china y el rechazo de banano previo a su descortezado.
- Luego emplear pelado, tanto de la papa china, como el del rechazo de banano para así ya obtener la pulpa de las variedades a procesar y troceado de ambas variedades, lo que realizaremos en forma de rodajas de chifle para así lograr obtener un mejor secado de la pulpa de ambas variedades a investigar.
- Realizar el secado del producto a procesar a temperaturas de 60 y 65 °C
- Ejecutar el molido del banano y papa china luego del secado, para la obtención de los dos tipos de harinas
- Realizar la combinación de los dos tipos de harina para el proceso de obtención del suplemento

- Aplicación de antioxidantes en el suplemento ya obtenido, ácido cítrico de 0.04 gr, ácido ascórbico a 0.05 gr y bisulfito de sodio a 0.03 gr por cada kilo de suplemento.
- Empacar en fundas herméticas de 1 kg
- Almacenar en un ambiente fresco
- Comercialización

**CAPITULO IV**  
**DISCUSION Y RESULTADOS**

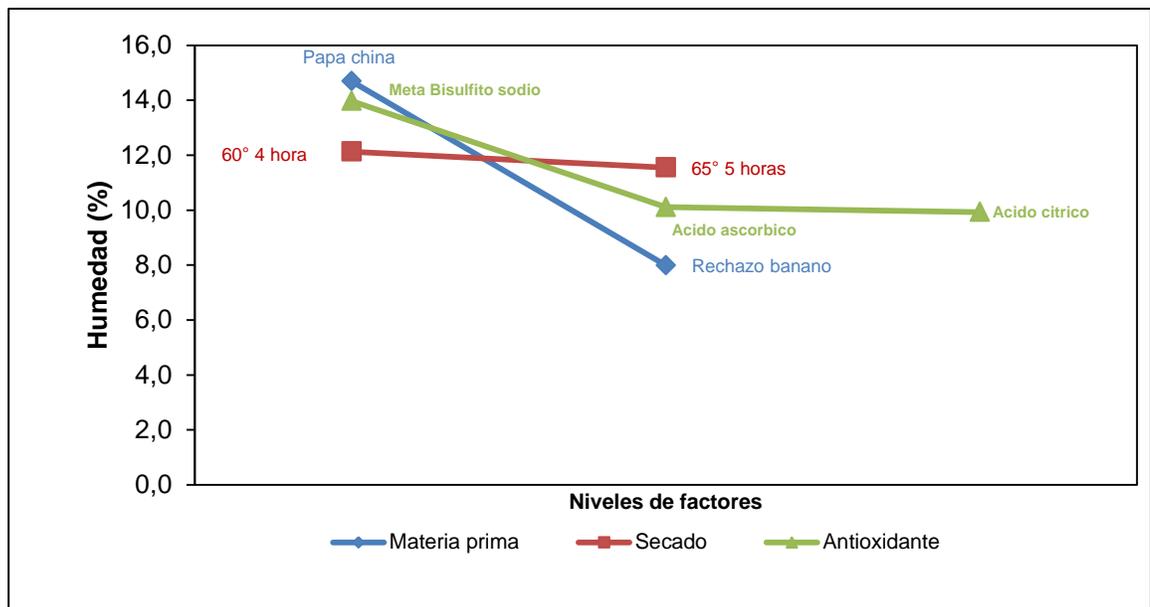
#### 4.1. Análisis de los factores y porcentaje de humedad

**Cuadro 3.** Efectos simples entre factores y variables en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

<b>Factores</b>	<b>Variables</b>		
<b>Materia Prima</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>
Papa China	14,69 a	4,19 a	0,50 a
Rechazo banano	7,99 b	2,78 b	0,42 b
<b>Secado</b>			
T 60° 4 horas	12,13 a	3,60 a	0,52 a
T 65° 5 horas	11,55 b	3,37 b	0,40 b
<b>Antioxidantes</b>			
Meta Bisulfito sodio 0,03%	13,97 a	3,61 a	0,44 c
Ácido Ascórbico 0,05%	10,11 b	3,50 ab	0,46 b
Ácido cítrico 0,04%	9,93 b	3,35 b	0,49 a

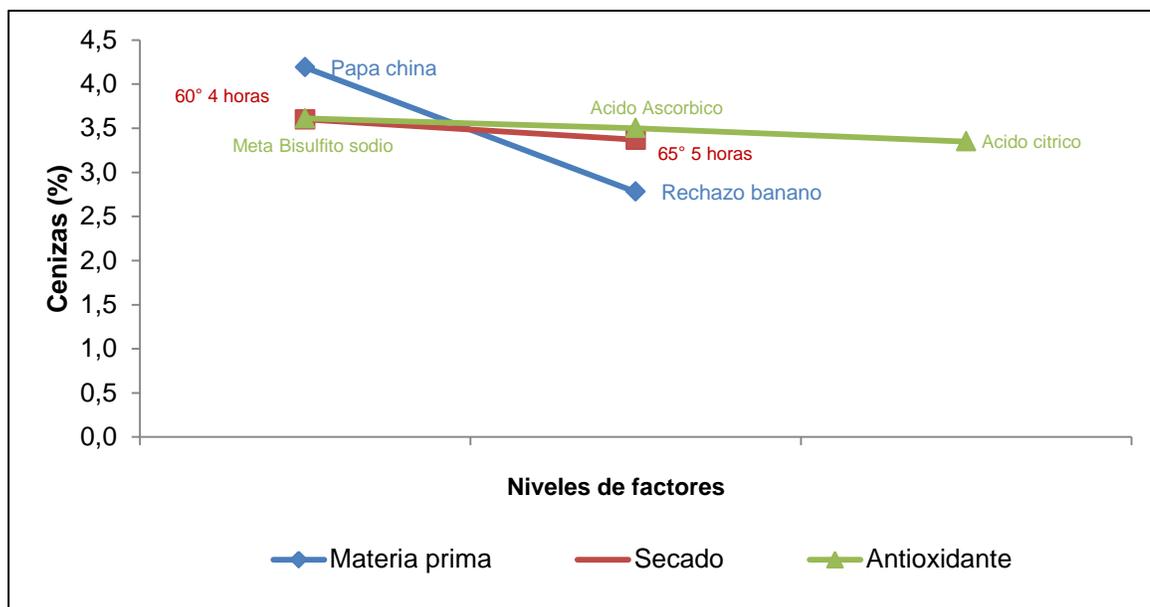
**Fuente: Mendoza A.2013**

Realizada la interacción entre factores y porcentaje de humedad, el factor B temperatura y tiempo mostró una estabilidad promedio a una humedad de 12,13 y 11,55 %, mientras que sí existieron diferencias marcadas entre la Papa China y el rechazo de banano mostrando mayor humedad la papa china con 14,69%, en el caso de los antioxidantes el Meta Bisulfito Sodio fue superior en humedad con un promedio de 13,97 %, mientras que los otros mostraron tendencias similares en porcentajes de humedad.



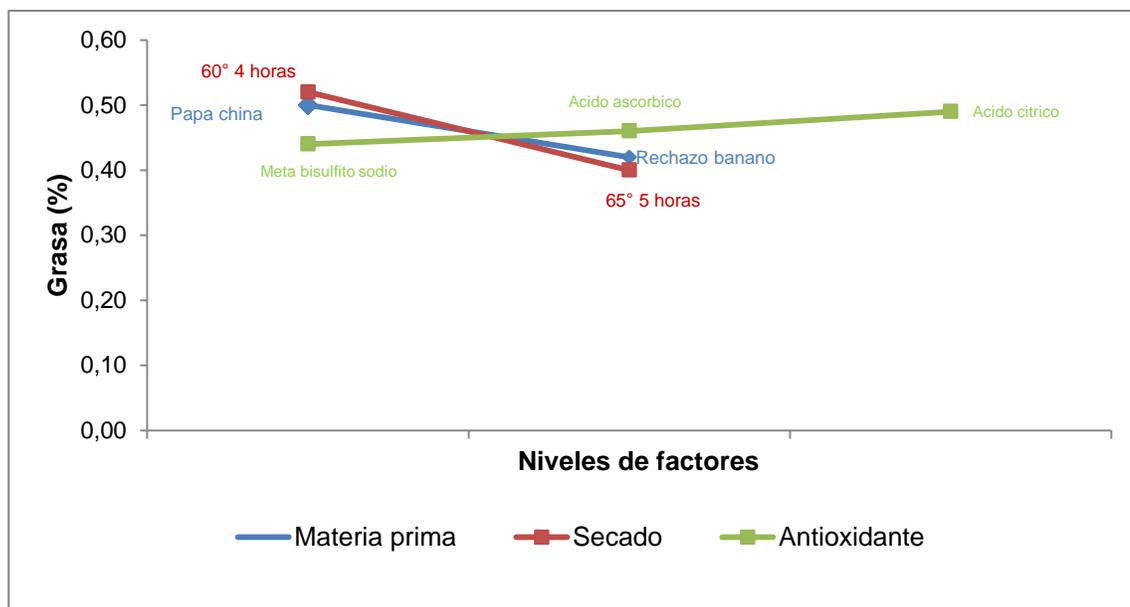
**Figura 1.** Interacción entre factores y humedad en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

