

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



TESIS

“Extracción y caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del clon CCN-51 cultivado en el distrito las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios”

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

AUTORES.

Bach. INCACUTIPA RAMOS, Silmax Jesus

Bach. QUISPE CONDORI, Wilford.

ASESOR:

Ing. M.Sc. MEGO MEGO, Virne.

CO-ASESORES:

Ing. M.Sc. CHÁVEZ PINCHI, Miguel.

Dra. CUTIPA CHAVEZ, Lastenia.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



TESIS

“Extracción y caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del clon CCN-51 cultivado en el distrito las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios”

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

AUTORES.

Bach. INCACUTIPA RAMOS, Silmax Jesus

Bach. QUISPE CONDORI, Wilford.

ASESOR:

Ing. M.Sc. MEGO MEGO, Virne.

CO-ASESORES:

Ing. M.Sc. CHÁVEZ PINCHI, Miguel.

Dra. CUTIPA CHAVEZ, Lastenia.

DEDICATORIA:

Primeramente, a Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y mis padres Mercedes Condori y Porfirio Quispe los primeros interesados en mi vida como padre y profesionalmente, gracias por modelar en mí la perseverancia y la fortaleza, y por enseñarme a no tener miedo de las dificultades, ya que Dios siempre está conmigo.

Le dedico esta tesis a mi hijo Oliver Nicolás quien es mi motor y motivo para seguir siempre adelante. Por último, mil gracias a todo el grupo los Berrincheros por su apoyo cuando más lo necesité, por tenderme la mano en circunstancias difíciles y por el cariño que me ofrecieron cada día.

WILFORD QUISPE CONDORI

Dios, gracias por ser guía en todos mis caminos, por sus dones y enseñanzas medidas, por darme persistencia y ayudarme a alcanzar esta meta.

Tesis dedicados a mi padre Felipe, a mi madre Ángela y a mi gran hermano Brian quienes están presentes en todo momento, gracias por su apoyo incondicional.

Dedicado también a mi compañera de vida, mi esposa Cynthia quien ha estado y está a mi lado día a día siendo mi soporte de vida, mi bastón al andar, gracias por tu apoyo, comprensión y empuje.

Por último, dedicado a mis amigos los BERRICHEROS, asesor y co asesores, sin su compañía, consejos y guía no hubiese sido posible alcanzar este objetivo; que esta gran familia perdure por siempre.

SILMAX JESUS INCACUTIPA RAMOS.

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminar nuestro camino en la búsqueda de la misión de vida

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, donde recibí mi formación profesional, y a todos los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes con sus conocimientos aportaron a mi formación académica durante mis años de estudio en la Universidad.

De manera especial y sincera a mis asesores **Ing. M.Sc. Virne Mego Mego, Ing. M.Sc. Miguel Chávez Pinchi y Dra. Lastenia Cutipa** por sus perspicaces comentarios, perseverancia y tiempo dedicado a trabajar con nosotros para desarrollar este esfuerzo de estudio.

A los miembros del Jurado Calificador: **Ing. M.Sc. Rubén Darío Llave Cortez, Ing. M Sc. Julián Colquehuanca y Ing. M.Sc. Raúl Huamán Cruz** por su tiempo, consejos e ideas que ayudaron a culminar este estudio..

Por último, quiero dar las gracias a todos los que han contribuido de alguna manera en la elaboración y realización de este proyecto de investigación.

**SILMAX JESUS INCACUTIPA RAMOS
WILFORD QUISPE CONDORI**

TURNITIN_SILMAX INCACUTIPA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet | 2% |
| 2 | repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 3 | 1library.co Fuente de Internet | 2% |
| 4 | repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet | 1% |
| 5 | ikua.iiap.gob.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | www.ruta.org Fuente de Internet | 1% |
| 7 | www.authorstream.com Fuente de Internet | 1% |
| 8 | www.scipedia.com Fuente de Internet | 1% |
| 9 | revistas.udea.edu.co Fuente de Internet | 1% |

PRESENTACION

El presente trabajo de investigación, se basa en el estudio de la extracción y caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 el cual se cultiva y produce en el distrito Las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

La investigación tiene el fin de extraer y determinar el rendimiento de la manteca de cacao, adicionalmente se realizará la evaluación y caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca extraída del cacao.

Para ello nos apoyaremos en las variables a estudiar y en el diseño de estudio que establecimos, además, de la base teoría y antecedentes a fin al trabajo de investigación.

El tipo de estudio es experimental con un diseño factorial 3k, los resultados fueron presentados en tablas y gráficos para la obtención del rendimiento se realizó en la «planta piloto de la universidad nacional amazónica de madre de dios» y en cuanto a los análisis químicos proximal, características químicas físicas, espectrofotométricas y cromatografías fue desarrollada en el laboratorio de análisis químico de la Universidad UNSAC.

Finalmente cabe resaltar que el trabajo principal realizado fue extraer y determinar el rendimiento de la manteca de copoazú, además de caracterizar física, química, espectrofotométrico y cromatográficamente la manteca extraída del *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51

RESUMEN

El presente trabajo consistió en determinar en la extracción a y caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.*, la materia prima fue obtenida del Distrito de Las Piedras, Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

La extracción se realizó con una presa hidráulica a escala de laboratorio con capacidad de 10.00 Kg.

La materia prima caracterizada presentó los siguientes resultados: La composición química proximal del grano de cacao seco presentó los siguientes valores: humedad 2.45%, Proteína 12.10%, Grasa 58.30%, Ceniza 2.75%, Fibra 1.17%, Carbohidratos 24.40% respectivamente.

Para la extraer la manteca de cacao se aplicó el diseño factorial 3k utilizando como variables independientes la temperatura (90, 100 y 110 °C), el tiempo de calentamiento (10 y 15 m) y la presión del prensado (1000, 1200 y 1400 PSI); originando 18 tratamientos con tres replicas cada una, de donde se realizaron 54 corridas experimentales. Los resultados fueron analizadas por medio del análisis de varianza determinándose así que los parámetros óptimos de extracción de la manteca de cacao fue el tratamiento N° 18 el cual se calentó la muestra por 15 minutos a 110 °C y se aplicó un presión de 1400 PSI en el prensado del cual se extrajo 37.38% de manteca en base a la materia inicial prensada; lo que representa un 64.10% de la manteca extraída en base al porcentaje de manteca existente en la muestra inicial.

En lo que respecta al contenido de grasa 98.89%, valor que refleja la efectividad en el proceso de extracción.

El análisis físico presentó los siguientes valores: densidad a 20°C: 0.946 g/cc, densidad a 25°C 0.943 g/cc, viscosidad a 40°C 0.032 cPoise y viscosidad a 50°C 0.016 cPoise respectivamente.

El índice de refracción es 1.4602, la manteca de cacao presentó los siguientes resultados: prueba de frío 1.0 horas, punto de humo 220 °C, estos valores físicos indican el grado de pureza de la manteca extraída por prensado donde no existe ninguna reacción con solventes en su proceso de obtención.

A través del análisis químico se determinó, índice de yodo 38.3 gI/g, índice de saponificación 172 mgKOH/g, índice de peróxidos 2.54 meq/kg, índice de acidez 1.62 mKOH/g respectivamente, valores que se hallan en los rangos de la norma técnica de México, indicando la calidad de la manteca de cacao.

En la caracterización de cromatografía de la manteca de cacao el cual se desarrolló por el método de cromatografía de gases GSC-MS, se obtuvieron los siguientes resultados: ácido palmítico 29.28 %, ácido esteárico 32.87 %, ácido oleico (omega 9) 32.77 %, ácido linoleico (omega 6) 2.71 %, ácido araquídico 1.16 %, respectivamente.

Así mismo por cromatografía HPLC se ha determinado la presencia de la Vitamina E en la manteca de cacao en el orden de 12.05 mg/100 ml de aceite, y no se detectó la presencia de colesterol.

SUMMARY

The present work consisted in determining the extraction and physical, chemical, chromatographic and spectrophotometric characterization of *Theobroma cacao* L. cocoa butter, the raw material was obtained from the District of Las Piedras, Province of Tambopata, Department of Madre de Dios.

The extraction was carried out with a hydraulic dam on a laboratory scale with a capacity of 10.00 Kg.

The raw material characterized presented the following results: The proximal chemical composition of the dry cocoa bean presented the following values: moisture 2.45%, protein 12.10%, fat 58.30%, ash 2.75%, fiber 1.17%, carbohydrates 24.40% respectively.

For the extraction of cocoa butter, the 3k factorial design was applied using temperature (90, 100 and 110 °C), heating time (10 and 15 m) and pressing pressure (1000, 1200 and 1000 °C) as independent variables. 1400 PSI); originating 18 treatments with three replicates each, from which 54 experimental runs were made. The results were analyzed by analysis of variance, thus determining that the optimal parameters for cocoa butter extraction was treatment No. 18, in which the sample was heated for 15 minutes at 110 °C and a pressure of 1400 PSI was applied. in the pressing from which 37.38% of butter was extracted based on the initial pressed material; which represents 64.10% of the extracted butter based on the percentage of existing butter in the initial sample.

Regarding the fat content, 98.89%, a value that reflects the effectiveness of the extraction process.

The physical analysis presented the following values: density at 20°C: 0.946 g/cc, density at 25°C 0.943 g/cc, viscosity at 40°C 0.032 cPoise and viscosity at 50°C 0.016 cPoise respectively.

The refractive index is 1.4602, the cocoa butter presented the following results: cold test 1.0 hours, smoke point 220 °C, these physical values

indicate the degree of purity of the butter extracted by pressing where there is no reaction with solvents in its obtaining process.

Through chemical analysis it was determined, iodine value 38.3 gI/g, saponification value 172 mgKOH/g, peroxide value 2.54 meq/kg, acidity value 1.62 mEqKOH/g respectively, values that are within the ranges of the technical standard of Mexico, indicating the quality of cocoa butter.

In the chromatographic characterization of cocoa butter, which was developed by the GSC-MS gas chromatography method, the following results were obtained: palmitic acid 29.28%, stearic acid 32.87%, oleic acid (omega 9) 32.77%, linoleic acid (omega 6) 2.71%, arachidic acid 1.16%, respectively.

Likewise, by HPLC chromatography, the presence of Vitamin E in cocoa butter has been determined in the order of 12.05 mg/100 ml of oil, and the presence of cholesterol was not detected.

INTRODUCCION

La presente investigación se refiere al tema de la extracción y caracterización física-química, espectrofotométrica y cromatográfica de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 una de las zonas de mayor producción de cacao en la región de Madre de Dios, es el distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata; con zonas productivas en: San Francisco, Sudadero, Alegría, Puerto Lucerna, Mavila y todo el eje carretero interoceánico. De los cuales el cultivo predominante en este distrito es el cacao CLON CCN-51 la característica principal de esta investigación es el rendimiento de la extracción de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51. En la actualidad, no se tiene identificada ni desarrollada la técnica o tecnología propicia para la extracción de la manteca de cacao en la región de Madre de Dios.

La investigación de esta problemática se realizó por el interés económico y tecnológico por que los productores en esta región actualmente se dedican solamente a la cosecha y venta del cacao en granos y no cuenta con la información tecnología adecuada sobre la extracción mecánica de manteca de cacao y las características físicos-químicas, espectrofotométrico y cromatográfica de la manteca de cacao para aprovecharlas industrialmente como producción de chocolate, jabón, cosméticos, farmacéuticos, medicina tradicional, etc.

