

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



EXTRACCION Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA, CROMATOGRÁFICA Y ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA MANTECA DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum*), CULTIVADO EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS”.

TESIS PRESENTADO POR:

Bach. GALINDO PACHERRES GUISELA LISET.

Bach. GALINDO PACHERRES JAVIER.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ASESOR: Ing. M.Sc. MEGO MEGO, VIRNE

CO-ASESOR: Ing. M.Sc. CHÁVEZ PINCHI, MIGUEL

CO-ASESOR: Dra. CUTIPA CHAVEZ, LASTENIA

PUERTO MALDONADO – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL



“EXTRACCION Y CARECTERIZACION FÍSICA, QUÍMICA, CROMATOGRÁFICA Y ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA MANTECA DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum*), CULTIVADO EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS”

TESIS PRESENTADO POR:

Bach. GALINDO PACHERRES GUISELA LISET.

Bach. GALINDO PACHERRES JAVIER.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ASESOR: Ing° M.Sc. MEGO MEGO, VIRNE

CO-ASESOR: Ing. M.Sc. CHÁVEZ PINCHI, MIGUEL

CO-ASESOR: Dra. CUTIPA CHAVEZ LASTENIA

Puerto Maldonado – Perú

2022

DEDICATORIA:

Primeramente, a Dios por darme la vida, y protegerme siempre en mi caminar.

A mi esposa Brígida Huamán Idme por apoyarme y comprenderme siempre y a mis hijos; Matthias, Irene, Mafi y Derek, pues, me transmiten felicidad permanente.

A la memoria de mi Padre Luis Galindo Izquierdo, que ilumina mi camino desde el más allá.

A María Úrsula Pacherras De Galindo, mi digna Madre, por inculcarnos valores y forjarnos como ejemplo de vida en nuestra sociedad.

Javier Galindo Pacherras.

Agradecer en primer lugar a Dios por guiarme en toda mi vida y recorrido profesional. Por darme fuerzas para seguir adelante guiándome y cuidándome siempre.

A mis padres María Úrsula Pacherres y Luis Galindo por darme la vida y guiarme durante mi aprendizaje. Por ser los seres mas importantes en mi vida.

A mi esposo Andy Grande y en especial a mis hijos Angui Johanna y Dylan Mateo Grande Galindo por ser mi fortaleza y el motivo principal de seguir creciendo personal y profesionalmente.

Finalmente dedicar a todas las personas (hermanos, tíos, sobrinas, docentes y amigos) que de alguna forma se involucraron en todo el proceso de desarrollo de mi tesis.

Guisela Galindo Pacherres.

AGRADECIMIENTO:

A la **Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios**, porque en sus aulas recibimos nuestra formación profesional, y a todos los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial; quienes contribuyeron en nuestra formación con sus conocimientos brindados durante los años de estudios en la Universidad.

De manera especial y sincera a nuestro asesor Ing. **M.Sc- Virne Mego Mego y Co-Asesores Ing. M.Sc. Miguel Chávez Pinchi**, y **Dra. Lastenia Cutipa Chávez** por sus valiosas sugerencias, paciencia y disposición de tiempo para apoyarnos y guiarnos en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A los miembros del Jurado Calificador: **Dr. Julián Colquehuanca Vilca**, **Ing. M.Sc. Raúl Huamán Cruz** e **Ing. M.Sc. Darío Llave Cortéz**, por su valioso tiempo, sugerencias y recomendaciones para mejorar el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Finalmente, agradecer a la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, principalmente a la **M.Sc. Yanet F. Gonzales Bellido** del área de química orgánica y a la **Dra. Celina Luízar Obregón** por su colaboración con nuestros análisis de espectrofotometría infrarrojo. También agradecer al Químico Jorge Choqueneira Pari analista del laboratorio de cromatografía y espectrofotometría y al profesor Melquiades Herrera, responsable del laboratorio de química; por su amabilidad durante nuestra estancia en los laboratorios anteriormente mencionado. A todas las personas que de una y otra forma nos brindaron su apoyo durante el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.

PRESENTACION

El presente trabajo de investigación, tuvo como finalidad extraer y caracterizar física, química, cromatográfica y espectrofotométrica la manteca de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), el cual se cultiva y produce en la provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

El trabajo de investigación está estructurado en varios capítulos, de acuerdo al reglamento general de grados y títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

En el Capítulo I; Problema de investigación, Describe el problema y formulación del problema el cual fue: ¿De qué manera influye la temperatura, presión y tiempo en el rendimiento, además de caracterizar física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), teniendo en cuenta que la manteca posee mezclas de diversos componentes con diferentes grupos funcionales que influyen en la determinación cromatográfica y espectrofotométrica, realizado en la provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios? A la vez planteamos los objetivos generales y específicos, y definimos las variables de la investigación: independiente y dependientes. De igual forma desarrollamos las hipótesis nula y alterna. Por último, la justificación sobre el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Capítulo II: Marco Teórico, comprende antecedentes de investigaciones similares ya sea antecedentes de estudios nacionales o internacionales, pero conforme al presente trabajo de investigación están relacionado a las variables estudiadas, y a la vez describimos un amplio marco teórico, en relación a las bases teóricas, referentes a la extracción y caracterización física química cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de copoazú (*Theobroma grandiflorum*).

En el Capítulo III, Metodología de la Investigación: en base a los objetivos específicos planteados en la presente investigación se consideró como la metodología a la extracción de la manteca de copoazú(*Theobroma*

grandiflorum) fermentado y extraído por el método de prensado hidráulico a diferentes rangos de temperatura presión y tiempo, a la vez desarrollamos el tipo de estudio, diseño del estudio, población, muestra, así como los métodos, técnicas y tratamiento de los datos utilizados en la investigación. Nuestro trabajo de investigación fue de tipo experimental.

En el Capítulo IV, Resultados del Trabajo de Investigación, los cuales se presentaron a través de tablas y gráficos. para el cálculo del análisis químico proximal fue desarrollada en el laboratorio de análisis químico de la Universidad UNSAC. De la misma forma para la caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de copoazú fueron realizados en la misma Universidad. se concluyó estos resultados con las interpretaciones de los cuadros y gráficos obtenidos.

Finalmente desarrollamos las conclusiones, discusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados, fuentes bibliográficas utilizadas y comparaciones de otras investigaciones realizadas dando soporte a nuestra investigación. Finalizando con todos los anexos respectivos.

Cabe resaltar que el trabajo principal realizado fue extraer y determinar el rendimiento de la manteca de copoazú, además de caracterizar física, química, cromatográfica y espectrofotométrica la manteca extraída del copoazú.

Para ello nos apoyamos también en las variables de estudio y en el diseño adecuado.

RESUMEN:

Primero se extrajo y determinó el rendimiento de la manteca de copoazú mediante el método de prensado hidráulico a diferentes rangos de temperatura, presión y tiempo de calentamiento. Segundo se Caracterizó físicamente la manteca de copoazú (densidad, prueba de frío, punto de humo, color, viscosidad e índice de refracción). Tercero: Caracterizamos químicamente la manteca de copoazú (Índice de Yodo, saponificación, acidez y peróxido). cuarto Caracterizamos espectrofotométricamente la manteca de copoazú; y quinto se Caracterizó cromatográficamente la manteca de copoazú.

La metodología: el tipo de estudio fue experimental según el diseño factorial con 03 factores donde: factor A TEMPERATURA (90°C, 100°C, 110°C), factor B: TIEMPO DE CALENTAMIENTO (10 y 15 Min) y factor C: PRESION (1000, 1200 y 1400 PSI).

La matriz de diseño experimental indica el desarrollo de 18 Tratamientos, los cuales, a cada tratamiento se realizará 3 repeticiones teniendo como resultados obtenidos de los tratamientos: T18= 69.9 % con Temperatura de la muestra 90 ° C por 15 min. a 1400 PSI de presión es superior a los demás tratamientos.

Los factores presión, temperatura y tiempo de calentamiento influyen considerablemente en la extracción de la manteca de copoazú.

El análisis proximal contiene mayor grasa con un 99.90%, indica que la manteca de copoazú puede ser un sustituto de la manteca de cacao por sus características nutraceuticas. La humedad de la manteca de copoazú contiene solo el 0.01%.

Para la densidad y viscosidad de la manteca de copoazú a una temperatura de 20 g °C tiene un valor de 0.907 g/cc. Y a 25°C obtiene un valor de 0.904 g/cc.

Para la viscosidad a una temperatura de 40 °C el valor es 0.033cPoise, y a 50°C, un valor de 0.018cPoise.

A una temperatura de 90°C durante 10 min. Obtuvimos una prueba de frio de 1 hora, punto de humo se obtuvo a los 210 °C, un índice de refracción de 1.4682 a 40 °C, Color característico de la manteca gris blanquecino.

El índice de saponificación fue de 182.0, yodo fue de 47.2 gr de yodo por unidad de grasa. Peróxidos de (3.3meq/kg).

En el analisis espectrofotometricos se realizaron tres corridas y una repeticion con acetona. Comparando la manteca de copoazú disuelta en acetona, etanol y se observa que la muestra C-A presenta frecuencia en 2541, 2410, 2255, 2137, 1924 cm⁻¹, la muestra C-E en frecuencias de 2134 y 1920 cm⁻¹, y las muestra C-RH y C-H no presentan picos en dichas frecuencias.

La caracterización cromatográfica se realizó la identificación de ácidos grasos basándose en la comparación de un mix de 19 tipos de ácidos.

Encontrando en mayor concentración, el ácido oleico 44.32% seguido del ácido esteárico 31.06 y en menor proporción el ácido arachidid 10.33%, ácido palmítico 7.33. Vitamina E: es de 18.63%.

ABSTRACT:

First, the cupuassu butter yield was extracted and determined by the hydraulic pressing method at different ranges of temperature, pressure and heating time. Second, cupuassu butter was physically characterized (density, cold test, smoke point, color, viscosity and refractive index). Third: We chemically characterize the cupuassu butter (Iodine Index, saponification, acidity and peroxide). fourth We characterized copoazú butter spectrophotometrically; and fifth, cupuassu butter was chromatographically characterized.

The methodology: the type of study was experimental according to the factorial design with 03 factors where: factor A TEMPERATURE (90°C, 100°C, 110°C), factor B: HEATING TIME (10 and 15 Min) and factor C : PRESSURE (1000, 1200 and 1400 PSI).

The experimental design matras indicates the development of 18 treatments, which, for each treatment, will be carried out 3 repetitions, having as results obtained from the treatments: T18 = 69.9% with sample temperature 90 ° C for 15 min. at 1400 PSI of pressure it is superior to the other treatments.

The factors pressure, temperature and heating time have a considerable influence on the extraction of cupuassu butter.

The proximal analysis contains more fat with 99.90%, indicating that cupuassu butter can be a substitute for cocoa butter due to its nutraceutical characteristics. Cupuacu butter contains only 0.01% moisture.

For the density and viscosity of cupuassu butter at a temperature of 20 g °C, it has a value of 0.907 g/cc. And at 25°C it obtains a value of 0.904 g/cc.

For the viscosity at a temperature of 40 °C the value is 0.033 cPoise, and at 50 °C, a value of 0.018 cPoise.

At a temperature of 90°C for 10 min. We obtained a cold test of 1 hour, smoke point was obtained at 210 °C, a refractive index of 1.4682 at 40 °C, characteristic color of whitish gray butter.

The saponification index was 182.0, iodine was 47.2 grams of iodine per unit of fat. Peroxides (3.3meq/kg).

In the spectrophotometric analysis, three runs and one repetition with acetone were performed. Comparing cupuassu butter dissolved in acetone,

ethanol and it is observed that sample C-A has frequencies of 2541, 2410, 2255, 2137, 1924 cm^{-1} , sample C-E has frequencies of 2134 and 1920 cm^{-1} , and sample C -RH and C-H do not present peaks at these frequencies.

The chromatographic characterization was carried out by identifying fatty acids based on the comparison of a mix of 19 types of acids.

Finding in higher concentration, oleic acid 44.32% followed by stearic acid 31.06 and in lesser proportion arachidid acid 10.33%, palmitic acid 7.33. Vitamin E: is 18.63%.

INTRODUCCION:

El copoazú (*Theobroma grandiflorum*) es un árbol de origen amazónico cultivados en las regiones de Perú, especialmente en la región de Madre de Dios y en otros países como Brasil, Ecuador, Colombia y Bolivia **(Rojas Gonzales, 1999)**. En la actualidad tenemos diversas variedades de frutas tropicales con excelentes aromas y aceites, pero el copoazú es un producto con muchas más ventajas y en nuestra región no se está aprovechando al máximo como es el caso de las semillas, ya que de ello podemos obtener varios productos. Además de la pulpa o cáscara, también se puede obtener diversos productos que en otros países están siendo utilizadas en la industria de los cosméticos, industrias farmacéuticas etc.

Las semillas de copoazú son utilizadas como sustituto graso alternativo al cacao para la producción de copolate debido a su contenido de grasa superior a 60%, además de contener ácidos grasos saturados/ insaturados con usos potenciales en la industria del cosmético.

En la región de Madre de Dios en los últimos 10 años se viene incrementando la producción de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), de manera considerable, según la Dirección Regional de Agraria de Madre de Dios reporta los datos de superficie cosechada y rendimiento durante el periodo de los años 2009 al 2018, se ha incrementado considerablemente de 1694 tn/Ha. en el 2009 a 1900 tn/Ha. para el 2019 según datos del Ministerio de Agricultura.

Debido a la importancia del producto logramos realizar el presente trabajo de investigación con el tema extracción y caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de copoazu (*Theobroma grandiflorum*) cultivado en nuestra región.

INDICE:

PRESENTACIÓN	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
INTRODUCCIÓN	IX
 CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Variables	3
1.4.1. Variable independiente	3
1.4.2. Variables dependientes	3
1.5. Operacionalización de variables	3
1.6. Hipótesis	4
1.6.1. Hipótesis general	5
1.6.2. Hipótesis específicas	5
1.7. Justificación	5
 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de investigaciones realizadas afines con el presente trabajo de investigación	7
2.2. Antecedentes	7
2.2.1. Marco teórico.....	11
2.2.1.1. Descripción general	11
2.2.2. Clasificación científica	12
2.2.2.1. Descripción botánica	12
2.2.3. Clasificación científica.....	12
2.2.4. Áreas de producción del copoazú.....	16
2.2.5. Composición química de la manteca de copoazú.....	18
2.2.6. composición nutricional de la manteca de copoazú	19

2.2.7. Conservación de la manteca de copoazú por prensado hidráulico.....	20
2.2.8. Métodos de extracción de grasas.....	24
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.	25
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.1. Tipo de estudio	26
3.2. Diseño del estudio.....	26
3.2.1. Población y Muestra	27
3.2.2. Población	27
3.2.3 Muestra	27
3.3. METODOS Y TÉCNICAS.....	27
3.3.1. Equipos y materiales.....	27
3.3.2. reactivos.....	28
3.4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	30
3.4.1. Acondicionamiento de las muestras	46
3.4.2. Tratamiento de los Datos.....	60
CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
4.1. Resultados y discusiones.....	63
4.1.1. Extracción de la manteca de copoazú	63
4.1.2. Rendimiento de la manteca de copoazú	65
4.1.3. Análisis físico proximal en fresco de la semilla de copoazú.....	68
4.1.4. Análisis físico proximal de la manteca de copoazú.....	70
4.1.5. Análisis químico de la manteca de copoazú.....	70
4.1.6. Análisis físico de la manteca de copoazú (densidad y viscosidad)	71
4.1.7. Caracterización espectrofotométrica de la manteca de copoazú	71
4.1.8. Caracterización cromatográfica de la manteca de copoazú..	78
4.2. CONCLUSIONES	80
4.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 01 Planta de copoazú.....	13
Figura 02 Planta de copoazú en producción.....	13
Figura 03 Hojas de copoazú.....	14
Figura 04 Floración del copoazú.....	15
Figura 05 Floración de la planta de copoazú.....	16
Figura 06 Fruto de copoazú en cáscara.....	16
Figura 07 Fruto de copoazú en semilla.....	17
Figura 08 Fruto maduro de copoazú.....	17
Figura 09 Pulpa de copoazú.....	17
Figura 10 Fermentado de semilla de copoazú.....	17
Figura 11 Diagrama de flujo para la extracción de manteca.....	32
Figura 12 Acondicionado de semilla de copoazú.....	34
Figura 13 Lectura de temperatura en cajón de fermentado.....	35
Figura 14 Batido de semillas de copoazú.....	35
Figura 15 Determinación de humedad de la semilla.....	35
Figura 16 Muestra para medir Ph.....	36
Figura 17 Medición del Ph de la semilla de copoazú.....	36
Figura 18 Refractómetro.....	36
Figura 19 Medición de grados Brix.....	36
Figura 20 Corte transversal de la semilla de copoazú.....	36
Figura 21 Secado de la semilla de copoazú.....	37
Figura 22 Extracción de manteca por prensado hidráulico.....	37
Figura 23 torta de la manteca de copoazú.....	38
Figura 24 Manteca de copoazú envasado y etiquetado.....	39
Figura 25 Adición de yodo en muestra para analizar.....	49
Figura 26 Calentamiento de la muestra.....	50
Figura 27 Titulación de muestras.....	51
Figura 28 valoración de muestras.....	51
Figura 29 Preparación de muestras.....	51

Figura 30 Preparación y toma de muestras.....	52
Figura 31 Lectura de muestras.....	52
Figura 32 Rotulación de tubos de ensayos.....	54
Figura 33 peso de muestras.....	54
Figura 34 Disolución de muestra con hexano.....	55
Figura 35 Muestra de copoazú con hexano.....	55
Figura 36 Reactivo de hidróxido de sodio.....,	55
Figura 37 Reactivo de metanol.....	55
Figura 38 Disolución de hidróxido de potasio.....	56
Figura 39 Agitando muestras de copoazú.....	56
Figura 40 Centrifugado de la muestra.....	56
Figura 41 Separación de muestras.....	57
Figura 42 Cromatófago HPLC.....	57
Figura 43 Laboratorio de cromatografía.....	57
Figura 44 Rotulado y pesado de muestras.....	58
Figura 45 Diagrama de operaciones para extracción de manteca.....	65
Figura 46 Espectro infrarrojo con acetona.....	73
Figura 47 Espectro infrarrojo con etanol.....	73
Figura 48 Espectro infrarrojo con hexano.....	74
Figura 49 Espectro infrarrojo con repetición de hexano.....	75

INDICE DE TABLA:

Tabla 01 Operacionalización de las variables.....	04
Tabla.02 Composición química de la manteca de copoazú.....	19
Tabla 03 Composición química de la manteca por cada 100 gr.....	20
Tabla 04 Composición de ácidos grasos de la manteca.....	20
Tabla 05 Descripción de tratamientos en función al diseño.....	24
Tabla 06 Rendimiento de extracción de la manteca.....	66
Tabla 07 Análisis de varianza del rendimiento de la manteca.....	67
Tabla 08 Rendimiento para cada tratamiento.....	68
Tabla 09 Composición físico químico proximal (semilla).....	69
Tabla 10 Composición química de la manteca de copoazú.....	69
Tabla 11 Caracterización física (densidad y viscosidad)	70
Tabla 12 Caracterización química proximal de la manteca.....	71
Tabla 13 Caracterización química de la manteca de copoazú.....	71
Tabla 14 Frecuencia de absorción de muestra y solvente.....	76
Tabla 15 Frecuencia de absorción de manteca, acetona y etanol.....	77
Tabla 16 Resultado de la caracterización cromatograma.....	79

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema:

El copoazú *Theobroma grandiflorum*, es considerada como pariente del cacao, proviene de la Amazonía oriental, y está considerado como una fruta tropical, el departamento de Madre de Dios es una de las regiones que produce volúmenes importantes de copoazú, y dicha producción en los últimos años se ha incrementado considerablemente.

Actualmente del fruto del copoazú sólo se aprovecha la pulpa, desperdiciándose las semillas teniendo en cuenta que éstas son aprovechadas para la elaboración del copulate gracias a su manteca. Por lo que es importante extraer manteca de las semillas de copoazú y determinar sus características físicas, químicas, además de su cromatografía y espectrofotometría buscando un mejor aprovechamiento agroindustrial en la región de Madre de Dios.