Para la interacción entre factores y porcentaje de ceniza, el factor B temperatura y tiempo mostró una interacción estable con promedios de 3,60 y 3,37 %, para 60 grados Celsius y 4 horas y 65 grados Celsius y 5 horas respectivamente mientras que sí existieron diferencias marcadas entre la Papa China y el rechazo de banano con mayor porcentaje de ceniza la papa china con 4,19%, en los antioxidantes el Meta Bisulfito Sodio contuvo mayor porcentaje de ceniza con un promedio de 3,61 %, existiendo diferencias entre ellos.



**Figura 2.** Interacción entre factores y cenizas (%) en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

En la interacción entre factores y porcentaje de grasa, el factor B temperatura y tiempo mostró una diferencia significativa conteniendo mayor porcentaje de grasa el factor 60 grados Celsius y 4 horas con un promedio de 0,52 %, mientras que si existieron diferencias marcadas entre la Papa China y el rechazo de banano con mayor porcentaje de grasa la papa china con 0,50 %, en los antioxidantes el Ácido Cítrico mostró el mayor porcentaje de grasa con un promedio de 0,49 %, existiendo diferencias entre ellos.



**Figura 3.** Interacción entre factores y grasa (%) en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

#### 4.1.1 Efectos simples del porcentaje de proteína, fibra cruda y energía bruta.

En el Cuadro 4, se presentan los efectos simples entre factores y variables en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”. Del porcentaje de proteína y fibra cruda y energía bruta. Según el análisis de variancia realizado para los efectos de los factores de proteína y fibra cruda y energía bruta mostraron alta significancia estadística siendo sus coeficientes de variación 1,77; 6.1 y 0,79 respectivamente.

Para el factor materia prima hubo diferencias estadísticas entre ellas siendo la papa china que obtuvo los mayores valores para proteína y fibra cruda y energía bruta con promedios de 6,79; 3.13 y 3,11 % respectivamente.

Para el factor temperatura y tiempo de secado a 60 grados Celsius y 4 horas mostró alta significancia estadística obteniendo mayores valores para los porcentajes de proteína y fibra cruda con promedios de 5,87 y 2,82 % a 60 grados

Celsius y mientras que la temperatura y tiempo de secada a 60 grados Celsius y 4 horas sobresalió en energía bruta con 3,17 kg/cal/gr.

En el factor compuesto por los antioxidantes el Ácido Ascórbico 0,05% mostró alta significancia estadística y obtuvo los mayores valores para los porcentajes de proteína y fibra cruda y energía bruta con promedios de 6,16; 2,67 y 3,12 respectivamente siendo superior estadísticamente a los demás antioxidantes.

Con relación al porcentaje de proteína en todos los tratamientos no se alcanzó un valor inferior al señalado por la norma Técnica Ecuatoriana INEN 2051:95 (1995) que establece un valor mínimo de proteína del 8%. Roquel (2008), en sus estudios Realizados también en papa obtuvo valores de proteína bruta superiores a los establecidos por la norma (11.50%), sin embargo los resultados alcanzados en este estudio son similares a los mencionados por Sánchez, Basurto (2007) y Espínola *et al.* (1998).

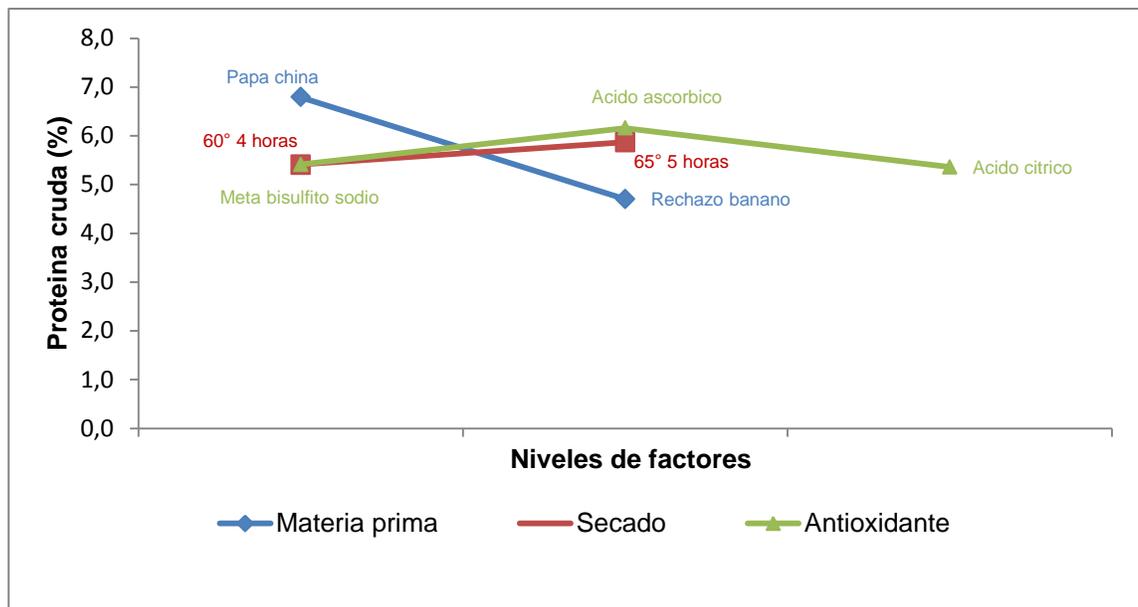
De todos los tratamientos estudiados, el porcentaje de fibra supera el valor admitido por la norma Técnica Ecuatoriana INEN 2051:95 (1995) para harinas, que se sitúa alrededor del 1%. Espínola *et al.* (1998) y Roquel (2008) reportan en su investigación haber alcanzado también porcentajes superiores al límite permisible de la norma, los cuales estuvieron en el rango 1.80 y 5.23% a nivel de laboratorio.

**Cuadro 4.** Efectos simples entre factores y variables en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

Factores	Variables		
	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	Energía bruta (kg cal/gr)
<b>Materia Prima</b>			
Papa China	6,79 a	3,13 a	3,11 a
Rechazo banano	4,70 b	2,08 b	3,07 b
<b>Secado</b>			
T 60° 4 horas	5,41 b	2,39 b	3,17 a
T 65° 5 horas	5,87 a	2,82 a	3,02 b
<b>Antioxidantes</b>			
Meta Bisulfito sodio 0,03%	5,41 b	2,57 a	3,08 b
Ácido Ascórbico 0,05%	6,16 a	2,67 a	3,12 a
Ácido cítrico 0,04%	5,36 b	2,57 a	3,08 b