El objetivo de la investigación es determinar el rendimiento de la extracción de manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51, bajo el método de extracción de manteca por prensado. También evaluar la caracterización física, química, cromatografía y espectrofotométricamente de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.*, del Clon CCN-51 de grano fermentado, cultivado en el distrito Las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| PRESENTACION | V |
| RESUMEN | VI |
| SUMMARY | VIII |
| INTRODUCCION | X |
| CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. | 1 |
| 1.1. Descripción del problema. | 1 |
| 1.2. Formulación del problema. | 2 |
| 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. | 5 |
| 1.7. Justificación. | 5 |
| 1.8. Consideraciones Éticas. | 6 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO. | 8 |
| 2.1. Antecedentes de estudio. | 8 |
| 2.2. Marco teórico. | 11 |
| 2.2.1 .El cacao <i>Theobroma cacao</i> L. | 11 |
| 2.2.2. Distribución de grupos genéticos del cacao en Perú. | 19 |
| 2.2.3. Manteca de cacao. | 20 |
| 2.2.4. Métodos de extracción de aceites y grasas. | 29 |
| 2.2.5. Ácidos grasos. | 31 |
| 2.3. Definición de términos. | 34 |
| CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACION. | 36 |
| 3.1. Tipo de estudio. | 36 |
| 3.2. Diseño del estudio. | 36 |
| 3.3. Población y muestra. | 38 |
| 3.3.1. Población. | 38 |
| 3.3.2. Muestra. | 39 |
| 3.4. Métodos y técnicas. | 39 |
| 3.4.1. Materiales. | 39 |
| a). Materia Prima. | 39 |
| b). Materiales y equipos. | 40 |
| | XI |

| | |
|---|-----------|
| b.1) Materiales y equipos para el proceso de extracción de manteca de cacao. | 40 |
| b.2) Análisis físico, químico, Cromatógrafo y Espectrofotómetro. | 40 |
| c). Lugar de ejecución. | 41 |
| 3.4.2. Métodos. | 41 |
| 3.4.2.1. Etapa 1: Extracción de manteca de cacao. | 42 |
| 3.4.2.2. Etapa 2: Caracterización de la manteca de cacao. | 44 |
| 3.4.3. Análisis de Laboratorio. | 45 |
| 3.4.3.1. Análisis Físico y Químico. | 45 |
| 3.4.3.2. Análisis Cromatográfico y Espectrofotométrico. | 47 |
| 3.5. Tratamiento de los datos. | 48 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES | 50 |
| 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES. | 50 |
| 4.1.1. COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL GRANO FRESCO Y SECO DE CACAO <i>Theobroma cacao L.</i> CLON CCN-51. | 50 |
| 4.1.2. PROCESO DE EXTRACCION DE MANTECA DE CACAO <i>Theobroma cacao L.</i> CLON CCN-51 BAJO EL METODO DEL PRENSADO. | 51 |
| 4.1.3. CARACTERISACION DE LA MANTECA. | 54 |
| 4.1.3.1. FISICAS DE LA MANTECA DE CACAO <i>Theobroma cacao L.</i> CLON CCN-51. | 54 |
| 4.1.3.2. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LA MANTECA DE CACAO <i>Theobroma cacao L.</i> CLON CCN-51. | 55 |
| 4.1.3.3. CARACTERISTICAS ESPECTROFOTOMETRICAS DE LA MANTECA DE CACAO <i>Theobroma cacao L.</i> CLON CCN-51. | 55 |
| 4.1.3.4. CARACTERISTICAS CROMATOGRAFIAS DE LA MANTECA DE CACAO <i>Theobroma cacao L.</i> CLON CCN-51. | 57 |
| CONCLUSIONES. | 59 |
| SUGERENCIAS. | 61 |
| REFERENCIA BIBLIOGRAFICA. | 62 |
| ANEXOS | 65 |

INDICE DE TABLA

| | | |
|-----------|--|----|
| TABLA 1. | : Operacionalización de variables..... | 4 |
| TABLA 2. | Contenido en la semilla de cacao por 100g..... | 15 |
| TABLA 3. | Composición química del grano de cacao después de la fermentación y secado..... | 16 |
| TABLA 4. | Caracterización química (g/100g) de los granos de cacao en las diferentes etapas del beneficio..... | 16 |
| TABLA 5. | Composición de ácidos grasos de la manteca de extraída de los granos de cacao en diferentes etapas del beneficio | 17 |
| TABLA 6. | Composición química proximal de los granos de cacao CCN-51 en estado fresco reportado a base seca. Análisis..... | 18 |
| TABLA 7. | Valor de acidez y pH de los cultivares de cacao | 19 |
| TABLA 8. | Análisis proximal de los cultivos de cacao..... | 19 |
| TABLA 9. | Distribución de cultivares de cacao en el Perú al 2011 (hectáreas) | 20 |
| TABLA 10. | Propiedades fisicoquímicas de la manteca de cacao extraída de los híbridos de cacao | 21 |
| TABLA 11. | Ácidos grasos presentes en la manteca de cacao extraída de los híbridos de cacao CCN51 y TSH565. | 22 |
| TABLA 12. | : Especificaciones sensoriales..... | 24 |
| TABLA 13. | Especificaciones fisicoquímicas de la Manteca de Cacao..... | 24 |
| TABLA 14. | Especificaciones de composición de ácidos grasos (%) | 25 |
| TABLA 15. | Ácidos grasos saturados. | 32 |
| TABLA 16. | Ácidos grasos insaturados. | 34 |
| TABLA 17. | : Matriz de diseño experimental..... | 37 |
| TABLA 18. | Tratamientos | 38 |
| TABLA 19. | : Análisis químico proximal. | 46 |
| TABLA 20. | : Detalles del análisis físico | 46 |
| TABLA 21. | : Análisis Químico..... | 47 |
| TABLA 22. | : Detalles del análisis químico. | 47 |
| TABLA 23. | : Detalles del análisis químico. | 48 |
| TABLA 24. | : Composición química proximal del grano fresco y seco de cacao CNN-51. | 50 |
| TABLA 25. | : Rendimiento en contenido de manteca de cacao CNN-51 ... | 52 |
| TABLA 26. | : ANOVA DE RENDIMIENTO EN EXTRACCION DE MANTECA DE CACAO CCN51. | 53 |

| | |
|---|----|
| TABLA 27. : CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MANTECA DE CACAO | 54 |
| TABLA 28. : CARACTERISTICAS QUIMICA DE LA MANTECA DE CACAO | 55 |
| TABLA 29. : Frecuencia de absorción teoría y experimental de la manteca de cacao. | 56 |
| TABLA 30. : Determinación de ácidos grasos presentes en la manteca de cacao clon CNN-51 | 57 |
| TABLA 31. : Determinación de Vitamina E y Colesterol presentes en la manteca de cacao clon CNN-51 | 58 |

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. Descripción del problema.

Un derivado de cacao de gran demanda mundial y gran importancia para la industria alimentaria y no alimentaria, es la manteca de cacao. Siendo también una alternativa más para los productores de cacao en la región.

Actualmente existe limitada experiencia y evaluación del rendimiento de la extracción de manteca de cacao por prensado hidráulico proveniente del distrito de Las Piedras, así como información de su caracterización de la manteca relacionados a sus ácidos grasos importante al momento de decidir la línea de valor agregado a la que se oriente la manteca, es importante considerar que este contenido de ácidos grasos es influenciado por factores como el clima, suelo, etc.

La extracción de la manteca cacao puede ser extraída mediante métodos físicos y químicos, siendo el método químico un método que deja trazas del solvente en el proceso de extracción; sin embargo, tiene mayor rendimiento. El método de extracción por prensado hidráulico garantiza que la manteca sea libre de sustancias externas al producto y permite una mejor caracterización; en cambio, presenta menos rendimiento influenciados esto por la temperatura, la presión y el tiempo de calentamiento, así como el tiempo de sometimiento del proceso.

La manteca de cacao es una mezcla de ácidos grasos que tienen diferentes grupos funcionales dependiendo del solvente utilizado en el proceso de solubilización durante su determinación y caracterización de los mismos.

Con el propósito de buscar contar con información y esta sea utilizada en beneficio de un proceso de comercialización complementariamente es importante conocer su composición nutricional y caracterizar su grasa en base a los métodos: físico, químico, cromatográfico y espectrofotométrico.

1.2. Formulación del problema.

¿De qué manera influye la temperatura y tiempo de calentamiento y presión de prensado en el rendimiento de obtención de manteca de cacao y cuál es la caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica de la manteca de cacao (*Theobroma cacao*), obtenida mediante método de prensado hidráulico?, teniendo en cuenta que la manteca es una mezcla de diversos ácidos grasos que contienen diferentes componentes de grupos funcionales a lo largo de su cadena lipídica que influyen en la determinación cromatografía y espectrofotométrica.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar el rendimiento y la caracterización física, química, cromatografía y espectrofotométricamente de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.*, del Clon CCN-51 de grano fermentado y secado, cultivado en el distrito Las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar la composición química proximal del grano fresco y grano fermentado - secado de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 cultivado en el distrito Las Piedras, provincia de Tambopata – Madre de Dios.
- Determinar el rendimiento de la extracción de manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51, bajo el método de extracción de manteca por prensado hidráulico.
- Determinar las características físicas (densidad, prueba de frío, punto de humo, viscosidad e índice de refracción) de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 cultivado en el distrito Las Piedras, provincia de Tambopata – Madre de Dios.

- Determinar las características químicas (Índice de Yodo, Índice de Saponificación, Índice de Acidez, e Índice de Peróxido) de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 51 cultivado en el distrito Las Piedras, provincia de Tambopata – Madre de Dios.
- Caracterizar por cromatografía la manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 cultivado en el distrito Las Piedras, provincia de Tambopata – Madre de Dios.
- Caracterizar por espectrofotometría la manteca de cacao obtenido *por prensado hidráulico del Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 cultivado en el distrito Las Piedras, provincia de Tambopata – Madre de Dios.

1.4. Variables.

1.4.1. Variable independiente.

- Temperatura de calentamiento
- Tiempo de calentamiento.
- Presión de prensado

1.4.2. Variables dependientes.

- Rendimiento de manteca de cacao por método de prensado hidráulico.
- Caracterización física de la manteca de cacao.
- Caracterización química de la manteca de cacao.
- Caracterización espectrofotométrica de la manteca de cacao.
- Caracterización cromatografía de la manteca de cacao.

1.5. Operacionalización de variables.

La operacionalización de variable se hará para el proceso de prensado y su caracterización de la manteca de cacao *Theobroma cacao L.*, del Clon CCN-51 según detalles mostrados en la siguiente TABLA.