1.2. Formulación del problema:

¿De qué manera influye la Temperatura, Presión y Tiempo en el rendimiento de la manteca extraída y cuál es la caracterización física, química de la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum*?, teniendo en cuenta que la manteca es una mezcla de diversos componentes con diferentes grupos funcionales que influyen en la determinación cromatográfica y espectrofotométrica extraída por el método de prensado hidráulico y cultivada en la provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo general:

- Evaluar el rendimiento y la caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum* del grano fermentado, cultivado en la provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento de la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum*. mediante el método de prensado hidráulico a diferentes rangos de temperatura, presión y tiempo.
- Caracterizar físicamente la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum*, del mejor tratamiento de extracción como son: densidad, prueba de frio, punto de humo, color, viscosidad e índice de refracción.
- Caracterizar químicamente la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum*, del mejor tratamiento de extracción de la manteca como son: Índice de Yodo, Índice de Saponificación, Índice de Acidez, e Índice de Peróxido.
- Caracterizar mediante la técnica de espectrofotometría la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum*, (frecuencia de grupos funcionales).
- Caracterizar mediante la técnica de cromatografía la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum*. (ácidos grasos libres, vitamina E y tocoferoles).

1.4. Variables:

1.4.1. Variable independiente

- Temperatura.
- Tiempo.
- Presión.

1.4.2. Variables dependientes

- Rendimiento de la manteca de copoazú por el método de prensado hidráulico.
- Características físicas de la manteca de copoazú.
- Características químicas de la manteca de copoazú.
- Características cromatográficas de la manteca de copoazú.
- Características espectrofotométricas de la manteca de copoazú.

1.5. Operacionalización de variables.

La operacionalización de las variables se realizó para la extracción y caracterización de la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum* teniendo en cuenta las variables independientes y las variables dependientes según los detalles mostrados en la TABLA 01.

TABLA 01: Operacionalización de variables.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
V. Independiente		
➤ Temperatura.	➤ Rango de temperatura comprendida en 90, 100 y 110 °C.	➤ °C
➤ Presión.	➤ Rango de presión comprendida en 1000, 1200 y 1400 PSI.	➤ PSI.
➤ Tiempo.	➤ Rango de tiempo de (calentado 10 y 15) prensado en 45 minutos.	➤ Minutos.
V. Dependiente		
➤ Rendimiento de extracción de manteca de copoazú.	➤ Cantidad de manteca extraída	➤ %.
➤ Características Físicas de la manteca de copoazú	➤ Densidad. ➤ Prueba de frio. ➤ Punto de humo. ➤ Color. ➤ Viscosidad. ➤ Índice de refracción	➤ g/cm ³ ➤ °C. ➤ °C. ➤ Blanco caract. ➤ Kg/ (m.s). ➤ m/s
➤ Características químicas de la manteca de copoazú.	➤ Índice de Yodo. ➤ Índice de Saponificación. ➤ Índice de Peróxido. ➤ Índice de Acidez.	➤ cg/g. ➤ mgKOH/g ➤ meq O ₂ /Kg ➤ mg/g.
➤ Caracterizar mediante la espectrofotometría	➤ Frecuencia de grupos funcionales	➤ # de onda (cm ⁻¹).
➤ Caracterizar mediante la cromatografía.	➤ Ácidos grasos libres ➤ Vitamina E. ➤ Tocoferoles.	➤ % (m/m) ➤ % (mg) ➤ % (mg)

Fuente: Elaboración propia 2021.

1.6. Hipótesis:

En función a los objetivos específicos señalados, se plantearon las siguientes hipótesis:

- **Ho.:** La temperatura, presión y tiempo de prensado no influyen en el rendimiento de extracción de la manteca de copoazú.
- **Ha.:** La temperatura, presión y tiempo de prensado influyen en el rendimiento de extracción de la manteca de copoazú.

1.7. Justificación.

En nuestro departamento de Madre de Dios la economía se encuentra relacionada generalmente a la extracción del oro, la madera, recolección y comercialización de castaña y de otros productos, provenientes de la producción agrícola que actualmente viene desarrollándose con cultivos de yuca, papaya, plátano, cacao y en la actualidad el copoazú con el apoyo de empresas privadas y las autoridades Regionales y de otras instituciones públicas, que incentivan el cultivo de copoazú a grandes escalas que se ubican en diferentes parcelas de nuestro departamento.

La siembra y producción de copoazú es un negocio potencial para la agroindustria debido a que en la actualidad posee un mercado enorme en caso de la pulpa, además que se puede aprovechar la semilla para extraer y comercializar la manteca en mercados internacionales. Su aprovechamiento industrial se encuentra en la elaboración de cosméticos, en la industria farmacéutica y en la industria de alimentos donde trabajan a partir de la manteca de copoazú. Este aprovechamiento es solo del 30% del fruto. Cabe mencionar que no contamos con adecuada información en nuestra Región en cuanto a tecnologías que deben ser utilizadas durante el fermentado, secado y prensado de las semillas de copoazú.

Actualmente nuestro país está considerado como principal productor de copoazú, con una alta diversidad genética en las diferentes

poblaciones de copoazú que se ubican en diversas zonas del país, en la Amazonía peruana se alberga una gran diversidad genética, destacándose la especie del género *Theobroma grandiflorum*.

En Madre de Dios, la siembra del copoazú fue introducido a la región como producto agrícola alternativo al cacao, que debido a la sobre producción, el precio ha disminuido significativamente en los últimos años.

Los productores solo estaban aprovechando la pulpa del copoazú, el cual es muy conocida para la preparación de bebidas refrescantes: helados, néctares, licores, refrescos, mermeladas, etc. En la actualidad la semilla de copoazú está generando mayor rentabilidad del cultivo, debido a que recientemente se comenzó a dar uso a la semilla para la extracción de manteca.

Por ello, en nuestra investigación pretendemos determinar los parámetros óptimos para la extracción de manteca de copoazu y caracterizarla. logrando que los productores de dicho cultivo generen mayores ingresos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Según la naturaleza de la investigación existe limitada información, por lo que se adicionó antecedentes de investigaciones similares en temas de copoazú y cacao.

Además, la asociación COOPASER TAMBOPATA ha implementado 1250 has. De cacao a lo largo de la carretera interoceánica en nuestro departamento y cuenta con más de 300 socios orientado a la producción de cacao, y actualmente producción de copoazú especialmente llegando a exportar la semilla de dicho fruto y así lograron implementar algunos métodos para fermentar y secar semillas de cacao y copoazú.

2.1.1 Nacionales.

- (Rojas y Villagra, 2016) realizaron la ***“Evaluación de los métodos de fermentación y secado para el beneficio de semilla del copoazú (Theobroma grandiflorum) y sus efectos en la calidad de la pasta de chocolate natural.”*** Evaluaron dos métodos de fermentación: fermentación natural (FN) y fermentación con adición de solución de sacarosa (FS), obteniendo un óptimo resultado la fermentación natural en bandejas de madera (FN) con temperatura de 44°C, humedad de 43.67% y el mejor método secado es el secado natural en bandejas de madera. además, un cambio de pigmentación aceptable, al quinto día de realizarse el método.
- (Aldave Palacios, 2016) investigó el ***“Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao, procedente de Uchiza, San Martín – Perú”*** para la obtención de NIBS”. Utilizaron dos variedades de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51 e ICS-6, las semillas sometidas a temperaturas de: 120 y 130 °C por 40 y 50 minutos, en el

tostado. Para la evaluación sensorial de los nibs de cacao utilizaron 6 jueces capacitados, concluyendo por medio de la prueba no paramétrica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. A diferencia de la prueba Friedman, el resultado óptimo de tostado es a 130 °C durante 50 min en ambas variedades. Para los ácidos grasos, obtuvo mayor porcentaje el ácido esteárico con 64.70% y el palmítico con 63.81%, ácido oleico con 32.39 y linoleico con 2.94%.

- **(Mogrovejo Barra y Torres Eusevia, 2020) “extracción de manteca de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) por prensado hidráulico de semillas pretratados enzimáticamente”.** Aplicaron el diseño I-optimal con tres factores manteniendo constante una temperatura de 80°C con una humedad de muestra al 5% y una presión de 300 bar, obtuvieron un rendimiento eficiente de la manteca que extrajeron con 47.63 g/100g y 80.1%. en el caso de ácidos grasos obtenidas en la manteca fue el ácido oleico con 40.94% y esteárico con 34.64%, cabe resaltar que las semillas fueron pretratadas con la enzima celulosa.

- **(GUTIERREZ PAREDES, GONZALES FUENTES y PARA, 2018): “evaluación de tecnologías de fermentación y secado del grano de cacao (*theobroma cacao*) CCN51 y cacao criollo”.**

Utilizando dos tipos de fermentador; cajón y saco, secador solar de madera cubierta con micas, que son utilizadas en diferentes zonas del país. según el modelo de bloques con arreglo factorial de tres factores con un margen de significancia del 5%, concluyeron que el uso de fermentador tipo cajón y sacos afectan en el rendimiento y la calidad del grano. Por ende, el secado más eficaz se da en secadores solares de madera, obteniendo mejores resultados.

2.1.2 Internacionales.

- **(Criollo-núñez, 2020). “Efecto de la dinámica de tostado sobre las propiedades del licor de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng. Schum)”.**

Evaluaron el efecto del tiempo durante 20 y 25 min, con temperatura de 115, 120 y 130° C en las características químicas y sensoriales del licor. A la vez evaluaron los índices de calidad en la grasa de la fruta, obteniendo el resultado final; que durante 25min y a 130°C tubo variaciones significativas en proteínas y grasas. Además, que las semillas del copoazú son sensibles a elevadas temperaturas según la evaluación a 130 °C genera aroma a quemado.

- **(Murillo y Alviárez, 2016) “Caracterización y extracción lipídica de las semillas del Cacao Amazónico (*Theobroma grandiflorum*)”.**

Analizaron el contenido de ácidos grasos e índice de calidad presentes en el aceite de semillas de copoazú, identificaron un mayor contenido de ácido oleico con un 36.3% seguido del esteárico 29,27% y el palmítico 7.26%.

El resultado para los índices de calidad demuestra que el aceite de copoazú se puede utilizar en la industria cosmética y en alimentos, según su índice de saponificación, yodo y acidez. Con valores de (1.88g KOH/g muestra), (49,33g I/ g grasa), (1.04 mg KOH/ g muestra) respectivamente.

- **(ALVAREZ MARIELA GISSELA, 2014) “Caracterización de la manteca de cacao de tres variedades Trinitario (CCN-51), Nacional (EET-103) y Forastero (IMC-67), Quevedo-Ecuador”.**

Realizaron la caracterización físico-química y sensorial de la manteca de cacao de tres variedades (CCN-51), (EET-103) y (IMC-67) utilizando como variables pH, acidez, energía y cenizas. obteniendo como resultado al pH, en la variedad EET -103, el tratamiento 2 fue quien obtuvo un valor superior (6.29%). Para la acidez, el tratamiento 1 de la

variedad CCN-51 resultó el mejor con un valor de 0.88%, en relación a la ceniza, el tratamiento 1 de la variedad CCN-51 fue el más notorio con un valor de 0.67%.

En cuanto al perfil cromatográfico el ácido palmítico se encontró en mayor cantidad en el tratamiento 2 de la variedad EET-103 con 29.00%, el ácido esteárico en el tratamiento 3 de la variedad IMC-67 con 37.27% y con 31.92% fue el ácido oleico del tratamiento 1 variedad CCN-51.

- **(Zuriday, 2007)** desarrolló el trabajo de investigación ***“Extracción de manteca a partir de las semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizando dióxido de carbono en condiciones supercríticas como solvente”***,

Determinó las condiciones de operación para obtener manteca de cacao mediante la extracción supercrítica, utilizando como solvente al CO₂. En la extracción de manteca utilizaron presiones que varían desde 1500 PSI a 1800 PSI y temperaturas entre 40°C y 80°C.

El resultado obtenido en base a la manteca extraída fue de 4.4% a 1800 PSI con una temperatura de 60°C, pero con degradación de los esteroides de la manteca, por ende, el mejor resultado obtenido fue a 40°C a una presión de 1800 PSI, lo que indica que la presión sí influye en la calidad y el rendimiento de la manteca extraída

2.2. MARCO TEÓRICO:

2.2.1 Copoazú (*Theobroma grandiflorum*).

El copoazú (*Theobroma grandiflorum*), o cacao silvestre; “cultivo de la amazonia perteneciente a la familia de las Malvácea, sus frutos son de forma oblonga con bastantes semillas por dentro, extremos redondeados y carnosos. Es un fruto silvestre generalmente se encuentra en el sur de la amazonia” **(Venturieri y Cajo, 2022)**.

En la región de Madre de Dios el copoazú está siendo considerada como una super fruta por su contenido de antioxidantes y nutrientes en grandes proporciones. Por ello la asociación de productores del progreso lograron exportar 15 toneladas de semilla de copoazú al país de Rusia en estos últimos años. **(agencia agraria de noticias, 2020)**.

La producción de copoazú por hectárea es de 1352Kg/ Ha en el 2020 y para el 2021 su producción incrementó a 36 Ha sembradas. **(Dirección Regional de agricultura 2021)**.

La manteca de copoazú se obtiene de las semillas previamente fermentadas y prensada. Se puede utilizar en la elaboración de cosméticos y en la industria farmacéutica y alimenticia.

En los últimos años, el copoazú resultó un cultivo con progreso significativo por ser una especie que viene siendo cultivada en mayor escala, en distintos lugares de la Amazonia Peruana y brasileña.

2.2.1.1. Distribución geográfica.

Según estudios realizados el copoazú se fue dispersando en las selvas tropicales y se extiende desde amazonas hasta el sur de México, pero su centro de producción en mayor escala se encuentra en la región amazónica de Perú, Venezuela, Brasil y Ecuador. Es una fruta ampliamente conocido y cultivado por los nativos de las regiones con suelos no inundables y de buen drenaje. **(Biopat, 2019)** - (Forestales y Madereros, 2010).

Clasificación científica

Reino	:	Planta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Dilleniidae
Orden	:	Malvales
Familia	:	Malvaceae
Subfamilia	:	Byttnerioideae
Tribu	:	Theobromeae
Género	:	Theobroma
Especie	:	T. Grandiflorum (wild. Ex spreng).
Nombres comunes	:	copoazu, cupuassu o cacao blanco.

Fuente: Alimento de los dioses, 2009.

2.2.1.2. Descripción botánica.

Planta.

El crecimiento de esta planta es semirrecto y tienen una forma cilíndrica y son leñosas. Se han registrado que arboles de 3 años y medio poseen una altura de 4 metros con un tronco de diámetro de 10 centímetros. Los arboles adultos suelen llegar a medir 18 metros; su desarrollo está condicionado a las condiciones ambientales. **(Rojas et al., 1996)**



Fig. 01 y 02: plantas de copoazú en producción.

Tronco:

El tronco mayormente es recto, de 25-30 cm de diámetro, con una corteza exterior de color marrón oscura, internamente de color rosada, fisurada, granulada, de 2 mm de espesor, es una madera pálida y de baja densidad, sin valor comercial. **(Calzada, 1980).**

Hojas:

El copoazú posee unas hojas simples, subcoriáceas, de 23-35 cm de largo y 6-10 cm de ancho; de color verde por encima y al reverso de color verde claro o rosa pálido y posee un revestimiento delicado de pilosidad. **(Biopat, 2019).**



Fig.03: hojas del fruto de copoazú.

Flores:

Las flores están ubicadas en las ramas, cimulosa, de 3 a 5 o más; el pedúnculo esta conformada por 3 bractéolas; el cáliz tiene 5 espesos sépalos que están parcialmente unidos o libres; cada uno de estos presentan una forma de túnica en la base y en la parte superior laminar es de color rojo oscuro; dentro de la túnica se encuentra 5 estambres; ovario pentagonal, obovado con cinco lóculos multiovalado **(Biopat, 2019).**



Fig.: 04 y 05: flores tomadas en el momento de floración del copoazú.

Fruto:

El fruto es una baya anfisarca, (duro por fuera y carnosos por dentro) que tiene diversas formas (elíptica, ovada y oblonga), el fruto tiene un ápice y una base punteada. La cascara de este fruto mide 1 cm de espesor, es duro y esta recubierto por pilosidades que son de color café rojizo, el color de la pulpa que rodea las semillas es crema o amarillo cremoso. **(LUCIAS LOAYZA Leydi, 2017)**

Conviene destacar, que una de las características básicas de los frutos tipo drupa es la presencia de un endocarpio duro que envuelve a la semilla, algo que no se ve en el fruto del copoazú. Por otro lado, las bayas se caracterizan por presentar todo el tejido fundamentalmente carnosos y el epicarpio bastante delgado, pero en el Copoazú, el epicarpio y el mesocarpio son de consistencia leñosa y quebradiza, **(LUCIAS LOAYZA Leydi, 2017).**

Posee un gran potencial aromático. Tienen una forma oblonga, miden de 12 a 25 cm de largo y de 10 a 12 cm de diámetro y pesan entre 1 y 4 Kg.

La baya del Copoazú se compone de la pulpa (46%), la piel (38%) y las semillas (16%). La variedad de Copoazú sin semillas, con más baja productividad, contiene un 67% de la pulpa, menos aromática.



Fig. 06 y 07: fruto del copoazú aptos para su recolección.

Variedades de copoazú: según **(Rojas et al., 1996).** Se conocen diversas variedades, generalmente distinguidas por la forma y su cáscara, las cuales se mencionaran a continuación:

a) **Copoazú mamorana:** Este fruto son los más grandes de las diferentes variedades que se conocen, sus extremos son puntiagudos, posee una cascara gruesa de 7-9 mm, además el peso de este fruto puede llegar a pesar 4kg. Fue la primera variedad que se utilizó para una investigación.

b) **Copoazú redondo:** Este tipo es la más común dentro de la amazonia del país de Brasil, los extremos de estos frutos son redondeados y poseen una cascara de grosor de 6 – 7 mm.

c) **Copoazú mamau:** su principal característica es que este fruto no posee semillas, además se le conoce con el nombre de copoazú sin semilla o copo sin semilla, este fruto suele pesar alrededor de 1.5kg.

Pulpa:

La pulpa de copoazú contiene elevada cantidad de azúcar que es muy importante en el proceso de fermentación de la semilla posterior a la cosecha y que es fundamental para el correcto desarrollo del sabor apropiado del copulate, además que de existir pulpa en abundante es agradable al olfato y que se encuentra protegida por una cáscara gruesa (Argueño H. Bolaños 1999 – obtención de frutos de buena calidad).



Fig. 08: fruto de copoazú en semilla.



Fig. 09: pulpa de copoazú.

Semilla:

Las semillas del copoazú están recubiertas de una pulpa viscosa cuyo color es blanco amarillento con un sabor agradable, el tamaño de la semilla suele

estar entre los 15 – 30 mm de largo, de 8 – 20mm de ancho y de 5-15mm de grosor. La cantidad de semillas por fruto varia de acuerdo a la especie, en algunos es de 24-30 y otro de 60-70 semillas. **(Rojas et al., 1996).**



Fig. 10: semillas de copoazú en el momento de la fermentación.

2.2.2 La Mantequilla de copoazú.

La mantequilla o grasa de copoazú, es extraída de los granos o semillas del copoazú por medio de un proceso mecánico y/o por la vía solventes permitidos. Previa a la extracción la semilla del copoazú debe ser tratada y acondicionada.

Es una grasa muy especial, que contiene antioxidantes naturales que evitan el enranciamiento y le otorgan una vida útil de 2 a 5 años, lo que la convierte en una de las grasas más valiosas y con mayor poder conservante. **(Yucra Condori, Prichard y Ramos Choque, 2018)**

En la mantequilla de copoazú se encuentran los ácidos grasos en mayor cantidad como es el caso del ácido oleico, que es una grasa monoinsaturada.

La mantequilla de copoazú es un triglicérido con una composición equilibrada de los ácidos grasos tanto insaturados como saturados para generar un punto bajo de fusión, es decir que la mantequilla se puede derretir con más facilidad, por ello es utilizada generalmente para la realización de cosméticos. **(Moreno et al., 2013).**

2.2.2.1. Composición química de la mantequilla de copoazú.

(LIMA PIMENTEL, 2021). Señala que “las grasas pertenecen a la clase de compuestos orgánicos conocidos como ésteres, se forman por la reacción de un alcohol con ácidos orgánicos”.

El alcohol que participa en la formación de cada molécula de grasa es el glicerol, y los ácidos son los ácidos grasos.

La manteca de copoazú tiene una capacidad de absorción de agua por ello brinda un tacto agradable y suave a la piel.