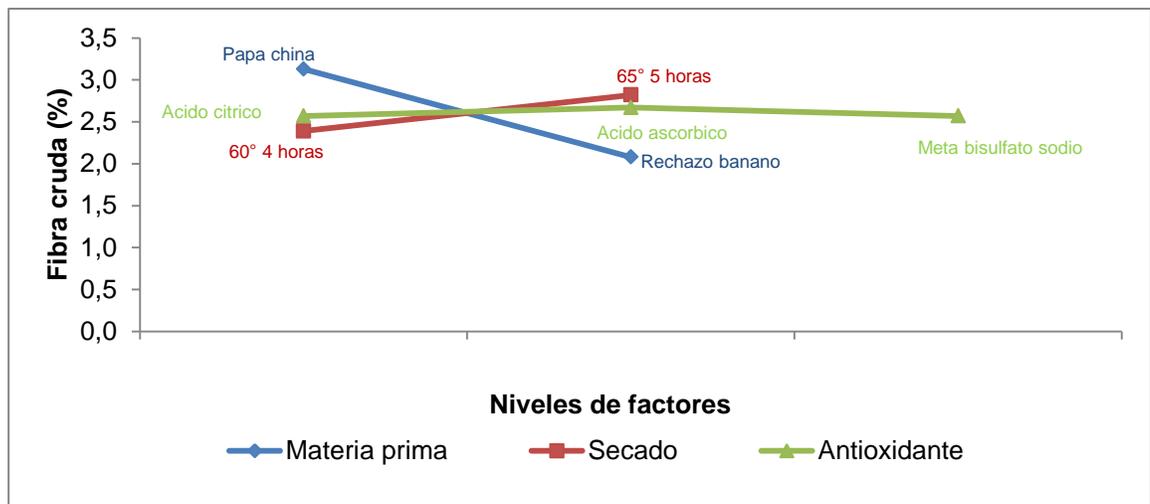
**Fuente: Mendoza A. 2013**

Para la interacción entre factores y porcentaje de proteína cruda, el factor A materia prima existieron diferencias marcadas entre la papa china y el rechazo de banano con mayor porcentaje de proteína cruda la papa china con 6,79%, mientras que para la temperatura y tiempo mostró una interacción estable con promedios de 5,87 y 5,41 %, para 60 grados Celsius y 4 horas y 65 grados Celsius y 5 horas respectivamente mientras que sí, en los antioxidantes el Ácido Ascórbico 0,05% mostró el mayor porcentaje de proteína cruda con un promedio de 6,16 %, siendo superior a los demás antioxidantes.



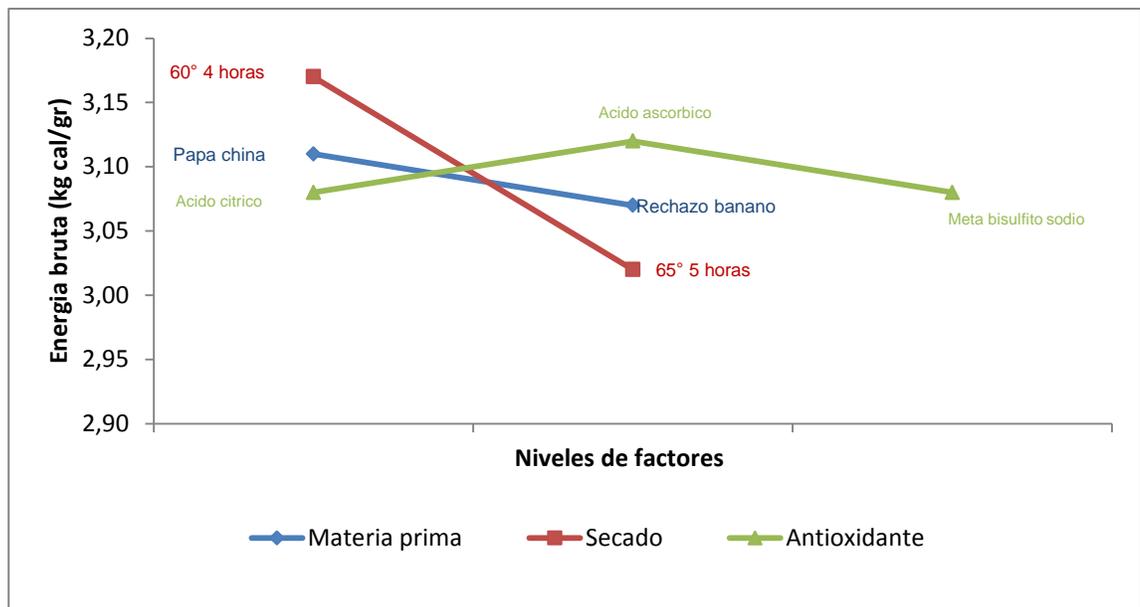
**Figura 4.** Interacción entre factores y proteína cruda (%) en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

Para la interacción entre factores y porcentaje de fibra cruda, el factor A materia prima existieron diferencias marcadas entre la Papa China y el rechazo de banano con mayor porcentaje de proteína cruda la papa china con 3,13 %, mientras que para la temperatura y tiempo de 65 grados Celsius y 5 horas fue superior estadísticamente con un promedio de 2,82 %, mientras que sí, en los antioxidantes el Ácido Ascórbico 0,05% mostró el mayor porcentaje de proteína cruda con un promedio de 2,67 %, siendo superior a los demás antioxidantes.



**Figura 5.** Interacción entre factores y fibra cruda (%) en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

Para la interacción entre factores y energía bruta, el factor A materia prima existieron diferencias marcadas entre la Papa China y el rechazo de banano con mayor porcentaje de proteína cruda la papa china con 3,1 kilogramos/calorías/gramos, mientras que para la temperatura y tiempo de 60 grados Celsius y 4 horas fue superior estadísticamente con un promedio de 3,17 kilogramos/calorías/gramos, mientras que sí, en los antioxidantes el Ácido Ascórbico 0,05% mostró mayor kilogramos/calorías/gramos con un promedio de 3,12, siendo superior a los demás antioxidantes.



**Figura 6.** Interacción entre factores y energía bruta (kg cal/gr) en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

#### 4.1.2. Análisis de laboratorio de las muestras en estudio

Ya obtenida las harinas, fueron expuestas a los análisis bromatológicas para determinar cuál fue el mejor tratamiento que nos establece los mejores composiciones nutricionales de los productos a estudio.

**Cuadro 5.** Combinación de los tratamientos propuestos para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

Observaciones	Análisis Químicos de los Tratamientos						
	TRATAMIENTOS	PARAMETROS					
		Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Fibra cruda	Energía bruta
1	T1	12.33	4.55	0.66	5.51	3.10	3.18
2	T2	12.14	4.49	0.41	6.42	3.11	3.27
3	T3	26.58	4.56	0.39	6.71	3.09	3.35
4	T4	6.98	2.78	0.30	4.08	1.79	3.04
5	T5	7.13	2.82	0.31	5.54	1.80	3.10
6	T6	7.98	2.88	0.33	4.38	1.68	3.00
7	T7	12.11	3.56	0.46	8.16	3.21	2.97
8	T8	12.24	4.26	0.56	7.58	3.20	2.98
9	T9	12.33	4.59	0.51	6.42	2.99	2.98
10	T10	8.95	2.76	0.53	3.79	2.49	3.12
11	T11	8.97	2.69	0.52	4.95	2.50	3.11
12	T12	9.03	2.81	0.52	4.37	2.55	2.99
13	T13	12.30	4.53	0.65	5.50	3.11	3.16
14	T14	12.11	4.45	0.40	6.40	3.10	3.25
15	T15	26.48	4.55	0.37	6.70	3.05	3.36
16	T16	6.95	2.73	0.31	4.05	1.80	3.03
17	T17	7.11	2.80	0.30	5.52	1.78	3.09
18	T18	7.95	2.85	0.31	4.32	1.69	3.01
19	T19	12.10	3.54	0.44	8.15	3.20	2.96
20	T20	12.25	4.22	0.54	7.57	3.21	2.99
21	T21	12.31	4.50	0.52	6.40	2.97	2.96
22	T22	8.94	2.74	0.50	3.77	2.48	3.11
23	T23	8.95	2.64	0.51	4.96	2.51	3.10
24	T24	9.02	2.80	0.53	4.35	2.53	2.98

En el cuadro 5 se indican los valores de los análisis químicos de cada uno de los tratamientos, con el cual se elige al mejor tratamiento por sus niveles óptimos de aceptabilidad para la elaboración de un suplemento alimenticio.

