

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA
ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



Previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial

TEMA:

“Determinación de las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra) para su posible uso en la industria alimenticia”.

AUTORA:

Andi Tanguila Tania Glenda

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Dr. David Sancho Aguilera

PUYO- ECUADOR

2016

DERECHOS DEL AUTOR

Los criterios e ideas emitidos en el proyecto de investigación: “Determinación de las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra) para su posible uso en la industria alimenticia”, así como también los contenidos, análisis, conclusiones y recomendaciones, a excepción las citas bibliográficas son de mi absoluta responsabilidad y autoría, como autor de este trabajo de grado.

Por lo presente autorizó a la UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA, hacer uso del presente trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Puyo,.....

.....
Tania Andi

AUTORA

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

Certifico que la egresada Andi Tanguila Tania Glenda ha realizado el Proyecto de Investigación y Desarrollo previo a la obtención del título, bajo mi supervisión.

.....
Dr. M. V. David Sancho Aguilera
DIRECTOR DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
UNIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN



10

Oficio No. 118-UTI-UEA-2016
Puyo, 09 de Junio de 2016

Señores
Secretaría Académica U.E.A.
Presente.-

574
15:16
YB

Por medio de presente CERTIFICO que:

El proyecto de titulación, investigación y desarrollo correspondiente a ANDI TANGUILA TANIA GLENDA, con el Tema: "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS FUNCIONALES DEL FRUTO DE *Aphandra Natalia* (palma de fibra) PARA SU POSIBLE USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA", de la Carrera de Ing. Agroindustrial, Director de proyecto. Dr. David Sancho Aguilera PhD., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 08%. Informe generado con fecha 09 de junio de 2016 por parte del Director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Ing. Elias Jachero Robalino MSc.
UNIDAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DE LA UEA
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND - UEA - .

NOTA: Adjunto informe generado el 09 de junio de 2016 por parte del Director.

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El Tribunal de sustentación del Proyecto de Investigación y Desarrollo aprueba el proyecto de investigación y desarrollo titulado: “Determinación de las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra) para su posible uso en la industria alimenticia”

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

.....
Dr. Manuel Pérez

PRESIDENTE TRIBUNAL

.....
Dr. Edgar Chicaiza

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Dr. Eberto Pablo Gutiérrez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Durante este largo tiempo son muchas las personas que de una manera u otra han contribuido a que el trabajo realizado diera su fruto. A través de estas líneas quisiera agradecer a todas ellas por su apoyo y ayuda tanto a nivel investigativo como personal y moral.

En primer lugar, Doy gracias a Dios, por haberme brindado la fortaleza y valor necesario para culminar esta etapa de mi vida estudiantil.

A la Universidad Estatal Amazónica, a la Facultad de Ciencias de la tierra y a todos sus profesores por compartir sus conocimientos.

Al Dr. David Sancho Aguilera, por el esfuerzo y tiempo invertido en la dirección de mi proyecto de investigación, así como por su dedicación y paciencia durante estos meses de investigación.

A la Ing. Derwin Viáfara, responsable del laboratorio de Bromatología por su ayuda, cooperación y sugerencias en el laboratorio y equipos, en la realización de esta investigación. A la vez a mis compañeros del laboratorio quienes impartieron sus conocimientos.

Muchas gracias.

Un agradecimiento muy especial a mis padres Ricardo Andi y Rosario Tanguila, que con su trabajo y sacrificio ejemplar me han enseñado a no dejarme vencer, ni rendirme ante nada y siempre persistir con el amor, confianza y sus sabios consejos. A mis hermanos y hermanas por ese cariño y comprensión ante todo.

A mis abuelos Silverio Andy, que en paz descansa y Feliciano Licuy, Gabriel Tanguila y Josefa Andy, gracias por sus consejos y cariño en mis preocupaciones y tristezas, que me han hecho levantar y continuar con mis sueños.

A mis tías, tíos, primos, por estar siempre pendiente de mí, de una y otra manera apoyándome económicamente y moralmente.

Con un abrazo y cariño muy especial a mis tías Rosa y Olga por su cuidado, consejos y por las oraciones que día a día pidieron por mí, lo mejor de todo el amor y la protección que siempre me tuvieron desde mi infancia, gracias a ustedes estoy aquí los quiero mucho.

En especial agradezco a mi tía Fabiola Andy y sus hijos, por haberme brindado un espacio en su hogar, que sin duda alguna fue como mi segunda madre, con quien he compartido el trayecto de mi vida estudiantil me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y en algunas ocasiones celebrando mis triunfos.

Un agradecimiento para todos mis compañeros y amigos por estar en las buenas y en las malas y por todas las experiencias compartidas en la carrera, que seguro quedará en la memoria para siempre.

DEDICATORIA

Este Proyecto de investigación se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el bien, darme fuerzas para seguir adelante y no renunciar ante los problemas que se presentaban, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi tío Delfín Andi que en paz descansa, a quien siempre llevaré en mi corazón jamás olvidaré sus consejos y la promesa a cumplir mis sueños.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres, quienes son mi mayor orgullo y superación, que con tanto sacrificio y por ayudarme con los recursos necesarios haciendo que mis sueños llegaran a cumplir. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mis hermanas y hermanos en especial Rafe quien ha sido y es mi motivación, inspiración y felicidad.

"Mañana tal vez tengamos que sentarnos frente a nuestros hijos y decirles que fuimos derrotados. Pero no podemos mirarlos a los ojos y decirles que viven así porque no nos animamos a pelear."

Mahatma Gandhi

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se determinaron las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra) para su posible uso en la industria alimentaria. Se evaluó la composición: cáscara 165.81 g, semilla 199.398 g, y la pulpa 48.08 g, mediante la extracción manual; Se realizó la caracterización físico-químico: medición de los grados Brix (NTE INEN 2337, 2008); pH (NTE INEN 0973, 1984); humedad (NTE INEN 0518, 1981); ceniza (NTE INEN 0520, 1981) : materia grasa (AOAC 920.39, 2007) y proteína (NTE INEN 0519, 1981). Las propiedades tecnológicas funcionales evaluadas fueron: capacidad de emulsión ; capacidad de gelificación; retención de agua; y retención de aceite, según el método de (Aguilera, 2009) . Los resultados de análisis físico-químico se expresaron en porcentajes: grados Brix 70,3167 %; pH 5.34 %; humedad 54,3717 %; ceniza 2,41667 %; proteína 4,7805 %; grasa 60,0666 % y fibra 33.923%. Los contenidos del pH, humedad y proteína resultaron menor; ceniza y fibra mayores a lo reportado por Kronborg, *et al.* (2008). Los resultados de la evaluación de las propiedades tecnológicas se expresan: Capacidad de Emulsión 43,1667 %; en la capacidad de gelificación se obtuvieron dos soluciones gelificantes de 10 g y 7 g en 50 ml de agua destilada; Retención de agua de 499 g; Retención de aceite 299,22 g. Se concluyó que las propiedades tecnológicas del fruto tiene posibilidades para utilizarse como ingrediente en las pastelerías, también se pueden considerar aptas para la formulación de diversos tipos de alimentos en la industria alimentaria.

PALABRAS CLAVE: *Aphandra natalia* (palma de fibra), Determinación físico-químico, Propiedades tecnológicas.

ABSTRACT

In this research the functional technological properties of the *Aphandra natalia* (fiber palm) fruit for possible use in the food industry were determined. The composition was evaluated: 165.81 g of peel, 199,398 g of seed, and 48.08 g of pulp by manual removal. Physico-chemical characterization was performed: measurement of °Brix (NTE INEN 2337, 2008); pH (NTE INEN 0973, 1984); humidity (NTE INEN 0518, 1981); ash (NTE INEN 0520, 1981); fat (AOAC 920.39, 2007) and protein (NTE INEN 0519, 1981). The evaluated functional technological properties were: emulsion capacity; gelling capacity; water retention and oil retention, according of Aguilera (2009) method. The results of physico-chemical analysis were expressed in percentages: 70.3167% Brix; pH 5.34%; 54.3717% moisture; 2.41667% ash; 4.7805% protein; 60.0666% fat and 33.923% fiber. The contents of pH, moisture and protein were lower; ash and fiber higher than that reported by Kronborg, *et al.* (2008). The evaluation of technological properties results are expressed: 43.1667% Emulsion capacity; gelling capacity in two gelling solutions of 10 g and 7 g in 50 ml of distilled water were obtained; Water retention was of 499 g; 299.22 g of Oil retention. It was concluded that the fruit technological properties has potential for use as an ingredient in cake shops, can also be considered suitable for the formulation of various types of food in the food industry.

KEYWORDS: *Aphandra natalia* (palm fiber), physico-chemical, technological properties determination.