TABLA N° 02: Análisis nutricional del fruto del copoazú (*Theobroma grandiflorum*).

CARACTERISTICAS	VALORES
Ph	3,3
Acidez (%)	2,15
Aminoácidos (mg. % N)	21,9
Vitamina C (% mg.)	23,12
Pectina (%)	0,39
Fósforo (% P ₂ O ₂)	0,31
Calcio (mg/100g)	60,3
Extracto etéreo (% bs) a	3,50
Sólidos totales (%)	11,00
Volátiles (%)	89,00
Azúcares reductores (%)	9,09
Proteínas (% bs) a	11,40
Fibras (%bs) a	18,70
Hidratos de carbono (%bs)	50,60

Fuente: (Biopat, 2019)

La manteca de Copoazú es blanca y tiene un mayor ácido que la manteca de cacao. Tiene un 94,1% como índice de digestibilidad y no posee cafeína.

Las grasas de origen natural, como por ejemplo la manteca de copoazú y de cacao, según **(ALVAREZ MARIELA GISSELA, 2014)**, tienen similares propiedades y son las siguientes:

- Son sólidas a la temperatura ambiente.
- Son insolubles en agua.

- Su punto de ebullición es menor al del agua.
- Son fácilmente saponificables en álcalis.
- Densidad menor a la del agua.

TABLA N° 03: Composición química por cada 100 gramo de copoazú contiene:

Característica	Composición química
Proteína	1.7 gr
Calcio	23 mg
Fósforo	26 mg
Hierro	30 mcg
Vitamina B1	0.04 mg
Vitamina B2	0.04 mg
Vitamina c	33 mg.

Fuente: (Cruz, F.A. 1996).

Por lo general, la manteca de copoazú en su estado sólido suele ser amarillenta y es sólida a temperaturas inferiores a 32°C. Su densidad fluctúa entre 0,945-0,981 g/cm³. (Viviano y Zare, 2013) .

Tabla N° 04: Composición de ácidos grasos de la manteca de copoazú.

Ácidos grasos	Fórmula	p/p (%)
Ácido cáprico	C10:0	0,01+- 0,00
Acido láurico	C12:0	0,01+- 0,00
Ácido tridecanoico	C13:0	0,02 +- 0,01
Acido mirístico	C14:0	0,03 +- 0,00
Ácido pentadecanoico	C15:0	0,00
Acido palmítico	C16:0	7,26 +- 0.02
Acido palmitoleico	C9 – c16:1	0,12 +- 0,04
Acido margárico	C17:0	0,20 +- 0,01

Ácido heptadecanoico	C10-c17:1	0,01
Acido esteárico	C18:0	29,27 +-0,80
Ácido oleico	C9,12 – C18:1	36,30 +-1,00
Ácido linoelaidico	T9,12- c18:2	0,04 +- 0,00
Acido linoleico	C9,12- c18:	3,60 +- 0,08
Ácido araquídico	C20:0	11,22 +- 0,32
Ácido alfa-linoleico	C9,12,15-C18:3 (N-3)	0,20 +- 0,01
Ácido heneicosanoico	C21:0	0,04 +- 0,00
Ácido behémico	C22:0	2,11 +- 0,06
Ácido lignocérico	C24:0	0,25 +- 0,01
Ácido eicosadienoico	C11-C20:1	0,22 +- 0,01

Fuente: (Viviano y Zare, 2013) .

En la Tabla N°04 se detalla los porcentajes de los ácidos grasos presentes en la manteca extraída de copoazú, el cual se identificó el 90% de los compuestos, lográndose encontrar en mayor cantidad con un (36.30%) de ácido oleico, esteárico (29,27%), palmítico (7,26%). Cuyo resultado indica que la manteca de copoazú puede ser utilizada en la industria cosmética y alimentaria. (Álvarez G. 2016).

2.3. Conservación de la manteca de copoazú.

El principal tipo de descomposición que genera la grasa almacenada es el enranciamiento, producto de la oxidación de ácidos grasos, por exposición al oxígeno (incluso en cantidades mínimas). “La rancidez puede inducirla o acelerarla el aire (oxígeno), la luz (particularmente la ultravioleta), el calor, ciertos microorganismos, la humedad y la presencia de catalizadores tales como el cobre”. (Criollo, Criollo y Sandoval, 2010).

Por consiguiente, son envasados de manera hermética en recipientes sellados, que no tengan aire y con espacio libre en la parte superior para poder reducir el nivel de oxígeno de tal forma se evite la descomposición química, son almacenadas en materiales metálicos o de hojalatas oscuras, a

menos de 20 °C de temperatura, estos son conservados por un periodo mayor a un año sin perder su color, sabor y propiedades. **(Liendo, 2004).**

2.4. Importancia de la manteca de copoazú.

La manteca de copoazú está siendo utilizada como muchas de las grasas, y no sólo por ser un ingrediente importante en el chocolate, sino que además por poseer una inapreciable característica de fusión y que puede reemplazar al cacao. **Liendo (1996).**

La importancia de la manteca de copoazú se resume según:

- Rango de plasticidad, el cual le confiere las características particulares a los productos donde es añadida.
- Textura suave, sabor característico y aroma particular.
- Dureza de la grasa a la temperatura ambiente.
- Punto de fusión ligeramente mayor a la temperatura ambiente.
- Sus características fisicoquímicas, responsables de las propiedades Funcionales de los productos donde es adicionada.

Los usos de la manteca de copoazú más relevante se dan en las siguientes industrias:

- En la industria chocolatera, se utiliza para elaborar una gran variedad de chocolates blancos, oscuros, y otros productos de confitería.
- En la industria farmacéutica y medicinal. Se emplea para adicionar a las diversas fórmulas dermatológicas, como son lociones, ungüentos, cremas, pomadas y otros productos que son de protección solar, todo ello con el fin de tratar las diversas enfermedades de la piel como por ejemplo: quemaduras, cicatrices, irritaciones, arrugas, estrías, mordeduras, sequedad, etc.
- En la industria cosmética, son empleados para producir elementos de limpieza y belleza como por ejemplos: lápiz labiales, jabón de tocador,

productos capilares y entre otros productos cosméticos. (Murillo y Alviárez, 2016)

2.5. Composición química proximal.

El análisis proximal también conocido como análisis inmediato o básico de los alimentos, este no es más que una determinación grupal de un conjunto de sustancias que están emparentadas estrechamente.

El análisis proximal es la determinación de los porcentajes de la humedad, cenizas, grasa, carbohidratos solubles, fibra y proteínas en los alimentos.

Cabe aclarar que el análisis proximal, no ayuda a identificar compuestos individuales. Los analistas a menudo usan el término crudo después de proteína, extracto etéreo (grasa) fibra.

2.5.1 Caracterización de la manteca de copoazú.

2.5.1.1. Caracterización física.

La caracterización física de la manteca de copoazú es posible evaluar lo siguiente:

- Densidad.
- Prueba de frío.
- Punto de humo.
- Color.
- Índice de refracción.

2.5.1.2. Caracterización química.

Para el caso de la caracterización química se evaluará respecto al:

- Índice de Yodo
- Índice de Saponificación
- Índice de Peróxido
- Índice de Acidez

2.5.1.3. Caracterización Espectrofotométrica.

La Espectrofotometría es una técnica experimental que es más usada para detección de moléculas de manera específicas. Este es caracterizado por su exactitud, sensibilidad y su aplicación a moléculas de diversas naturalezas (biomoléculas, contaminantes, etc.) y estados físicos (gas, líquido y sólido).

La espectrofotometría posee fundamentos físicos-químicos que son sencillos. **Arenas Iván y López José, 2004.**

Esta es una técnica que nos permite medir la interacción de la molécula con la radiación electromagnética. La luz que se haya en la luz visible y ultravioleta del espectro electromagnético posee una energía de 150 a 400 kJmol^{-1} . El espectro es conseguido cuando la absorción de luz se mide en función de la frecuencia o longitud. **Arenas Iván y López José, 2004.**

2.5.1.4. Caracterización Cromatográfica.

La palabra cromatografía, “es un conjunto de métodos físicos de separación basados en la distribución de los componentes de una mezcla entre dos fases inmiscibles, una estacionaria y otra móvil”. **(Guarín O. 2011).**

Cromatografía, también definido como: una técnica empleada para separar componentes de una muestra separándolos en dos fases. Uno está estacionario y el otro está en movimiento. “La fase estacionaria puede ser un sólido, un líquido retenido sobre un sólido o un gel; la fase estacionaria puede estar extendida como una capa o distribuida como una película, etc.” **(IUPAC - Rodríguez Gaspar, 2013).**

En nuestro trabajo de investigación analizaremos:

- Ácidos grasos libres
- vitamina E.
- tocoferoles.

2.6. Métodos de extracción de grasas:

Podemos encontrar varios métodos de prensado, generalmente es utilizada por una fuerza mecánica para poder romper las estructuras de una muestra para liberar la grasa contenida.

2.6.1 Prensa hidráulica:

Está basada en el principio de pascal, que se alimenta de un pistón con fluido a alta presión y bajo caudal, la entrega de energía es controlada en cada momento en fuerza y en velocidad que se mantiene constante.

El rendimiento de aceite para una carga de semillas que ya están acondicionadas y listas para su prensado, va depender de la velocidad que se aplica la presión. **(Obrien 2009).**

Es el método de prensado que utilizamos en nuestro proyecto de investigación para la obtención de la manteca de copoazú.

2.6.2 Prensado discontinuo:

El prensado discontinuo es el más antiguo para la extracción de aceites. Se trata de la aplicación de presión sobre una masa de un producto oleaginoso que debe estar cubierto en filtros de telas, se dividen en dos tipos: abiertas, es cuando el producto debe estar dentro de filtros de tela. Cerradas, en este caso la materia oleaginosa en una especie de jaula, no es necesario los filtros de tela. **(Bailey 1984)**

2.6.3 Prensado continuo:

Para la extracción del aceite de una materia oleaginosa se usa un expeller, que es un instrumento que usa un tornillo de manera horizontal, cuya función es ejercer una presión sobre la materia, para que de tal forma se extraiga el aceite.

La torta que proviene del expeller contiene aceite residual entre 3 y 10%, lo cual generalmente la torta se le transforma en harina. **(Obrien 2009).**

2.6.4 Extracción con solventes:

La extracción de grasa mediante solventes es un método de mayor eficiencia, debido a que se difunden las micelas del solvente encontradas en la superficie a través de las paredes celulares que se ubican en las células. Terminada el proceso de extracción se continúa con la separación de las partículas concentrada en el aceite. **(Fuentes L. 2013).**

2.6.5 Extracción por soxhlet con solventes:

Es el método donde se trabaja inicialmente con un solvente en estado líquido y a presión atmosférica, superando el punto de ebullición cuando

eleva su temperatura para convertirse en vapor y por diferencias de concentraciones se extraen los componentes.

2.7. Definición de términos.

Extracción. Es una técnica que se usa para realizar la separación de un producto orgánico de una mezcla de reacción.

Es separar un elemento de una mezcla a través de un disolvente. (Quim. Orgánica 2012).

Manteca: Es una grasa comestible natural que procede de granos de cacao o copoazú, que son extraídos cuando se esté realizando el proceso de producción del chocolate y que por medio de la presión se separa de la masa.

Índice de refracción: Es una medida que nos permite determinar la disminución de la velocidad de la luz que se propaga a través de un medio homogéneo, de manera más preciso es el cambio de la fase por unidad de longitud.

Espectrofotometría. Es un método científico usado para realizar la medición de la cantidad de luz que absorbe una sustancia química, esto se determina cuándo un haz luminoso pasa por medio de la solución muestra, basado en la ley de Beer–Lambert.

Baya: Este es el nombre que se le da a un fruto carnoso o pulposo que tiene varias semillas en su interior, generalmente rodeados directamente por una pulpa redonda u ovalada.

CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACION.

3.1. Tipo de estudio.

El tipo de estudio de nuestro trabajo de investigación es de tipo experimental; por la naturaleza de la investigación a realizar.

El desarrollo del trabajo de investigación tendrá las características de una investigación analítica.

Este planteamiento nos dio como resultado el sustento científico y cuantitativo que nos permitió llegar a las conclusiones finales en relación de nuestro trabajo de investigación.

3.2. Diseño de estudio.

Para el caso del diseño de estudio, tomamos en cuenta el tipo – nivel y método de investigación, se aplicó el diseño cuantitativo, por las relaciones causa – efecto que existe entre la variable independiente (temperatura, presión y tiempo) y la Variable Dependiente (Rendimiento de la extracción de manteca de copoazú por el método de prensado hidráulico) y la caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica.

Hernández, Fernández y Baptista (2004) definieron el diseño como el plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea.

$X_1, X_2, X_3 \text{ ----- } Y_1$

X_1 : Temperatura.

X_2 : Presión.

X_3 : Tiempo.

Y_1 : Rendimiento de la extracción de la manteca de copoazú.

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población.

La población considerada para el desarrollo del presente trabajo de investigación fueron las diferentes áreas de cultivos de copoazú *Theobroma grandiflorum*. Que se encuentran ubicados en la, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

3.3.2. Muestra.

La muestra utilizada para el desarrollo de la presente investigación fueron granos de copoazu *Theobroma grandiflorum* fermentado y secado con 4.8% de humedad, cultivada en la provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios. Las mismas que fueron obtenidas de los propios agricultores de manera directa.

3.4. Métodos y técnicas.

Con respecto al método que se aplicó el método deductivo, ya que, a partir de la hipótesis sustentada por el desarrollo teórico, desarrollo experimental y analizando las respuestas de los tratamientos que nos permitió llegar y deducir las conclusiones y validaciones de las hipótesis.

Por otro lado, se aplicó también, el método analítico, el cual nos permitió reforzar las bases teóricas posibilitando la sistematización del conocimiento científico.

3.4.1. Materiales.

a) Materia Prima:

Semilla de copoazú *Theobroma grandiflorum*.

b) Materiales:

Baldes plásticos de 18 lt.

Machetes y cuchillos

Bandejas de acero inoxidable.

Cajas de madera para la fermentación: de 45 x 45 cm.

Termómetro.

Probeta 100 ml.

Pipeta de 5 y 10 ml.

Vasos de precipitado.

Frascos tapa rosca de vidrio color oscuro.

Mortero.

Papel aluminio.

Agua destilada.

c) Equipos:

pH metro.

Balanza mecánica.

Determinador de humedad portátil.

Balanza analítica.

Cronometro.

Cocina eléctrica.

Molino de tornillo sin fin (manual).

Prensa Hidráulica.

Horno secador y/o estufa.

Mufla.

d) Reactivos.

Ácido clorhídrico 0.5 mol/l en etanol.

Ácido sulfúrico 95-98% libre de nitrógeno.

Etanol.

Hexano.

Metanol

Hidróxido de sodio.

Hidróxido de potasio

Fenolftaleína al 1%

Yoduro de potasio.

e) Instalaciones.

- El fermentado se realizó en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, en la planta piloto, ubicado en la Av. Jorge Chávez.
- El secado fue realizado en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios en el ambiente de la panadería.
- El análisis proximal, físico, químico, cromatográfico y espectrofotométrico se realizó en los diferentes Laboratorios (físicos, químicos, y espectroscopia) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

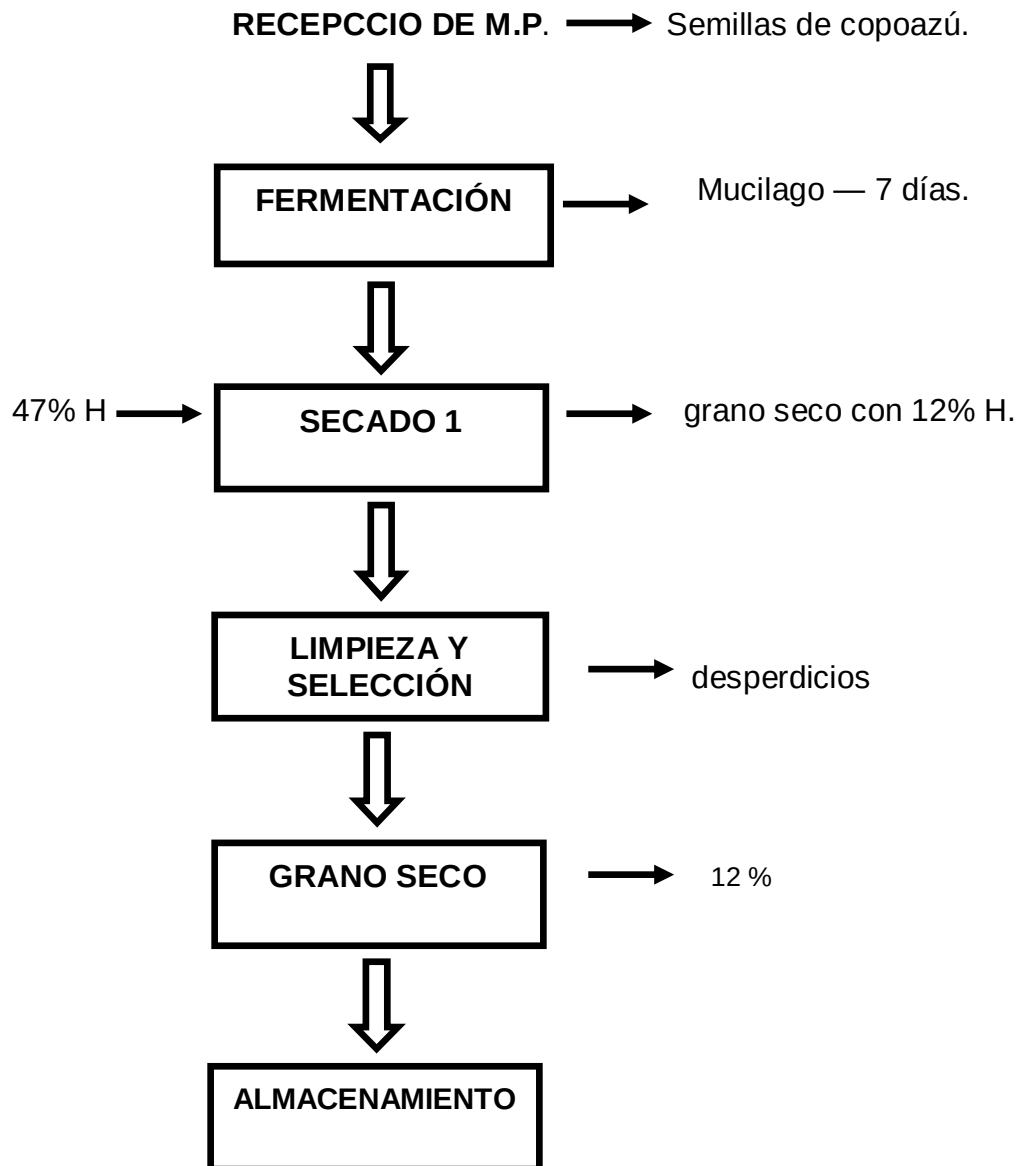
3.4.2. Metodología experimental.

En base a los Objetivos Específicos (OE) planteados en el presente trabajo de investigación se realizó siguiendo un proceso metodológico en tres etapas considerando los siguientes:

- a) OE₁, Obtención del grano seco fermentado de la semilla de copoazú**
Theobroma grandiflorum, comenzamos desde la recepción de la materia prima (semilla o baba de copoazú), hasta obtener el grano seco de copoazú.

la investigación se basó en el desarrollo del siguiente diagrama de flujo:

Figura: 11 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE LICOR DE COPOAZU:



Fuente: COOPSUR

Recepción de materia prima:

En este punto se busca recepcionar las semillas o baba fresca de copoazú depositándolos en baldes de plástico evitando así su deterioro. Una vez pesado toda la materia prima fueron llevadas a la zona de fermentación. Etapa que se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional De Madre de Dios.

Fermentación: extraídas las semillas frescas procedimos a realizar el proceso de fermentación, para el cual se depositó la “baba de copoazu” en los cajones de madera que se tiene en la planta piloto de la Unamad de aproximadamente 20 kilogramos cada una, luego cubrimos las semillas con yute dejándolo a temperatura del ambiente durante 7 días. Durante ese proceso se realiza la medición de temperatura, grados brix, pH, humedad, corte y remoción de forma diaria (cada 24 horas). Esta etapa se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios”.



Fig.:12: acondicionamiento de la semilla de copoazú.

a) Temperatura de la semilla del copoazú.