Resultando así como mejores tratamientos a T1, T2 Y T10, son los que mejores rendimientos nutricionales que aportan a la investigación

## 4.2 Análisis económico

RUBROS	HARINA PAPA CHINA			HARINA DE BANANO		
	TRATAMIENTO 1	TRAT 2	TRAT 3	TRAT 1	TRAT 2	TRAT3
	META BISULFITO DE NA	ACIDO ASCORBICO	ACIDO CITRICO	META BISULFITO DE NA EN BANANO	ACIDO ASCORBICO EN BANANO	ACIDO CITRICO EN BANANO
<b>PRODUCCIÓN (cantidad)</b>	32kg	32kg	32kg	32kg	32kg	32kg
<b>COSTOS (dólares)</b>						
REBANADA	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
SECADO	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
MOLIENDA	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
PELADO	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TINAS	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
FUNDAS HERMETICAS	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
TAMIZADO	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
VIATICOS	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30
UTILITARIOS	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
ANALISIS DE LABORATORIO	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
IMPRESIONES	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33
COPIAS	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27
Preservantes	0,50	0,40	0,40	0,50	0,40	0,40
<b>TOTAL DE COSTOS</b>	\$ 58,72	\$ 58,62	\$ 58,62	\$ 58,72	\$ 58,62	\$ 58,62
<b>PVP</b>	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00
<b>VENTAS = P*q</b>	\$ 64,00	\$ 64,00	\$ 64,00	\$ 64,00	\$ 64,00	\$ 64,00
<b>UTILIDAD NETA</b>	\$ 5,28	\$ 5,38	\$ 5,38	\$ 5,28	\$ 5,38	\$ 5,38
<b>BENEFICIO COSTO</b>	0,089918256	0,09177755	0,09177755	0,089918256	0,09177755	0,09177755
<b>RENTABILIDAD %</b>	9%	9%	9%	9%	9%	9%

**Cuadro 6.** Análisis económico producción de 30 kg de harina en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

Realizado el análisis económico (cuadro 5), se observa que el ingreso bruto \$ corresponde a \$180. Los costos totales fueron superiores para la papa china ya que el valor de la materia prima es mayor en el mercado; con \$ 153,8 y \$133,8 para rechazo de banano. El mayor beneficio neto se logró con la harina de banano con \$ 46,2 seguido de la harina de papa china con \$ 26,2, obteniéndose una relación Beneficio – Costo de 1.35 y 1,17 respectivamente, lo que indica que por cada unidad monetaria invertida se obtuvo \$ 0,35 y 0,17 adicional o de beneficio para estos dos tratamientos. Estos resultados presentados hacen que este tipo de inversión sea factible y viable desde el punto de vista económico.

## 4.3. RESULTADOS

### 4.3.1 Efectos simples del porcentaje de humedad, ceniza y grasa.

En el Cuadro 3, se presentan los efectos simples entre factores y variables en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”. Del porcentaje de humedad, ceniza y grasa. Según el análisis de variancia realizado para el efecto del factor materia prima mostraron alta significancia estadística entre los tratamientos mostrando que la Papa China obtuvo los mayores valores para los porcentaje de humedad, ceniza y grasa siendo sus promedios de 14,69; 4,19 y 0,50 respectivamente.

Para el factor B temperatura y tiempo de secado a 60 grados Celsius y 4 horas mostró alta significancia estadística con valores para los porcentaje de humedad, ceniza y grasa siendo sus promedios de 12,13; 3,60 y 0,52 respectivamente.

En el factor C compuesto por los antioxidantes el Meta Bisulfito Sodio compuesto al 0,03% mostró alta significancia estadística y obtuvo los mayores valores para los porcentajes de humedad y ceniza promedios de 13,97; 3,61 respectivamente, en los antioxidantes compuestos por Ácido cítrico 0,04% fue superior estadísticamente a los demás antioxidantes en el porcentaje de grasa con 0,49 %.

Según Larrañaga et al. (1999), la presencia de un mayor o menor porcentaje de humedad favorece a la presencia o ausencia de microorganismos o puede además actuar como catalizador y ocasionar deterioro de los alimentos.

Los resultados de ceniza en el presente estudio alcanzaron valores mayores a los señalados por la norma Técnica Ecuatoriana INEN 2051:95 (1995) para harinas, que señala como nivel máximo 1%. Roquel (2008), en sus estudios realizados para la elaboración de harina cruda, reportan haber alcanzado porcentajes de ceniza entre el 2.90 y 2.92% a nivel de laboratorio.

El porcentaje de grasa alcanzado en este estudio, de forma general no supera los límites permisibles requeridos por la norma Técnica Ecuatoriana INEN 2051:95 (1995) para harinas que establece un valor máximo de 2%. Roquel (2008) en su investigación reporta porcentajes de grasa superiores a la norma (4.29%). Por lo siguiente también damos parte a los que fueron los mejores tratamientos en esta investigación.

Determinamos que T1 (papa china +T60°Cx 4 ácido cítrico0.04%), T2 (papa china+ T60°Cx 4h +ácido ascórbico0.05%), T10 (rechazo de banano+T65°Cx 5 horas + ácido cítrico0.04%) y se demuestran los resultados óptimos de Grasa, Fibra, Proteína, Cenizas, Energía y Humedad lo cual es fundamental para la combinación de dos harinas en estudio para la elaboración de un suplemento alimenticio. Para exponer al homogeneizador se combinara con una relación de 40% harina de rechazo de banano y 60% de harina de papa china por el aporte nutricional que aportan estos dos subproductos. Se realiza empaques en fundas herméticas de 1 kg y el respectivo sellado.

Se acepta la Hipótesis alternativa, la que dice “La elaboración de harina de papa china y de rechazo de banano, permitirá disponer de un suplemento alimenticio para la alimentación animal más estable”.

De acuerdo a las normas de elaboración de harinas para uso en alimentación animal los mejores resultados en todas las variables fueron en los tratamientos T1, T2, T10 que establecieron resultados aceptables normas para elaboración de harinas.

Para concluir observamos en el análisis económico de los tratamientos, vemos que todos los tratamientos existe igualdad en los costos finales de la investigación. Podemos establecer en el cuadro de análisis económico, el total de costos que dio como resultado \$61.97 para cada tratamiento, PVP \$5.00, ventas=pxq 150.00, utilidad neta \$56,97, beneficio costo -0,919315798, rentabilidad de -92%.

#### 4.4 Discusión

- En cuanto a la humedad del producto final podemos decir, según los resultados, que se presentaron en la tabla de los de valores de análisis de cada tratamiento que se realizó a la harina de dos tipos para la elaboración de suplementos alimenticio, de acuerdo a la investigación de José Proaño que utilizo una humedad de 13%, proteína 18%, grasa 4%, fibra 12% y cenizas 11% en los suplementos para el uso de alimentación de la vacas. Podemos decir la papa china (colocasia esculenta) y banano (musa paradisiaca) tienen un rango de humedad de 14.69 % (PCH) y 7.99 % (B), de proteína 6.79% (PCH), 4.70%(B), grasa 0.50% (PCH), 0.42% (B), fibra 3.13% (PCH) 2.08 (B), cenizas 4.19 (PCH) 2.78 (B) y energía 3.11 (PCH) 3.07 (B) lo que se determina que existe mínima diferencia para las dietas alimenticias en lo que concierne a “Elaboración de harina de la papa china (Colocasia esculenta) y banano (Musa x Paradisiaca) como suplemento nutricional para alimentación animal”.
- Por otra parte el investigador Pablo Suarez afirma que el ensilado de rechazo de banano como suplemento alimenticio proporciona una buena lactancia en las vacas y que la mejor dosis para la alimentación es de 16 kg de ensilado de rechazo de banano, por lo cual genera mayor ganancia de peso y producción en los animales suplementados.
- Como observamos en las dos investigaciones uno habla acerca de la papa como suplemento alimenticio y por otra parte del ensilado rechazo de banano como un suplemento alimenticio. De manera que se puede dar apertura a esta investigación de la papa china (colocasia esculenta) y rechazo de banano (musa paradisiaca) en elaboración de harina como suplemento alimenticio para animales, porque se cuenta con los nutrientes y tratamientos necesarios para para dar durabilidad a este suplemento que se promocionará.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de las variables en estudio se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Los niveles más óptimos en la combinación (homogenización) de estos tratamientos dando paso a la papa china (colocasia esculenta) y rechazo de banano (musa x paradisiaca) como lo productos aceptables para el suplemento alimenticio.
- El contenido de porcentaje de humedad, grasa, proteína cruda y energía bruta difirieron significativamente en todos los factores e interacciones.
- Referente al secado no se encontró mucha diferencia entre las dos temperaturas, pero se determinó que la óptima para conservar los elementos nutricionales fue T60° y 4 horas ya que contienen mayor proteína y fibra cruda.
- Referente a los antioxidantes óptimo para conservar los elementos nutricionales fue ácido ascórbico al 0,05% ya que contienen mayor proteína y fibra cruda.
- En lo referente a la granulometría las dos materias primas reúnen las condiciones que establece la NORMA INEN, ya que determina su uso al cual se destina, una harina para uso animal requiera un granulometría más gruesa.
- La mejor relación beneficio costo se obtuvo con la elaboración de harina de banano.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Obtener un secado eficiente es necesario uniformizar la materia prima a 65 °C, ya que puede afectar el contenido de humedad del producto final.
- Utilizar cantidad de harinas de los productos mencionados para se combinación como suplemento en un 60%(PCH) y 40%(RB) dando apertura a la homogenización de nutrientes y vitaminas.
- Efectuar nuevas investigaciones para determinar la vida útil de la harina de papa china y banano en almacenamiento y posteriores análisis mercantiles.