Tabla de contenidos

PORTADA.....	I
HOJA EN BLANCO.....	II
DERECHOS DEL AUTOR.....	III
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.....	IV
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	V
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA	IX
RESUMEN EJECUTIVO	X
ABSTRACT.....	XI
TABLA DE CONTENIDOS	A
ÍNDICE DE TABLAS	C
ÍNDICE DE GRÁFICOS	D
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.2.1 Planteamiento del problema.....	3
1.3 HIPÓTESIS	3
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 General	3
1.4.2 Específico.....	3
CAPÍTULO II.....	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1 MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.1.....	4
CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO APHANDRA NATALIA (PALMA DE FIBRA).....	4
2.1.2 <i>Aphandra natalia (Palma de fibra)</i>	5
2.1.3 <i>Origen</i>	6
2.1.4.....	6
<i>Hábitat</i>	6
2.1.5 <i>Descripción</i>	6
2.1.6 <i>Usos actuales</i>	7
2.2 DESHIDRATADO PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIA SECA.....	8
2.2.1 <i>Métodos del secado</i>	8
2.2.1.1 Según el método de operación	8
2.2.1.2 Según el método de obtención de calor necesario para la evaporación de la humedad	8
2.2.1.3 Tipos de secadores	9
2.3 ANÁLISIS PROXIMAL	10
2.3.1 <i>Humedad</i>	10

2.3.2 Ceniza	10
2.3.3 Grasa	10
2.3.4 Proteína	11
2.3.5 Fibra.....	11
<i>Fibras solubles e insolubles.</i>	11
2.3.6 pH.....	11
2.3.7 Grados Brix.....	11
2.3.8 Acidez titulable.....	12
2.4 PROPIEDADES TECNOLÓGICAS FUNCIONALES EN LA AGROINDUSTRIA	12
2.4.1 Capacidad de emulsión	12
2.4.3 Capacidad de gelificación	12
2.4.4.....	13
Capacidad de retención de agua.....	13
2.5.5 Capacidad de retención de grasa.....	13
CAPÍTULO III.....	14
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
3.1 LOCALIZACIÓN	14
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN	16
3.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	16
3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.6 TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	16
CAPÍTULO IV.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO AL FRUTO DE APHANDRA NATALIA (PALMA DE FIBRA)	19
3.6.2 ANÁLISIS PRELIMINARES DEL FRUTO DE APHANDRA NATALIA (PALMA DE FIBRA)	21
3.6 DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES TECNOLÓGICAS	25
CAPÍTULO V.....	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1 CONCLUSIONES	27
5.2 RECOMENDACIONES	28
CAPÍTULO VI.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	29
6.1 CITAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO VII.....	33
ANEXOS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	4
Tabla 2 Tipos de secadores.....	9
Tabla 3 Condiciones meteorológicos.....	14
Tabla 4 Capacidad de emulsión en la harina de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	25
Tabla 5 Capacidad de gelificación en la harina de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	25
Tabla 6 Capacidad de retención de agua en la harina de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	26
Tabla 7 Capacidad de retención del aceite en la harina de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Partes de las planta de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	5
Gráfico 2 Campus universitario UEA.....	14
Gráfico 3 Determinación del contenido de la cáscara del fruto de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	19
Gráfico 4 Determinación del contenido de la semilla del fruto de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	19
Gráfico 5 Determinación del contenido de pulpa del fruto de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	20
Gráfico 6 Determinación del contenido de la fruta entera del fruto de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	20
Gráfico 7 Determinación del contenido de cáscara, semilla y pulpa del fruto de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra) en gramos y porcentajes.....	21
Gráfico 8 Medición de los grados Brix en la pulpa de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	21
Gráfico 9 Medición del pH en la pulpa de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	22
Gráfico 10 Determinación de la humedad relativa en la pulpa de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	22
Gráfico 11 Determinación de ceniza en la harina de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	23
Gráfico 12 Determinación de grasa en la harina de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	23
Gráfico 13 Determinación de proteína en la pulpa de <i>Aphandra natalia</i> (Palma de fibra).....	24

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo determinar las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra) para su posible uso en la industria alimenticia. Con relación a este fruto, en América del Sur Según Macía (2006) el conocimiento y explotación de las fibras vegetales ha sido una labor muy interesante para el desarrollo e integración social de la civilización humana mediante la utilización, manejo y domesticación de las plantas nativas amazónicas con el fin alimenticio.

Según Balslev *et al.* (2013) en las provincias amazónicas como Morona Santiago, Pastaza y Napo, se conoce la producción agrícola de *Aphandra Natalia* (Palma de fibra) y cuentan con un ingreso económico a través de la venta de fibra, aunque se realiza en baja escala la comercialización, por la ausencia de la investigación necesaria para la normalización que determine la calidad del material y producto. Dentro de ello también la palmera cuenta con su fruto exquisito, poco conocido y comercializado por falta de investigaciones técnicas y la determinación de las propiedades tecnológicas que puedan garantizar la calidad físico-química de las materias primas, a nivel de fincas y su consumo.

Es de gran importancia, contar con un estudio previo del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra), ya que esta fruta es muy apreciada en el medio alimenticio de las nacionalidades y comunidades amazónicas, con el objeto de brindarles a los consumidores un mejor uso y desempeño.

Por tal motivo la investigación pretende determinar las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra), para su posible uso en la industria alimenticia, es necesario conocer el comportamiento tecnológico del fruto, con lo cual se pretende sugerir el uso adecuado en dependencia de sus propiedades, lo que repercute un beneficio directo a los consumidores y agricultores de la palma, creando una base de investigación bibliográfica y de campo que permita justificar la viabilidad de esta investigación; que consta de seis capítulos que se detallan a continuación.

En el primer capítulo se plantea el problema “Tendrá propiedades tecnológicas funcionales el fruto de *Aphandra Natalia* (palma de fibra) para su posible uso en la industria alimenticia” el cual permitió plantear una investigación de campo a través de los análisis obtenidos en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica.

El segundo capítulo se refiere al Marco Teórico, los conceptos fundamentales a ser aplicados en los capítulos consecutivos, se detalla como las características de *Aphandra Natalia* (palma de fibra), el origen, hábitat, descripción de la planta y frutos, usos actuales, el deshidratado para la obtención de materia seca, métodos de secado, tipos de secadores, conceptos generales del análisis proximal (humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra, pH, grados Brix y acidez titulable).

Las propiedades tecnológicas funcionales en la agroindustria (capacidad de emulsión, estabilidad de emulsión, capacidad de gelificación, capacidad de retención de agua y capacidad de retención de grasa).

Todo esto está sustentado a través de una investigación bibliográfica de fuentes secundarias como son libros y artículos científicos.

El tercer capítulo hace referencia al marco metodológico, localización, tipos de investigación, método analítico, el diseño de la investigación; así como los análisis de los resultados obtenidos, y los recursos humanos y materiales que fueron indispensables para esta investigación.

El cuarto capítulo trata de los resultados y la discusión de las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra), que permiten su posible uso en la industria alimenticia.

El quinto capítulo trata de conclusiones y recomendaciones del tema planteado.

El sexto capítulo trata del sustento legal, como son las fuentes bibliográficas.

1.2 Problema de investigación

1.2.1 Planteamiento del problema

De los antecedentes mencionados anteriormente se ha observado el siguiente problema: ¿Tendrá propiedades tecnológicas funcionales el fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra), para su posible uso en la industria alimenticia?

1.3 Hipótesis

Las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra), permiten su posible uso en la industria alimenticia.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- ✓ Determinar las propiedades tecnológicas funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra), para su posible uso en la industria alimenticia.

1.4.2 Específico

- ✓ Determinar el rendimiento del porcentaje de cáscara, pulpa y semilla del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra).
- ✓ Caracterizar la composición proximal fisicoquímico del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra).
- ✓ Evaluar las propiedades de emulsión, gelificación, retención de agua y retención de grasa del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra).

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Características del cultivo *Aphandra natalia* (palma de fibra).

La *Aphandra* viene de un género monotípico, una especie única que es la *Aphandra Natalia* (Palma de fibra), esta corresponde a las familias de las palmeras (*Arecaceae*), que son nativas y únicas en la selva amazónica. En la siguiente tabla se observa su taxonomía:

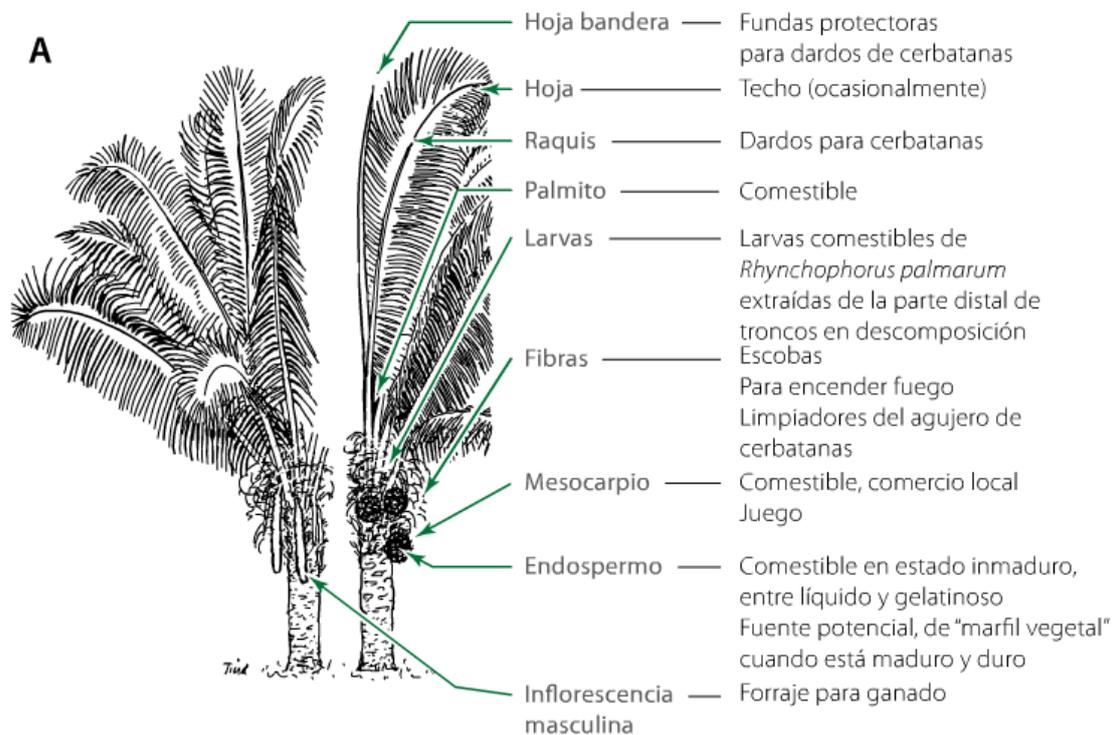
Tabla 1. Taxonomía de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobiota
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Arecales
Familia:	Arecaceae
Subfamilia:	Ceroxyloideae
Tribu:	Phytelepheeae
Género:	<i>Aphandra</i>
Nombre Científico:	<i>Aphandra Natalia</i> (Balslev y A.J.Hend.) Barfod
Nombres comunes:	Piassaba fiber palm, Fiber palm, Mastodon palm
INGLÉS:	Piabassa (Brasil), Piaçaba (Brasil)
Portugués:	chile, chili
QUICHWA:	Wamowe (Ecuador), Tagua (Ecuador), Chilimoyo
ESPAÑOL:	(Ecuador)

FUENTE: (Opera, 1991).

2.1.2 *Aphandra natalia* (Palma de fibra).

Aphandra natalia (Palma de fibra) es una palmera nativa de la amazonia que suministra fibras para la mayor parte de escobas en Ecuador. En algunos lugares como la provincia de Morona Santiago las palmeras se siembran en sistemas agroforestales, dentro de ello se familiariza con otras plantas nativas de la región como es el chontaduro, yuca, café, papaya, taya, cacao, papaya, caña de azúcar, cítricos, maíz, zapote y achiote (Petersen, 1993).



FUENTE: (Balslev, 2013)

Gráfico 1. Partes de la planta de *Aphandra natalia* (Palma de fibra).

2.1.3 Origen

La originalidad de estas plantas es la parte de América del Sur selva tropical del Amazonas y es muy extenso su incremento por los extremos de las tierras bajas de los Andes, por las orillas del sur del río Napo y Amazonas (Opera, 1991). Según Pedersen (1992) también atraviesa por la parte norte de la Amazonía del Perú según lo confirmado por las observaciones etnobotánicas y en el oeste de Brasil en el estado de ACRE, existen cultivos de las palmeras en sistemas agroforestales.

En el Ecuador esta palmera se encuentra distribuida en la región amazónica por las zonas bajas del río Napo, en las tierras de la provincia de Morona Santiago, Pastaza y Napo, en algunos lugares las especies son aisladas como en el Parque Nacional Yasuní (Balslev *et al.* 2013).

La *Aphandra natalia* (Palma de fibra) no parece tener una época de floración fuertemente delimitado. A menudo se producen múltiples inflorescencias y flores de forma continua durante todo el año, aunque con diferente intensidad y con un pico en febrero y marzo. La floración inicial se produce cinco años después de la germinación (Kronborg *et al.* 2008).

2.1.4 Hábitat

Es la palma del soto bosque, se denomina de esta manera porque la palmera crece sin ningún inconveniente tanto en la sombra de la vegetación de los bosques como en la luz, siempre que no exista inundación en el área (Opera, 1991).

También se ha visto apto el crecimiento de la palmera en su sistema agroforestal. Según Pedersen *et al.* (1993) es un componente arbóreo en los pastizales, estas ocupan la misma tierra sin ninguna dificultad en el crecimiento y con un resultado más conveniente en la ganancia de venta de fibra que por la ganadería. “La *Aphandra natalia* crece en climas cálidos y húmedos” (Pedersen & Balslev, 1993).

2.1.5 Descripción

La *Aphandra* es un género monotípico y único en su especie (Opera, 1991), por lo cual se denomina la palma solitaria. El tallo leñoso puede medir hasta 5 a 10 m de altura y sus hojas son resistentes cuando la planta es adulta, es coronado por 10 a 20 hojas, pinnadas

extendidas entre 5 a 8 m de longitud. Las hojas cuentan con 50-80 pares de foliolos con una medida de 80 a 90 cm, de color verde oscuro (Pedersen, *et al.* 1993).

Según Pedersen *et al.* (1993) la palma es dioica, por lo que sus flores nacen unicelulares, su inflorescencia masculina en racimos largos, cilíndricos, de hasta 70 cm de longitud y con centenares de flores, con numerosos estambres. La inflorescencia femenina que conforman racimos compactos, esféricos de hasta 15-20 cm de longitud, su color amarillo fuerte casi globular, se protegen con una capa negra (cáscara). Los frutos son de 20 a 30 cm de diámetro, sus racimos contienen de 6 a 10 frutos. Cuando el fruto madura la semilla se solidifica y se convierte en una pepa dura cubierta por una corteza amarilla de exquisito sabor, esta sirve como alimento para animales silvestres inclusive se hace una sabrosa pasta o crema.

2.1.6 Usos actuales

Estas palmas de *Aphandra natalia* (Palma de fibra) son utilizadas en las comunidades amazónicas tradicionalmente para sus diferentes actividades y además las partes de esta palmera son muy utilizada a nivel del comercio donde se exporta la fibra, sus frutos comestibles y la vaina del pecíolo de la hoja. Las fibras rígidas marrones son utilizadas para la elaboración de escobas a nivel de Sudamérica en especial en Ecuador, Perú y Brasil (Opera, 1991).

El palmito *Aphandra Natalia* (Palma de fibra), en algunos lugares ha sido consumido por las nacionalidades. Según Balslev *et al.* (2013) sus hojas se utilizan para la elaboración de artesanías y la paja para cubrir tejados de las viviendas. El tronco, naturalmente, es utilizado para postes de la casa y de vigas de piso. Sus flores masculinas son aprovechadas en la alimentación de los animales domésticos, y las femenina es la que se convierte en la fruta, la pulpa de sus frutos se utiliza para atraer a los animales de caza, sus semillas se utilizan para hacer artesanías, y lo más importante es la fibra; las vainas de las hojas se extraen y se utilizan para hacer varias escobas y cepillos.

Las cosechas de las fibras son masivas en Perú y Ecuador, esta es utilizada en la industria de la escoba, mientras tanto en Brasil la comercialización de fibras es menor, lo cual significa que los mercados de Ecuador y Perú son un sustento a los hogares y las tiendas que comercializan este producto. En Ecuador, se explota comercialmente las vainas de la hoja y la fibra, utilizadas para escobas, y en menor grado por su fruto comestible.

La demanda de la fibra en los mercados tiene una gran importancia para los productores de las palmeras de *Aphandra natalia* (Palma de fibra) es sostenible para el desarrollo económico y social de las diferentes organizaciones. En Ecuador la fibra es considerada apta para su

comercialización, garantizando una rentabilidad de costos para las familias, a la vez la compra y venta de los intermediarios perjudica, por la existencia de grandes competidores, en la elaboración de escobas (Balslev, 2013).

2.2 Deshidratado para la obtención de materia seca

La materia seca es el polvo fino que se obtiene de los cereales después de deshidratado y molido, también se puede realizar con los alimentos ricos en almidón. Para su efecto intervienen varios factores que, controlados, permiten lograr una gran variedad de alimentos seguros (Villena, 2015).

El término secado se refiere a la eliminación de la humedad de una material, además indica la supresión de otros líquidos orgánicos, tales como los disolventes orgánicos de los materiales sólidos. Una disolución puede “secarse” extendiendo en forma de gotas minúsculas en un gas caliente y seco, lo que estimula la evaporación del disolvente (Villena, 2015).

2.2.1 Métodos del secado

2.2.1.1 Según el método de operación

Secado por lotes.- Se ejecuta por un período desde que el material es introducida en el equipo de secado; es una operación relativamente cara, por lo tanto se restringe a operaciones a pequeña escala, a plantas piloto y a trabajos de investigación (Villena, 2015).

Secado continuo.- Se añade con más facilidad el material, sin interrupción, al equipo de secado, se adquiere material seco con régimen continuo. En la mayoría de los casos el equipo es pequeño en relación con la cantidad de producto, la operación se completa cómodamente con la producción química continua, sin utilizar el almacenamiento intermedio, el producto final se obtiene con un contenido más uniforme de humedad y el costo de secado, por cada unidad de producto, comparativamente es pequeño (Villena, 2015).