Se determinó mediante un termómetro manual calibrado de 0 a 100 °C con una precisión de $\pm 0,1$ °C, el cual fue introducido en tres puntos, superficie, medio e inferior de la masa de semillas de copoazú en los cajones fermentadores, la lectura fue tomada cada día a la misma hora y durante los siete días de la fermentación.



Figura: 13: Lectura de temperatura.

b) Determinación de Humedad:

La determinación del contenido de humedad se realizó mediante el determinador de humedad utilizando de 5 - 7 gr de muestra de la semilla de copoazú ya triturada, colocamos en el determinador aprox. 30 min. Y se obtiene el % de humedad.

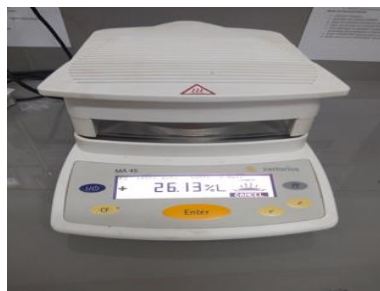


Figura 14 - 15: determinación de humedad de la semilla de copoazu.

C) Determinación del pH:

Para poder determinar el pH de las semillas de copoazú se utilizó un pH-metro digital, previa calibración del potenciómetro, se enjuagó el electrodo con agua destilada y secamos cuidadosamente para luego tomar la lectura del pH de nuestra muestra.



Figura 16 - 17: Muestra para la lectura y equipo de medición de PH.

d) Determinación de grados brix:

Los grados °Brix, se determinaron con un refractómetro digital NR151, a 25°C. preparamos la muestra (semilla), separando la cáscara de la semilla, luego se tritura y con una tela finamente se extrae el líquido. Una vez obtenido la muestra preparada se toma tres gotas para determinar el contenido de grados brix. en un refractómetro previamente calibrada y lavado el equipo con agua destilada.



Fig. 19: medición de grados brix en la semilla de copoazú.

e) Corte:

Para ello obtenemos de forma aleatoria retirando de los cajones de fermentación al momento de la remoción 100 semillas aprox. Procedemos a realizar el corte con un pequeño cuchillo y podremos observar visualmente el proceso que se va generando cada día.

Es importante que, al séptimo día, del 100% de semillas el 80% tuvo que haber alcanzado el nivel adecuado de fermentación el cual será un indicador de buena calidad en el proceso de fermentado. **Andrade 2001.**



Fig. 20: corte transversal de las semillas de copoazú.

Secado 1:

Esta etapa se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Colocamos las semillas de copoazú en una estufa con una temperatura 50°C durante 90 min. Luego a 60 °C por 6 horas, buscando reducir de un 47% de humedad inicial a un 12% de humedad en los granos de copoazú.



Figura 21. secado de semillas de copoazu en el horno de la panaderia UNAMAD.

Limpieza y selección: en esta etapa se procede a separar las impurezas o semillas que no se encuentren en buenas condiciones y pueda afectar en el producto final.

Grano seco: una vez limpia toda la semilla se obtiene un producto de buena calidad y con un 12 % de humedad el cual está lista para proceder a almacenarlo.

Almacenamiento: se procede a guardar las semillas ya debidamente secas al 12 % en un ambiente fresco, listas para ser enviadas al siguiente proceso.

OE₂ Extracción de la manteca de copoazú *Theobroma grandiflorum*. por el método del prensado hidráulico y determinación del rendimiento en función de las variables independientes. Para la determinación del rendimiento de extracción de la manteca de copoazú por el método del prensado se consideró los resultados del

análisis químico proximal realizado en los laboratorios de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

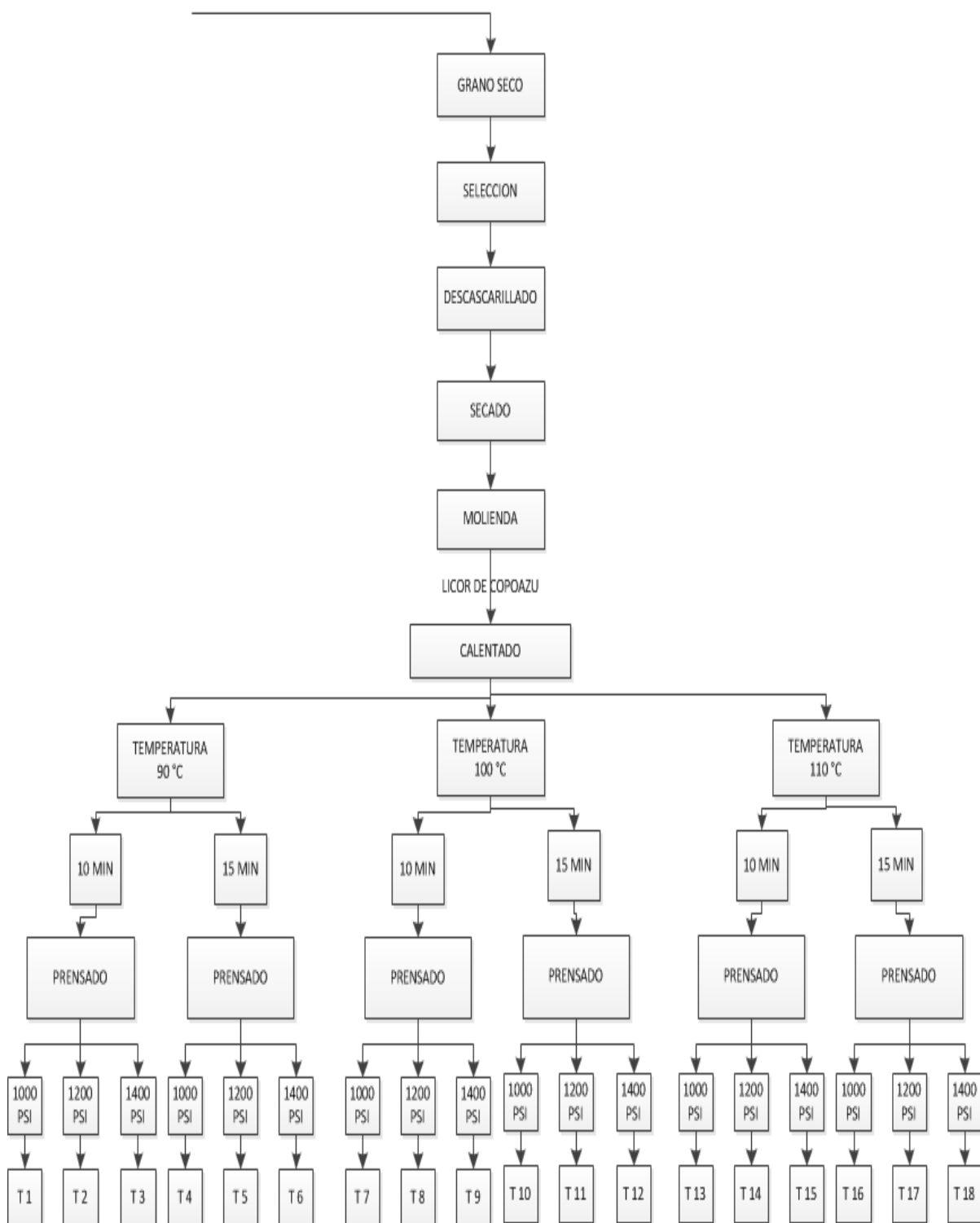
$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{M_f}{M_i} \times 100$$

Dónde:

M_i = Manteca o grasa presente en grano de copoazu.

M_f = Manteca extraída de copoazu por el método del prensado.

FIG 12: EXTRACCION DE MANTECA Y DETERMINACION DEL RENDIMIENTO



Fuente: elaboración propia.

Grano seco: una vez que se haya secado la semilla de copoazú se obtiene un producto con un 12 % de humedad el cual está lista para proceder a seleccionar.

selección: en esta etapa se procede a separar las impurezas o semillas que no se encuentren en buenas condiciones y pueda afectar en el producto final.

Descascarillado: Este proceso fue realizado de una forma manual, el rendimiento de descascarillado depende mucho del secado adecuado para tener la cascarilla con una fácil separación del cotiledón.

Esta etapa fue desarrollada en las instalaciones de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Secado 2: realizamos el secado en un horno industrial NOVA, horno diabático tipo convectivo con aire a tiro forzado; el secado se realizó a una temperatura de 45 °C.

En esta etapa se controló el tiempo de secado llegando a reducir la humedad en la muestra de un 12% a 4.8%, obteniendo así una semilla lista para la molienda. Se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Molienda: acción de moler con el objeto de reducir el tamaño de la muestra con el fin de facilitar la transferencia de grasa de la semilla hacia el exterior y mejorar la extracción de manteca de copoazu. Para ello se utilizó un molino de disco manual, con una duración de 8 horas.

Esta etapa se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Licor de copoazú: una vez realizada la molienda se obtiene una pasta o licor de copoazú que es la semilla finamente molida y lista para

ser calentado y llevado a la prensa hidráulica para la extracción de la manteca de copoazú.

Calentamiento: etapa en el cual una vez molida las semillas de copoazú, se procede a ingresar las muestras al horno en intervalos de 10 y 15 min. Teniendo en cuenta que a esos valores lo denominaremos tiempo de calentamiento.

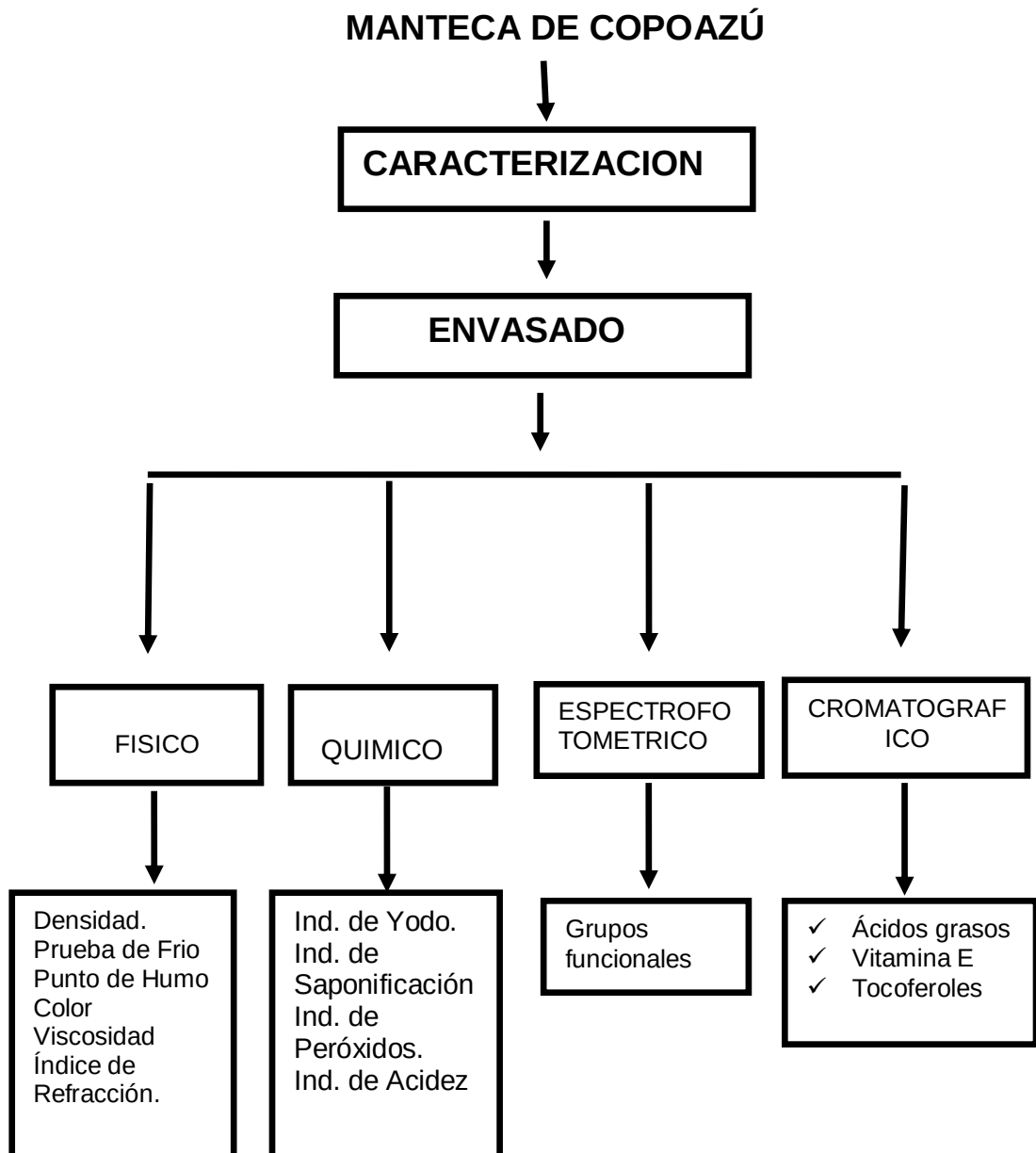
Prensado: En esta etapa se utilizó las variables, diferentes temperaturas (90, 100 y 110 °C), para el cual nos apoyamos en el uso del horno. Y a diferentes presiones (1000, 1200 y 1400 PSI) por un tiempo de 40 min. Como resultante tendremos la manteca de copoazú y la torta de copoazú. Se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional Amazónica de Ma



OE₃ caracterización física, química, espectrofotométrica y cromatográfica de la manteca de copoazu *Theobroma grandiflorum*.

Se realizaron en el laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

FIGURA13: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CARACTERIZACION DE MANTECA DE COPOAZÚ:



FUENTE: Elaboración propia.

Manteca de copoazú: Al finalizar el prensado obtenemos la manteca de copoazú y la torta de copoazú, para fines de nuestra investigación utilizaremos la manteca, el cual será enviada a la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco para realizar las caracterizaciones correspondientes.



Figura 22 - 23: manteca y torta de copoazú extraída.

Envasado: la manteca de copoazú resultante del prensado fue colocada en envases de vidrio de preferencia oscuros y cubiertos con papel aluminio, además de ello fueron pesados y rotulados respectivamente.

El proceso se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.



Figura 24: manteca de copoazú envasado, etiquetados.

➤ **Caracterización física:** en la caracterización física nos enfocaremos en lo siguiente:

- ✓ Densidad,
- ✓ Prueba de frio,

- ✓ Punto de humo,
- ✓ Color característico,
- ✓ Viscosidad,
- ✓ Índice de refracción.

➤ **caracterización química:** La caracterización química de la manteca de copoazú se realizó en el laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

✓ **Índice de yodo (gI/100g):**

Está definida como la cantidad de gramos de yodo que resulta ligada por cada 100 gramos de grasa. Es una medida del grado de instauración de los componentes de una grasa. **(Jiménez, 2010).**

Realizamos el índice de yodo por extracción con reactivo wijs, debido a que el yodo es una propiedad química relacionada con la insaturación, las grasas que contienen radicales de ácidos grasos insaturados se exponen al hidrógeno y se unen en presencia de un catalizador.

✓ **Índice de saponificación (mg de KOH/g):**

El índice de saponificación denota el peso de hidróxido de potasio en mg que se requiere para saponificar un gramo de aceite o grasa.

Se utiliza para comprobar la pureza de las grasas. representa la cantidad de hidróxido de sodio necesario para la saponificación de 1 g de muestra **(Peña, 2008).**

Para el índice de saponificación utilizamos el reactivo hidróxido de sodio ya que este será el responsable de que las grasas se conviertan en sales orgánicas, las cuales se expresará como el número de miliequivalentes de KOH referidos para saponificarlos ácidos grasos libres presentes en un gramo de grasa.

- ✓ **Índice de peróxido:** Es el método basado en la capacidad de los peróxidos a oxidar los iones yoduro del KI y producir yodo, que se valora con tiosulfato.

nos permite detectar la oxidación antes de que se note organolépticamente, mediante los olores característicos de la rancidez. A mayor índice de peróxido el aceite se oxidará más fácilmente (Jiménez, et al., 2010).

- ✓ **Índice de acidez:** Presencia natural de la acidez libre en las grasas, se puede decir que es la suma de los ácidos grasos no combinados, resultado de la hidrólisis o descomposición lipolítica de algunos triglicéridos, (Medina, 2016). Este valor se expresa como el número gramos de ácidos grasos libres contenidos en cien gramos de grasa, (Peña, 2008).

Determinamos el índice de acidez mediante la utilización del indicador fenolftaleína el cual nos indicara cuando llegamos a medio básico tornando de un color blanco a color rosa.

- ✓ **Caracterización espectrofotométrica:** para determinar la caracterización espectrofotométrica, los métodos se mide la intensidad de luz (energía radiante o radiación electromagnética) para determinar la concentración del analito presente en una muestra.

Podemos dividir los métodos espectrofotométricos en dos grandes grupos según qué es lo que medimos para cuantificar al analito:

- **Espectrofotometría de absorción:**

En estos casos se mide la **Absorbancia** (A) del analito, esto es la luz absorbida por el analito, y esta magnitud se relaciona con la concentración (C).

- **Espectrofotometría de emisión:**

En este caso se mide la luz emitida por un analito previamente excitado, la señal emitida se relaciona con la concentración de la especie que emite luz cuando vuelve desde un estado excitado (estado de mayor energía al que llegó absorbiendo energía) a su estado basal (estado de

menor energía posible tal como se encuentra naturalmente).(UNLP, 2019).

- **caracterización cromatográfica:** para determinar la caracterización espectrofotométrica (cromatografía de gases GC – MS) se realizó tomando en cuenta los patrones de referencia FAME el cual se pueden obtener de diferentes fuentes como soluciones o compuestos como ordenadas, para el análisis las normas se disuelven típicamente en hexano a un 0.01%(w/v) de la concentración. Para el método o instrumento de check, se utilizó una mezcla de 37 componentes (la mezcla fue comprada como mezcla pura de 100mg que contiene C4 – C24 FAME. toda la muestra se diluyó en 10 ml de hexano (concentración final de 0.2 a 0.4 mg/ml por FAME. los ácidos más relevantes:

Paralelamente a la caracterización espectrofotométrica realizamos muestras mediante la cromatografía de capa fina (TLC). Se aplica a gran escala para el análisis cualitativo nos sirve para separar cantidades pequeñas de una mezcla, la fase estacionaria es una capa delgada finamente soportado sobre una placa de aluminio normalmente de 0.1 a 0.3 mm de espesor.

- La caracterización cromatográfica de la manteca de copoazú se realizó mediante el cromatógrafo para medir el porcentaje de los ácidos grasos libres y la vitamina E, tocoferoles.

Los ácidos grasos se identificaron mediante la comparación de un mix de 19 tipos de ácidos grasos, se utilizó los espectros de masa de las muestras y se corroboró con la biblioteca de espectros de national institute of standards and technology versión 11 donde expresa el contenido en % de ácidos grasos metil Ester por 100 gr de la muestra.

3.4.3. Acondicionamiento de las muestras:

1) Acondicionamiento de la muestra para el análisis químico proximal.

El acondicionamiento de las muestras para el análisis químico proximal (% de humedad, de grasas, proteínas, cenizas, carbohidratos y fibras) de las muestras se realizó en los laboratorios de química de la Universidad san Antonio Abad del Cusco.

➤ **Determinación del % de humedad:**

El contenido de humedad fue determinado midiendo la pérdida en la relación peso-masa a 90 °C durante diez (10) min.

- ✓ Tarar al 0.1mg un vaso de 100ml.
- ✓ Añadir la muestra homogenizada.
- ✓ Llevar la muestra a la plancha y calentar.
- ✓ Enfriar y pesar.
- ✓ **% de humedad = pérdida de peso X 100 / peso de la muestra.**

➤ **Determinación de % de grasas.**

Para determinar el porcentaje de grasa o manteca, entonces se pesaron las muestras de manteca de copoazú, se depositaron en un vaso de 500 ml, luego se tomaron 250 ml de solvente y se agregaron a las muestras 1, 2 y 3, a la muestra. Posteriormente se mezcló cada muestra con su respectivo solvente y se selló el paso del aire con ayuda de un fragmento de látex, para evitar la volatilización del éter. Las muestras fueron agitadas cada 15 minutos, durante 2 horas aproximadamente. Luego se procedió a obtener la mezcla de éter-grasa; obtenida ésta se procedió a evaporar el éter a 150 °C en una plancha de calentamiento y en vasos de grasa previamente desecados. El porcentaje de grasa o manteca se determinó por la diferencia de peso entre el vaso vacío y el vaso con el material graso.