**CAPITULO VI**  
**BIBLIOGRAFIA**

## 6.1 LITERATURA CITADA

- Acá U.2001 Evaluación de Proyectos de la producción y cultivo de la papa china. Cuarta Edición. Mc Graw Hill, México.
- Afanador A. 2005, El banano verde de rechazo en producción de alcoholcarburantes.
- Anónimo, 1998. Conjunto tecnológico para la producción de raíces y tubérculos.
- Banana Export 2008. Análisis de mercados, Ecuador sigue liderando la exportación de banano del mundo.
- Bonilla, S. (2011) proyecto de elaboración de papa china.
- Cóndor, P.2010. "INVESTIGACIÓN DE LA PAPA CHINA Y PROPUESTA GASTRONÓMICA", Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Coursey, D. 1968. The edible aroids world crops pp: 25, 30. Consultado 11 de agosto del 2013. Asociación de exportadores bananeros del Ecuador; Producción nacional de plátano, [www.aebe.com](http://www.aebe.com)
- Espínola, N.Creed-Kanashiro, M. Ugaz, y M. van Hal. 1998. Desarrollo de un alimento complementario como Camote para niños de 6 meses a 3 años. Departamento de Ciencias sociales. Documento de Trabajo No.1998-8. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Estrada, E; Galvis, F. 1990, Enfermedades de la papa china en las costas pacíficas del valle del Cauca. Universidad nacional de Colombia.
- Díaz, J. (2008). Descubre los frutos exóticos. Editoriales Capitel Ediciones S.L. Madrid. 66,67p.

- Fernández, A. 2005 producción de cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta*) SANGOLQUÍ / ESPE-IASA I / 2005.
- Hao, S. 2006., "Taro". Tesis de producción de la papa china. Consultado el 03 de junio del 2012. Disponible. en: <http://google.academico/pt/Taro>
- INIAP.2010 (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. El plátano y su potencial (línea). Ecuador.
- José A,Proaño Villavicencio; 2013. Evaluación del uso de papa (*Solanum tuberosum*.) de rechazo como. Suplemento alimenticio para vacas Holstein durante la lactancia en Pichincha - Ecuador.
- Larrañaga, I.; Carballo, J.; Rodríguez. I; José Fernández. 1999. Control e higiene de los alimentos. Editorial COBRA, S.L. Primera Edición. Madrid, España. Págs. 403-406
- León, 1968. Aprovechamiento de los tubérculos y hojas. Consultado el 18 de noviembre del 2013.
- Morales,P 2009. Obtencion de harina de banano verde de rechazo.
- MAGAP emite medidas para mejorar la producción bananera y reducir costos
- Naturland Asociacion,2002. Agricultura organica en trópico y sobtrópico.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2051:95. Granos y cereales. Maíz molido, sémola, harina, gritz. Requisitos. 1era. Edición
- Ochse, J. Soule, M.1986 Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales ysubtropicales.Volumen 1. México: Editorial Limusa.
- Padilla M, 1998. Alimentación y manejos de cerdos.
- Quiminet,2007. La importancia de los suplementos alimenticios en los animales.

Salazar Galo , 2009. Tips en cosecha y postcosecha del banano.

Sanchez, J. Gina Basurto. 2007. Elaboración de harina de camote (Ipomoea Batata), para consumo humano sin pérdidas significativas en su contenido proteico. Calceta, ESPAM

Roquel, M. 2008. Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (Ipomoea Batata). Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala

Simmonds, N. W. and Shepherd, K. 2012. The taxonomy and origins of the cultivated. ecológica, bolitín de acción.

Simón Bonilla. (2011) proyecto de elaboración de papa china. Consultado el 1 de febrero del año mencionado. Recuperado el 16 de agosto del 2013.

Suarez Pablo,(2011). Ensila de rechazo de banano como suplemento alimenticio para ganado bovino en el segundo tercio de lactancia.

Tomala J, Rafael Mancero, Jairo Pisco, 2009. Analisis de prefactibilidad en la elaboracion de harina de banano, Escuela Superior Politecnica del Litoral.

Toledo, M; Escuela Superior Politécnica del Chimborazo; Tesis de Grado; Ecuador; 2008. En línea consultado el 6 de mayo del 2011. Disponible en la pág. web: <http://dspaceepoch.edu.ec/bitstream/123456789/229/1/236T0015.PDF>.

**Aca Urbina, Gabriel.** 2001 Evaluación de Proyectos de la producción y cultivo de la papa china. Cuarta Edición. Mc Graw Hill, México. Consultado el 2 de agosto del 2013.

Velasquez Valderrama, Angela Maria, 2005. Extracción de taninos del banano verde de rechazo. Lasallista de investigacion,

**CAPITULO VII**  
**ANEXOS**

## ANEXOS

**Cuadro 1.** Anexos porcentaje de humedad en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

<b>Fuente variación</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
Materia P.	1	269,14	269,14	750,15	<0,0001
Secado	1	14,93	14,93	3504,99	<0,0001
Antioxidantes	2	83,40	41,70	194,45	<0,0001
Materia P*Secado	1	63,47	63,47	543,05	<0,0001
Materia P*Antiox	2	63,22	31,61	826,60	<0,0001
Secado*Antiox	2	74,25	37,12	411,67	<0,0001
Materia P*Secado*Antiox	2	65,21	32,61	483,46	<0,0001
Error	12	0,92	0,08	424,64	
Total	23	634,55			

CV(%) = 2,44

**Cuadro 2.** Anexos porcentaje de cenizas en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

<b>Fuente variación</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
Materia P.	1	11,99	11,99	33,50	<0,0001
Secado	1	0,33	0,33	335,09	0,0106
Antioxidantes	2	0,26	0,13	9,13	0,0589
Materia P*Secado	1	0,05	0,05	3,62	0,2581
Materia P*Antiox	2	0,30	0,15	1,41	0,0415
Secado*Antiox	2	0,12	0,06	4,20	0,2337
Materia P*Secado*Antiox	2	0,14	0,07	1,64	0,1851
Error	12	0,43	0,04	1,95	
Total	23	13,61			

CV(%) = 5,43

**Cuadro 3.** Anexos porcentaje de grasas en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

<b>Fuente variación</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
Materia P.	1	0,04	0,04	320,13	<0,0001
Secado	1	0,09	0,09	730,13	<0,0001
Antioxidantes	2	0,01	0,00	35,63	<0,0001
Materia P*Secado	1	0,05	0,05	374,53	<0,0001
Materia P*Antiox	2	0,01	0,01	59,63	<0,0001
Secado*Antiox	2	0,03	0,01	107,03	<0,0001
Materia P*Secado*Antiox	2	0,05	0,02	193,43	<0,0001
Error	12	0,00	0,00		
Total	23	0,28			

CV(%) = 2,42

**Cuadro 4.** Anexos porcentaje de proteína cruda en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

<b>Fuente variación</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
Materia P.	1	31,44	31,44	3161,29	<0,0001
Secado	1	1,27	1,27	128,11	<0,0001
Antioxidantes	2	3,20	1,60	160,79	<0,0001
Materia P*Secado	1	2,82	2,82	283,76	<0,0001
Materia P*Antiox	2	1,42	0,71	71,50	<0,0001
Secado*Antiox	2	1,48	0,74	74,48	<0,0001
Materia P*Secado*Antiox	2	2,89	1,45	145,48	<0,0001
Error	12	0,12	0,01		
Total	23	44,65			

CV(%) = 1,77

**Cuadro 5.** Anexos porcentaje de fibra cruda en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

<b>Fuente variación</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
Materia P.	1	6,64	6,64	263,16	<0,0001
Secado	1	1,08	1,08	42,64	<0,0001
Antioxidantes	2	0,06	0,03	1,10	0,3631
Materia P*Secado	1	1,21	1,21	47,83	<0,0001
Materia P*Antiox	2	0,12	0,06	2,31	0,1418
Secado*Antiox	2	0,05	0,03	1,01	0,3917
Materia P*Secado*Antiox	2	0,04	0,02	0,80	0,4702
Error	12	0,30	0,03		
Total	23	9,48			

CV(%) = 6,10

**Cuadro 6.** Anexos porcentaje de energía bruta en el estudio para la “Elaboración de harina de la papa china (*Colocasia esculenta*) y banano (*Musa x Paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal”.