2.2.1.2 Según el método de obtención de calor necesario para la evaporación de la humedad.

Secado directo.- El calor logra ponerse en contacto directo con la sustancia y el gas caliente lo que permite la evaporación completa. En algunos secadores directos continuos, el sólido se revuelve a través del secador con el contacto de una corriente móvil de gas; provocando un movimiento en paralelo o contra corriente del gas y el sólido; también el gas puede fluir tangencialmente, según el avance del sólido (Villena, 2015).

Secado indirecto.- “El calor se obtiene independientemente del gas que se utiliza para acarrear la humedad evaporada” (Villena, 2015).

Secado por congelación o liofilización.- Las sustancias que no pueden calentarse ni siquiera a temperaturas moderadas, como alimentos y ciertos fármacos, pueden secarse mediante este método. Se debe colocar la sustancia a una congelación mediante exposición a aire muy frío. Luego se coloca en una cámara de vacío, en el cual la humedad se engrandece hasta llegar a bombear mediante bombas mecánicas de vacío (Villena, 2015).

2.2.1.3 Tipos de secadores

La clasificación siguiente es de acuerdo al método de obtención de calor; sólo se mencionarán los tipos y sus aplicaciones principales.

Tabla 2 Tipos de secadores

TIPOS	APLICACIONES PRINCIPALES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secador de horno 	✓ Para lúpulo y malta, rodajas de frutas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secador de cabina 	✓ Para frutas y vegetales
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secador de tolva 	✓ Acabado de productos, secado en otra clase de secadores desde humedades de 15% hasta 3%
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secador de lecho fluidizado 	✓ Es aplicado tanto en escala comercial como experimental, para sólidos granulares o troceados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secador de cinta continua 	✓ Para sólido granulares
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secador neumático 	✓ Para productos sólidos, y como equipo secundario en la preparación de lecho y productos del secado por atomización
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secador rotatorio 	✓ Aplicaciones limitadas con productos alimenticios, tratamientos de semillas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secador por atomización 	✓ Para soluciones como leche, derivados de huevo, extractos de levadura, productos farmacéuticos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bandejas o compartimientos 	✓ Trabajos a escala, planta piloto.

Fuente: (Villena, 2015).

2.3 Análisis proximal

Este es un análisis que no determina las sustancias químicas determinables, sino asociaciones químicas que responden a determinadas reacciones analíticas y que por lo tanto da un índice nutritivo de los alimentos. Se le denomina proximal. Dentro de estas asociaciones se encuentra:

2.3.1 Humedad

La cuantificación de humedad indica la cantidad de agua presente en un alimento. Para su determinación existen los métodos químicos, instrumentales, por destilación y por secado. La cuantificación de humedad por secado se basa en determinar la diferencia en peso de la muestra húmeda menos el peso de la muestra seca, obteniéndose la cantidad de agua total en el alimento (Julián, 2005).

2.3.2 Ceniza

Esta se refiere al residuo orgánico que se obtiene después de la calcinación o la oxidación completa de la muestra orgánica de la materia comestible. La calcinación se puede realizar por vía seca con la utilización de un horno de mufla con una temperatura de 500°C – 600°C y también por vía húmeda, donde las sustancias orgánicas se oxidan mediante la utilización de ácidos y agentes oxidantes (Leniel *et al.* 2003).

2.3.3 Grasa

Las grasas están formadas principalmente por acilglicéridos que se diferencian entre sí por su composición en ácidos grasos. Pueden contener fosfolípidos, ácidos grasos libres y algunos lípidos insaponificables. Los aceites son líquidos a temperatura ambiente y las grasas sólidas (López, 2011). “Los lípidos son sustancias con fácil solubilidad en éter, cloroformo, disolventes orgánicos y mantienen una escasa solubilidad en agua” (Min y Boff, 2009).

El Método de Goldfish Según Unam (2008) es una extracción continua por disolvente donde a la muestra se le hace pasar vapor de disolvente y la grasa se cuantifica por pérdida de peso en la muestra o por grasa removida.

2.3.4 Proteína

Según Paola & Norma (2009) “las proteínas son moléculas formadas por unidades de aminoácidos, al igual que los carbohidratos proporcionan 4 kcal/g, y son esenciales para la formación de músculos y tiene acción en la formación de enzimas y anticuerpos”.

La proteína “caracteriza la composición y configuración de las moléculas proteicas dando propiedades funcionales a la textura” (Riera, 2004).

2.3.5 Fibra

Fibras solubles e insolubles.

Fibras insolubles: Comprenden aquellas fibras en las que la celulosa es un componente esencial y la lignina se combina de forma variable. Se incluyen también algunas hemicelulosas (Hernández, 2008).

Fibras solubles: Las fibras fermentables comprenden las gomas, los mucílagos, las sustancias pécticas y algunas hemicelulosas (Hernández, 2008).

2.3.6 pH

El pH es el grado de acidez de una sustancia, se mide con un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que evalúa el contraste de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno (Gutiérrez, 2011) .

2.3.7 Grados Brix

Los grados Brix (símbolo °Brix) miden el cociente total de sólidos solubles disueltas en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución (Equipos y laboratorios Colombia, 2015).

Los grados Brix se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro (Equipos y laboratorios Colombia, 2015)

2.3.8 Acidez titulable

Es un indicador que expresa el contenido de ácidos libres en una matriz, el cual se expresa como el porcentaje del ácido predominante de la matriz, en el caso de los frutos cítricos. Dicha acidez puede incluir la acidez natural y la desarrollada (Lina, 2016).

2.4 Propiedades tecnológicas funcionales en la agroindustria

2.4.1 Capacidad de emulsión

La capacidad emulsificante (CE) es el volumen en ml de aceite que puede ser emulsificado por gramo de proteína, en un ensayo en el que se añade aceite paulatinamente y se reporta el volumen adicionado antes de que ocurra la inversión de la fase, caracterizada por una inversión de la emulsión de aceite en agua hacia agua en aceite (Badui Dergal, 2006).

Técnica: Las muestras (1% de proteínas) se ajustaron a pH 4,3 y 7 para las HPST y HPCT y a pH 7 para las harinas lipofilizadas, con NaOH 1N o HCl 1N, durante 30 min (recipientes de $\phi=7$ cm). Los recipientes fueron enfriados en baño de hielo y la dispersión fue agitada con Ultraturrax a 20000 rpm durante 30 s. En ese instante, se adicionó aceite de soja con una bureta graduada a una velocidad de 1,4 mL/s, mientras dos electrodos fueron conectados a un amperímetro para la medición de la resistencia ($K\Omega$). El punto de inversión se detectó por el amperímetro cuando la lectura de la resistencia es infinita (inversión de una emulsión de aceite en agua a una emulsión de agua en aceite). La CE se expresó en mL de aceite emulsionado por gramo de muestra, siendo realizadas 10 repeticiones (Lamus & Barrera, 2005).

2.4.3 Capacidad de gelificación

Las proteínas desnaturalizadas se agregan para formar una red proteica ordenada, a este proceso se le denomina gelificación. La gelificación es una propiedad funcional muy importante de algunas proteínas, se utiliza, no sólo para formar geles sólidos visco elásticos, sino también para mejorar la absorción de agua, los efectos espesantes, la fijación de partículas y para estabilizar emulsiones y espumas (FENNEMA, 1993).

Se prepararon suspensiones de la muestra en agua destilada al 4, 8, 12, 13, 14, 16, 18 y 20% (p/v).” Los tubos se colocaron en un baño de agua 100°C durante 1 hora y luego en un baño de hielo durante 1 hora (Aguilera, 2009).

2.4.4 Capacidad de retención de agua

Esta es una evaluación muy importante en los alimentos. La capacidad de retención de agua (CRA) es una expresión muy utilizada para describir la facilidad que tiene la harina para retener agua, aun cuando se aplican presiones externas a él. Es un parámetro muy utilizado en productos cárnicos, pesca y harinas (López, 2008).

Método: A 1 g de muestra, se le añaden 10 mL de agua destilada, y se mantiene en agitación por 24 horas. Luego centrifugar a 4750 rpm por 30 minutos. Se mide el volumen del sobrenadante después de centrifugar. Por diferencia entre el volumen inicial de agua y el que se recupera después de la centrifugación, se determina la capacidad de retención de agua expresada en mL/ g (Aguilera, 2009).

2.5.5 Capacidad de retención de grasa

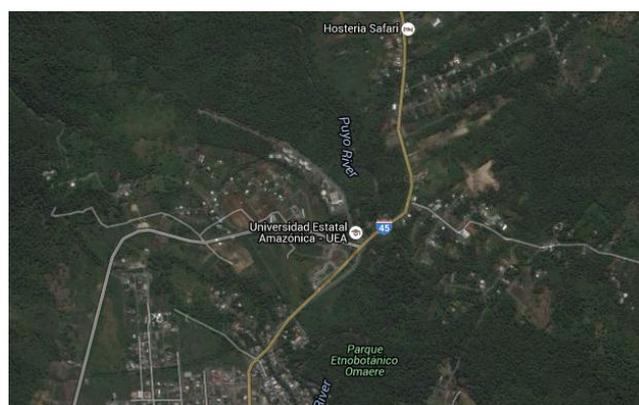
Es una reducción en su contenido de humedad resultado de la baja capacidad de retención de agua, ocasionando mayores pérdidas de cocción en el proceso de calentamiento.