➤ **Determinación de % de proteínas.**

- a) Colocar un trozo de tejido en el mortero sobre el hielo.
- b) Agregar 1500 µl PBS.
- c) Homogeneizar con el vástago hasta disgregar el tejido.
- d) De ser necesario agregar más PBS para seguir disgregando (anotar el volumen extra agregado).
- e) Tomar el extracto líquido con micropipeta (utilizando p1000) evitando aspirar los trozos menos disgregados de tejido.
- f) Centrifugar 15 minutos a 14.000 rpm a 4°C
- g) Colocar el sobrenadante en un tubo de 1,5 ml y conservar en hielo.

➤ **Determinación de % cenizas.**

Las cenizas de un alimento es un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica.

El valor principal de la determinación de cenizas es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos.

➤ **Determinación de % carbohidratos.**

Los carbohidratos pueden determinarse a partir del porcentaje remanente de la cuantificación de los principales componentes del aceite o grasa.

$$\% \text{ carbohidratos} = 100 - \% \text{ humedad} - \% \text{ proteína} - \% \text{ lípidos}$$

➤ **Determinación de % fibras.**

Se define como los polisacáridos y lignina que no son digeridas por enzimas humanas, los métodos AOAC 985.29 y 993.21, se fundamentan en aislar la fracción de interés con la precipitación selectiva y después determinar su peso.

2) Acondicionamiento de la muestra para la caracterización física de la manteca de copoazu.

- Para el acondicionamiento de las muestras en cuanto a la caracterización física de la manteca de copoazu, se realizó de acuerdo a la metodología de I.J. FISHER.

A cargo del Químico Melquiades Herrera, responsable del laboratorio químico de la universidad San Antonio Abad del Cusco.

3) Acondicionamiento para la Caracterización química de la manteca de copoazu:

a) Índice de yodo:

- Introducir muestra en frasco de yodo y adicionar solución de CHCl_3 CH_3COOH .
- Calentar la muestra, adicionar reactivo wijs dependiendo la cantidad de la muestra.
- Agregar unas gotas de solución KI.
- Correr en blanco y agitar periódicamente.
- Adicionar una pequeña cantidad de KI al 15% y 100ml de agua.
- Titular el yodo en muestra y también en blanco con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
- Finalmente se determina el índice de yodo:

$$\text{Índice yodo} = 100 \times (T1 - T2) \times M \times 12.7 / w$$

b) Índice de saponificación:

- Disolver la muestra en 50 a 100 ml de la mezcla de éter dietético y etanol previamente neutralizado.
- Valorar agitando con la disolución de hidróxido de potasio al 0.1 molar, hasta el viraje del indicador (color rosa, característico de la fenolftaleína).

4) caracterización espectrofotométrica de la manteca de copoazú:

Para el caso de la espectrofotometría mediante el infrarrojo realizamos varias corridas de muestras de manteca de copoazú para realizar comparaciones de los espectros con diferentes solventes.

- De la manteca extraída obtenida para muestra se pesó 2gr, se vertió a un frasco oscuro y se agregó 5ml de hexano. De la misma manera se realizó para el caso de la muestra con acetona y etanol, se dejó en la estufa durante 24 horas.
- Se extrae del frasco aproximadamente 1gr. De muestra y se coloca en la porta muestra para llevarlo al infrarrojo y realizar la respectiva lectura.

a) Acondicionamiento de la muestra para lectura de COPOAZU – ACETONA:

- Se colocó la muestra de manteca de copoazu previamente tratada a un frasco oscuro aproximadamente 0.189gr.
- Agregamos 1ml de acetona e introducimos en la estufa durante 24 horas aprox.
- Una vez evaporado el solvente, extraemos 0.6mg de muestra y colocamos en la porta muestra.
- Esperar a que seque la muestra para luego llevarlo al infrarrojo y tomar su respectiva lectura.

b) Acondicionamiento de la muestra para la lectura COPOAZÚ - ETANOL:

- Colocamos la muestra de manteca de copoazu previamente tratada a un frasco oscuro aproximadamente 0.198gr.
- Agregamos 1ml de etanol e introducimos en la estufa durante 24 horas aprox.
- Ya evaporado el solvente, extraemos 6mg de muestra y colocamos en la porta muestra.

- Esperar a que seque la muestra para luego llevarlo al infrarrojo y tomar su respectiva lectura.

c) Acondicionamiento de la muestra para la lectura COPOAZÚ – HEXANO:

- Colocamos muestra de manteca de copoazu previamente tratada a un frasco oscuro aproximadamente 0.192gr.
- Agregamos 2ml de hexano e introducimos en la estufa Para su evaporación, y en 4 horas se había evaporado así que agregamos 3ml nuevamente y lo dejamos durante 24 horas.
- Ya evaporado el solvente, extraemos 15.8mg de muestra y colocamos en la porta muestra.
- Esperar a que seque la muestra para luego llevarlo al infrarrojo y tomar su respectiva lectura.
- En este caso se denota por la consistencia oleosa una vez evaporada el solvente. Fue el solvente más rápido en evaporarse.

d) Acondicionamiento de la muestra para la lectura COPOAZÚ – REP. HEXANO:

- Colocamos muestra de manteca de copoazu previamente tratada a un frasco oscuro aproximadamente 0.182gr.
- Agregamos 1ml de hexano e introducimos en la estufa Para su evaporación, y en 5 horas se había evaporado así que agregamos 4 ml nuevamente y lo dejamos durante 24 horas.
- Ya evaporado el solvente, extraemos 3,5mg de muestra y colocamos en la porta muestra.
- Esperar a que seque la muestra para luego llevarlo al infrarrojo y tomar su respectiva lectura.

5) Caracterización cromatográfica de la manteca de copoazu:

e) Acondicionamiento de la muestra para lectura de colesterol.

- rotular los tubos ante de colocar la muestra (M1).
- pesar la muestra 1gr (M1 = 1.0806gr) de manteca de copoazu.

- cerrar el tubo con la muestra dentro y guardar.

❖ **Preparación de la solución:**

- Pesar 1.2gr de hidróxido de potasio 2N en un tubo con tapa rosca y agregar 10 ml de metanol y tapar.
- Llevarlo al sonicador para agitar la solución hasta que se disuelva el hidróxido de potasio, 3 minutos aproximadamente.
- Agregar 10 ml de la solución a la muestra y llevarlo al agitador por 30 segundos.
- Centrifugar la muestra por 10 minutos a 4000 rpm.
- Transferir 2ml del sobrenadante a un envase pequeño, tapar y refrigerar.
- Preparar las columnas del equipo de cromatografía y realizar la lectura, duración aproximada 40 min. Por corrida (son 3).

f) preparación de muestras para lectura de ácidos grasos:

- rotular los tubos ante de colocar la muestra (M1), pesar la muestra 0.1 gr (M1 = 0.1050gr) de manteca de copoazu
- preparar solución de hidróxido de sodio al 50%:
- Pesar en tubo con tapa rosca 5gr de hidróxido de sodio.
- Medir 10 ml de etanol y agregar al hidróxido de sodio, tapar.
- Llevar la solución al agitador por 3min aprox. O hasta que se disuelva el hidróxido de sodio.
- agregar 10ml de la solución a la muestra, agitar constantemente un minuto.
- Añadir 2 ml de solución de trifluoruro de boro al 25 %.
- Cerrar el tubo y calentar aproximadamente por una hora a 60°C.
- Añadir 5 ml de agua y luego 5ml de hexano, agitar. En este caso fue difícil mezclar la solución y la muestra. Por ende, se le centrifugo.

- Separar la parte líquida mediante filtrado para un mejor análisis de la muestra.
- Transferir 2 ml del sobrenadante claro en envases pequeños, sellarlo a presión y refrigerar.
- Llevar la muestra al equipo para la respectiva lectura.

❖ Resumen:

0.1gr + 2ml KOH 50%----- agitar----- calentar a 60°C x 60min-----centrifugar 10min a 4000 RPM ----- separar 2ml de sobrenadante..... Analizar muestra.

3.5. Tratamiento de los datos.

3.5.1. Diseño experimental.

Diseño factorial con 03 factores: factor A TIEMPO (90°C, 100°C, 110°C), factor B: TIEMPO DE CALENTAMIENTO (10 y 15 Min) y factor C: PRESION (1000, 1200 y 1400 Kpa); el cual en base al análisis estadístico y la prueba de la hipótesis.

La matriz de diseño experimental indica el desarrollo de 18 Tratamientos, los cuales, a cada tratamiento se realizará 3 repeticiones. En la tabla N° 05 se encuentra desarrollado los tratamientos

TABLA N° 05: Descripción de tratamientos en función al diseño experimental.

Tratamiento	Descripción
T1 = a1, b1, c1	Temperatura de la muestra 90 °C por 10 min. de calentamiento a 1000 PSI de presión.
T2 = a1, b1, c2	Temperatura de la muestra 90 °C por 10 min. A 1200 PSI de presión.
T3 = a1, b1, c3	Temperatura de la muestra 90 °C por 10 min. a

	1400 PSI de presión.
T4 = a1, b2, c1	Temperatura de la muestra 90 ° C por 15 min. a 1000 PSI de presión.
T5 = a1, b2, c2	Temperatura de la muestra 90 ° C por 15 min. a 1200 PSI de presión.
T6 = a1, b2, c3	Temperatura de la muestra 90 ° C por 15 min. a 1400 PSI de presión.
T7 = a2, b1, c1	Temperatura de la muestra 100 ° C por 10 min. a 1000 PSI de presión.
T8 = a2, b1, c2	Temperatura de la muestra 100 ° C por 10 min. a 1200 PSI de presión.
T9 = a2, b1, c3	Temperatura de la muestra 100 ° C por 10 min. a 1400 PSI de presión.
T10 = a2, b2, c1	Temperatura de la muestra 100 ° C por 15 min. a 1000 PSI de presión.
T11 = a2, b2, c2	Temperatura de la muestra 100 ° C por 15 min. a 1200 PSI de presión.
T12 = a2, b2, c3	Temperatura de la muestra 100 ° C por 15 min. a 1400 PSI de presión.
T13 = a3, b1, c1	Temperatura de la muestra 110 ° C por 10 min. a 1000 PSI de presión.
T14 = a3, b1, c2	Temperatura de la muestra 110 ° C por 10 min. a 1200 PSI de presión.
T 15 = a3, b1, c3	Temperatura de la muestra 110 ° C por 10 min. a 1400 PSI de presión.
T16 = a1, b2, c1	Temperatura de la muestra 90 ° C por 15 min. a 1000 PSI de presión.
T17 = a1, b2, c2	Temperatura de la muestra 90 ° C por 15 min. a 1200 PSI de presión.
T 18 = a1, b2, c3	Temperatura de la muestra 90 ° C por 15 min. a 1400 PSI de presión.

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenido los datos experimentales de los 18 tratamientos y las 54 unidades experimentales, se realizó el Análisis de Varianza por un valor de 99% de confiabilidad y 1% de error.

CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

4.1.1. EXTRACCIÓN Y RENDIMIENTO FINAL DE LA MANTECA DE COPOAZÚ POR PRENSADO HIDRAULICO:

Las semillas de copoazú fueron sometidas a varios procesos de acondicionamiento previo a la extracción de manteca y fueron los siguientes: secado 1(grano en cáscara), selección, descascarillado, secado 2 (grano sin cáscara), molienda y prensado. Cabe mencionar que el grano molido fue colocado en una tela tamiz para facilitar la extracción de la manteca mediante el método de prensado en caliente con el único propósito de no modificar la naturaleza de la manteca; por lo tanto, describiremos mediante el siguiente diagrama de operaciones:

4.1.2. RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE LA MANTECA DE COPOAZÚ:

El rendimiento de la manteca da copoazú (*teobroma grandinflorum*) se puede apreciar en la tabla 06:

TABLA 6: Rendimiento de extracción de la manteca de copoazú:

MATERIA PRIMA	METODO DE EXTRACCION	RENDIMIENTO PROMEDIO (%)
Licor de Copoazú	Prensado Hidráulico	69.9%

Fuente: Elaboración propia - 2021.

Conforme se aprecia en la tabla 6, el rendimiento promedio de extracción que se obtuvo de la manteca de copoazú mediante el método de prensado hidráulico fue el tratamiento 18 con un valor de 69.88%, (temperatura de 90°C por 15 min. A 1400 PSI) de presión lo que resulta un valor superior muy cercano al obtenido por **Mojica Cruz (2017)** con un valor de 66.40%.

La extracción de la manteca de copoazú, fue realizada mediante una prensa hidráulica, para ello utilizamos 4.100 kg. De licor con presiones de (1000, 1200, 1400PSI) con tiempos de calentamiento de (10 y 15 min) a temperaturas de (90, 100, 110 min). Obteniendo los siguientes resultados:

TABLA N°07: Análisis de varianza del rendimiento de la manteca de copoazú extraída por el método de prensado hidráulico en caliente:

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRO MEDIO	Fc	Ft		SIGNIFICANCIA
					0.05%	0.01%	
TEMPERATURA (A)	0.199	2	0.100	102.343	3.27	5.26	**
TIEMPO DE CALENT. (B)	0.036	1	0.036	37.029	4.12	7.41	**
PRESION (C)	0.112	2	0.056	57.600	3.27	5.26	**
AB	0.005	2	0.003	2.571	3.27	5.26	NS
AC	0.009	4	0.002	2.314	2.64	3.91	NS
BC	0.023	2	0.012	11.829	3.27	5.26	*
ABC	0.018	4	0.005	4.629	2.64	3.91	*
ERROR	0.035	36	0.001				
TOTAL	0.437	53					

Fuente: elaboración propia (2021).

los resultados del análisis de varianza, tanto al 95% como al 99% de confiabilidad, muestra que existe diferencias altamente significativas entre las variables: tiempo de calentamiento seguido de la temperatura y presión. por ello se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula para ambos valores de significancia. cabe resaltar que los factores presión y temperatura influyen considerablemente en la extracción de la manteca de copoazú. también influye el tiempo de calentamiento en el rendimiento de extracción de la manteca de copoazú, pero con menor incidencia.

Siendo el mejor rendimiento el tratamiento 18 con una presión de 90°C con tiempo de calentamiento de 15min y una presión de 1400 PSI.

TABLA N°08: tabla de rendimiento para cada tratamiento.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (%)
T ₁ = 1.290	54.25
T ₂ = 1.367	57.47
T ₃ = 1.483	62.38
T ₄ = 1.430	60.13
T ₅ = 1.448	60.89
T ₆ = 1.455	61.19
T ₇ = 1.367	57.47
T ₈ = 1.520	63.92
T ₉ =1.533	64.48
T ₁₀ = 1.452	61.05
T ₁₁ = 1.478	62.17
T ₁₂ = 1.566	65.85
T ₁₃ = 1.484	62.41
T ₁₄ = 1.540	64.76
T ₁₅ = 1.562	65.67
T ₁₆ = 1.570	66.02
T ₁₇ = 1.548	65.11
T ₁₈ = 1.662	69.88

Fuente: Elaboración propia – 2021.

Finalmente, el mejor resultado fue el tratamiento: T18 (Temperatura de la muestra 90 ° C por 15 min. a 1400 PSI de presión). Nos indica que es el mejor tratamiento por ser el más elevado. los demás tratamientos tienen valores inferiores.

4.1.3. RESULTADO DE LA CARACTERISTICA FISICO QUIMICO PROXIMAL DE LA MANTECA DE COPOAZÚ:

TABLA N° 09: composición físico química proximal promedio de la manteca de copoazu (*teobroma grandiflorum*).

Análisis en semilla fresca sin cáscara de copoazú:

COMPONENTE	%
Humedad	38.31
Proteína	13.81
Grasa	40.98
Ceniza	2.40
Fibra	1.49
Carbohidratos	4.50

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico – UNSAC 2020.

TABLA 10: Análisis de la manteca de copoazú:

COMPONENTE	%
Humedad	0.10
Proteína	0.00
Grasa	99.90
Ceniza	0.00
Fibra	0.00
Carbohidratos	0.00

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico – UNSAC 2020.

El análisis proximal de la manteca de copoazú fue determinado en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, según la metodología del Análisis Moderno de los Alimentos, F.I.HART/J.FISHER. Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal de la manteca de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), contiene en mayor cantidad grasa con un 99.90% lo que nos indica que la manteca de copoazú puede ser un

sustituto de la manteca de cacao por sus características nutraceuticas. En cuanto a la humedad, la manteca de copoazu contiene solo el 0.01%, el cual nos indica que la semilla al ser trasformada en manteca perdió 38.3% de humedad inicial, además de no contener proteínas, carbohidratos, cenizas y mucho menos fibras.

Los valores encontrados en la composición química de la manteca de copoazú realizado en nuestra investigación varían ligeramente con los resultados obtenidos por **REYES G. et. Al. Y collazos, CH.**

4.1.4. RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA; (densidad y viscosidad):

Tabla N°11: valores de densidad y viscosidad.

CARACTERISTICAS	VALORES OPTENIDOS
Densidad g/cc 20°C	0.907
Densidad g/cc 25°C	0.904
Viscosidad cPoise 40 °C	0.033
Viscosidad cPoise 50 °C	0.018
punto de frio (1 hora)	1
punto de humo (°c)	210
índice de refracción (40° c)	1.4682
color característico	Gris blanquecino

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico – UNSAC – 2021.

Los resultados obtenidos de densidad y viscosidad de la manteca de copoazú a una temperatura de 20 g °C tiene un valor de 0.907 g/cc. Y a 25°C obtiene un valor de 0.904 g/cc valores que aún se encuentran dentro del rango permitido por el Codex Alimentario (**CODEX EXTAN 1999**).

Para el caso de la viscosidad, el análisis realizado a una temperatura de 40 °C tiene un valor 0.033 cPoise, y a una temperatura de 50°C, un valor de 0.018cPoise.

A una temperatura de 90°C durante 10 min. Obtuvimos una prueba de frio de 1 hora, el punto de humo se obtuvo a los 210 °C, un índice de refracción de 1.4682 a 40 °C, determinando también el color característico de la manteca gris blanquecino.

4.1.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN QUÍMICA:

TABLA N°13: CARACTERIZACION QUIMICA DE LA MANTECA DE COPOAZÚ:

Características químicas	Valores promedios obtenidos
Índice de Yodo (gr yodo / g)	47.2
Índice de Saponificación	182
Índice de Peróxidos (meq /kg)	3.3
Índice de Acidez (mg KOH /g)	1.46

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico – UNSAC – 2020

Los resultados de la caracterización física de la manteca de copoazú (*Theobroma Grandiflorum*) que se muestra en la tabla 10, se puede apreciar lo siguiente:

El índice de saponificación fue de 182.0, se realiza el índice de saponificación para determinar la cantidad de sustancias propias que hay en las muestras, el cual nos ayuda a monitorear la calidad de un producto ya que la manteca son triglicéridos solidos a temperatura ambiente. En este caso podemos determinar que, de acuerdo al valor del índice de saponificación, la manteca de copoazu presenta sustancias propias.

El índice de yodo fue de 47.2 gr de yodo por unidad de grasa, como el índice de yodo es elevado, también aumentará el índice de refracción y por ende la densidad también será mayor. Con esto podemos determinar si la grasa fue adulterada o no.

Según el resultado; el índice de peróxidos es elevado (3.3meq/kg) lo que indica que la manteca de copoazu tiende a oxidarse con mayor facilidad si no se protege de la luz, el calor o no se guardan en envases oscuro. A mayor índice de peróxido, será menor la capacidad antioxidante.

Finalmente, el índice de acidez fue determinado por 1.46 miligramos de KOH que se gastaron para neutralizar los ácidos grasos libres de un gramo de grasa.