<b>Fuente variación</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P-valor</b>
Materia P.	1	0,01	0,01	18,78	0,001
Secado	1	0,13	0,13	215,11	<0,0001
Antioxidantes	2	0,01	0,01	9,08	0,004
Materia P*Secado	1	0,15	0,15	250,69	<0,0001
Materia P*Antiox	2	0,03	0,02	28,53	<0,0001
Secado*Antiox	2	0,02	0,01	14,78	0,0006
Materia P*Secado*Antiox	2	0,00	0,00	0,86	0,4472
Error	12	0,01	0,00		
Total	23	0,36			

CV(%) = 0,79



1. Recepción de materia prima



2. Descortezado



3. Troceado de papa china



4. Troceado del rechazo de



5. Introducción de mallas metálicas con producto al deshidratador



6. Fase de secado por medio de deshidratación



7. Control del tiempo de secado



8. Secado a 65°C por 5 horas



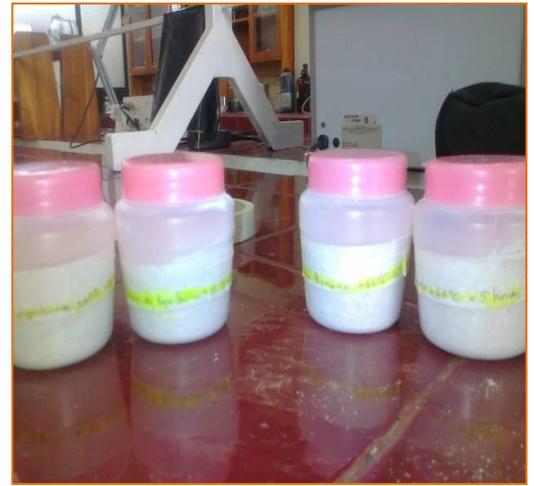
9. Secado a 60°C por 4 horas



10. Molido



11. Adición de antioxidantes



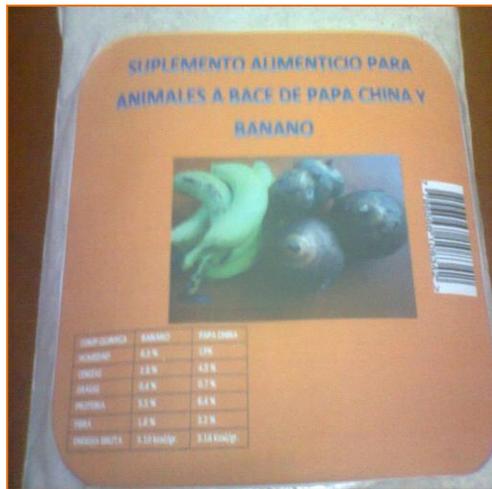
12. Muestras a estudiar



5. Empaque



6. Sellado



8. Producto final



7. Producto final

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.:TAH/002</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:</b>
	<b>DETERMINACION DE HUMEDAD O PERDIDA POR CALENTAMIENTO</b>	<b>PAG. 1/1</b>

## 1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de Humedad y otras materias volátiles en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados con baja cantidad de agua.

## 2. INSTRUMENTAL

- Balanza analítica, sensible al 0.1 mg.
- Estufa, con regulador de temperatura.
- Desecador, provisto de silicagel u otro deshidratante.
- Crisoles de porcelana
- Espátula
- Pinza

## 3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

**3.1** Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

**3.2** La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.

**3.3** Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

## 4. PROCEDIMIENTO

**4.1** La determinación debe efectuarse por duplicado.

**4.2** Calentar el crisol de porcelana durante 30 min. en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.

**4.3** Homogenizar la muestra y pesar 2 gr. con aproximación al 0.1 mg.

**4.4** Llevar a la estufa a 130° C por dos horas o 105° C por 12 horas.

**4.5** Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

5. **CÁLCULOS:** Para la determinación de Humedad se aplicará la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100 \quad \text{Donde:}$$

$W_0$  = Peso de la Muestra (gr.)

$W_1$  = Peso del crisol más la muestra después del secado.

$W_2$  = Peso del crisol más la muestra antes del secado

$$\%MS = 100 - HT$$

HT= Humedad Total.

MS= Materia Seca

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: TAC/003</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:</b>
	<b>DETERMINACION DE CENIZAS</b>	<b>PAG. 1/1</b>

## 1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de ceniza en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

## 2. INSTRUMENTAL

- Balanza analítica, sensible al 0.1 mg.
- Mufla, con regulador de temperatura, ajustada a 600<sup>0</sup> C
- Estufa, con regulador de temperatura.
- Desecador, con silicagel u otro deshidratante.
- Crisoles de porcelana
- Espátula
- Pinza

## 3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

3.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

3.2 La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.

3.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

## 4. PROCEDIMIENTO

4.1 La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

4.2 Lavar cuidadosamente y secar el crisol de porcelana en la estufa ajustada a 100<sup>0</sup> C durante 30 minutos. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0.1 mg

4.3 Sobre el crisol pesar con aproximación al 0.1 mg, aproximadamente 2 g de muestra.

4.4 Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerlo allí durante unos pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material que podrían ocurrir si el crisol se introduce directamente en la mufla.

4.5 Introducir el crisol en la mufla a 600<sup>0</sup> ± 2<sup>0</sup> C hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón (esto se obtiene al cabo de 3 horas).

4.6 Sacar el crisol con las cenizas, dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0.1 mg.

## 5. CÁLCULOS

$$C = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

W<sub>0</sub> = Peso de la Muestra ( gr.)

W<sub>1</sub> = Peso del crisol vacío.

W<sub>2</sub> = Peso del crisol más la muestra calcinada.

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: TAC/004</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:</b>
	<b>DETERMINACION DE GRASA</b>	<b>PAG. 1/1</b>

## 1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de Grasa o Extracto Etereo en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados

## 2. INSTRUMENTAL

- Vasos Beacker para grasa
- Aparato Golfish
- Dedales de Extracción
- Portadedales
- Vasos para recuperación del solvente
- Balanza analítica
- Estufa (105°C)
- Desecador
- Espátula
- Pinza Universal
- Algodón Liofilizado e Hidrolizados

## 3. REACTIVOS

- Éter de Petróleo

## 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 4.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
- 4.2 La cantidad de la muestra extraída dentro de un lote debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.
- 4.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.