TABLA 1. : Operacionalización de variables.

| VARIABLE | DIMENSIÓN | INDICADOR |
|---|---|--|
| V. Independiente | | |
| ➤ Temperatura de calentamiento. | ➤ Temperatura de 90, 100 y 110 °C. | ➤ °C |
| ➤ Tiempo de calentamiento. | ➤ Rango de tiempo de (calentado 10 y 15 min.) prensado en 45 minutos. | ➤ Minutos. |
| ➤ Presión de prensado | ➤ Presión de 1000, 1200 y 1400 PSI. | ➤ PSI |
| V. Dependiente | | |
| ➤ Rendimiento de extracción de manteca de cacao | ➤ Cantidad de manteca extraída | ➤ Porcentaje de manteca de cacao obtenido. |
| ➤ Caracterización Física de la manteca de cacao. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Densidad. ➤ Prueba de frio. ➤ Punto de humo. ➤ Viscosidad. ➤ Índice de refracción | <ul style="list-style-type: none"> ➤ g/cm³ ➤ °C. ➤ °C. ➤ Kg/(m.s). ➤ m/s |
| ➤ Caracterización química de la manteca de cacao. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Índice de Yodo ➤ Índice de Saponificación ➤ Índice de Peróxido ➤ Índice de Acidez | <ul style="list-style-type: none"> ➤ cg/g. ➤ mgKOH/g ➤ meq O₂/Kg ➤ mg/g. |
| ➤ .Caracterización espectrometrica | ➤ # enlace de cadena de carbono/grupos funcionales. | ➤ # enlaces de cadena de carbono. |
| ➤ Caracterización cromatográfica. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ácidos grasos libres ➤ Vitamina E. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ %(m/m). ➤ mg/100 ml de aceite |

Fuente: Elaboración propia 2020.

1.6. Hipótesis.

En función a los objetivos específicos señalados, se plantean las siguientes hipótesis.

Ha.: La temperatura, tiempo de calentamiento y presión en el prensado influyen en el rendimiento de extracción de manteca de cacao por el método de prensado hidráulico.

Ho.: La temperatura, tiempo de calentamiento y presión en el prensado no influyen en el rendimiento de extracción de manteca de cacao por el método de prensado hidráulico.

1.7. Justificación.

Perú es uno de los principales países de origen del cacao, con una gran variedad y variabilidad genética demostrada en las diversas poblaciones, razas autóctonas y ecotipos de cacao que se encuentran en todo el país.

En los últimos años en la región de Madre de Dios se viene intensificando el cultivo del cacao, siendo el clon predominante el CCN-51; esto ha llevado a la creación de cooperativas y asociación de productores de cacao; y la visita de diferentes comerciantes y productores de cacao que ven con buen futuro el desarrollo del mismo en la región.

Actualmente la comercialización de cacao se da solo en forma de grano seco, con una humedad de 7-8%, Un derivado de cacao de gran demanda mundial y gran importancia para la industria alimentaria y no alimentaria, es la manteca de cacao. Siendo también una alternativa más para los productores de cacao en la región.

Existen diferentes métodos de extraer manteca de cacao, uno de ellos es el método del prensado hidráulico. El prensado de aceites vegetales y mantecas es el método más conocido y utilizado en numerosos países. En

los distintos procedimientos de prensado se utilizan altas presiones para separar el aceite de los materiales que lo contienen.

En el proceso para extraer la manteca de cacao influyen las condiciones de acondicionamiento de la materia prima; además, de las condiciones en las que los granos de cacao son sometidos al proceso del prensado. Estas condiciones o acondicionamiento influyen en el mejor rendimiento de obtención de la manteca.

Actualmente en el departamento de Madre de Dios, ningún productor o cooperativa está extrayendo o comercializando la manteca de cacao, esto quizás debido a la falta de experiencia o conocimiento del mejor método o técnica para extraer la manteca de cacao.

Por tanto, el desarrollo de la presente investigación busca identificar el mejor rendimiento en la extracción de manteca de cacao *Theobroma cacao L.* del clon CCN-51 por el método de prensado hidráulico; además, de identificar las características físicas, químicas, espectrofotométricas y cromatografías de la manteca de cacao; para poder, conocer dichas características las cuales sería información bases para futuros estudios de investigación y proceso derivados del cacao.

1.8. Consideraciones Éticas.

La investigación está basada en los principios éticos y morales:

Valor de la investigación: la investigación busca mejorar el conocimiento de los productores de cacao de la región de Madre de Dios y con ello poder buscar nuevos mercados dedicados a la obtención de manteca de cacao.

Validez científica: la investigación metodológicamente es viable y los resultados de ello son fidedignos y originales, la utilización de protocolos de análisis de acuerdo a normas técnicas nacionales e internacionales para determinación de las propiedades físico-químicas y espectrofotométricas de

la manteca de cacao, así como la utilización de equipos de laboratorios que garantizan los resultados. La investigación es única y no se repite.

Selección de material de estudio: el material utilizado son granos de cacao secos y manteca de cacao. Los granos de cacao provienen de las plantaciones cacaoteras de agricultores de la región, quienes trabajan de una manera armónica con el medio ambiente, sin afectar al ecosistema. Los materiales de estudio fueron obtenidos de manera aleatoria evitando cualquier sesgo en la investigación.

Riesgo: los posibles riesgos a los participantes de la investigación deben ser mínimos en especial los análisis de laboratorios, los cuales se realizan en ambientes especialmente diseñados para ello, así como el uso de equipos, insumos químicos utilizando protocolos específicos para cada uno de ellos y los conocimientos ganados para la sociedad deben superar los riesgos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes de estudio.

(Villegas 2016), en su estudio trabajo con 02 híbridos de cacao CCN51, TSH565, donde su objetivo fue extraer la manteca de cacao que se hizo por medio del método Soxhlet, donde midió sus propiedades físico-químicas como: índice de saponificación, índice de iodo, punto de fusión e índice de refracción, incluso estableció la composición de ácidos grasos de la manteca a través de un cromatografo de gases, el CCN51 tuvo un índice de yodo de 33.8, Índice de saponificación 193.9, punto de fusion 36.3°C, índice de refracción 1,4580.

En cuanto al perfil de ácidos grasos el CCN51 contiene ácido oleico 37.804 %, palmitico 25.123% y palmitoleico 34.95%.

(Egas 2015), desarrolló el trabajo de investigación denominado “Evaluación y análisis técnico financiero del proceso de prensado de licor de cacao (*Theobroma cacao*) para la obtención de manteca y polvo de cacao”, Ecuador. En este trabajo utilizó cacao del tipo CCN-51, donde el autor busca determinar las mejores condiciones de operación en el prensado de licor de cacao y rendimiento del prensado, para ello el prensado lo hizo en una prensa hidráulica tipo batch; en la cual se desarrolló un diseño factorial de 2³ donde evaluó 3 variables temperatura (90 y 100 °C), presión (16 y 32 MPa) y altura de llenado del cilindro de la prensa lleno y la mitad.

La investigación concluye que el mayor rendimiento de extracción de manteca de cacao fue el tratamiento con una temperatura de 100°C, presión de 32 MPa (4641 PSI) y con el cilindro de prensado lleno; obteniendo un rendimiento de 75,2 ± 2,47 % (m/m), Egas, afirma que la presión es el factor que influye más sobre el rendimiento teniendo un comportamiento lineal al aumentar la presión se incrementa el rendimiento en un 14.25%, del mismo modo al incrementar la temperatura en un 7.35% también incrementa el rendimiento.

Adicionalmente el autor realiza la caracterización físico - química de la manteca de cacao, la cual, marca un índice de yodo 35,15 cgl/g, índice de peróxido de 1,66 meq/kg, polifenoles totales 4,47 mgAG/gy la acidez titulable 1,33 mg/g.

(Lucero 2014) realizó el trabajo de investigación denominado "Caracterización de la manteca de cacao de tres variedades Trinitario (CCN-51), Nacional (EET-103) y Forastero (IMC-67), Quevedo-Ecuador".

En esta investigación Lucero aplicó un diseño completamente al azar-DCA, para la comparación de las medias se usó la prueba de tukey para un p-valor de 0.05, donde evaluó las características Físico-Químicas de la Manteca de Cacao de los clones (CCN-51, EET-103 e IMC-67) y su perfil cromatografico, la obtención de la manteca se hizo por el método de prensado, previamente los granos de cacao son fermentados y posteriormente secado al natural. Una vez extraída la manteca de cacao, el autor realiza los análisis físico-químicos los cuales demuestran que existe diferencia significativa entre las variables en cuanto a la acidez el T1 (CCN-51) tuvo 0.88% expresado que comparativamente con el CODEX ALIMENTARIOS stan 86 el valor es 1.75% lo que se encuentra dentro de este rango, y con respecto al resultado cromatógrafico de la manteca el autor determinó la presencia de ácido esteárico con 36.12%, ácido oleico con 31.93%, ácido palmítico 28.51% y el linoleico con 3.44%.

(Gutierrez y Gonzales 2018) desarrollaron el trabajo de investigación "Evaluación de la aplicación de tecnologías para la fermentación y secado del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo CCN-51 y CRIOLLO en su porcentaje de fermentación y secado, en la provincia de Tambopata – MDD", en esta investigación los autores evaluaron la aplicación de la tecnología de fermentación y secado para cacao del tipo CCN-51 y CRIOLLO, para ello realizaron un modelo factorial de 3 factores (cacao tipo CCN-51 y CRIOLLO, fermentado en saco fermentado en cajón de madera, secado del grano en madera y secado del grano en manta).

Al final concluyen en que para la fermentación la tecnología de fermentación en grano de madera dio mejores resultados; y la tecnología de secado de grano en madera fue la más óptima; el tipo de cacao que mejor se fermento y seco fue el CRIOLLO que alcanzó un 80% de fermentación frente a un 66% de fermentación obtenido en el cacao tipo CCN-51.

(Peña 2021), En su investigación, utilizó técnicas únicas de lixiviación, incluido el uso de etanol, para extraer la manteca de los nibs de cacao. Se utilizó un diseño Box-Behnken para construir la investigación de forma experimental utilizando el enfoque de superficie de respuesta, para la extracción en baño maría evaluaron 3 efectos de las variables tiempo de reacción (40 a 80 min), volumen de etanol (4 a 8 mL) y temperatura (40 a 80°C), y en la extracción en método Soxhlet evaluaron los efectos de las variables, y volumen de etanol (120 a 200 mL), peso del nibs de cacao en polvo (5 a 15 g) y tiempo (2 a 4 h), respecto al rendimiento de extracción de manteca de cacao (% p/p), los métodos de prensado hidráulico y baño maría produjeron rendimientos inferiores en un 35,030% y un 11,594% al rendimiento medio de manteca de cacao del método soxhlet (46,283%). En cambio, el procedimiento soxhlet utilizando etanol como disolvente produjo un rendimiento óptimo de manteca del 47,317% con un tiempo de procesado de 3,35 horas, volumen de solvente de 157.17 mL y peso de nib de 15 g.

2.2. Marco teórico.

2.2.1 .El cacao *Theobroma cacao* L.

2.2.1.1. Origen.

Cacao deriva del término maya Ka'kau, así como de la frase maya Chocol'ha Maya y del verbo chokola'j, que significa "tomar chocolate juntos". (FAO 2009)

El *Theobroma cacao* es un árbol tropical originario del norte de Sudamérica y, según otras fuentes, de Centroamérica. En realidad, existe un importante debate en torno al origen y la domesticación del cacao. Aunque en América central fue el lugar donde se produjo la domesticación inicial y cultural, se cree que la región de las cuencas del Orinoco y el Amazonas, en los valles de sus afluentes, es el lugar de nacimiento más probable del cacao. Según algunas fuentes, el Alto Amazonas es el origen del cacao. (FAO 2009)

2.2.1.2. Distribución geográfica.

(Gea 2017), El cultivo del cacao es común en varias partes del mundo debido a los requisitos de temperatura y humedad. Se requieren temperaturas de entre 18°C y 30°C, así como precipitaciones constantes (mínimo 1000 mm/año). La producción de cacao se da en los países que se encuentran cerca al ecuador: Ecuador, Brasil, Camerun, Perú, Ghana, Costa de Marfil, República Dominicana y Indonesia.