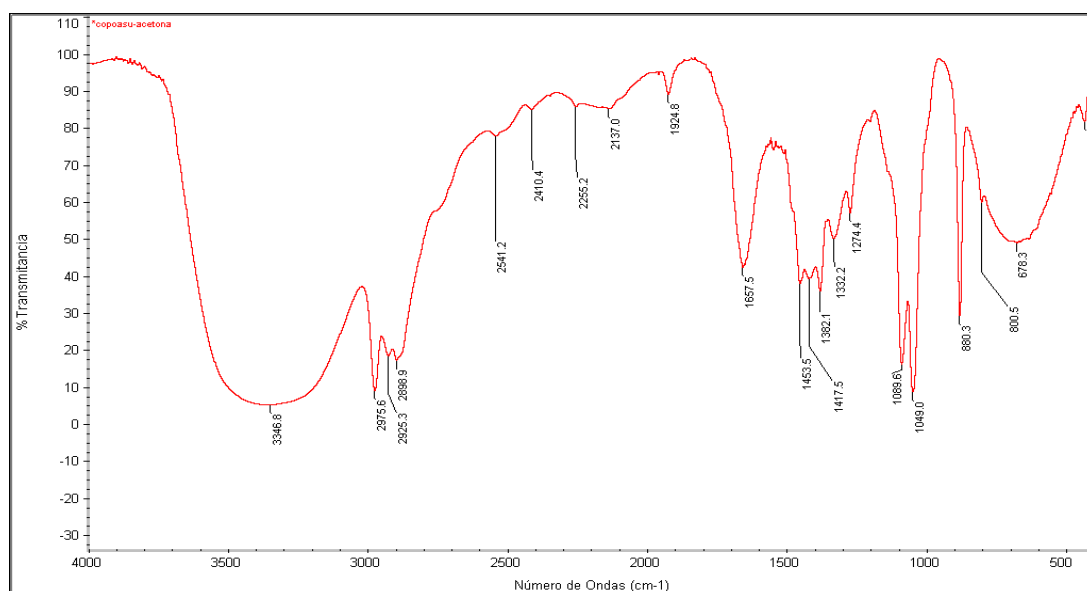
4.1.6. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN ESPECTROFOTOMETRICA DE LA MANTECA DE COPOAZÚ:

Interpretación de espectros infrarrojo de manteca de copoazu:

La muestra de manteca de copoazú, se disolvió en acetona, etanol y hexano, con el fin de optimizar la solubilidad y obtener el espectro infrarrojo en el que no tenga interferencia el solvente en el perfil del espectro. Los espectros IR se muestran en las la Figura 1, 2, 3 y 4 codificadas como: CA (Copoazú- acetona), CE (Copoazú-etanol), CH (Copoazú-hexano), CRH (Copoazú-hexano-repetición) respectivamente.

FIGURA N°46: Especto de infrarrojo de la manteca de copoazú COPOAZU – ACETONA (CA).

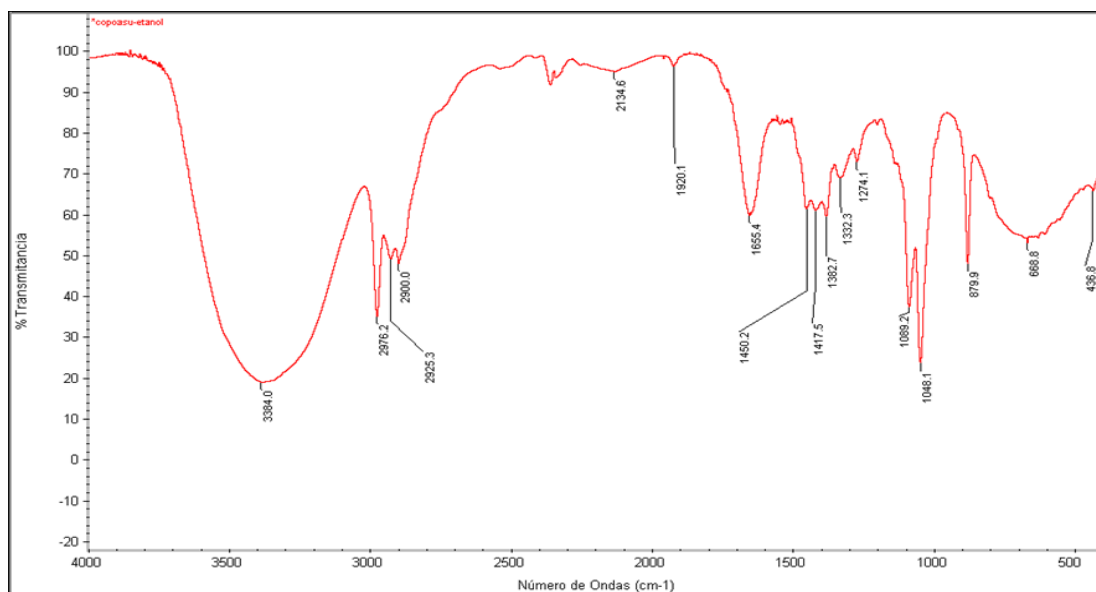
Espectro FT- IR de numero de manteca de copoazú obtenidas en el intervalo de 3473cm-1 1744 y 2677 cm-1.



FUENTE: laboratorio de la UNSAC.

FIGURA N°47: espectro infrarrojo de la manteca de copoazú COPOAZÚ – ETANOL.

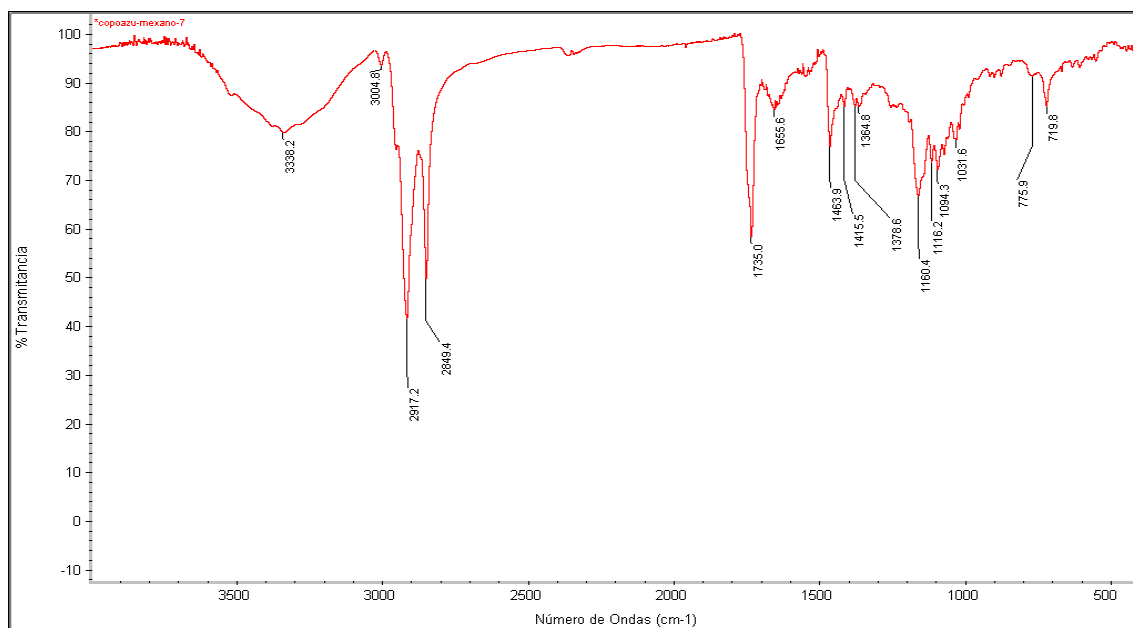
Espectro FT – IR de muestra de la manteca de copoazú obtenidas en el intervalo 3005 cm⁻¹, 1730 – 1757 – 1759 – 1450 – 1343 cm⁻¹, donde se puede percibir mayor coincidencia con las frecuencias en la zona de adsorción del isómero cis.



FUENTE: laboratorio UNSAC.

FIGURA N°48: Espectro infrarrojo de la manteca de copoazú COPOAZÚ – HEXANO.

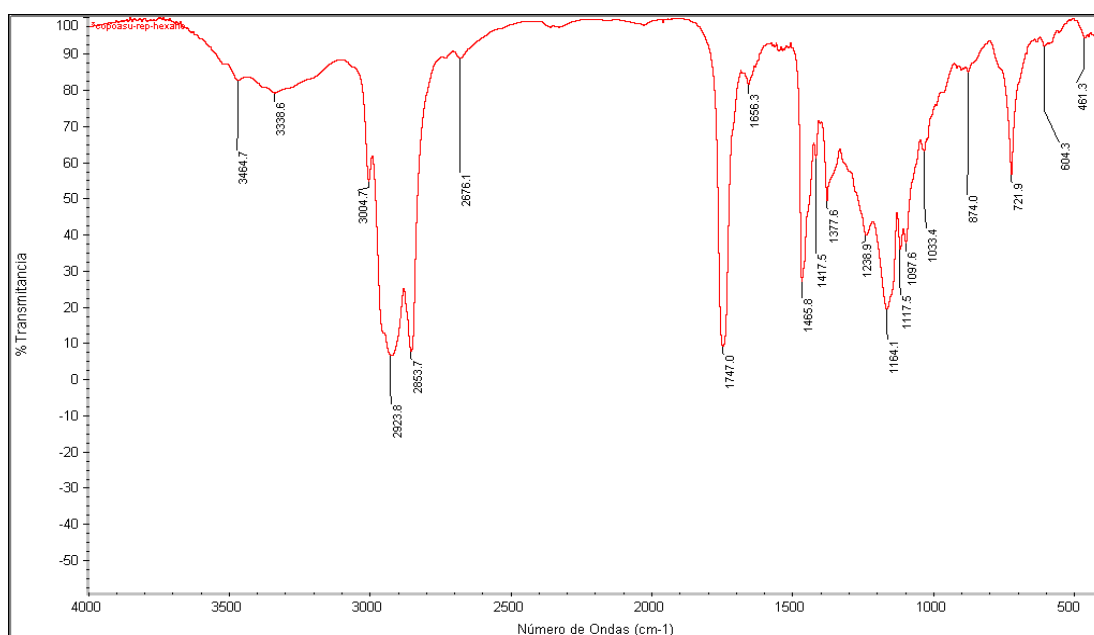
Espectro FT – IR de muestra de manteca de copoazú obtenidas en el intervalo de 3005 cm⁻¹, 1730 – 1757 – 1759 – 1450 – 1343 cm⁻¹. Supervive una mayor coincidencia con frecuencia en la zona de absorción del isómero cis.



Fuente: laboratorio UNSAC.

FIGURA N° 49: Espectro de infrarrojo de la maneca de copoazú COPOAZÚ – REPETICION CON HEXANO.

Espectro FT – IR de muestra de manteca de copoazú obtenidas en el intervalo de 3009 cm⁻¹, 1632 – 1637 – 1549 – 1553 – 1343 cm⁻¹



FUENTE: laboratorio unsac.

Se realizaron tres corridas y una repetición con acetona los espectros IR de la manteca de copoazú. Comparando la manteca de copoazu disuelta en acetona, etanol y hexano y hexano repetición con codificación C-A, C-E, C-H y C-RH respectivamente se observa que la muestra C-A presenta frecuencia en 2541, 2410, 2255, 2137, 1924 cm⁻¹, la muestra C-E en frecuencias de 2134 y 1920 cm⁻¹, y las muestra C-RH y C-H no presentan picos en dichas frecuencias como se puede observar en los perfiles de los correspondientes espectros.

Los picos con los lípidos relacionados con la vibración de estiramiento se ubican en la tabla 14:

TABLA N°14: Frecuencias de absorción de muestras de manteca de cocpoazú disueltos en 4 solventes:

Grupos funcionales	Copoazú acetona C- A	Copoazú etanol C - E	copoazú rep. hexano C- RH	copoazú hexano C - H
			3454	
γ (OH)	3346	3384	3338	3388
γ (=CH)			3004 cis	3004
	2975	2976		
γ s (CH ₂)	2925	2925	2923	2917
γ As (CH ₂)	2898	2900	2853	2849
			2676	
	2541			
	2410			
	2255			
	2137	2134		
	1924	1920		
γ (C=O)			1747	1735
	1657	1655	1656	1655
δ (CH ₂)	1453	1450	1465	1463
	1417	1417	1417	1415
		1382	1377	1378

$\gamma(\text{CH})$ $\gamma(\text{CH}_2)$	1332	1332		
	1274	1274		
			1238	
$\gamma(\text{CCOC})$			1164	1160
			1117	1116
$\gamma(\text{CO})$	1089	1089	1097	1094
	1049	1048	1033	1031
$\gamma(\text{CH}), \gamma(\text{C-C})$	860	879	874	
$\gamma(\text{CH})$			721	719
	800			
$\gamma(\text{CH})$	678	668	604	

FUENTE: laboratorio de la universidad unsac – cusco 2020.

Analizando las frecuencias de los espectros de manteca de copoazú en acetona y etanol (Figura 1 y2) respectivamente, se advierte que hay influencia del solvente en las zonas de absorciones de los componentes lipídicos al comparar con las frecuencias de absorción de manteca de cacao (teórico) que no muestra absorciones en las frecuencias de 2541 cm^{-1} a 1924 cm^{-1} . Cuadro 3. Este comportamiento probablemente se debe a que los grupos OH del etanol estarían formando puentes de hidrogeno con la cadena saturada de los ácidos grasos por lo que se observa que el pico característico del OH es más ancho e intenso, sin olvidarnos de los picos característicos de las vibraciones pertenecientes a los metilos donde la intensidad es menor.

TABLA N° 15: Frecuencias de absorción de Manteca de copoazú en acetona (C-A) y etanol (C-E)

GRUPOS FUNCIONALES	COPOAZÚ ACETONA C- A	COPOAZÚ ETANOL C - E
$\gamma(\text{OH})$	3346	3384
$\gamma(=\text{CH})$		
	2975	2976
$\gamma \text{ S } (\text{CH}_2)$	2925	2925

γ AS (CH ₂)	2898	2900
	2541	
	2410	
	2255	
	2137	2134
	1924	1920
γ (C=O)		
	1657	1655
δ (CH ₂)	1453	1450
	1417	1417
		1382
γ (CH) γ (CH ₂)	1332	1332
	1274	1274
γ (CCOC)		
γ (CO)	1089	1089
	1049	1048
γ (CH), γ (C-C)	860	879
γ (CH)		
	800	
γ (CH)	678	668

Fuente: universidad UNSAC – CUSCO - 2020.

Las muestras de CH Y CRH (cuadro 4) , ambas en hexano como solvente a diferencia de la muestra de C-A y C-E presentan la frecuencia de vibración del estiramiento γ (C=O) en 1747 cm⁻¹ , 1735 cm⁻¹ respectivamente, así como la vibración γ (=CH) en 3004 cm⁻¹ en ambos espectros, es decir el solvente no influye en las vibraciones de frecuencia que caracteriza a los componentes lipídicos, en el cual se observan las frecuencias que caracterizan a los ácidos grasos más frecuentes en la manteca de copoazú, que se caracteriza por su contenido en ácidos grasos insaturados en mayor concentración el ácido oleico y saturados el ácido esteárico (referencia banco de espectros Nist y SDBS) cuyas frecuencias más características

corresponden al enlace C=O, que se observa en el espectro entre 1655-1747, absorción dentro del espectro de manteca de copoazú y zona fuerte de absorción del ácido esteárico, así como señales fuertes entre 2853 a 2923 correspondiente a –CH₂-. En cuanto a la presencia del ácido oleico la frecuencia típica se debe al enlace –C=C- debido a la conformación isómera Cis que se encuentra a 3004 cm⁻¹, no se observa frecuencias cercanas a 966 que corresponden a vibraciones Trans, lo que argumenta la presencia del ácido oleico.

Cuadro 4. Por consiguiente, la muestra de manteca de copoazu en hexano, muestra un perfil de mejor resolución espectral, cuyas frecuencias indican la presencia de ácido esteárico y ácido oleico como ácidos grasos más frecuente en la manteca de copoazú.

4.1.7. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN CROMATOGRÁFICA:

Tabla N°16: Caracterización cromatográfica de la manteca de copoazú:

Manteca de Copoazu	Repeticiones			Promedio
Ácido Graso	1	2	3	%
Acido palmítico	7.3537	7.3512	7.2693	7.33
Ácido Esteárico	31.0832	31.1203	30.99	31.06
Ácido metil éster	0.1696	0.1614	0.1742	0.17
Ácido oleico	44.1932	44.3569	44.4082	44.32
Acido linoleico	3.8313	3.82	3.7767	3.81
Ácido araquídico	10.4045	10.3485	10.23	10.33
Ácido Behenic	1.5899	1.6223	1.5652	1.59

Fuente: laboratorio de Análisis Químico UNSAC – 2020.

Como resultado se puede observar que fue posible detectar siete ácidos grasos que corresponden a los siete picos cromatográficos detectados en un rango de tiempo de 35min.

Los ácidos grasos encontrados en mayor concentración fueron, el ácido oleico 44.32% seguido del ácido esteárico 31.06 y en menor proporción el

ácido araquídico 10.33%, ácido palmítico 7.33, ácido linoleico 3.81 y ácido behénico con 1.59% como se puede apreciar en la tabla 16.

Tabla N°17: Caracterización cromatográfica de la manteca de copoazú.

Cromatografía HPLC	Repeticiones			Promedio	
Muestra	1	2	3	Vitamina E	Colesterol
Manteca de Copoazu	18.60	18.62	18.67	18.63ml/100ml manteca.	ND.

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de la UNSAC – 2020.

Los resultados de la caracterización física de la manteca de copoazú (*Theobroma Grandiflorum*) fueron los siguientes:

Ácidos grasos libres: los ácidos grasos se encuentran en mayor proporción, logrando obtener seis tipos de ácidos grasos, los cuales los 2 de ellos son los con mayor porcentaje; ácido oleico con 44.32%, ácido esteárico 30.99%, ácido arachidic 10.23%, y en menor cantidad ácido palmítico 7.2683%, el ácido linoleico 3.77% y el ácido behénico con 1.89%.

Vitamina E: la vitamina E es soluble en grasa, por ende, los resultados obtenidos en la determinación de vitamina E por HPLC es por triplicado y expresa los miligramos de vitamina E que se encontraron en 100gr de muestra (manteca de copoazú) frente a una curva patrón de vitamina E.

Condiciones de análisis para vitamina E y tocoferol.

Se muestra los resultados en la que se puede observar que solo se detectó durante las tres repeticiones en un lapso de tiempo de 15 minutos con un valor de 18.60%, 18.62%, 18.67% respectivamente, obteniendo un promedio de 18.63% de vitamina E.

CAPITULO V: CONCLUSIONES:

En nuestra investigación; la extracción de manteca de copoazú se utilizó el método por prensado hidráulico con el objetivo de determinar el mejor rendimiento de extracción a diferentes temperaturas presiones y tiempos de calentamiento.

Las principales conclusiones adquiridas son las siguientes:

- Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula de acuerdo al valor p , es altamente significativa ya que influye en el rendimiento de extracción de la manteca.
- En el proceso de extracción y determinación del mejor rendimiento de la manteca de copoazú se obtuvo en el tratamiento T18 = 69.9 % El cual se realizó a una Temperatura 90°C, por un tiempo de calentamiento de 15 min, a una presión de 1400 PSI.
- En la caracterización física nuestra manteca de copoazu los resultados fueron densidad = 0.95g/cc, viscosidad = 0.33 c poise, prueba de frio = 1h, punto de humo = 210°C, color = gris blanquecino, índice de refracción = 1.4682 a 40°C. el cual nos permite ver su comportamiento físico frente a los procesos en los diferentes usos industriales o agroindustriales.
- En la caracterización química los resultados fueron: índice de yodo 47.2gI/g, índice de saponificación 182, índice de peróxidos: 3.3 meq/kg, índice de acidez: 1.46 mgKOH/g. estos valores nos permiten ver la calidad o pureza de la manteca.
- En la caracterización espectrofotométrica, el espectro con solvente de hexano mostró una imagen clara, nítida y con menos interferencia a diferencia del etanol y la acetona, el cual se pudo observar el predominio de los ácidos grasos entre los valores de (1500 – 500) cm^{-1} .

- el análisis cromatográfico determinó que en la manteca de copoazú predomina el ácido oleico(insaturado) con valor de 44.32%, seguido del ácido esteárico(saturado) con 31.06%, ácido araquídico (saturado) con 10.33% y el palmítico (saturado) con 7.33%, vitamina E con 18.63mg/100gr, a-tocoferoles con 18.63mg/100g muestra y en el caso del colesterol no se detectó.

Todos estos resultados se encuentran dentro de los parámetros permitidos para el uso alimentario y con mayor efectividad para el uso farmacológicos y en la elaboración de cosméticos.