## 5. PROCEDIMIENTO:

- 5.1 La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- 5.2 Secar los vasos beakers en la estufa a  $100^{\circ} \pm C$ , por el tiempo de una hora. Transferir al desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
- 5.3 Pesar aproximadamente 1 gr. de muestra sobre un papel filtro y colocarlos en el interior del dedal, taponar con suficiente algodón hidrófilo, luego introducirlo en el portadedal.
- 5.4 Colocar el dedal y su contenido en el vaso beaker, llevar a los ganchos metálicos del aparato de golfish.
- 5.5 Adicionar en el vaso beaker 40 ml. de solvente, al mismo tiempo abrir el reflujo de agua.
- 5.6 Colocar el anillo en el vaso y llevar a la hornilla del aparato golfish, ajustar al tubo refrigerante del extractor. Levantar las hornillas y graduar la temperatura a  $5.5 (55^{\circ}C)$
- 5.7 Cuando existe sobre presión abrir las válvulas de seguridad 2 o 3 veces.
- 5.8 El tiempo óptimo para la extracción de grasa es de 4 horas, mientras tanto se observa que éter no se evapore caso contrario se colocará más solvente.
- 5.9 Terminada la extracción, bajar con cuidado los calentadores, retirar momentáneamente el vaso con el anillo, sacar el portadedal con el dedal y colocar el vaso recuperar del solvente.
- 5.10 Levantar los calentadores, dejar hervir hasta que el solvente este casi todo en el vaso de recuperación, no quemar la muestra.
- 5.11 Bajar los calentadores, retirar los beaker, con el residuo de la grasa, el solvente transferir al frasco original.
- 5.12 El vaso con la grasa llevar a la estufa a  $105^{\circ}C$  hasta completa evaporación del solvente por 30 minutos.
- 5.13 Colocar los vasos beaker que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a  $100 \pm 5^{\circ}C$ , enfriar hasta temperatura ambiente en desecador, Pesar y registrar.

## 6. Calcular el extracto etéreo por diferencia de pesos.

$$G = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

G = Porcentaje de grasa

$W_0$  = Peso de la muestra

$W_1$  = Peso del vaso beaker vacío

$W_2$  = Peso del vaso más la grasa

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: TAC/005</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:</b>
	<b>DETERMINACION DE ENERGIA</b>	<b>PAG. 1/1</b>

## 1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de energía en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

## 2. INSTRUMENTAL

- Balanza Analítica, sensible al 0.1 mg
- Bomba de ignición
- Prensa para pastillado
- Calorímetro
- Cubeta del calorímetro
- Alambre cromo-niquel
- Tanque de oxígeno
- Bureta graduada de 25 ml.
- Matraz erlenmeyer
- Vasos de precipitación
- Espátula

## 3. REACTIVOS

- Carbonato de Sodio 0.1 N
- Solución de Fenolftaleina al 2%
- Oxígeno
- Agua destilada

## 4. PROCEDIMIENTO

1. En la prensa realizar una pastilla de la muestra, y pesar sobre la capsula en una balanza analítica entre 1 gr a 1.5 gr. de muestra.
2. Llevar la muestra a la bomba de ignición, sellar y colocar 30 atmosfera de oxigeno.
3. En la cubeta del calorímetro colocar 2000 ml de agua destilada o desmineralizada. La temperatura del agua debe estar por debajo de la temperatura de la sala de trabajo.

4. Colocar la bomba de ignición en la cubeta del calorímetro, llevar al calorímetro y conectar los electrodos de conducción de la corriente eléctrica.
  5. Colocar la tapa del calorímetro y la correa en las poleas para accionar el brazo agitador.
  6. Dejar funcionar el brazo agitador durante tres minutos para que se estabilice la temperatura.
  7. Registrar la temperatura inicial y obturar el botón de encendido con la consiguiente ignición, la temperatura empieza a subir, leer la temperatura cada minuto hasta que se estabilice
  8. Registrar la temperatura final, parar el motor y retirar la correa, levantar la cubierta del calorímetro y colocarlo sobre el soporte estándar para que permanezca sostenido.
  9. Desconectar los electrodos, y levantar la bomba, secarla con una toalla limpia.
  10. Abrir lentamente la válvula situada en la parte superior de bomba y expulsar los gases.
  11. Después de haberse liberado toda la presión, desenroscar la tapa, halar de la cabeza del cilindro y colocarlo sobre el soporte estándar.
  12. Examinar el interior de la bomba y enjuagar con agua destilada los residuos en el interior de la bomba y colocarlos en un matraz erlenmeyer.
  13. Luego adicionar al matraz con el contenido 1 ml. de solución de fenolftaleína al 2%.
  14. Determinar la cantidad de ácidos presentes mediante la valoración de la solución acuosa, con solución de carbonato de sodio 0.1 N
- Los ácidos formados (sulfuro y nítrico), durante la ignición de la muestra se expresa como ácido nítrico.

## 5. CÁLCULOS:

$$H_g = \frac{W(T_f - T_i) + e_1 + e_2 + e_3}{m}$$

Hg= Calor de combustión Cal/gr.

T = Temperatura final – Temperatura inicial

W = Energía equivalente del calorímetro 2410,16

e1 = Mililitros consumidos de sol. Carbonato de Sodio

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: TAPB/006</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:30/09/2013</b>
	<b>DETERMINACION DE PROTEINA BRUTA</b>	<b>PAG. 1/3</b>

## 1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de proteína bruta por el método de Kjeldahl (Método directo), en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados

## 2. INSTRUMENTAL

- Balanza analítica, sensible al 0. 1 mg
- Unidad digestora J.P. SELECTA, s.a. (Block 40 plazas-Digest).
- Sorbona o colector/extractor de humos (unidad scrubber y bomba de vacío de circulación de agua)
- Unidad de Destilación FISHER DESTILLING Unit DU 100
- Plancha de calentamiento con agitador magnético
- Micro - Tubos de destilación de 100 ml
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Gotero
- Bureta graduada y Accesorios
- Espátula
- Gradilla

## 3. REACTIVOS

- Ácido sulfúrico concentrado 96% (d= 1,84)
- Solución de Hidróxido de Sodio al 40%
- Solución de Ácido Bórico al 2%
- Solución de Acido Clorhídrico 0. 1 N (HCl), debidamente Estandarizada
- Tabletas Catalizadoras
- Indicador Kjeldahl
- Agua destilada

## 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Moler aproximadamente 100 gr. De muestra, en un micro molino que contenga un tamiz de abertura de 1 mm y que a través del pase un 95% del producto.
- Transferir rápidamente la muestra molida y homogenizada a un recipiente herméticamente cerrado, hasta el momento de análisis.
- Se homogeniza la muestra interviniendo varias veces el recipiente que lo contiene.

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: TAPB/006</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.: REV.:30/09/2013</b>
	<b>DETERMINACION DE PROTEINA BRUTA</b>	<b>PAG. 2/3</b>

## 5. PROCEDIMIENTO

### A. DIGESTIÓN:

- Pesar aproximadamente 0.3 gr. de muestra prepara sobre un papel exento de Nitrógeno y colocarle en el micro-tubo digestor.
- Añadir al micro-tubo una tableta catalizadora y 5 ml. de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar los tubos de digestión con las muestras en el block-digest con el colector de humos funcionando.
- Realizar la digestión a una temperatura de 350 a 400° C y un tiempo que puede variar entre 1 y 2 horas.
- Al finalizar, el líquido obtenido es de un color verde o azul transparente dependiendo del catalizador utilizado.
- Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente.
- Evitar la precipitación agitando de vez en cuando.

### B. DESTILACION:

- En cada micro- tubo adicionar 15 ml. de agua destilada
- Colocar el micro-tubo y el matraz de recepción con 50 ml. de ácido Bórico al 2% en el sistema de destilación kjeltec.
- Encender el sistema y adicionar 30 ml. de Hidróxido de Sodio al 40%, cuidando que exista un flujo normal de agua.
- Recoger aproximadamente 200 ml. de destilado, retirar del sistema los accesorios y apagar.

### C. TITULACIÓN:

- Del destilado recogido en el matraz colocar tres gotas de indicador.
- Titular con Ácido Clorhídrico 0.1 N utilizando un agitador mecánico.
- Registrar el volumen de ácido consumido.