En las zonas tropicales se cultiva el cacao. Se cultiva comercialmente entre los 15° al sur y los 15° al norte del ecuador. No obstante, puede encontrarse hasta latitudes subtropicales, que están a 23°26' al norte y al sur del ecuador (el límite del Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, respectivamente). La temperatura media anual oscila entre 23° y 30° C, siendo 25° C la ideal. Se cultiva desde el nivel del mar hasta 1.200 msnm, con un rango preferente de 500 a 800 metros. También requiere una humedad relativa media anual del 70% al 80%. (MIDAGRI-DGPA-DEEIA y Armando 2016)

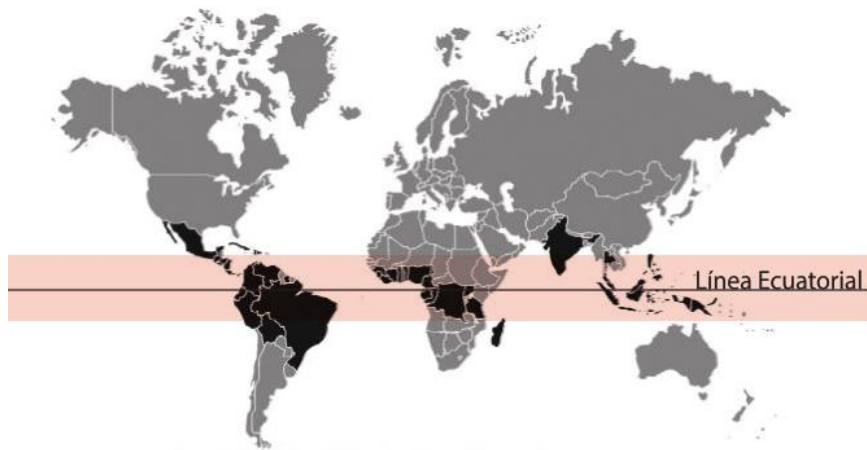


Figura 1. Ubicación y distribución de los países productores de cacao.

Fuente: (MIDAGRI-DGPA-DEEIA y Armando 2016)

2.2.1.3. Descripción botánica

(FAO 2009) El cacao es semi-caducífola y caulífera. Cuyo árbol es pequeño, que alcanza 5 a 10m una altura media. Posee un tronco pequeño, con ramas dimórficas en verticilos de 5 m y chupones verticales que crecen sobre el tronco y tienen hojas dispuestas en 5/8 de filotaxia.

Las hojas de cacao son grandes con un ancho de 4 a 20 cm y largo de 12 a 60 cm, son color verde, elípticas a obovadas u oblongas, coriáceas o cartáceas, pelos de difusión simples y densos, pecíolo pubescente o tomentoso, dísticas con ramas normales, alternas, engrosados y pulvinados en los extremos glabras (poco pelo).



Figura 2. Árbol de cacao clon CCN-51 en el distrito Las Piedras
Fuente: Elaboración propia.

El fruto (mazorca) puede medir entre 15 y 25 cm de largo y puede contener entre 30 y 40 semillas, y que después del proceso de secado y fermentación se convierten en el grano del cacao. Tanto las ramas de la copa como el tallo principal producen las mazorcas. A los 4 ó 5 años de la plantación, el cacaotero empieza a producir, y puede seguir haciéndolo durante varias décadas. (MIDAGRI-DGPA-DEEIA y Armando 2016).

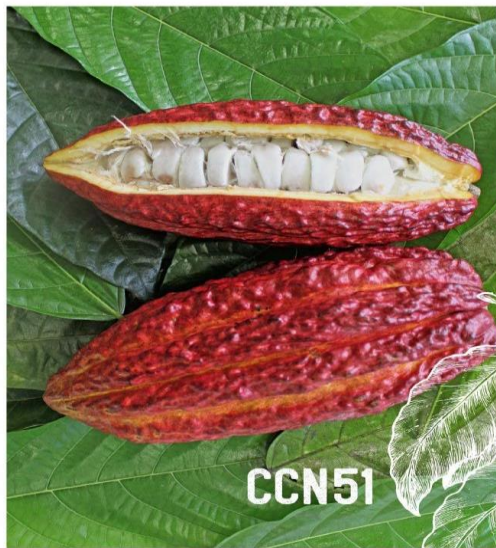


Figura 3. Fruto de cacao clon CCN-51

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.4. Clasificación científica

| | | |
|-----------------|---|---------------------------|
| Reino | : | Plantae |
| División | : | Magnoliophyta |
| Clase | : | Magnoliopsida |
| Subclase | : | Dilleniidae |
| Orden | : | Malvales |
| Familia | : | Malvaceae |
| Género | : | Theobroma |
| Especie | : | T. cacao |
| Nombre binomial | : | <i>Theobroma cacao</i> L. |

Fuente: UEA (2018)

2.2.1.5. Composición nutricional.

El componente graso del *Theobroma cacao*, es muy utilizado en los sectores chocolatero, farmacéutico y cosmético, es su componente más crucial. Por otro lado, las semillas de cacao fueron identificadas desde el principio como una rica fuente de bioelementos. (Kalvatchev, Garzaro y Guerra 1998)

TABLA 2. Contenido en la semilla de cacao por 100g.

| CONTENIDO EN LAS SEMILLAS DEL (CACAO POR 100 g) | |
|---|--------------|
| Calorias | 456 |
| Agua | 3.6 g |
| Proteína | 12.0 g |
| Grasa | 46.3 g |
| Carbohidratos (totales) | 34.7 g |
| Fibra | 8.6 g |
| Glucosa | 8-13 g |
| Sucrosa | 0.4-0.9 g |
| Calcio | 106 mg |
| Fósforo | 537 mg |
| Hierro | 3.6 mg |
| Tiamina | 0.17-0.24 mg |
| Riboflavina | 0.14-0.41 mg |
| Niacina | 1.7 mg |
| Acido Ascórbico | 3.0 mg |
| Piridoxina | 0.9 mg |
| Nicotinamida | 2.1 mg |
| Acido Pantotenico | 1.35 mg |
| Histidina | 0.04-0.08 g |
| Arginina | 0.03-0.08 g |
| Treonina | 0.14-0.84 g |
| Serina | 0.88-1.99 g |
| Acido Glutámico | 1.02-1.77 g |
| Prolina | 0.72-1.97 g |
| Glicina | 0.09-0.35 g |
| Alanina | 1.04-3.61 g |
| Valina | 0.57-2.60 g |
| Lisina | 0.08-0.56 g |
| Leucina | 0.45-4.75 g |
| Isoleucina | 0.56-1.68 g |
| Tirosina | 0.57-1.27 g |
| Fenilalanina | 0.56-3.36 g |

Fuente: (Kalvatchev, Garzaro y Guerra 1998)

TABLA 3. Composición química del grano de cacao después de la fermentación y secado.

| | Porcentaje % |
|--------------------------|--------------|
| Agua | 3.2 |
| Grasa (manteca de cacao) | 57 |
| cenizas | 4.2 |
| Nitrogeno total | 2.5 |
| Theobromina | 1.3 |
| Cafeina | 0.7 |
| Almidon | 9 |
| Fibra cruda | 3.2 |

Fuente: (FAO 2009)

(Lares et al. 2013) investigaron las características fisico-químicas y la composición de ácidos grasos de granos de cacao recolectados en diversas etapas de procesamiento. Se utilizaron los métodos AOACI y COVENIN para evaluar el tipo de grano, la composición proximal y el perfil de ácidos grasos.

TABLA 4. Caracterización química (g/100g) de los granos de cacao en las diferentes etapas del beneficio.

| Parámetros | Humedad (%) | Proteína cruda (%) | Grasa cruda (%) | Cenizas (%) | Acidez (meq de NaOH/g) | pH |
|------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------|------------------------|------|
| G.F1 | 32.50±0.42 | 14.42±0.5 | 45.45±0.38 | 4.30±0.04 | 1.72±0.07 | 6.48 |
| G.F | 46.32±0.28 | 13.03±0.12 | 50.56±0.18 | 3.46±0.17 | 1.83±0.06 | 5.30 |
| G.F.S. | 6.68±0.13 | 12.89±0.14 | 52.85±0.21 | 3.02±0.07 | 1.55±0.04 | 5.04 |
| GFST | 2.96±0.01 | 12.52±0.01 | 51.40±0.05 | 3.68±0.01 | 1.30±0.01 | 5.18 |

GF1 = Grano fresco.

GF = Grano fermentado.

GFS = Grano fermentado y secado al sol.

GFST = Grano fermentado, secado al sol y tostado

Fuente: (Lares et al. 2013)

TABLA 5. Composición de ácidos grasos de la manteca de extraída de los granos de cacao en diferentes etapas del beneficio

| Parámetros | C16:0 A. palmítico | C16:1 A. palmitoleico | C18:0 A. esteárico | C18:1 A. oleico | C18:2 A. linoleico | % ácidos grasos Saturados | % ácidos grasos Insaturados |
|------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| GF1 | 31.32 | 0.61 | 23.10 | 26.72 | 7.631 | 54.42 | 34.96 |
| GF | 30.43 | 0.71 | 23.01 | 26.43 | 7.09 | 53.44 | 34.22 |
| GFS | 27.99 | 0.80 | 23.38 | 25.66 | 7.58 | 51.37 | 34.04 |
| GFST | 27.42 | 1.11 | 25.02 | 25.53 | 8.55 | 52.43 | 35.19 |

GF1 = Grano fresco.

GF = Grano fermentado.

GFS = Grano fermentado y secado al sol.

GFST = Grano fermentado, secado al sol y tostado

Fuente: (Lares et al. 2013)

2.2.1.6. Características del Clon CCN-51

Cabe indicar que la base genética de este clon es el resultado de un cruce entre BMI-67 (Amazónico) x ICS-95 (Trinitario), y decima segunda descendiente se cruzó con otro cacao del este que el agrónomo Castro adquirió y llamó Canelos en el Amazonas. Como resultado, CCN-51 se clasifica como híbrido doble. Cabe mencionar que sólo la planta número 51 destacó por sus magníficas propiedades agronómicas e higiénicas, razón por la cual fue clonada masivamente. Actualmente, la CCN-51 representa alrededor del 10% del total de hectáreas de cacao en Ecuador. (Antiruña, 2006).

(García, 2009) Nombre varietal: CCN-51, Grupo genético: (BMI-67 x ICS-95), el color del fruto inmaduro es rojo. El fruto posee una forma oblonga cuya rugosidad es robusta, el fruto posee una cascara de grosor intermedio. Los cotiledones de las semillas son de color morado; El fruto es enorme y cada uno contiene 44 semillas. El peso seco de semilla es de 1.4 g. su

rendimiento es 2,750 kg/ha (desde 937 a 2,812 kg/ha). El Contenido de grasa es igual a 54%. Los sabores basicos y distintivos de la pulpa son: acidez, dulzura, astringencia y amargor de almendra son medias; floralidad y afrutado bajos. Las características fundamentales y distintivas del licor deben ser moderadamente ácidas, moderadamente astringentes, moderadamente amargas, florales (ausentes), afrutadas (bajas) y a nuez (ausentes). Presenta una notable intensidad a chocolate, así como un marcado aroma a corteza.