Referencia bibliográfica

- ALDAVE PALACIOS, G., 2016. *Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (Theobroma cacao L .) procedente de Uchiza , San Martín – Perú para la obtención de NIBS* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5009/Aldave_pj.pdf?sequence=3&isAllowed.
- ALVAREZ MARIELA GISSELA, 2014. *Caracterizacion de la Manteca de Cacao de tres Variedades Trinitario (CCN-51), Nacional (EET-103) y Forastero (IMC-67), Quevedo – Ecuador*. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/78/1/T-UTEQ-0001.pdf>.
- BIOPAT, 2019. COPOAZÚ *Theobroma grandiflorum*. [en línea]. S.l.: Disponible en:
<https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/3180041/Copoazú+1.pdf/4b8464a1-bdb5-a75f-8c08-c72069dd>.
- CALZADA, J., 1980. *Frutales Nativos* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:
http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/micro/zee_iquitos_nauta/17_Frutales_Nativos.pdf.
- CRIOLLO-NUÑEZ, J., 2020. Efecto de la dinámica de tostado sobre las propiedades del licor de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd . ex Spreng . Schum .). [en línea], vol. 69, pp. 285-292. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v69n4/0120-2812-acag-69-04-285.pdf>.
- CRIOLLO, J., CRIOLLO, D. y SANDOVAL, A., 2010. Fermentation of the copoazu kernel (*Theobroma grandiflorum* [Willd. ex Spreng.]

Schum.): Assesmente and process optimization. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* [en línea]. S.l.: Disponible en: <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/200/204>

FORESTALES, P. y MADEREROS, N., 2010. Frutales y plantas útiles en la vida amazónica. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://www.fao.org/3/i2360s/i2360s.pdf>.

GUTIERREZ PAREDES, R., GONZALES FUENTES, G. y PARA, 2018. *Evaluacion la Aplicacion de Tecnologias para la Fermentacion y Secado del Cacao (Theobroma cacao L) Tipo CCN-51 y Criollo en su Porcentaje de Fermentacion y secado, e n la Provincia de Tambopata – MDD*. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/376>.

LIMA PIMENTEL, V.H., 2021. “*Cinetica de la Degradacion y Estabilidad de, Acido Ascorbico En la Pulpa Copoazu (Theobroma grandiflorum)*” [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/695/004-2-1-048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

LUCIAS LOAYZA LEYDI, 2017. *Caracterizacion Agromorfologica del Copoazu (Theobroma grandiflorum Schum.) en la Estacion Experimental De Sapecho Alto Beni – la Paz* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15322/T-2476.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MOGROVEJO BARRA, D. y EUSEVIA, T.Y., 2020. “ Extracción de manteca de Copoazú (Theobroma grandiflorum [Willd . Ex Sprin .] K . Schum) por prensando hidráulico de semillas pretratadas enzimaticamente“. [en línea], pp. 134. Disponible en: <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/604/004-2-1-039.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- MORENO, L., SANDOVAL, A., CRIOLLO, J. y CRIOLLO, D., 2013. Caracterización Físicoquímica de la grasa de semillas del fruto de copoazu. *Alimentos Hoy* [en línea], vol. 22, no. 30, pp. 11-22. ISSN 2027-291X. Disponible en:
<http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/242>.
- MURILLO, A. y ALVIÁREZ, G. a., 2016. *Caracterización y extracción lipídica de las semillas del cacao amazónico (Theobroma grandiflorum)* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/cide/v7n1/v7n1a13.pdf>.
- ROJAS, S., ZAPATA, J., ELENA, P. y EDGAR, V., 1996. Cultivo de Copoazu (*Theobroma Grandiflorum*). *carpoica Regional Amazonia* [en línea]. S.l.: Disponible en:
[http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4907/1/Cultivo de copoazu.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4907/1/Cultivo%20de%20copoazu.pdf).
- ROJAS, V. y VILLLAGRA, J., 2016. *Evaluación de los Métodos de Fermentación y Secado para el Beneficio de Semilla del Copoazu y sus Efectos en la Calidad de Pasta de Chocolate Natural en la Provincia de Tumbokata*. [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Disponible en:
<https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/212/004-2-1-21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- UNLP, 2019. Métodos espectrofotométricos Teoría y Práctica. *Aula virtual* [en línea], no. Figura 1, pp. 1-25. Disponible en:
[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/43546/mod_resource/content/3/Espectrofotometría 2019 versión final.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/43546/mod_resource/content/3/Espectrofotometría%202019%20versión%20final.pdf).
- VENTURIERI y CAJO, maria I., 2022. *Determinación de parámetros óptimos de tostado de semilla de copoazú (Theobroma grandiflorum (Willd ex Spreng) Schum) para la obtención de licor o pasta*. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:

file:///C:/Users/TECNOLOGO/Downloads/265-Texto del artículo-1387-1-10-20220104.pdf.

VIVIANO, P. y ZARE, N., 2013. *Copoazú (Theobroma grandiflorum.): Caracterización botánica, composición nutricional, actividad antioxidante y compuestos bioactivos* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: file:///C:/Users/TECNOLOGO/Downloads/4043-Texto del artículo-15698-1-10-20211220.pdf.

YUCRA CONDORI, PRICHARD, S. y RAMOS CHOQUE, 2018. *Determinacion del Tiempo Óptimo en el Proceso de Conchado en Diferentes Formulaciones de Cobertura Bitter de Copoazú (Theobroma grandiflorum), y sus Efectos en la Calidad Sensorial* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/521/004-2-1-037.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ZURIDAY, S., 2007. *Extracción de Manteca a Partir de las Semillas del Cacao (Theobroma Cacao L.) Utilizando Dióxido de Carbono en Condiciones Supercríticas Como Solvente*. [en línea]. S.l.: Universidad Central de Venezuela. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/66526584/EXTRACCIÓN-DE-MANTECA-A-PARTIR-DE-LAS-SEMILLAS-pdf/>.

ANEXOS

ANEXO 01: CERTIFICADO DE IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES:

"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN **TAXONÓMICA DE ESPECIMENES VEGETALES**

El que suscribe, **Dr. HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES**, Especialista Forestal en Identificación Taxonómica de especies de flora silvestre, mediante Resolución Directoral N° 054-2017-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPF, con Código de Licencia LC-ES-2017-009; del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR.

CERTIFICA, que los ejemplares (04) presentados por los **BACHILLERES Srta. GALINDO PACHERRES, GUISELA LISET** y el **Sr. GALINDO PACHERRES, JAVIER**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; para su identificación y/o determinación, para efectos del proyecto de tesis de investigación de tesis intitulado: **"EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA, CROMATOGRÁFICA Y ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA MANTECA DE COPOAZÚ *Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex Spreng.) K. Schum, PROVINCIA DE TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS"**. Corresponden a los siguientes taxa aceptados oficialmente:

✓ *Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex Spreng.) K. Schum **FAMILIA MALVACEAE**

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, las que están registrada para la Flora de Perú: Departamento de Madre de Dios; en el Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), al APG IV (Angiosperm Phylogenetic Group, 2016) y en el Taxonomic Name Resolution Service v3.2 (2019). Se expide el presente certificado a solicitud de los interesados para los fines que considere conveniente. Se anexa al presente Certificado de Identificación los datos correspondientes a la especie en formato Excel.

Puerto Maldonado, 12 de Noviembre de 2019.
Dr. Hugo Dueñas Linares
ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA DE FLORA SILVESTRE
Código LIC-ES-2017-009

Jr. José Carlos Mariátegui N° 226 Parque Huerto Familiar, Puerto Maldonado-Madre de Dios-Perú
Email: huduli_hugo@yahoo.es Cel: 956-740299

1

IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES
NOVIEMBRE , 2019

"EXTRACCION Y CARACTERIZACION FISICA, QUIMICA, CROMATOGRAFICA Y ESPECTROFOTOMETRICA DE LA MANTECA DE COPOAZU *Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex Spreng.) K. Schum CULTIVADO EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS"

Señores: BACHILLERES: GALINDO PACHERRES, GUISELA LISET Y GALINDO PACHERRES, JAVIER
Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios
Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	HABITO	HABITAT	LOCALIDAD	Colector	Fecha Coll	ID	FECHA ID
1.	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Wild. Ex Spreng.) K. Schum	"Copoazú"	MALVACEAE	Arbusto	Bosque de terraza alta	Provincia de Tambopata	Guiseila Pacherres & Javier Pacherres	12/11/2019	HDL	15/11/2019

Referencias:

Vouchers colección GGP&JP, 12/11/2019
Vouchers Herbario San Marcos (HSM). 2019
Vouchers Herbario MOL, 2019
APG IV. 2016
Voucher Herbario "Alwyn Gentry"
Taxonomic Resolution Service v3.2. 2019
The Plant List, 2019
Tropicos, Missouri Botanical Garden, 2019

Puerto Maldonado, 15 de Noviembre de 2019
Dr. Hugo Dueñas Linares
Especialista en ID Taxonomica de Flora Silvestre
RD N° 054-2017-SERFOR/DGSGSPFS-DGSPF
Código Licencia LC-EC-2017-009

Dr. Hugo Dueñas Linares
ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA DE FLORA SILVESTRE
Código LIC-ES-2017-009



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0071-20-LAQ

SOLICITANTE: JAVIER GALINDO PACHERRES

GUISELA LISET GALINDO PACHERRES

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : ALMENDRA DE COPOAZÚ

FRESCA Y SIN CÁSCARA

FECHA A. : C/04/02/2020

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

Humedad %	38.31
Proteína %	13.81
Grasa %	40.98
Ceniza %	2.40
Fibra %	1.49
Carbohidratos %	4.50

* ANALISIS MODERNO DE LOS ALIMENTOS. F.L.HART/I.J.FISHER

Cusco, 26 de Febrero 2020



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios
Ing. Guillermo Herrera Arístida
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANALISIS QUIMICO

ANEXO 3: CERTIFICADO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MANTECA DE COPOAZU (*Theobroma grandiflorum*):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0073-20-LAQ

SOLICITANTE: JAVIER GALINDO PACHERRES

GUISELA LISET GALINDO PACHERRES

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : MANTECA DE COPOAZÚ

TEMPERATURA 90°C POR 10 MINUTOS

FECHA A. : C/04/02/2020

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

=====

Humedad %	0.10
Proteína %	0.00
Grasa %	99.90
Ceniza %	0.00
Fibra %	0.00
Carbohidratos %	0.00

=====

* ANALISIS MODERNO DE LOS ALIMENTOS, F.L.HART/I.J.FISHER

Cusco, 26 de Febrero 2020



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Químicos

Elisaveth Herrera Arvelica
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANALISIS QUIMICO

ANEXO 04: CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE LA MANTECA DE COPOAZU (*Theobroma grandiflorum*):



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0070-20-LAQ

SOLICITANTE: JAVIER GALINDO PACHERRES

GUISELA LISET GALINDO PACHERRES

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : MANTECA DE COPOAZÚ

TEMPERATURA 90°C, 10 MINUTOS

FECHA A. : C/04/02/2020

RESULTADO ANALISIS CARACTERISTICAS QUIMICAS:

Prueba de Frío(Hora)	1
Punto de Humo °C	210
Indice de Refracción (40°C)	1.4682
Indice de Yodo (gI/g)	47.2
Indice de Saponificación	182.0
Indice de Peróxidos meq/Kg	3.3
Indice de Acidez (mgKOH/g)	1.46

* ANALISIS MODERNO DE LOS ALIMENTOS, F.L.HART/I.J.FISHER.

Cusco, 26 de Febrero 2020





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0022-21-LAQ

SOLICITANTE: JAVIER GALINDO PACHARRES

GUISELA LISET GALINDO PACHARRES

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : MANTECA DE COPOAZÚ/ Tº= 90ºC/10 Minutos

FECHA A. : 03/03/2021

RESULTADO ANALISIS FISICO:

=====

Densidad g/cc 20ºC	0.907
Densidad g/cc 25ºC	0.904
Viscosidad cPoise 40ºC	0.033
Viscosidad cPoise 50ºC	0.018

=====

QUIMICA HIDRAULICA, ROBERT L. MOTT/PRENTIE HALL 1994, 4 Ed.

Cusco, 27 de Julio 2021



Melgoides Herrera Arteaga
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANALISIS QUIMICO

ANEXO 06: CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN CROMATOGRÁFICA DE LA MANTECA DE COPOAZU (*Theobroma grandiflorum*):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 02 de Marzo del 2020

Solicitantes : Guisela Liset Galindo Pacherras, Javier Galindo Pacherras
Tipo de Análisis : Determinación de Ácidos Grasos
Método : Cromatografía de Gases GC-MS.
Tipo de Muestras : Manteca de Copoazu
Cantidad de Muestra : 1 aprox. 100 gr
Almacenamiento : 4 °C.

Ácido graso	1	2	3	Promedio %
Palmitic Acid ME (C 16:0)	7.3577	7.3512	7.2683	7.33
Stearic Acid ME(C18:0)	0.053	0.0399	0.062	0.05
Heptadecanoic acid, methyl ester	0.1696	0.1614	0.1742	0.17
Stearic Acid ME(C18:0)	31.0832	31.1203	30.99	31.06
Elaidic Acid ME(C18:1n9t) omega 9	44.1932	44.3569	44.4082	44.32
Ethyl Oleate	0.2149	0.1965	0.2475	0.22
Linoleic Acid ME(C18:2n6c)omega 6	3.8313	3.82	3.7767	3.81
Arachidic Acid ME (C20:0)	10.4045	10.3485	10.23	10.33
Docosanoic acid, methyl ester	1.5899	1.6223	1.5652	1.59

Condiciones de Análisis de Ácidos Grasos

Cromatógrafo : Agilent 6890N
Software de Control : Chemstation B.030
Detector de Masas Agilent : 5975B
Energía de Ionización : 70eV
Modo de Ionización : Impacto Electrónico (IE)
Modo de escaneo de masas : 40 400 uma
Retraso del disolvente : 7.0 minutos
Inyector Automático : Agilent 7683B
Columna : DB-23, 60m x I.D 0.250 x 0.15um Film.

Condiciones del cromatógrafo.

Temperatura del Horno inicial 135°C
Rampa: inicio 140 °C por 5 minutos, aumento de 5 °C/min hasta 230 °C, 230 °C por 12 minutos
Tiempo de Análisis : 35.00 min

Puerto de Inyección

Modo : Split
Relación de Split : 1:1
Temp. Inicial : 250 °C
Tipo de Gas : Helio
Flujo : 0.7 mL/min
Volumen de Inyección : 1.0uL

Nota: El resultado obtenido es por comparación con la base de datos de National Institute of Standards and Technology versión 11 (NIST v11) y Fame DB23 Agilent technologies, la metodología desarrollada para la determinación de ácidos grasos es de acuerdo a la literatura.

- Frank David Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases Agilent Technologies, Inc. 2008.
- GC Analysis of a Grain Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Mix on SP™-2560 <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical-applications/gc/gc-analysis-of-a-grain-fatty-acid-methyl-ester-fame-mix-797-0004.html>

Quim. Jorge Choquenaira Parí
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CQP - 914

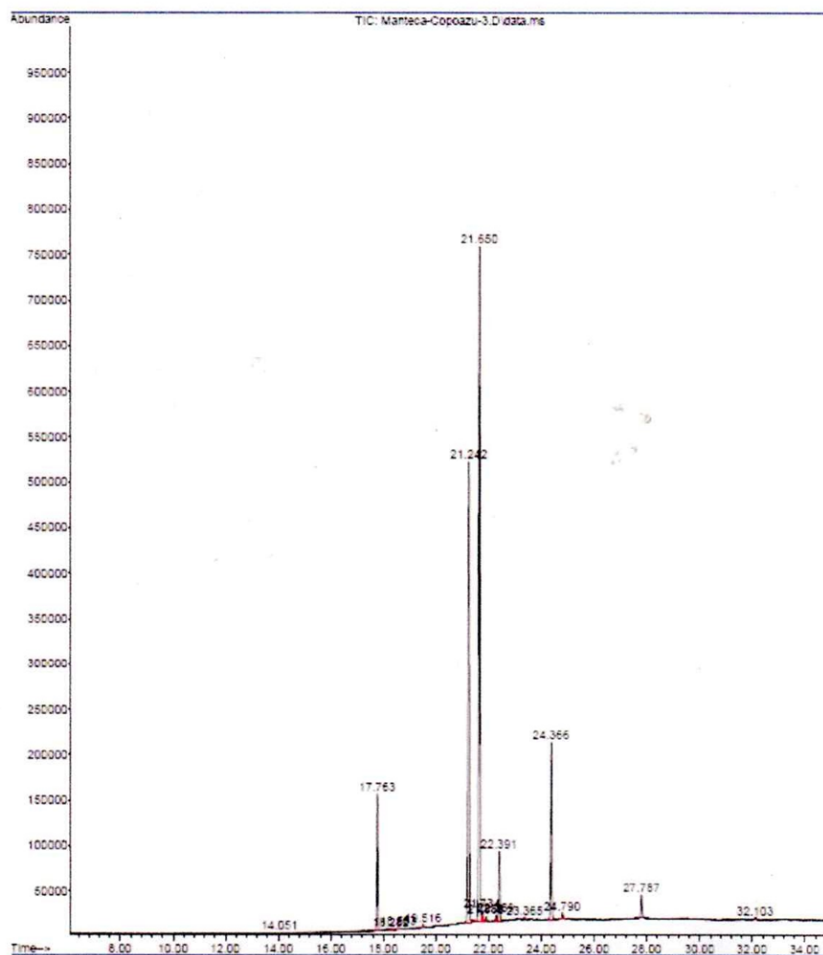


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellon de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 03 de Marzo del 2020



Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CQP-914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 03 de Marzo del 2020

Solicitante : Guisela Liset Galindo Pacherras y Javier Galindo Pacherras
Tipo de Análisis : Determinación de Vitamina E y Colesterol
Metodo : Cromatografía HPLC
Tipo de Muestras : Manteca de Copoasu
Cantidad de Muestra : 1 Frasco de 1K aproximadamente
Almacenamiento : 4 °C.

Muestra	Repetición			Promedio	
	1	2	3	Vitamina E mg/100 gr Manteca de Copoasu	Colesterol
Manteca Copoazu	18.60	18.62	18.67	18.63	ND

ND = No detectado

Nota: **No se ha detectado la presencia de Colesterol en la muestra.** Los resultados obtenidos en la determinación de Vitamina E por HPLC es por triplicado, expresa los miligramos de vitamina E encontrados en 100 gr de muestra frente a una curva patrón de Vitamina E. La metodología desarrollada es según la literatura.

Referencia

1. Katsanidis, E., & Addis, P. B. (1999). Novel HPLC analysis of tocopherols, tocotrienols, and cholesterol in tissue. Free Radical Biology and Medicine, 27(11), 1137-1140. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(99\)00205-1](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(99)00205-1)
2. MACHEREY-NAGEL, Germany 2018. Fat-soluble vitamins and tocopherols MN Appl. No. 117890 NUCLEODUR® HILIC HPLC department. www.mn-net.com https://www.hplc.eu/Downloads/MN_Nucleodur.pdf
3. Mestre Prates, J. A., Gonçalves Quaresma, M. A., Branquinho Bessa, R. J., Andrade Fontes, C. M. G., & Mateus Alfaia, C. M. P. (2006). Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and β -carotene in Barrosã-PDO veal. Food Chemistry, 94(3), 469-477. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.021>

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CQP - 914

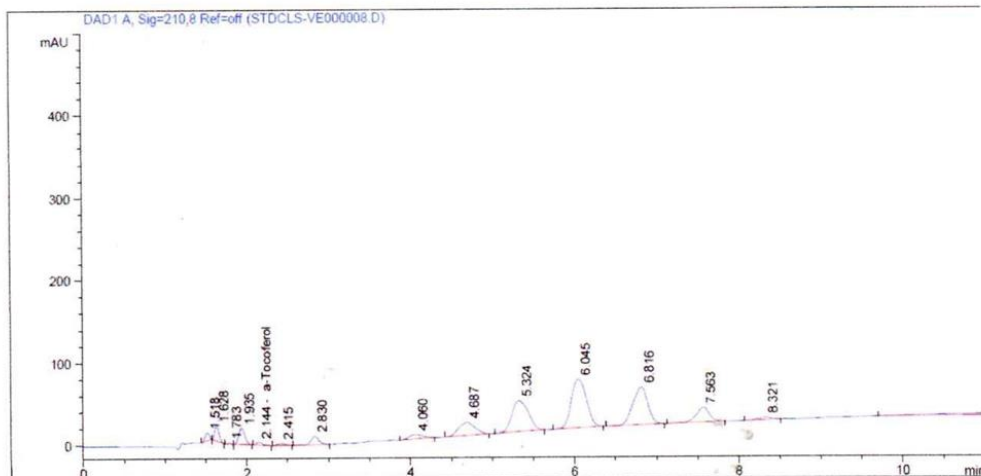


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellon de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 03 de Marzo del 2020



Condiciones de Análisis para Vitamina E y Colesterol

Cromatógrafo:	Agilent serie 1200
Software:	Chemstation V03.02
Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6 x 250mm, 5um
Pre Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um
Flujo de Columna:	0.7 ml/min.
Solvente A:	Acetonitrilo
Solvente B:	2-Propanol
Sistema de Análisis:	0 minutos 60% B hasta 14 minutos 100% B, 15 minutos 100% B
Detección DAD:	210 nm
Temperatura del Horno:	30.0°C
Tiempo de Análisis:	15 min.
Volumen de Inyección:	1.0 µl

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellon de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERU Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 02 de Marzo del 2020

Solicitantes : Guisela Liset Galindo Pacherras, Javier Galindo Pacherras
Tipo de Análisis : Determinación de a-Tocoferol
Metodo : Cromatografía de Liquida.
Tipo de Muestras : Manteca de Copoazu
Cantidad de Muestra : 1 aprox. 100 gr
Almacenamiento : 4 °C.