Según el método de Chau & Cheung (2003) a 1 g de muestra, se le adicionan 10 mL de aceite de girasol y se mantiene en agitación durante 30 minutos. Posteriormente, se centrifuga a 4750 rpm durante 30 minutos. Después de centrifugar se mide el volumen del sobrenadante. Por diferencia entre el volumen inicial de aceite y el volumen recuperado, se determina la capacidad de retención de aceite expresada en mL/g (Aguilera, 2009).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

Esta investigación se realizó con los frutos de *Aphandra natalia* (palma de fibra) que se encuentran distribuidas en la parte oeste del Ecuador, región amazónica en especial en la provincia de Pastaza, cantón Arajuno. Los análisis respectivos de la investigación se ejecutaron en el Laboratorio de Bromatología y Química de la Universidad Estatal Amazónica, ubicada en el Km 2 ½, vía Napo (paso lateral), en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, cantón Pastaza, por un tiempo de 2 meses.



Fuente: ©Google/**Adaptación:** Andi, 2016

Gráfico 2. Campus universitario UEA

Condiciones meteorológicas

Tabla 3 Condiciones meteorológicas.

PARÁMETROS	VALOR
Superficie:	87,67 km ²
Humedad relativa:	65%
Temperatura	24°C
Pluviosidad:	18%
Viento:	10 km/h

FUENTE: Accuweather, 2016

3.2 Recursos humanos y materiales

3.2.1 recursos Humanos: Para esta investigación se realizó la recolección del fruto en la comunidad “10 de julio”, con la ayuda de compañeras de la comunidad.

El proceso de análisis experimental se ejecutó en el Laboratorio de Bromatología con la ayuda de la Técnica Ing. Derwing Viáfara. En el laboratorio de química con el Ing. Renán Quito, Técnico Encargado.

3.2.2 Materia principal: *Aphandra natalia* (Palma de fibra).

3.2.3 Materiales: Termómetro, probeta, vasos de grasa, matraces, balones aforados, balones extractor de grasas, mangueras, embudos de vidrio y plástico, pastillas y tubos de KJELDAHL, espátulas, tubos de centrifuga, tubos de ensayo, pipetas volumétricas y aforadas, agitadores, papel libre de oxígeno, crisoles, cajas Petri, vasos extractor de fibra, pinzas de acero, vasos de precipitación, disecador, franela blanca, cuchillos, bandejas, recipientes de acero inoxidable, recipientes para desinfección.

3.2.4 Equipos: Balanza, estufa, mufla, extrusor, molino, extractor de grasa, aparato macrokjeldahl, extractor de fibra, soborna (extractor de gas), centrifugadora refrigerada, baño maría, manta, pH-metro, homogeneizador y brixómetro (refractómetro)

3.2.5 Reactivos

- | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. Éter petróleo | 7. Ácido sulfúrico concentrado |
| 2. Solución 0.255N de ácido sulfúrico | 8. Pastillas Kjeldahl |
| 3. Solución 0.313N de hidróxido de sodio | 9. Hidróxido de sodio 45.4% |
| 4. Alcohol potable | 10. Ácido bórico 2% |
| 5. Agua destilada | 11. Solución Tashiro |
| 6. Antiespumante (OCTYL alcohol) | 12. Ácido sulfúrico 0.2N estandarizado |

3.3 Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo exploratorio y descriptivo, debido a que el tema de estudio tiene pocos antecedentes teóricos, realizando análisis físico (tamaño, contenido de la cáscara, pulpa, semilla) del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra). Además, se realizó un análisis fisicoquímico (pH, °Brix,) con el jugo y ceniza, grasa, proteína, Fibra, con la harina preparada tras el secado y molido del fruto, y también se determinaron las propiedades tecnológicas (Capacidad de Emulsión, Gelificación, retención de agua y aceite).

3.4 Métodos de investigación

En la presente investigación se aplicó el método de análisis para determinar las propiedades tecnológicas del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra), para su posible uso en la industria alimenticia.

3.5 Diseño de la investigación

En el presente proyecto investigativo se aplicó el método exploratoria y descriptivo, que consistió en determinar las propiedades tecnológicas del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra), para su posible uso en la industria alimenticia.

3.5 Análisis Estadístico

Para evaluar la influencia se realizó el muestreo y para el análisis se aplicó la estadística descriptiva con el software STARGRAPHIC Centurion 17.

3.6 Tratamiento de los datos

3.6.1 Obtención de las muestras

Para la presente investigación se adquirió al fruto de *Aphandra natalia* (**Palma de fibra**), en la comunidad 10 de Julio del cantón Arajuno, para la cosecha se recolectaron los racimos, de los cuales se tomó una parte con un peso aproximado de 2480g.

Cabe recalcar que las palmas de este fruto crecen de manera silvestre en el bosque húmedo y además existen plantaciones en fincas de dicha comunidad. El proceso de la investigación se puede observar en los anexos (página 40-44).

Después de adquirir el fruto se colocaron en un saquillo para trasladarlo hacia el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, a una temperatura ambiente. Se mantuvo por dos días bajo la sombra de los árboles hasta que la fruta tuvo la facilidad de separación (cáscara, semilla y pulpa), luego se ubicó en una bandeja, se separaron manualmente las partes, de cada una de estas se tomó el peso respectivo. Luego de la separación de la pulpa se colocó sobre papel aluminio, se pesó para luego continuar con el proceso de secado en la estufa a una temperatura de 75°C por 24 horas. Después se midió la humedad relativa mediante la norma NTE INEN 0518, (1981). Una vez obtenido peso constante se trasladan las muestras al molino automático (kitchenAid), se mezcló y se guardó en una funda adhesiva a una temperatura de refrigeración (5°C), hasta su análisis.

3.6.2 Análisis Preliminares del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibre)

Se determinó el análisis físico (extracto), químico y propiedades tecnológicas del fruto en materia seca. Estos análisis se desarrollaron en los Laboratorios de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica.

3.6.3 Análisis Físicoquímico

Grados Brix: Para la medición de los grados Brix se manipuló un brixómetro manual con escala de 0 a 100 °Brix, de la marca ATAGO U.S.A, se colocó una gota de extracto del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra) por cada repetición, para la respectiva lectura. Con el método de NTE INEN 2337 (2008).

pH: A partir del extracto de la muestra se tomó la medida del pH, se aplicaron las técnicas de la norma NTE INEN 0973 (1984).

Determinación de la humedad: Se realizó según las determinaciones de la norma NTE INEN 0518 (1981)

Análisis de cenizas: Se realizó en base a la norma NTE INEN 0519 (1981).

Determinación de grasa: Se realizó con el método AOAC 920.39 (2007).

Determinación de proteína: Se realizó con el NTE INEN 0016 (1984).

Determinación de Fibra: Se realizó con el método INEN NTE 0522 (1981)

2.6.4 Determinación de propiedades tecnológicas

Capacidad de emulsión: Se determinó según el método de Lamus & Barrera (2005), modificado. Se tomó una cantidad menor a las indicaciones del método, con la finalidad de obtener la emulsión, el procedimiento debe aplicarse con la muestra y el agua helada, se mezclan 0,2000 mg de la muestra seca, con 10 ml de agua destilada en un vaso de precipitación de 100 ml, se coloca en el homogeneizador a 120 rpm, hasta que la conductividad llegue a 0.

Capacidad de Gelificación: Se determinó según el método detallado por Aguilera (2009), modificado. Se prepararon suspensiones de la muestra en 50 ml de agua al 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 14% y al 20%, luego se sometió a baño maría a 100°C por 30 minutos, se retira para introducir a un baño de hielo por 2 horas, donde se observó la formación del gel en suspensiones preparadas al 14% que representa a 7 g de muestra seca, con una formación de gel débil. Se pudo notar que los geles formados fueron firmes en un comienzo, pero al pasar las horas se presentó sinéresis. En la suspensión preparada al 20% que representa a 10 g no hubo sinéresis.

Capacidad de retención de Agua: Se determinó según método descrito por Aguilera (2009), modificado. Se tomó 1g y se agregaron 10 ml de agua destilada con agitación constante, se dejó en reposo por 24 horas, luego se centrifugó por 30 minutos a 3 500 rpm. Una vez centrifugado se procede a medir el líquido sobrante.

Capacidad de retención de Aceite: Se determinó según lo indicado por Aguilera (2009), modificado. Se pesó la muestra, con 10 ml de aceite de soya y con una agitación constante se dejó en reposo por 24 horas, cumplido el tiempo se centrifugó por 30 minutos a 3500 rpm, se procede a medir el líquido sobrante.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1 Determinación del tamaño al fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Luego de la determinación del fruto se obtuvieron los respectivos resultados, que se pueden apreciar en los gráficos a continuación.

Peso de la cáscara: En el gráfico 3 se observa el promedio de la cáscara con $165,813 \pm 20,8148$, con un valor mínimo de 136,01 y un máximo de 195,08.