(Vilchez 2016) hizo un análisis químico proximal del grano de cacao en estado fresco, :

TABLA 6. Composición química proximal de los granos de cacao CCN-51 en estado fresco reportado a base seca. Análisis

| Analisis | Unidad | Cacao en baba |
|----------------------|-----------|---------------|
| Humedad | % | 31.7 |
| Lipidos | % | 9.6 |
| Fibra cruda | % | 26.1 |
| Cenizas | % | 3.6 |
| Proteinas | % | 12.56 |
| Carbohidrato totales | % | 42.5 |
| Energia | Kcal/100g | 307 |

Fuente: (Vilchez 2016)

En su investigación (Andrade et al. 2019), evaluaron las características físicas-químicas de los granos de cacao Nacional fino de aroma y CCN 51 de Ecuador, así como ICS 6 y CCN 51 de Perú; a partir de ellas, calcularon índice de blancura, acidez (%), el índice de fermentación (%), pH y análisis proximal (%), por medio del metodo AOAC y las habituales para evaluar la calidad del cacao.

TABLA 7. Valor de acidez y pH de los cultivares de cacao

| Tratamientos de cacao | Promedio acidez (%) | Promedio pH |
|-----------------------|---------------------|-------------|
| Nacional Ecuador | 0.82 ± 0.003 | 5.18 ± 0.04 |
| CCN 51 Ecuador | 0.61 ± 0.03 | 5.36 ± 0.04 |
| CCN 51 Perú | 2.05 ± 0.09 | 5.15 ± 0.06 |
| ICS 6 Perú | 2.49 ± 0.05 | 4.93 ± 0.07 |

Fuente: (Andrade et al. 2019)

TABLA 8. Análisis proximal de los cultivos de cacao.

| Trat de cacao | Variable | | | | | |
|------------------|-------------|--------------------|-----------------|------------|---------------------------|-----------------|
| | Humedad (%) | Proteína cruda (%) | Grasa cruda (%) | Ceniza (%) | Carbohidratos totales (%) | Fibra cruda (%) |
| Nacional Ecuador | 6.03 ±0.10 | 8.60 ±0.20 | 50.87 ±0.19 | 2.23 ±0.08 | 32.2 ±0.46 | 4.64 ±0.47 |
| CCN 51 Ecuador | 6.00 ±0.09 | 8.08 ±0.25 | 51.02 ±0.24 | 2.73 ±0.08 | 32.17 ±0.11 | 4.28 ±0.01 |
| CCN 51 Perú | 6.02 ±0.04 | 14.23 ±0.26 | 47.28 ±0.22 | 2.22 ±0.19 | 30.24 ±0.31 | 5.74 ±0.16 |
| ICS 6 Perú | 5.49 ±0.07 | 15.58 ±0.28 | 45.28 ±0.45 | 2.41 ±0.09 | 31.24 ±0.39 | 7.10 ±0.28 |

Fuente: (Andrade et al. 2019)

2.2.2. Distribución de grupos genéticos del cacao en Perú.

La variedad productiva CCN-51 se ha desarrollado en Perú en un esfuerzo por aumentar la viabilidad económica como parte de las iniciativas para promover los cultivos de hoja de coca como alternativa a éste y otros tipos de cultivos. Del mismo modo que "Cacao de Oro", otra colección de variaciones aromáticas, pretende preservar el patrimonio genético y la excelencia organoléptica del cacao peruano. Estas dos iniciativas no tienen nada que ver con el medio ambiente y las prácticas de los agricultores, sino

que se centran en el cultivo principal. (MIDAGRI-DGPA-DEEIA y Armando 2016).

TABLA 9. Distribución de cultivares de cacao en el Perú al 2011
(hectáreas)

| TOTAL NACIONAL | | CACAO FINO | | CACAO COMUN O CORRIENTE | | | |
|----------------|------|-----------------|------|-------------------------|--------|-----------------------|------|
| Producción | % | Criollo +Nativo | % | CCN-51 | % | Trinitario +Forastero | % |
| 84737 | 100% | 37 119 | 44 % | 45 445 | 53.6 % | 1 855 | 2.2% |

Según Luis Mendoza, gerente de la Asociación Peruana de Productores de Cacao (APP Cacao), el 93% de la producción total de cacao del país se concentra en solo 7 de las 16 regiones donde se cultiva. En 2016, Perú produjo 108.140 toneladas de cacao, de las cuales San Martín produjo el 42% (46.293 Tn), Junín 19% (21.400 Tn), Cusco 9% (10.789 Tn), Ucayali 8% (8.622 Tn), Huánuco 6% (6.491 Tn), Ayacucho 5% (5.544 Tn) y Amazonas 4% (4.218 Tn).

Debido a que es producto estratégico el cacao en el cambio de un cultivo ilegal como la coca a uno lícito, San Martín, Huánuco y Ucayali son las regiones que han experimentado una mayor expansión. (APP Cacao), Luis Mendoza.

2.2.3. Manteca de cacao.

Es una sustancia semisólida, cuya textura es grasa a temperatura ambiente, es de color levemente amarillento o blanco. Se obtiene por medio de un procesamiento mecánico y químico de las semillas cacao. (NMX-F-343-SCFI 2007).

La grasa obtenida de los granos de cacao se conoce como manteca de cacao. Uno de los ingredientes más utilizados en cosmética natural es la manteca de cacao. (Gea 2017)

La grasa derivada de una o más de las siguientes fuentes se conoce como manteca de cacao. Estas fuentes incluyen los granos de cacao, la torta de cacao, la masa de cacao y la grasa que se ha extraído mecánicamente de la torta de cacao o del polvo de cacao utilizando disolventes permitidos. (Liendo 2004)

(CODEX STAN 2001) La grasa producida a partir de los granos de cacao se denomina manteca de cacao y presenta las siguientes cualidades: una concentración máxima de ácidos grasos libres (medida en ácido oleico) del 1,75 % m/m.

(Villegas, Albarracín, William y Coral 2016) determinaron las características físicoquímicas de la manteca de cacao en dos híbridos, la manteca fue extraída por el método de Soxhlet.

TABLA 10. Propiedades físicoquímicas de la manteca de cacao extraída

| Hibrido | Índice de Iodo gI ₂ /100g | Índice de Saponificación mg KOH/g | Punto de fusión (°C) | Índice de refracción |
|---------|---|---|-------------------------|-------------------------|
| CCN-51 | 33.8 | 193.9 | 36.3 | 1.4580 |
| TSH-565 | 34.4 | 192.4 | 36.7 | 1.4539 |

de los híbridos de cacao

Fuente: (Villegas, Albarracín, William y Coral 2016)

Según el perfil de ácidos grasos, las mayores proporciones de ácidos palmítico y palmitoleico se encontraron tanto en el CCN51 como en el TSH565 oleico. (Villegas, Albarracín, William y Coral 2016)

TABLA 11. Ácidos grasos presentes en la manteca de cacao extraída de los híbridos de cacao CCN51 y TSH565.

| Identificación | | Cantidad relativa % | |
|------------------|-----------------|---------------------|---------|
| CCN-51 | TSH-565 | CCN-51 | TSH-565 |
| n-undecanoico ME | Caprílico ME | 2.125 | 7.044 |
| Palmitoleico ME | Palmitoleico ME | 34.948 | 29.56 |
| Palmitico ME | Palmitico ME | 25.123 | 30.601 |
| Oleico ME | Oleico ME | 37.804 | 32.795 |

Fuente: (Villegas, Albarracín, William y Coral 2016)

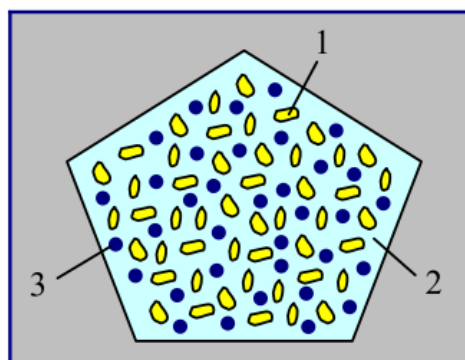
2.2.3.1. Localización de la manteca de cacao.

Tanto el almidón como la manteca de cacao se encuentran principalmente en células agrupadas. La estructura celular del grano de cacao incluye entre un 50 y un 57% de manteca de cacao. Esta grasa escapa de las paredes celulares destrozadas al comprimirlas o molerlas, humedeciendo los fragmentos de las células destruidas. (Lucero 2014)

Cuando las paredes celulares se desgarran por compresión o trituración, esta grasa se escapa y humedece los fragmentos de las células rotas. (Kirk y Othmer, 1954).

Tanto el almidón como la manteca de cacao se encuentran principalmente en células agrupadas, como se ve en la figura siguiente.

Figura 4. Localización de la manteca dentro de la semilla de cacao



Fuente: (Zuriday 2007)

2.2.3.2. Importancia de la manteca de cacao.

El elemento de mayor importancia del cacao, es la grasa, la cual se utiliza mucho en los sectores farmacéutico, industria chocolatera y cosmético. (Kalvatchev, Garzaro y Guerra 1998)

La manteca de cacao es considerada el subproducto del cacao mas importante, ya que posee unas cualidades físicas y químicas unicas que le confieren propiedades funcionales específicas de gran demanda en la industria alimentaria. Estas características especiales, no comparables con ninguna otra grasa vegetal comestible, son de gran utilidad en la fabrica de diversos tipos de productos en las industrias del chocolate, cosmética y farmacéutica. Las propiedades y características físico químicas son muy valoradas en la industria, y es tanto que la manteca de cacao es considerada la de mayor valor comercial (Liendo 2004)

En la industria cosmetología la manteca de cacao es importate ya que recubre la epidermis con una capa protectora que le permite cumplir su función. Como resultado, disminuye la pérdida de agua transepidérmica (TEWL) y también se aportan lípidos (triglicéridos), lo que refuerza las propiedades de barrera de la emulsión epicutánea. Asimismo, incluso cuando se aplica pura, es bastante cómoda de usar porque se funde de manera facil al contacto con la piel. (Gea 2017)

2.2.3.3. Caracterización de la manteca de cacao.

Cuando se incluyen en la formulación de las comidas, sus propiedades físicas y químicas dan lugar a las cualidades funcionales que confieren a los alimentos su textura suave, flexibilidad, facilidad para desprender sabores y olores, viscosidad y características de fusión incomparables. Se considera la más útil comercialmente de todas las grasas, ya que estas cualidades son muy codiciadas por la industria. (Liendo 2004)

La manteca de cacao debe cumplir los requisitos sensoriales y físicos de las tablas siguientes:(NMX-F-343-SCFI 2007)

TABLA 12. : Especificaciones sensoriales.

| PARAMETROS | |
|--------------------------|--|
| Color visible | Blanco amarillento en estado semi-sólido |
| Textura | Grasosa, característica del producto en estado semi-sólido |
| Sabor | Característico del producto, ligeramente a chocolate |
| Olor | Característico del producto, ligeramente a chocolate |
| Densidad relativa a 25°C | Mínimo 0.973; máximo 0.980 |

Fuente: (NMX-F-343-SCFI 2007)

Según (NMX-F-343-SCFI 2007) La manteca de cacao debe cumplir los requisitos sensoriales y físicos de las tablas siguientes.