## 6. CÁLCULOS:

El contenido de proteínas bruta en los alimentos se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%PB = \frac{(V_{HCl} - V_b) * 1.401 * N_{HCl} * F}{g. muestra}$$

g. muestra

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: TAPB/006</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:30/09/2013</b>
	<b>DETERMINACION DE PROTEINA BRUTA</b>	<b>PAG. 3/3</b>

**SIENDO:**

1.401= Peso atómico del nitrógeno

NHCl= Normalidad de Ácido Clorhídrico 0.1 N

F = Factor de conversión (6.25)

VHCl = Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación

Vb = Volumen del Blanco (0.3)

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: T AFC/007</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:30/09/2013</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE LA FIBRA POR EL MÉTODO DE WEENDE</b>	<b>PAG. 1/3</b>

## 1. OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de Fibra Crudapor el método de weende en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

## 2. INSTRUMENTAL

- Equipo Dosi-Fiber.
- Balanza Analítica sensible al 0.1 mg
- Tropa o Bomba de Vacío.
- Matraz kitasato
- Crisoles porosos.
- Estufa
- Mufla
- Desecador

## 3. REACTIVOS NECESARIOS

- Ácido Sulfúrico  $H_2SO_4$  0,180M (7.1ml 96% en 1 litro con agua destilada)
- Hidróxido Potasio KOH o Hidróxido de Sodio NaOH 0.223 (12.5g en litro con agua destilada)
- Antiespumante, por ejemplo Octanol
- Acetona

## 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Moler la muestra de tamiz de 1mm
- Calentar el reactivo en la placa calentadora (accesorios 4000634 o similar) a una Tª de 95 - 100C.
- Llenar los crisoles con las muestras molidas y situarlo en la “gradillas porta-crisoles “(4). Esta gradilla se puede figar en la parte frontal de la unidad principal. Mediante la “asa de crisoles” Recoger los crisoles e introducirlos en la unidad principal frente a las resistencias (6). Bajar la palanca de fijación (5) y bajar la palanca reflectora.
- Situar los mandos de la válvula (5) en posición “OFF”.
- Abrir el grifo de entrada de agua refrigerante. Caudal entre 1 y 2 litros/minuto.
- Accionar el interruptor principal (POWER) (9), el piloto ámbar se iluminara. El potenciómetro (7) en posición “Off”

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: T AFC/007</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:30/09/2013</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE LA FIBRA POR LE MÉTODO DE WEENDE</b>	<b>PAG. 2/3</b>

#### 5. Proceso de extracción caliente:

- Levantar la tapa superior (1) y añadir el reactivo en cada columna. (10) determinar la cantidad de reactivos mediante la escala graduada de cada columna.
- Girar el potenciómetro de ajuste (7) (sentido horario) hasta la posición 80-90%. La resistencia se pone en marcha.
- Añadir antiespumante en cada columna.
- Cuando el reactivo empiece a hervir disminuir la potencia de calor girando el potenciómetro (7) (sentido anti horario) hasta el 20-30%.
- Mientras dura la extracción puede aprovecharse de calentar el segundo reactivo o agua destilada.
- Finalizada la extracción apagar el calefactor por el interruptor (9).
- Abrir el grifo de la trompa de agua (si se ha utilizado este sistema para producir presión de vacío). Situar los mandos de la válvula (5) en la posición "Aspirar". Una vez completada la filtración cerrar la válvula.
- Si durante la filtración es necesario disolver el residuo, accionando el interruptor de la bomba de aire (8) (PRESSURE) y situar el mando de la válvula en la posición soplar volviendo luego a la posición espirar. La potencia de la bomba de soplar es ajustable interiormente.

NO PARA LA BOMBA (PRESSURE) CON LAS VÁLVULAS EN POSICIÓN "SOPLAR"

- Lave la muestra con agua destilada caliente. El agua se introduce por la entrada de cada columna. Situar los mandos de la válvulas en la posición espirar para dejar las muestra seca. Cerrar de nuevo las válvulas. Si el método precisa de varias extracciones repetir el proceso.
- Para sacar los crisoles de la unidad de extracción utiliza el "asa porta-crisoles" encajando en los crisoles y librándolos desbloqueados de la palanca de la izquierda.
- Trasladarlos a la gradilla.

#### 6. Procedimiento

- Pesar (con una presión de  $\pm 1\text{mg}$ ) de 1 a 1.5g de muestra en un crisol poroso. La cantidad de muestra es W0.
- Introducir los crisoles en el Dosi-Fiber

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGIA</b>	<b>COD.: TAFC/007</b>
	<b>TECNICA DE ANALISIS</b>	<b>REV.:30/09/2013</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE LA FIBRA POR LE MÉTODO DE WEENDE</b>	<b>PAG. 3/3</b>

**7. Hidrólisis ácida en caliente:**

- Asegurarse que las válvulas están en la posición “cerrado”
- Añadir 100-150 de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> caliente en cada columna y unas gotas de anti-espumante
- Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactoras. (potencial 90%)
- Esperar a que hierva, reducir la potencial al 30% y dejar hervir durante el tiempo de extracción (30min a 1h. dependiendo del material). Para una hidrólisis más efectiva accionar la bomba de aire en la posición “Soplar”
- Para la calefacción Abrir el circuito de vacío y poner los mandos de las válvula en posición “Adsorción”. Lavar con agua destilada y filtrar. Repetir este proceso tres veces.

**8. Hidrólisis básica en caliente**

- Repetir los pasos 3 y 7 pero utilizando KOH o NaOH en lugar de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**9. Extracción en frio con acetona.**

No realizar las extracciones en frio con acetona en el equipo Dosi-Fiber

- Preparar el fisco “kitasatos” con las trompas de vacío. Situar el crisol en la entrada del kitasato y añadir acetona a la vez que el circuito de vacío está adsorbiendo hacia el frasco. Repetir esta operación 3 veces.
- Poner las muestras a secar en la estufa a 150°C durante 1h
- Dejar enfriar en desecador.
- Pesar con una precisión de +.0 1mg. La cantidad pesada es W1
- Incinerar las muestras de los crisoles en el Horno de mufla a 500°C durante un tiempo de 3h
- Dejar enfriar en desecador. Tener en cuenta las recomendaciones dadas para la manipulación de los crisoles.
- Pesar los crisoles con una precisión den ±1 mg. La cantidad pesada es W2

**Realizar el siguiente cálculo:**

$$\%Fibra\ bruta = \frac{W1 - W2}{W0} \times 100$$

**Cuadro No. 7**

**Análisis físico – químico de los tratamientos**

RESULTADOS												
SUPLEMENTO ALIMENTICIO												
PARÁMETROS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
ANÁLISIS QUÍMICO												
Humedad Total (%)	12.33	12,14	26.58	6.98	7.13	7.98	12.11	12.24	12.33	8.95	8.97	9.03
Materia Seca (%)												
Cenizas (%)	4.55	4.49	4.56	2.78	2.82	2.88	3.56	4.26	4.59	2.76	2.69	2.81
Extracto Etéreo (Grasa) (%)	0.66	0.41	0.39	0.30	0.31	0.33	0.46	0.56	0.51	0.53	0.52	0.52
Proteína Cruda (%)	5.51	6.42	6.71	4.08	5.54	4.38	8.16	7.58	6.42	3.79	4.95	4.37
Fibra Cruda (%)	3.10	3.11	3.09	1.79	1.80	1.68	3.21	3.20	2.99	2.49	2.50	2.55G
Calcio (%)												
Aflatoxinas (ppb)												
Energía Bruta Kcal/gr.	3.18	3.27	3.35	3.04	3.10	3,00	2.97	2.98	2.98	3.12	3.11	2.99
Rcto. Aerobios mesófilos												
Rcto. Hongos y Levaduras												
Rcto. Coliformes Totales												
OBSERVACIONES:												

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**FORMATO**

<b>DATOS PERSONALES</b>								
CÉDULA	NOMBRES	APELLIDOS	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO
0926491820	ANGEL DANIEL	MENDOZA MAISANCHE	GUAYAS	EL EMPALME	V. IBARRA	CDLA. SAN MIGUEL	0989450710	<a href="mailto:danielmendoza666@hotmail.com">danielmendoza666@hotmail.com</a>

<b>DATOS DEL EGRESADO</b>				
TÍTULO A OBTENER	CARRERA	PARALELO	CENTRO	FECHA DE EGRESO
Ingeniero Agroindustrial	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL	"A"		06/09/2012

<b>DATOS DE TESIS</b>						
TEMA DE TESIS	RES. APROB.	RES. FECHA	FECHA DE	CÉDULA DEL TUTOR	NOMBRE DEL TUTOR	FECHA DE
"Elaboración de harina de papa china (Colocasia esculenta) y banano (Musa x Paradisiaca) como suplemento nutricional para alimentación animal"	DIRECCIÓN DE TESIS	21/01/2014	21/01/2014	1709813818	ING. MARLENE MEDINA VILLACIS MSc.	21/01/2014