Muestra	1	2	3	a-Tocoferol mg/100 gr Manteca de Copoazu
Manteca de Copoazu	18.60	18.62	18.67	18.63

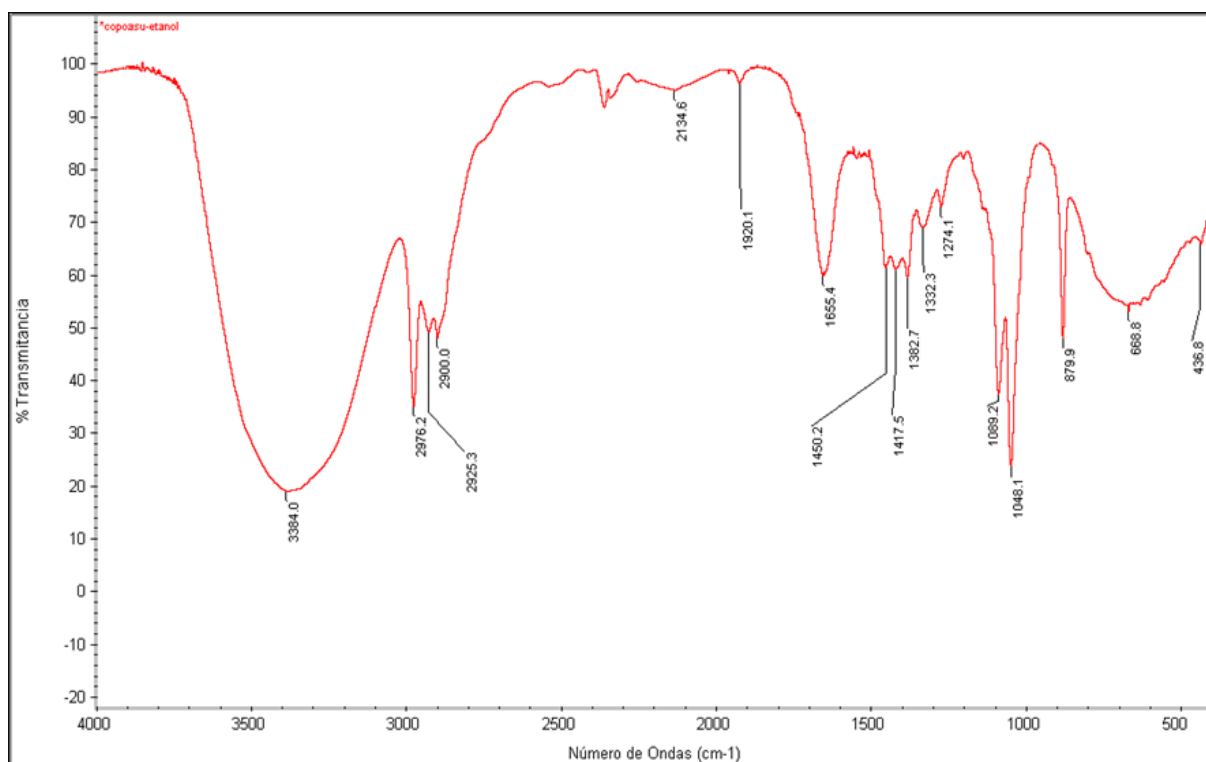
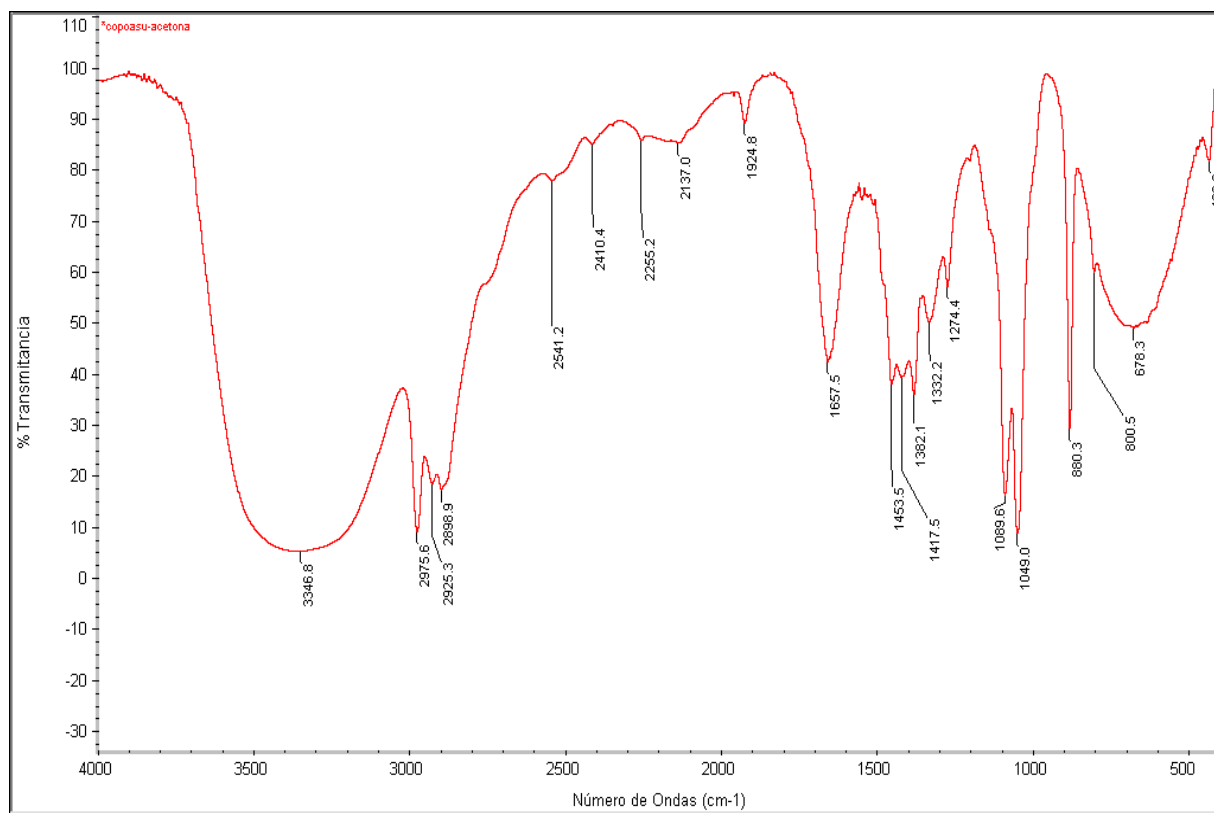
Condiciones de Análisis por HPLC

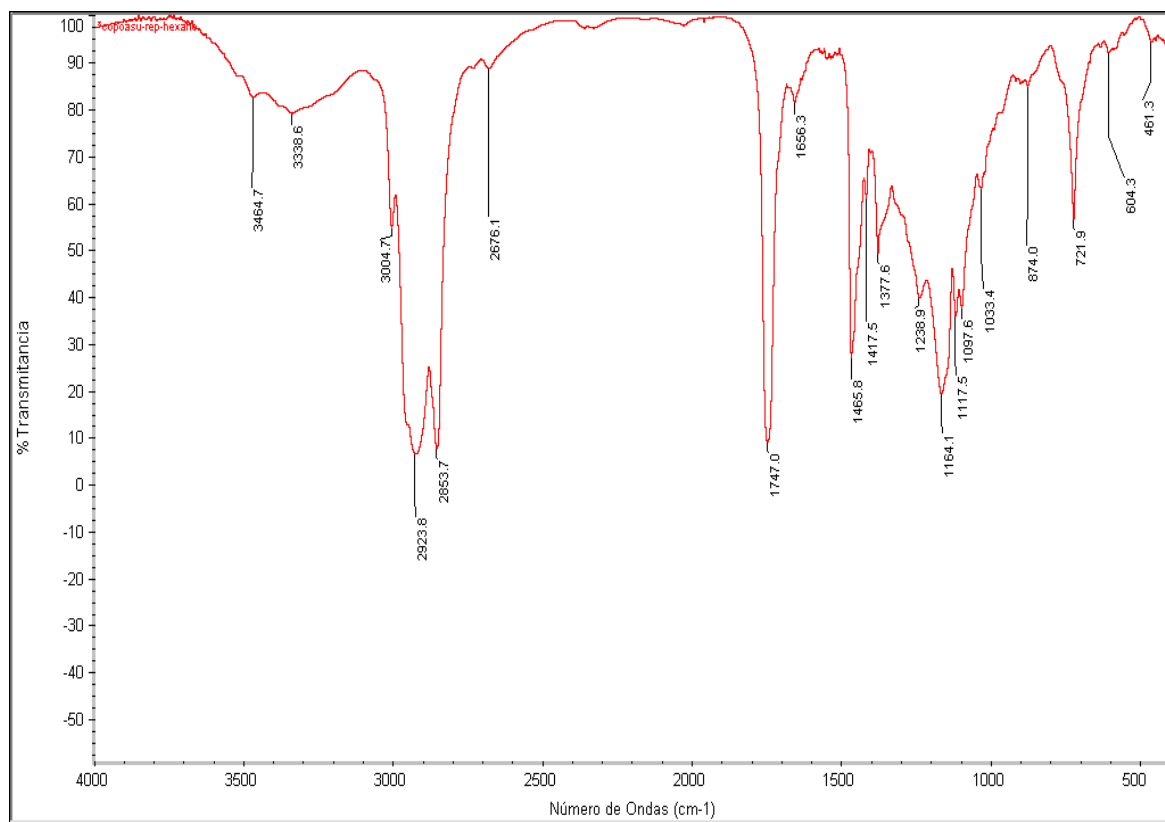
Cromatógrafo: Agilent serie 1200
Software: Chemstation V03.02
Columna: Zorbax SB-C18 4.6 x 75mm, 3.5um
Pre Columna: Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um
Flujo de Columna: 0.7 ml/min.
Solvente A: Acetonitrilo
Solvente B: Isopropanol
Sistema de Análisis: Inicio 0 minutos 60% de B hasta 100% de B en 14 minutos, 15 minutos
100% de B
Detección DAD: 210 nm
Temperatura del Horno: 25.0°C
Tiempo de Análisis: 15 min.
Volumen de Inyección: 1.0 µl
Estandar: a-Tocoferol y Colesterol

Nota: No se ha detectado la presencia de Colesterol. Los resultados obtenidos en la determinación de a-Tocoferol es por triplicado mediante una curva de calibracion de estandar de a-Tocoferol y Colesterol, expresa los miligramos de a-Tocoferol por 100 ml de Aceite. La metodología desarrollada es de acuerdo a la literatura publicada.

- Katsanidis, E., & Addis, P. B. (1999). Novel HPLC analysis of tocopherols, tocotrienols, and cholesterol in tissue. Free Radical Biology and Medicine, 27(11), 1137-1140. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(99\)00205-1](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(99)00205-1)
- Mestre Prates, J. A., Gonçalves Quaresma, M. A., Branquinho Bessa, R. J., Andrade Fontes, C. M. G., & Mateus Alfaia, C. M. P. (2006). Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and β-carotene in Barrosã-PDO veal. Food Chemistry, 94(3), 469-477. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.021>

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CQP - 914





ANEXO 08: CONSTANCIA DE ANALISIS POR ESPECTROSCOPIA INFRAROJA DE LA MANTECA DE COPOAZU (Theobroma Grandiflorum):

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA - Área de Química Orgánica
Av. De la Cultura 733 - Pabellón de Laboratorios de Química LQ-203

CONSTANCIA

Los Docentes del Laboratorio de Química Orgánica – UNSAAC, hacen constar que los tesisas de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios-UNAMAD;

Srta. Guisela Liset Galindo Pacherras.

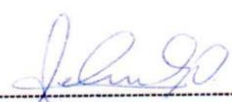
Sr. Javier Galindo Pacherras.

Han realizado la parte experimental del análisis por espectroscopía infrarroja con Transformada de Fourier - FTIR de muestras de extractos de maní en solventes: hexano, etanol y acetona, con apoyo y asesoramiento del personal Docente y Tesisas del Área de Química Orgánica - Dpto. de Química-UNSAAC. El desarrollo experimental se realizó en dos etapas la preliminar en enero del 2020 y la segunda en el mes de febrero del 2020.

Cabe resaltar el desempeño de los tesisas de UNAMAD en el laboratorio durante el procesamiento de muestra y obtención de espectros FTIR en el equipo infrarrojo.

Se expide la presente para fines académicos de los tesisas en mención.

Cusco, 25 de febrero del 2020.


Dra. Celina Luizar Obregón
Área de Química Orgánica
Dpto. Académico de Química
UNSAAC


Mgt. Janet F. Gonzales Bellido
Área de Química Orgánica
Dpto. Académico de Química
UNSAAC

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA - Área de Química Orgánica
Av. De la Cultura 733 – Pabellón de Laboratorios de Química LQ-203

ESPECIFICACIONES DE ESPECTROSCOPÍA

MUESTRA

Muestras: Extractos de COPOAZÚ

Solventes: hexano, etanol, acetona

PREPARACIÓN DE MUESTRAS

1-5 mL del extracto evaporado a la temperatura de 25 °C: aceite de copuazú

ESPECIFICACIONES DE LA ESPECTROSCOPÍA FTIR

Equipo: Espectrofotómetro Infrarrojo-FTIR

Marca: THERMO

Modelo: NICOLE 380 FT- IR. AGJ 0600476

Barrido espectroscópico: 400 – 4000 cm^{-1} (condiciones para todas las muestras)



Dra. Celina Luízar Obregón
Área de Química Orgánica
Dpto. Académico de Química
UNSAAC



Mgt. Janet F. Gonzales Bellido
Área de Química Orgánica
Dpto. Académico de Química
UNSAAC

2.- PANEL DE FOTOS DURANTE LA FERMENTACION DE LA SEMILLA DE COPOAZÚ PARA LA EXTRACCION DE MANTECA DENTRO DE LA UNAMAD:



Figura 01 y 02: batido de la materia prima y corte de la semilla.



Figura 03 y 04: acondicionado de muestra para la toma de grados brix.



Figura 05 y 06: lectura de pH de la muestra.



Figura 07 y 08: lectura de porcentaje de huedad.



Figura 09 y 10: peso de la M.P. despues del fermentado y secado.



Figura 11 y 12: Extraccion de la manteca de copoazu .



Figura 13 y 14: envasado y pesado de la manteca de copoazu.



Figura 15: almacenado de la manteca de copoazu.

3.- Panel de fotos durante la caracterización física química cromatografica y espectrofotometrica dentro de la UNSAC – CUSCO.



figura 16: adición de yodo en la muestra de copoazú.



Figura 17: calentamiento de la muestra.



Figura 18: titulación del today corrida en blanco.



Figura 19: valoración de la muestra con fenolftaleína.

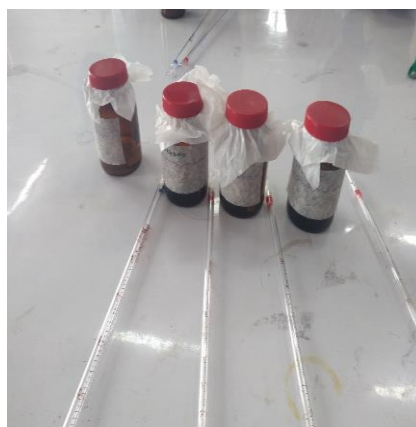


Figura 20 - 21: preparación de muestras.



Figura 22 - 23: preparación de muestras.



Figura 24-25: lectura de muestras.

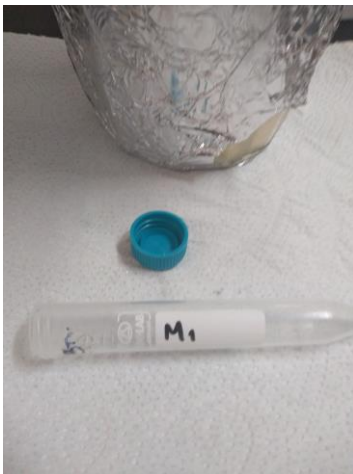


Figura 26: tubos de muestras limpias y rotuladas.



Figura 27: peso de la muestra de manteca de copoazú.

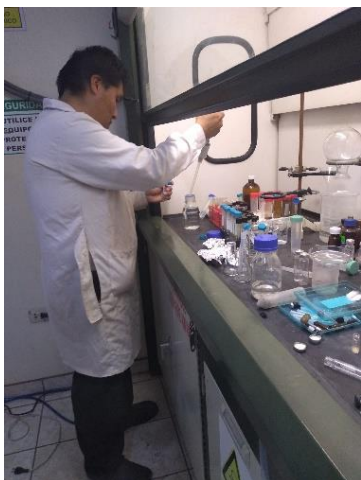


Figura 28: disolución de muestra con hexano.



Figura 29: muestra de copoazú con hexano para ser analizada.

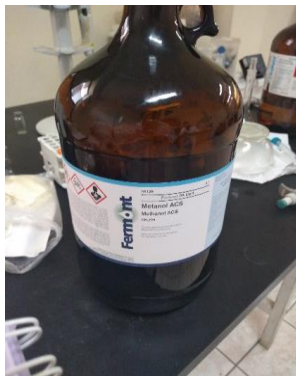
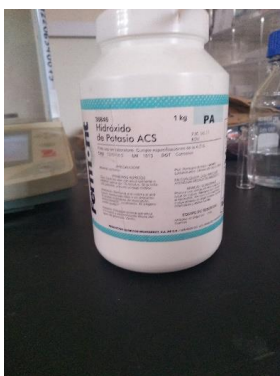


Figura 30 – 31: reactivos; hidróxido de sodio y metanol.



Figura 32 - 33: disolviendo el hidroxido de potasio en el sonicador.



Figura 34-34: agitando muestras de copoazú.



Figura 35 - 36: separación de la muestra sólida y el sobrenadante.



Figura 37: cromatógrafo HPLC.



Figura 38: laboratorio de cromatografía HPLC – UNSAC.

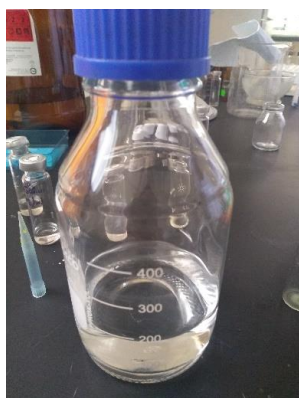


Figura 39 - 40: pesado de las muestras.

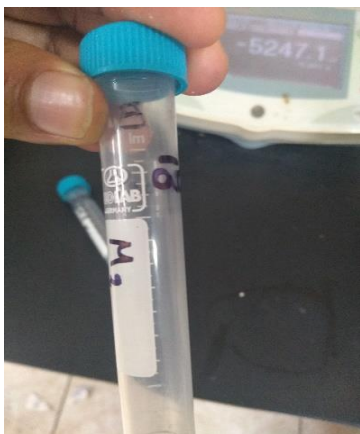


Figura 41 - 42: Centrifugación de las muestras.



Figura 43-44- 45: preparación de muestras.



Figura 46: cromatógrafo de la UNSAC-CUSCO.



Figura 47: laboratorio de fisica de la UNSAC-CUSCO.



Figura 48: laboratorio con el fisico melqueades herrera de la UNSAC-CUSCO.



Figura 49: laboratorio con el fisico melqueades herrera de la UNSAC-CUSCO.



Figura 50 - 51: Laboratorio de fisca y quimica.



Figura 52: con el Químico Jorge Choqueneira en el laboratorio de espectrometría.



Figura 53: laboratorio físico-químico: Dra. Celina Luízar y Mgt. Janet