TABLA 13. Especificaciones fisicoquímicas de la Manteca de Cacao.

| PARAMETROS | Mínimo | Maximo |
|--|--------|--------|
| Color Rojo, Escala Lovibond | NA | 5.0 R |
| Acidos grasos libres como ácido oléico (%) | NA | 1.75 |
| Índice de yodo (cgl 2/g) | 32 | 42 |
| Humedad y material volátil (%) | 0.5 | |
| Índice de refracción a 40°C | 1,456 | 1,462 |
| Punto de fusión en capilar abierto (°C) | 31 | 35 |
| Índice de saponificación mg KOH/g | 188 | 200 |
| Materia insaponificable (%) | 0.2 | 0.4 |
| Índice de peróxido meq/kg | | 5.0 |
| Estabilidad OSI a 110°C (horas) | 12 | NA |
| Densidad relativa a 25 °C/agua a 25° | 0.973 | 0.980 |

NA = No Aplica.

Fuente: (NMX-F-343-SCFI 2007)

TABLA 14. Especificaciones de composición de ácidos grasos (%)

| Parámetros | Mínimo | Maximo |
|--------------------------|---------------|---------------|
| Ácido mirístico C14:0 | - | 0.1 |
| Ácido palmítico C16:0 | 25 | 27 |
| Ácido palmitoléico C16:1 | 0.1 | 0.3 |
| Ácido margárico C17:0 | - | 0.1 |
| Ácido esteárico C18:0 | 31 | 37 |
| Ácido oléico C18:1 | 31 | 35 |
| Ácido linoléico C18:3 | 2.8 | 4.0 |
| Ácido linolénico C18:3 | - | 0.1 |
| Ácido araquídico C20:0 | 0.2 | 1.0 |

Fuente: (NMX-F-343-SCFI 2007)

2.2.3.3.1. Principales características físicas de la manteca de cacao. Para comprender el comportamiento y los rasgos de estos componentes, así como sus diferencias, es necesario investigar las propiedades físicas de los aceites y las grasas.

a) Densidad.

Propiedad importante al hacer diseños de equipos para procesar grasas. Las grasas pierden densidad cuando pasan de estado sólido a líquido. Cuando la grasa se derrite, su volumen incrementa y, disminuye su densidad. (Subramaniam et al. 2011)

b) Prueba de frío.

Con la prueba en frío realizada sobre aceites vegetales y animales, se determina la resistencia de estos aceites a la formación de precipitado a cero y 4 grados de temperatura. Durante la prueba, las muestras de aceite se calientan primero a una temperatura muy alta de 130 grados, luego se dejan enfriar rápidamente (cero grados) y se sigue el enturbiamiento del aceite. Describe esta propiedad, la resistencia de la muestra al enturbiamiento.

Se utiliza para medir la eficacia de la hibernación. Los triacilglicéridos de alto punto de fusión hacen que el aceite se enturbie a temperaturas bajas; el aceite se mantiene a 0°C y se controla el tiempo que permanece transparente. Se considera de alto grado si el aceite permanece transparente por un periodo de 05 h y 30 min.(Badui Dergal 2006)

c) Punto de humo.

La temperatura a la que el aceite empieza a humear se conoce como punto de humo. Por encima de esta temperatura, el aceite alcanza la temperatura de inflamabilidad, lo que hace que se queme. Cada vez que se fríe algo, los puntos de humo e inflamabilidad descienden, lo que implica que el aceite pierde calidad y solo puede usarse menos veces.(Cruz 2017)

La temperatura, en la que influyen los ácidos grasos libres y los monoacilglicéridos de la grasa, es donde se generan los productos de descomposición observables. La temperatura a la que el aceite de fritura empieza a humear se reduce entre 230 y 160°C cuando sólo hay un 1% de estas sustancias químicas presentes. (Badui Dergal 2006).

d) Índice de refracción.

La diferencia entre la velocidad de la luz en el aire y en la sustancia estudiada se conoce como índice de refracción de dicha sustancia. (Subramaniam et al. 2011)

Cada aceite y grasa tiene un índice de refracción único, lo que nos permite realizar un control de calidad de los mismos.

El índice de refracción aumenta a medida que aumenta el grado de insaturación, y también aumenta a medida que aumenta la longitud de la cadena, por eso se emplea para regular el proceso de hidrogenación. (Subramaniam et al. 2011)

e) Viscosidad.

La viscosidad de una grasa se debe a la fricción interna entre los lípidos que la componen. La viscosidad disminuye en proporción al incremento del grado de insaturación, mientras que la viscosidad de los componentes de ácidos grasos se incrementan a proporción que incrementa la longitud de la cadena. (Subramaniam et al. 2011).

f) Punto de fusión.

Es una medida de la fuerza de los enlaces entre los ácidos grasos de un cristal y la temperatura donde se ocasiona la transición sólido a líquido. Sólo las grasas compuestas por un pequeño número de tipos distintos de triacilglicéridos poseen su propia fusión diferenciada; a una proporción que se incrementa su número, el pf se torna un rango, puesto que para cada acilglicérido existe el suyo propio. Existen numerosas técnicas; la técnica del punto de deslizamiento, que es la más popular, emplea tres capilares llenos de grasa sólida y calentados en un baño a una velocidad de 1 °C/min hasta que se desliza más. El punto de fusión es la media de las tres temperaturas.

2.2.3.3.2. Principales características químicas de la manteca de cacao

Los aceites y grasas vegetales deben identificarse y su pureza debe establecerse utilizando sus propiedades químicas:

a) Índice de Yodo.

El número medio de insaturaciones se indica por mg de yodo que interactúa con los aceites; no se revelan la distribución ni la posición de los dobles ligaduras. (Badui Dergal 2006)

La cantidad de dobles enlaces que pueden reaccionar con los halógenos se mide por el índice de yodo de un aceite, que sirve para medir su grado de asentamiento. Es un parámetro de calidad muy sencillo y práctico, ya que expresa las concentraciones de ácidos grasos insaturados junto con el grado de establecimiento en un único valor.

b) Índice de Saponificación.

La cantidad de hidróxido de potasio necesaria para saponificar 1 g de aceite se utiliza para determinar el índice de saponificación de un aceite. (Badui Dergal 2006)

La cantidad de hidróxido potásico (KOH) necesaria para neutralizar los ácidos grasos de un gramo de grasa se conoce como índice de saponificación. Un índice de saponificación elevado denota una gran pureza del aceite vegetal, de ahí que esta característica se utilice para evaluar la calidad del aceite.

c) Índice de Peróxidos.

La rancidez, causada con mayor frecuencia por la oxidación, es el principal factor de degradación del aceite. Se reconoce comúnmente que un hidroperóxido es el primer producto creado cuando un aceite se oxida. El índice de peróxido, que se mide en mili-unidades equivalentes de oxígeno por kilogramo de aceite, es por tanto un método habitual para evaluar el grado de oxidación. El índice de peróxido es un excelente indicador de la calidad del aceite. (Bermejo Martínez, Bermejo Barrera y Bermejo Barrera 1991)

d) Índice de Acidez

La cantidad en que los ácidos grasos se han hidrolizado y liberado de sus enlaces éster a la molécula de glicérido original viene indicada por la acidez (concentración de ácidos grasos libres) del aceite. Por ello, la acidez suele denominarse proporción de concentración de ácidos grasos libres. (FFA en inglés)

2.2.3.3.3. Ácidos grasos predominantes en la manteca de cacao.

- a) Acido Araquídico (C20:0)
- b) Acido Oleico (C18:1) omega 9
- c) Acido Palmitico (C16:0).
- d) Acido Linoleico (C18:2) omega 6.
- e) Acido Estearico (C18:0)

2.2.4. Métodos de extracción de aceites y grasas.

2.2.4.1. Extracción por prensado.

El proceso de prensado implica ejercer cierta presión en el licor a través de un filtro para retener las partículas sólidas y expulsar la manteca de cacao. Para mejorar la separación, el licor pasa por un procedimiento de calentamiento a una temperatura de 105°C. (Egas 2015)

➤ **Prensa hidráulica batch.**

La prensa hidráulica tipo batch suelen utilizarse a escala de laboratorio o para prensar pequeños volúmenes de licor de cacao. La grasa se evacua debido a la presión impuesta por un émbolo que desciende dentro del cilindro y comprime el líquido de cacao. La grasa fundida atraviesa por un material permeable, reteniendo las partículas en el interior del recipiente cilíndrico.

El proceso de prensado tipo batch consta de 3 etapas:

En la etapa carga o etapa inicial, en donde el licor de cacao se coloca dentro del cilindro, el embolo desciende y comienza a expulsarse el aire, durante esta fase no se libera grasa, pero se expulsa la mayor parte del aire y se alcanza un punto crítico, cuando se expulsa la primera gota de grasa, inicia la segunda fase. En la etapa dinámica o segunda etapa, como resultado del incremento de la presión, se forma una combinación de aire y licor que inicia a fluir hacia el exterior, y el flujo de grasa fundida se acelera hasta que se evacua la mayor parte de la grasa. En la última etapa es cuando se logra alcanzar la máxima presión del equipo, la duración de la retención es de 10 min a 15 min; en ese momento, la velocidad de extracción se reduce hasta alcanzar un punto de equilibrio en el que el rendimiento de extracción es indetectable.

2.2.4.2. Influencia de diferentes condiciones de operación en el rendimiento de la extracción de manteca

El rendimiento de la extracción de manteca de cacao puede verse afectado por el tipo de proceso de extracción empleado y los parámetros operativos utilizados. Se ha demostrado que la temperatura, la presión y el contenido de humedad, además la duración del prensado y el tamaño de las partículas, son los factores que más influyen en el rendimiento del licor de cacao cuando se prensa hidráulicamente.

- **Presión.** Sobre la expresión mecánica de las semillas oleaginosas, se sabe que a medida que aumenta la presión, aumenta el rendimiento de extracción; del mismo modo, la presión tiene el mismo impacto en el prensado del licor de cacao. **(Verter, 2006).**

A medida que se comprime el líquido de cacao, la creciente presión induce brechas en las paredes celulares de las partículas sólidas, permitiendo que la grasa fluya libremente desde el interior de las células. Se libera aire y se reduce la porosidad, lo que explica la mayor producción de grasa y la torta de cacao más compacta a medida que aumenta la presión.

- **Temperatura.** La temperatura es un aspecto importante en la extracción de la manteca, porque cuando aumenta la temperatura pueden cambiar varias características físicas de la suspensión de licor de cacao, como la viscosidad y la estructura sólida.

Investigaciones anteriores han demostrado que la temperatura influye en el rendimiento de la extracción a partir de 80 °C. Las altas temperaturas provocan la rotura de las paredes celulares, la precipitación de las proteínas y la fluidez de la grasa.

- **Tiempo de prensado.** Investigaciones anteriores han descubierto que la duración del prensado no influye en el rendimiento de la extracción. Al aumentar la presión, el émbolo cae a lo largo del cilindro de prensado,

comprimiendo el licor de cacao y expulsando la grasa al exterior. Cuando se alcanza la presión máxima, la materia grasa sigue desplazándose hacia el exterior hasta alcanzar un equilibrio y se detiene. Se ha demostrado que tras 10 minutos de prensado a presión constante, este equilibrio se establece en el cacao en grano o licor.