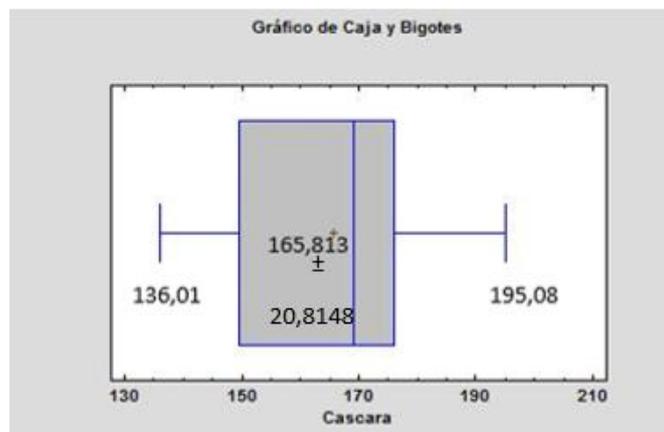


Gráfico 3. Determinación del contenido de la cáscara del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Peso de la semilla: El gráfico 4, se observa el promedio del peso de la semilla de $199,398 \pm 32,0139$, en el cual determina un valor mínimo de 148,07 y un máximo de 236,6.

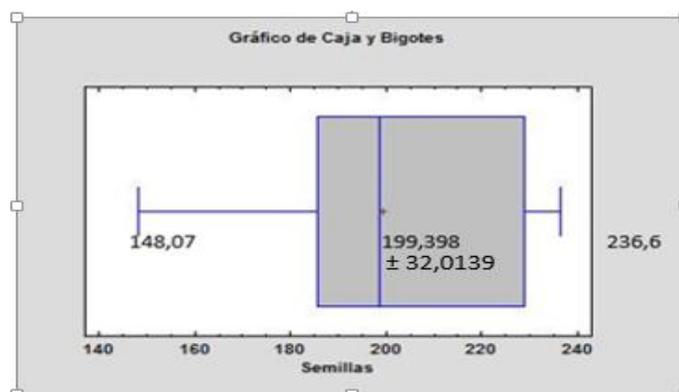


Gráfico 4. Determinación del contenido de la semilla del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Peso de la pulpa: En la determinación del contenido de la pulpa, según el resumen estadístico del gráfico de cajas y bigotes, se observa el promedio de $48.0817 \pm 13,3722$, con un mínimo de 28,3 y un máximo de 67,85, tal como se puede observar en el gráfico 5.

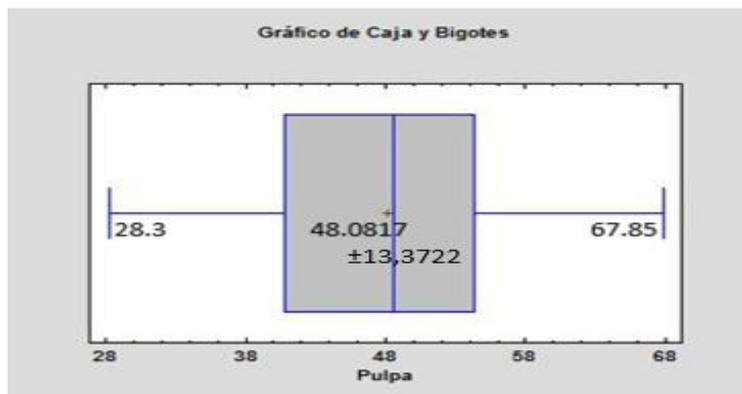


Gráfico 5. Determinación del contenido de pulpa del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Fruta entera: En la determinación del contenido del fruto entera, se observa el promedio total de $413,293 \pm 57,218$, con un mínimo de 312,38 y con un máximo 469,58, tal como se aprecia en el gráfico 6. También se puede observar en la representación general en gramos y porcentaje de la cáscara, semilla y pulpa de la fruta, en el gráfico 7.

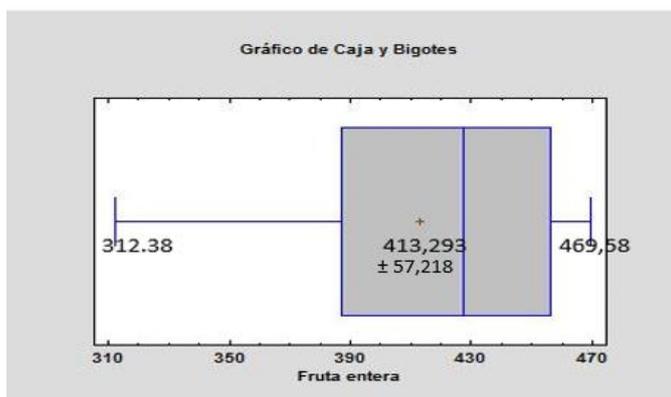


Gráfico 6. Determinación del contenido de la fruta entera del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

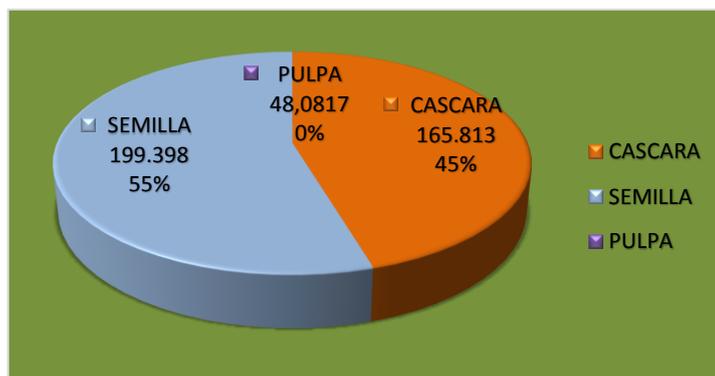


Gráfico 7. Determinación del contenido de cáscara, semilla y pulpa del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra) en gramos y porcentajes

3.6.2 Análisis Preliminares del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra)

Para efectos se estableció el análisis físico (extracto) y químico del fruto en materia seca. Estos análisis se desarrollaron en el Laboratorios de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica.

Grados Brix: En la medición de los grados Brix, según el resumen estadístico del gráfico de cajas y bigotes, se aprecia un promedio de $70,3167 \pm 0,0983192$, con un mínimo de 70,2 y un máximo de 70,4. Es mayor a los resultados reportados en norma (NTE INEN 2337, 2008), tal como se observa en el gráfico 8.

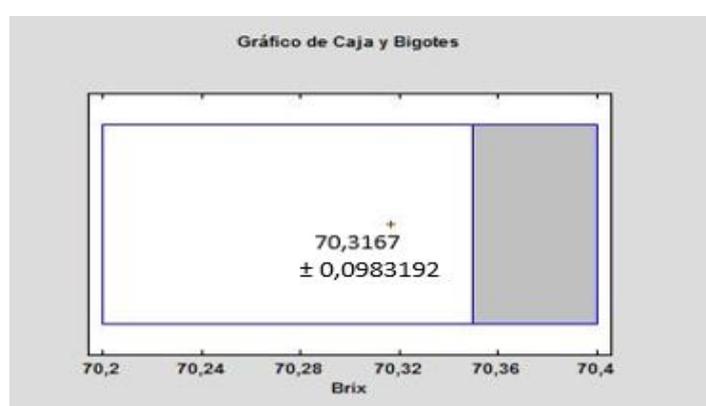


Gráfico 8. Medición de los grados Brix en la pulpa de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

pH: La medición del pH, según el resumen estadístico del gráfico de cajas y bigotes, se observa con un promedio de $5,34333 \pm 0,0995322$, con un mínimo de 5,24 y un máximo de 5,45, este valor se encuentra por debajo de lo reportado por (Kronborg *et al.* 2008), se observa en el gráfico 9.

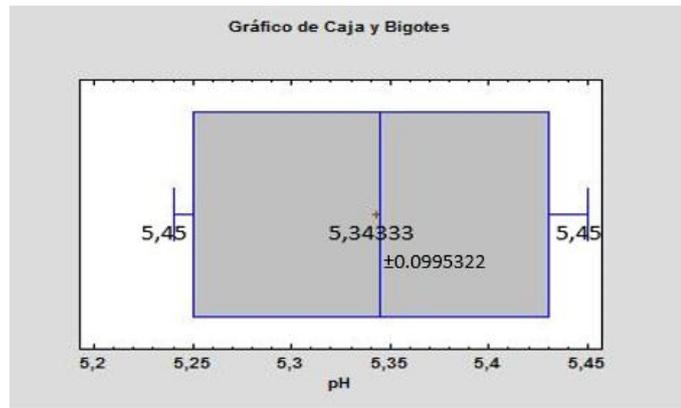


Gráfico 8. Medición del pH en la pulpa de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Humedad: En el gráfico 10, se observa un promedio de $54,3717 \pm 3,3264$, con un mínimo de 51,15 y un máximo de 57,83, sobre el parámetro de humedad, se puede apreciar que las pruebas presentan valores mayores a lo establecido en la norma (NTE INEN 0518, 1981) y se encuentran por debajo de lo reportado por Kronborg *et al.* (2008) que es 84 %. Esto quizás se deba a las características del fruto, ya que es una fruta silvestre donde este tipo de alteraciones se considera que es por las condiciones ambientales (humedad, temperatura). Por lo cual esta propenso a contaminarse o deteriorarse en mínimo tiempo.