- **Humedad.** Existe un intervalo óptimo de humedad, basado en la investigación, por encima del cual hay un mejor rendimiento de extracción. El grado de humedad del licor de cacao está relacionado con la resistencia mecánica, la elasticidad y la compresibilidad. Antes del prensado, el licor de cacao debe poseer un contenido óptimo de humedad de entre el 1% y el 1,5%.

Al romperse la pared celular durante el prensado, se libera la grasa. La presión se utiliza para distorsionar la estructura celular. La elasticidad de las partículas mejora a medida que aumenta el nivel de humedad, lo que requiere más compresión y gasto de energía para liberar la grasa.

2.2.5. Ácidos grasos.

Todas las grasas y aceites son triacilglicéridos (o triglicéridos) en su forma pura, además que son ésteres de ácidos grasos con glicerol; en consecuencia, estos ácidos representan una parte considerable de la composición de los triacilglicéridos y por tanto, de las grasas y aceites. Las variaciones entre grasas y aceites en cuanto al estado físico, flexibilidad, estabilidad a la oxidación, valor de yodo, patrón de cristalización y temperaturas de solidificación y fusión están relacionadas sobre todo con los ácidos grasos que los componen. (Badui Dergal 2006).

Se han identificado más de 400 ácidos diferentes, entre ellos hidroxilados, cíclicos y ramificados, con un número insaturado de átomos de carbono, etc. Estos ácidos se encuentran en algunos vegetales, leche y algunos microorganismos. Inicialmente, estos ácidos se definían como ácidos monocarboxílicos de cadena alifática con un número par de átomos de

carbono, que podían ser insaturados o saturados. A pesar de su amplia presencia, la mayoría se encuentran en cantidades increíblemente bajas y tienen un impacto mínimo en las propiedades químicas-físicas de los artículos en los que están presentes.

2.2.5.1. Ácidos grasos saturados.

Su tamaño oscila entre 4 y 26 átomos de carbono, y su punto de fusión incrementa en función del peso molecular o de la longitud de la cadena. En consecuencia, los que tienen entre 4 y 8 átomos de carbono son líquidos a 25 °C, mientras que los que tienen 10 o más son sólidos, y su solubilidad en agua está de manera inversa relacionada con su peso molecular..

TABLA 15. Ácidos grasos saturados.

| ÁCIDOS GRASOS SATURADOS | | | |
|-------------------------|-------------------|---|----------------------|
| Nombre trivial | Nombre científico | Fórmula | Punto de fusión (°C) |
| Butírico | Butanoico | CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH | -5.9 |
| Caproico | Hexanoico | CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH | -3.4 |
| Caprílico | Octanoico | CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH | 16.7 |
| Cáprico | Decanoico | CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH | 32.6 |
| Láurico | Dodecanoico | CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH | 44.2 |
| Mirístico | Tetradecanoico | CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH | 54.4 |
| Palmítico | Hexadecanoico | CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH | 63.0 |
| Estearico | Octadecanoico | CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH | 69.4 |
| Araquídico | Eicosanoico | CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH | 76.0 |
| Behénico | Docosanoico | CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH | 79.9 |
| Lignocérico | Tetracosanoico | CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH | 84.2 |
| Cerótico | Hexacosanoico | CH ₃ (CH ₂) ₂₄ COOH | 87.7 |

Fuente : (Badui Dergal 2006)

El ácido láurico, se encuentra presente en los aceites de palmiste y coco; el palmítico, esta presente en los aceites de cacao, palma y manteca de cerdo;

y el esteárico, presente en los aceites de cacao e hidrogenados, son algunos de los más populares.

El ácido butírico, presente en la grasa láctea o grasa butírica (a partir de la cual se genera la mantequilla), se utiliza para detectar y medir la grasa láctea en los productos o su adulteración.

Los aceites saturados son mucho más resistentes a la oxidación que los insaturados, pero pueden sufrir procesos oxidativos a temperaturas muy elevadas (más de 180°C), como al freír, y en presencia de oxígeno. (Badui Dergal 2006).

2.2.5.2. Ácidos grasos insaturados.

Estos compuestos presentan un alto nivel de reactividad química debido a sus insaturaciones, que los hacen susceptibles a transformaciones como la saturación, la oxidación y la isomerización.

Predominan en los aceites marinos y vegetales; su temperatura de fusión desciende al aumentar los dobles enlaces además es inferior para la misma longitud de cadena que la de los aceites saturados.

Los que tienen una insaturación se conocen como monoinsaturados o monoenoicos, mientras que los que tienen varias insaturaciones se conocen como poliinsaturados o polienoicos; en el primer caso, la mayor parte de ellos presentan una doble ligadura entre los 9C y 10C.

Además de los nombres comunes, su nomenclatura incluye la identificación de la longitud de la cadena, la ubicación o el número de dobles ligaduras y el sufijo "enoico". Las dobles ligaduras de los poliinsaturados son naturalmente no conjugadas, lo que significa que están separados por un grupo metileno, como es el caso de los ácidos linolénico, linoleico, y araquidónico; el reverso de esta distribución es la conjugación, que no implica metileno. (Badui Dergal 2006).

–CH=CH–CH=CH– sistema de dobles ligaduras conjugadas

–CH=CH–CH₂–CH=CH– sistema de dobles ligaduras no conjugadas

Como ya se ha dicho, el recuento de los átomos de carbono comienza generalmente por el carboxilo; no obstante, por cuestiones de actividad

biológica, los poliinsaturados se numeran según la posición del primer doble enlace en relación con el grupo metilo y se divide en dos grandes grupos: omega-6, 6 (n-6), que lo tiene en el sexto carbono, como el ácido linoleico, y 3 (n-3), que lo tiene en el tercer carbono, como el ácido linolénico.

El símbolo " ω " se antepone al número de carbono del doble enlace que está más próximo al último grupo metilo. Así, el oleico, que es cis-9-octadecenoico, contiene un doble enlace en el carbono 9 a partir del grupo metilo y puede designarse como C18:1 ω 9, lo que indica que es un ácido de 18 átomos de carbono con una única insaturación en el carbono 9 a partir del grupo metilo.

TABLA 16. Ácidos grasos insaturados.

| ACIDOS GRASOS INSATURADOS | | | |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Nombre trivial | Nombre científico | Fórmula | Punto de fusión (°C) |
| Palmitoleico | Hexadeca-9-enoico | C ₁₅ H ₂₉ COOH | -0.5 |
| Oleico | Octadeca-9-enoico | C ₁₇ H ₃₃ COOH | 1.3 |
| Linoleico | Octadeca-9:12-dienoico | C ₁₇ H ₃₁ COOH | -5.0 |
| Linolénico | Octadeca-9:12:15-trienoico | C ₁₇ H ₂₉ COOH | -11.0 |
| Araquidónico | Eicosa-5:8:11:14-tetraenoico | C ₁₉ H ₃₁ COOH | -49.5 |
| Vaccénico | Trans-Octadeca-11-enoico | C ₁₇ H ₃₃ COOH | 40.0 |
| Gadoleico | Eicosa-11-enoico | C ₁₉ H ₃₇ COOH | 23.5 |
| Erúcido | Docosa-13-enoico | C ₂₁ H ₃₉ COOH | 38.0 |

Fuente : (Badui Dergal 2006)

2.3. Definición de términos.

- **Espectrofotometría.**- Es uno de los enfoques experimentales que se utiliza con más frecuencia para detectar determinados compuestos.

Se distingue por su sensibilidad, su precisión y adaptabilidad a moléculas de diverso tipo (biomoléculas, contaminantes, etc.) y estado de agregación (líquido, sólido, gaseoso).

- **Cromatografía de gases.-** es un popular método analítico para separar y analizar sustancias químicas volátiles y semivolátiles en una mezcla.
- **Cacao CCN-51:** Es un cacao clonado de origen ecuatoriano, con una alta productividad de más de 50 sacos por hectárea. Puede cultivarse temprano; la primera cosecha se produce 24 meses después de la plantación.
- **Manteca de cacao.-** La manteca de cacao es una buena elección para el cuidado de la piel, ya que tiene la capacidad de penetrar de manera profunda en las distintas capas epidérmicas, aportando frescor y brillo. Reduce las escaras y otros tipos de lesiones cutáneas, ya que es un lubricante natural.

CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACION.

3.1. Tipo de estudio.

El tipo de estudio es experimental, cuantitativa; por la manipulación de las variables independientes a fin de medir el efecto sobre las variables dependientes.

3.2. Diseño del estudio.

El desarrollo de la presente tesis se realizó empleando un diseño factorial 3k, el cual consta de 03 factores o 03 variables.

Los factores o variables independientes estudiados fueron la temperatura (90 °C, 100 °C y 110 °C) y tiempo (10 y 15 min) de calentamiento y la presión (1000 Psi, 1200 Psi y 1400 Psi) ejercida en la etapa del presado; siendo estas, las que influyen en el rendimiento de la extracción de la manteca de cacao del clon CCN 51 cultivado en el distrito Las Piedras.

Se estableció la relación causa – efecto que existe entre las variables dependientes e independientes.

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

- X₁: Tiempo de calentamiento
- X₂: Presión de prensado.
- X₃: Temperatura de calentamiento.
- Y₁: Rendimiento de la extracción de la manteca de cacao.

Además, complementariamente, se realizó la caracterización física, química, espectrofotometría y cromatografía de la manteca de cacao del proceso de

extracción con mayor rendimiento, con el fin de identificar sus características de calidad/procesamiento y ácidos grasos presentes en la manteca.

TABLA 17. : Matriz de diseño experimental.

| Factor A: PRESION (PSI) | | Factor B : TIEMPO DE CALENTAMIENTO | | | | | |
|----------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | b1 -10 min | | | b2 – 15 min | | |
| | | Factor C TEMPERATURA (°C) | | | Factor C TEMPERATURA(°C) | | |
| | | c1 90°C | c2 100°C | c3 110 | c1 90°C | c2 100°C | c3 110 |
| a1 1000 PSI. | R ₁ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | T ₆ |
| | R ₂ | T' ₁ | T' ₂ | T' ₃ | T' ₄ | T' ₅ | T' ₆ |
| | R ₃ | T'' ₁ | T'' ₂ | T'' ₃ | T'' ₄ | T'' ₅ | T'' ₆ |
| a2 1200 PSI | R ₁ | T ₇ | T ₈ | T ₉ | T ₁₀ | T ₁₁ | T ₁₂ |
| | R ₂ | T' ₇ | T' ₈ | T' ₉ | T' ₁₀ | T' ₁₁ | T' ₁₂ |
| | R ₃ | T'' ₇ | T'' ₈ | T'' ₉ | T'' ₁₀ | T'' ₁₁ | T'' ₁₂ |
| a3 1400 PSI | R ₂ | T ₁₃ | T ₁₄ | T ₁₅ | T ₁₆ | T ₁₇ | T ₁₈ |
| | R ₃ | T' ₁₃ | T' ₁₄ | T' ₁₅ | T' ₁₆ | T' ₁₇ | T' ₁₈ |
| | R ₃ | T'' ₁₃ | T'' ₁₄ | T'' ₁₅ | T'' ₁₆ | T'' ₁₇ | T'' ₁₅ |

Fuente: Elaboración propia 2021.