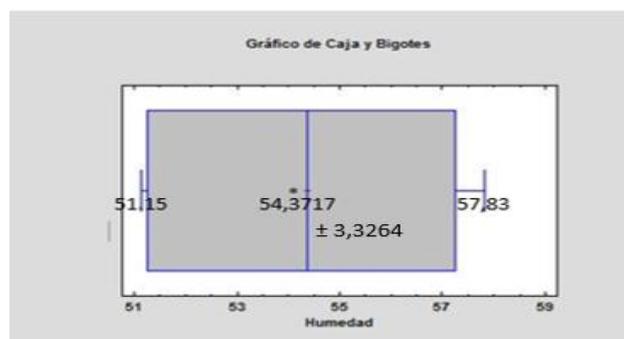


Gráfico 10. Determinación de la humedad relativa de la pulpa de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Análisis de cenizas: En el gráfico 11 se observa un promedio de $2.41667 \pm 0,318852$, con un mínimo de 2,1 y un máximo de 2,8. Es mayor a lo reportado por Kronborg *et al.* (2008) al 0.23 %. La determinación de cenizas o minerales es muy importante para identificar el rendimiento de la molienda. Esto se realizó para concretar los tipos de harina según el contenido de cenizas.

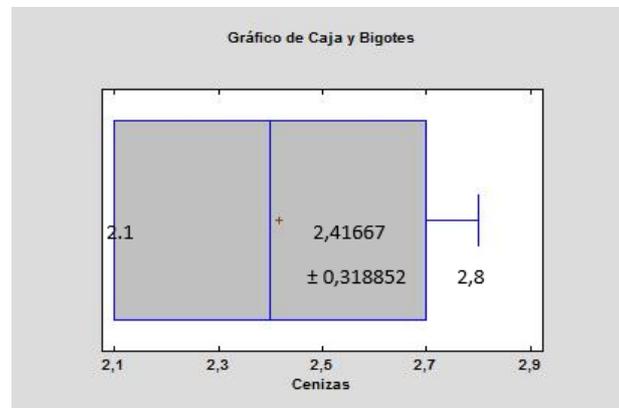


Gráfico 11. Determinación de ceniza en la harina de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Grasa: En el gráfico 12, se observa un promedio de $60,0666 \pm 0,565646$, con un mínimo de 59,3381 y un máximo de 60,9217. La grasa es un contenido muy importante del fruto, en general el contenido de grasa del fruto *Aphandra natalia* (palma de fibra) con un promedio de 60.07 %. Este valor fue mayor a lo reportado por Rodríguez *et al.*, (2011) sobre la harina de malanga (*Colocasia esculenta*) al 0.79 % y a lo informado por García *et al.* (2012) sobre la harina de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). El contenido de grasa en la harina obtenida del fruto se encuentra dentro de los valores más altos para esta variedad en comparación con otras dos harinas.

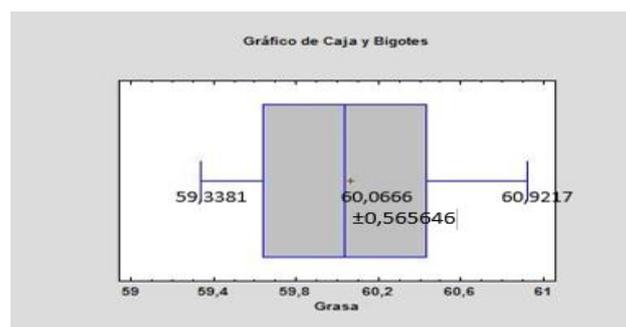


Gráfico 12. Determinación de grasa en la harina de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Proteína: En el gráfico 13, se observa un promedio de $4.7805 \pm 0,0898549$, con un mínimo de 4.722 y un máximo de 4,897. El contenido de proteína encontrado es 4.78 %, este valor es mayor a lo reportado por Rodríguez *et al.* (2011) sobre la harina de malanga (*Colocasia esculenta*) de 5,73 %. También García *et al.* (2012) reportan que la harina de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) tiene un contenido proteico de 19,93 %.

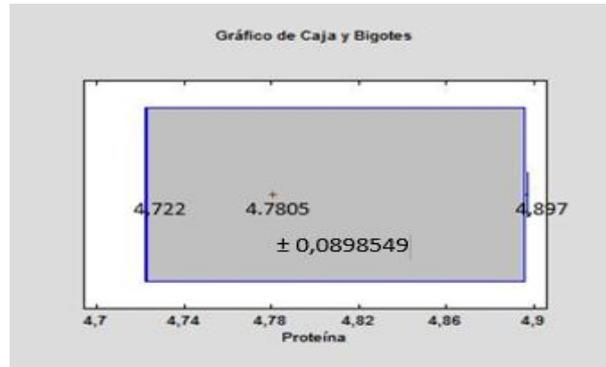


Gráfico 13. Determinación de proteína en la harina de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Fibra: En las 6 repeticiones analizadas no se reportaron diferencia estadística, se obtuvo un promedio de 33.923 %. Es mayor a lo reportado por Kronborg *et al.*, (2008) al 0.17%.

3.6 Determinación de propiedades tecnológicas

Las propiedades funcionales son importantes, ya que suministran información para establecer el nivel de utilización en la fórmula de los ingredientes y su empleo en el desarrollo de nuevos productos alimenticios (Fasasi *et al.* 2007)

Capacidad de emulsión: La capacidad de formar emulsiones depende del balance de los grupos hidrofílicos y lipofílicos presentes en los componentes de la fibra (Rodríguez *et al.*, 2011). El valor de CE obtenido 43,167 %, se encuentra por encima de lo reportado por Rodríguez *et al.*, (2011), de 37,92 % en harinas de malanga y los valores reportados sobre la harina de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) por (García *et al.*, 2012) de 43.78 % supera con la mínima a la CE obtenida. Por lo cual se recomienda su uso en productos donde se demande la formación de una buena emulsión, tales como salsas, cremas, y espumillas, como se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Capacidad de emulsión en la harina de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

PROMEDIO
43.1667

Capacidad de Gelificación: Para la gelificación la harina de *Aphandra natalia* (palma de fibra) requieren una concentración del 14 –20% p/v y con una temperatura de 100 °C, como se puede observar en la tabla 5. Se presentó un gel con una consistencia dura en cual se pudo observar que “la concentración proteica (presencia de proteínas globulares) determina la formación y firmeza del gel” (Granito *et al.*, 2004). Un valor alto de concentración de harina da una mejor capacidad de gelificación. A diferencia de la gelatina que puede formar geles a una concentración del 1 a 2% (p/v) de proteína a una temperatura de 4°C,

Tabla 5 Capacidad de gelificación en la harina de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Gelificación solución 50 ml
10g a Temperatura 100° C

Capacidad de retención de Agua: La capacidad de retención de agua, actúa en presencia de proteínas, contenido de almidón y fibra presentes en los alimentos (Rodríguez *et al.*, 2011). El valor de CRA obtenido 499 g, se encuentra por encima a lo reportado por Rodríguez *et al.*, (2011) al 178 g en la harina de malanga (*Colocasia esculenta* L.) a la vez también es mayor a lo reportado por García *et al.*, (2012) al 378 g. Los principios atribuidos a esta variación son las diferencias en el contenido de carbohidratos y almidón, Como se observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Capacidad de retención de agua en la harina de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Promedio
499g

Capacidad de retención de aceite: Se determinó según lo indicado por Aguilera, (2009), modificado. La absorción de aceite es sumamente importante en la tecnología de alimentos en especial en los productos congelados pre-cocidos listos para freír, en galletas y alimentos a base de cereales, al mismo tiempo pueden mejorar el sabor y textura de los alimentos (Ramírez & Pacheco, 2009). El valor de la capacidad de retención de aceite obtenida 299,22 g se encuentra por encima a lo reportado por Rodríguez *et al.*, (2011) al 0,99 g en harinas de malanga y también García *et al.*, (2012) a 204 g en harina de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* L. Millsp.). Como se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7. Capacidad de retención del aceite en la harina de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

PROMEDIO
299.22 g

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los porcentajes de cáscara, pulpa y semilla obtenidos, mediante extracción manual del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra), mostraron un rendimiento regular que indican una pérdida en la humedad. Los pesos de la cáscara y de la semilla fueron de mayor rendimiento, a diferencia de la pulpa que tuvo menor rendimiento comparado con la fruta entera.

- En la composición proximal físico-química del fruto se establecen los grados Brix máximo (70, 32), pH (5.3) y contenido de humedad (54.37 %). Se observó que el fruto contiene una elevada cantidad de agua. El contenido de ceniza fue de 2.46 %, grasa a 60.07 %, proteína a 4.78 % y fibra a 33.92 %, en esta última no se observa diferencia estadística.

- En las propiedades tecnológicas funcionales, la capacidad de emulsión fue de 43,1667 %. En la capacidad de gelificación se obtuvieron dos soluciones gelificantes de 10 g y 7 g en 50 ml de agua destilada; la retención de agua fue de 499 g; la retención de aceite de 299,22 g. Las propiedades tecnológicas del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra) brindan posibilidades para utilizarse como ingrediente en las pastelerías, también se pueden considerar aptas para la formulación de diversos tipos de alimentos en la industria alimentaria.

5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda continuar con las investigaciones pluridisciplinarias; que progresen en el conocimiento sobre las propiedades tecnológicamente funcionales del fruto de *Aphandra natalia* (palma de fibra).
2. En lo pertinente a la metodología de los análisis de la caracterización de las propiedades tecnológicas funcionales, es importante continuar con investigaciones para obtener una mejor aplicación industrial del método, para no perjudicar las propiedades tecnológicas del fruto.

CAPÍTULO VI.

BIBLIOGRAFÍA

6.1 CITAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilera, Y. (2009). *HARINAS DE LEGUMINOSAS DESHIDRATADAS: Caracterización Nutricional y Valoración de sus Propiedades Tecno-Funcionales*. Universidad Autónoma de Madrid.
2. Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos*. Ed. Pearson educación. Retrieved from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=LIBROSNL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004719>
3. Balslev, H., Valencia, R., Montufar, R., & Navarrete, H. (2013). *Palmas Ecuatorinas: Biología y uso sostenible*. Quito. Retrieved from https://issuu.com/juanlorenzo/docs/palmas_ecuador/12
4. Crosa, M. J., Burzaco, P., Pastorino, N., Irisity, M., Gioscia, D., & Ayres, C. (2011). Caracterización físico-química y nutricional del fruto *Butia capitata* y de su pulpa tamizada *Materiales y Métodos*, (6), 2011.
5. Fasasi, O. S., Adeyemil, I. A., & Fagbenro, O. A. (2007). *functional and pasting characteristics of fermented maize and nile tilapia.pdf*.
6. García, O., Aiello, M. C., Peña, C. M., Ruíz, R. J., & Acevedo, I. D. C. (2012). Caracterización físico-química y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de *Cajanus cajan* sometidos a diferentes procesamientos. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 919–928.
7. Granito, M., Guerra, M., Torres, A., & Guinand, J. (n.d.). Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de *Vigna Sinensis*. *Interciencia*, 29(9), 521–526. Retrieved from http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000900009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
8. INEN NTE 0522. (1981). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0522 Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda, 0522.

9. Kronborg, M., Grández, C. A., Ferreira, E., & Balslev, H. (2008). *Aphandra natalia* (Arecaceae) – a little known source of piassaba fibers from the western Amazon. *Revista Peruana de Biología*, 15(November), 103– 113.
10. Lamus, M., & Barrera, D. (2005). Efecto de la lipofilización sobre las propiedades funcionales de la harina de palmiste (*Elaeis guineensis*). *Grasas Y Aceites*, 56(1), 1–8. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-27844556826&partnerID=tZOtx3y1>
11. López, A. (2011). *Análisis de grasa y aceites*.
12. NTE INEN 0016. (1984). Leche. Determinación de proteínas. Quito, Ecuador.
13. NTE INEN 0518. (1981). Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento. Quito.
14. NTE INEN 0519. (1981). Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína. Quito.
15. NTE INEN 0520. (1981). Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza. Quito.
16. NTE INEN 0973. (1984). Agua potable. Determinación del pH. Quito.
17. NTE INEN 2337. (2008). Jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. Quito.
18. Opera, B. (1991). *Aphandra natalia* (Balslev & A.J.Hend.) Barfod, 46–48. Retrieved from <http://www.palmworld.org/palmworld-Aphandra-natalia.html#.Vv3rD-LhDIU>
19. Paola, J., & Norma, S. (2009). *Propiedades Físicas Y Químicas De Tres*. Universidad Tecnológica de I.A Mixtec. Retrieved from http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10968.pdf
20. Pedersen, H. B. (1992). [1] Uses And Management Of *Aphandra Natalia* (Palmae). *In Ecuador. Bull. Inst. Fr. Études Andines.*, 21((2)), 741–753.
21. Pedersen, H. B., & Balslev, H. (1993). *Palmas utiles: especies ecuatorianas para agroforestería y extractivismo* (ABYA-YALA). Quito. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=sYnucMnj23wC&oi=fnd&pg=PR7&dq=aphandra+natalia&ots=y3EYrqr91J&sig=Hw9LyEKZ1qQ_bRuVzqkVA9

NGOH8#v=onepage&q=aphandra natalia&f=false

22. Ramírez, A., & Pacheco, D. D. E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 34(4), 293–298.
23. Rodríguez, J., Rivadeneyra, J., Ramírez, E., Juárez, J. M., Herrera, E., Navarro, R. O., & Hernández, B. (2011). Caracterización fisicoquímica , funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec , Oaxaca , México. *Ciencia Y Mar*, 15(43), 37–47.
24. Unam. (2008). *Fundamentos y Técnicas Análisis De Alimentos*. UNAM.
25. Villena, B. william. (2015). *Obtención de un bebida Instantánea a base de Harina Extruida de Chontaduro (Bactris gasipaes)*. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*. Universidad Estatal Amazónica.
26. AOAC 920.39. (2007). approval for the analysis of moisture, fat, and protein in raw meat and meat products.
27. Equipos y laboratorios Colombia. (2015). © Copyright Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S. Obtenido de http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=1303
28. Gutiérrez, J. (2011). La escala de Ph y fuerzas de los ácidos y bases. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos14/escalaph/escalaph.shtml>
29. Hernández, D. (2008). Determinación de fibra. Morelia: Laboratorio de análisis de los alimentos.
30. ISO 6865 , & AOAC 978.10. (s.f.). the official crucible method. used for crude and detergent fibre.
31. Julián, P. (2005). Propiedades físicas y Químicas de tres variedades del fruto de *Annova diversifolia*. Oaxaca: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA. Obtenido de depa.fquim.unam.mx: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf
32. Lina, V. (2016). Academia. Obtenido de

https://www.academia.edu/7757120/DETERMINACION_DE_ACIDEZ_TOTAL_EN_PRODUCTOS_DE_FRUTAS_Mtodo_potenciomrico_Seccion_Quimica_de_Alimentos_y_Nutricion

33. Min y Boff, D. (2009). El análisis de grasa bruta. En N. Suzane, Análisis de los Alimentos (pág. 633). Zaragoza: Acribia S. A.
34. Riera, J. B. (2004). Química y bioquímica de los alimentos II. Barcelona-España: Universitat Barcelona.

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

7.1.1 TOMA DE MUESTRAS

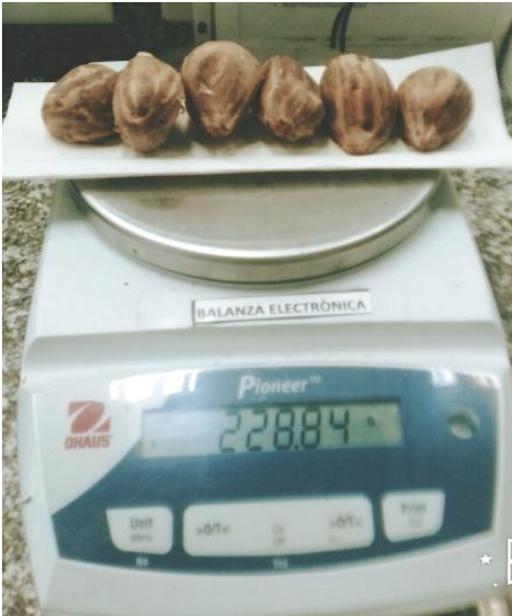
1. Recolección del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)



2. Despulpado manual del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)



3. Pesado de las partes del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)



3. Harina obtenida del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)



7.1.2 Determinación de análisis proximal en la harina obtenida del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

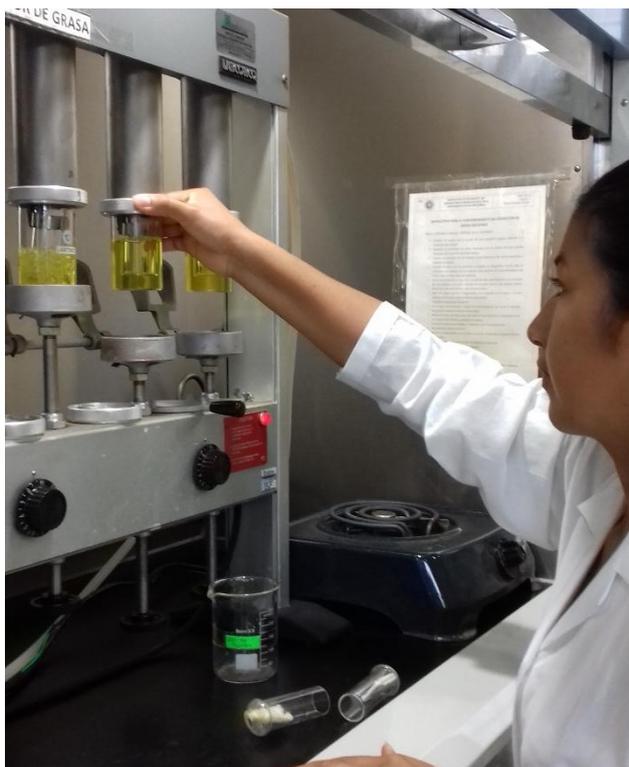
Medición del pH



Determinación la humedad



Determinación de grasa



Determinación de ceniza



1. Determinación de Proteína en la harina obtenida del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)



2. Determinación de fibra en la harina obtenida del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)



7.1.3 Evaluación de las propiedades tecnológicas en la harina obtenida del fruto de *Aphandra natalia* (Palma de fibra)

Capacidad de retención de agua



Capacidad de retención de aceite



Capacidad de emulsión



Capacidad de gelificación