La combinación de los diferentes factores con sus respectivos niveles origina 18 tratamientos, como se describe en la tabla 18.

TABLA 18. Tratamientos

| TRATAMIENTOS | DESCRIPCION |
|-------------------|---|
| T1 = a1, b1, c1 | Muestra prensada a 1000 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 90 °C. |
| T2 = a1, b1, c2 | Muestra prensada a 1000 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 100 °C. |
| T3 = a1, b1, c3 | Muestra prensada a 1000 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 110 °C. |
| T4 = a1, b2, c1 | Muestra prensada a 1000 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 90 °C. |
| T5 = a1, b2, c2 | Muestra prensada a 1000 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 100 °C. |
| T6 = a1, b2, c3 | Muestra prensada a 1000 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 110 °C. |
| T7 = a2, b1, c1 | Muestra prensada a 1200 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 90 °C. |
| T8 = a2, b1, c2 | Muestra prensada a 1200 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 100 °C. |
| T9 = a2, b1, c3 | Muestra prensada a 1200 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 110 °C. |
| T10 = a2, b2, c1 | Muestra prensada a 1200 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 90 °C. |
| T11 = a2, b2, c2 | Muestra prensada a 1200 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 100 °C. |
| T 12 = a2, b2, c3 | Muestra prensada a 1200 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 110 °C. |
| T13 = a3, b1, c1 | Muestra prensada a 1400 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 90 °C. |
| T14 = a3, b1, c2 | Muestra prensada a 1400 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 100 °C. |
| T15 = a3, b1, c3 | Muestra prensada a 1400 PSI el cual fue calentado por 10 min a una temperatura de 110 °C. |
| T16 = a3, b2, c1 | Muestra prensada a 1400 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 90 °C. |
| T17 = a3, b2, c2 | Muestra prensada a 1400 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 100 °C. |
| T18 = a3, b2, c3 | Muestra prensada a 1400 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 110 °C. |

Fuente: Elaboración propia 2021.

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población.

La población considerada para el desarrollo de la Tesis de investigación fue el cacao procedente de 30 Ha de cultivos de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 del sector de San Francisco ubicado a 29 Km de la ciudad de Puerto Maldonado, distrito Las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.

3.3.2. Muestra.

La muestra para la evaluación de rendimiento en el prensado hidráulico para el desarrollo de la presente investigación, fueron 200 Kg. de granos de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51 fermentado y secado con 7-8% de humedad.

Para el caso de la caracterización de la manteca las muestras fueron tomadas del tratamiento que nos dio mejor rendimiento en el proceso de extracción y la cantidad esta en relación al tipo de análisis a realizar Físico, Químico, Espectrofotométrico y Cromatógrafo.

3.4. Métodos y técnicas.

Con la finalidad de obtener los objetivos planteados se siguió un procedimiento ordenado y sistemático que nos permitió contrastar la hipótesis planteada.

La técnica deductiva fue crucial durante la fase experimental, dado que parte de una hipótesis respaldada por el crecimiento teórico de una disciplina específica, lo que permitió llegar a nuevas conclusiones siguiendo los principios lógicos de la deducción. Del mismo modo, se utilizaba la técnica analítica, que permitía construir teorías científicas y sistematizar el conocimiento científico a medida que se determinaba a partir de un número restringido y exacto de principios e hipótesis.

3.4.1. Materiales.

a). Materia Prima.

- Grano seco fermentado con 8% de humedad de fruto de cacao *Theobroma cacao L.* del Clon CCN-51, para el estudio del rendimiento en el proceso de extracción por prensado hidráulico.
- Manteca de cacao, obtenido del proceso de extracción por prensado hidráulico.

b). Materiales y equipos.

b.1) Materiales y equipos para el proceso de extracción de manteca de cacao.

- Molino manual de disco, para la molienda de los granos de cacao.
- Horno secador con circulación de aire.
- Determinador de humedad.
- Prensa hidráulica vertical.
- Medidor de humedad de granos secos.
- Balanza mecánica.
- Horno secador.
- Estufa.
- Bandejas metálicas
- Envases de vidrio.

b.2) Análisis físico, químico, Cromatógrafo y Espectrofotómetro.

- Vasos de precipitado de 1000,500,250,100 y 50 ml.
- Capsula de porcelana.
- Termómetro de rango de temperatura -10 a 110 °C.
- Balones con tapa esmerilada.
- Papel filtro Whatman N°2.
- Placas de vidrio.
- Placas de metal.
- Peras decantadoras de 250 ml
- Botellas de vidrio de 250ml de color ambar
- pH metro.
- Determinador de humedad portátil.
- Balanza analítica.
- Bomba de vacío.
- Cronometro.
- Cocina eléctrica.
- Equipo Soxhlet de laboratorio.
- Equipo de baño maría.

- Molino de tornillo sin fin (manual).
- PH-metro.
- Cromatógrafos
- Espectrofotómetros
- HPLC
- Prensa Hidráulica
- Horno secador y/o estufa

c). Lugar de ejecución.

El desarrollo de la investigación se ejecutó de la siguiente manera:

Para la extracción de la manteca de cacao, se hizo en los siguientes laboratorios de la UNAMAD:

- En el laboratorio de Procesos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMAD, se realizó parte del secado, tostado y descascarillado de la grano seco y fermentado de cacao.
- En la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial se realizó el proceso de extracción de la manteca de cacao.

Para el análisis de la composición química proximal tanto del grano como de la manteca de cacao y la caracterización física, química, cromatográfica y espectrofotométrica se realizó en el Laboratorio de Química de la UNSAAC.

3.4.2. Métodos.

La primera etapa corresponde proceso de secado del grano de cacao del tipo CCN-51, etapa en la cual se trabajó en un horno de secado llegando a una humedad de 2.5% luego se desarrolló el proceso de la obtención de la manteca de cacao por el método del prensado, en esta fase se da las condiciones y se trabaja con las variables establecidas en el diseño experimental para la determinación del rendimiento en el proceso de extracción en función a la capacidad en porcentaje de la extracción de la manteca de cacao presente en los granos.

La **segunda etapa**, corresponde a la caracterización el análisis físico-químico, espectrofotométrico y cromatográfico de la manteca extraída del grano seco de cacao del clon CCN-51.

3.4.2.1. Etapa 1: Extracción de manteca de cacao.

El proceso de extracción de manteca de cacao del clon CCN-51 se desarrolló en la planta piloto de la «Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios»; la misma que se realizó en base al siguiente diagrama de flujo:

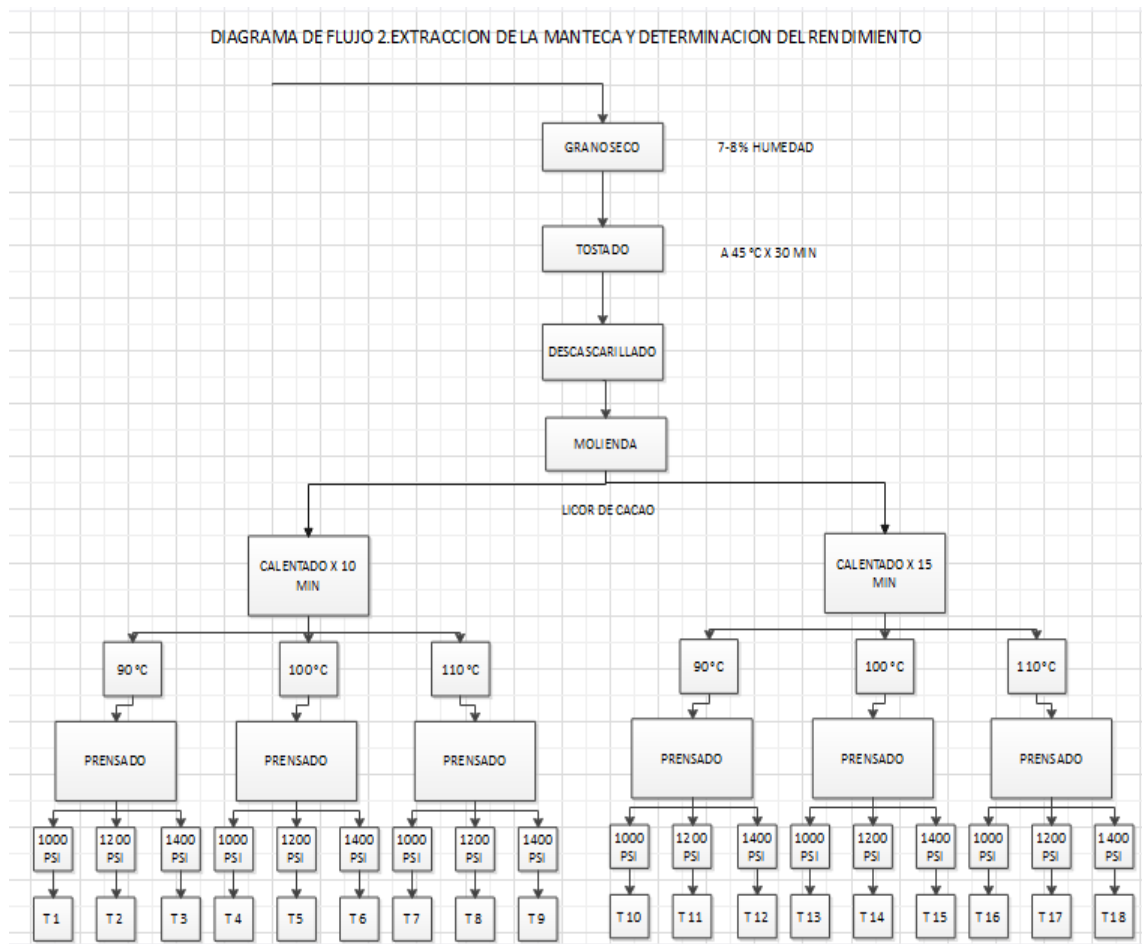


Figura 5. Flujograma de extracción de la manteca y uso de variables para determinar el mejor rendimiento.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo al diseño experimental 2021.

Selección.

Acción manual el cual consistió en retirar las impurezas o partículas extrañas y granos de cacao que visualmente estén dañados.

Tostado.

El grano de cacao libres de impurezas físicos se tostó en el horno industrial NOVA, horno diabático tipo convectivo con aire a tiro forzado, manteniendo una temperatura de 110 °C por un lapso de 30 min.

Para ello se colocó de forma uniforme los granos secos de cacao en diferentes bandejas de metal, las cuales son introducidas en el horno.

De forma aleatoria se hizo pruebas manuales ejerciendo presión con las yemas de los dedos y se observó el desprendimiento de la cascarilla, además, se realizó el control de porcentaje de humedad presente en los granos secos de cacao clon CCN-51 obteniendo un 2.45% de humedad.

Descascarillado.

Eliminación o separación de la cascarilla del grano de cacao, el cual se hizo de manera manual, este proceso da lugar a formar los “nibs” de tamaño 5 a 10mm.

Molienda.

Los nibs, son molidos, en un molino manual para granos , obteniendo el licor de cacao de 130 micrómetros.

Calentado.

Se coloca en bandejas de aluminio las muestras de licor de cacao para ser calentados en una estufa a temperaturas de 90°C, 100°C y 110°C por un tiempo de 10 y 15 min.

Prensado.

Operación que se realizó en una prensa hidráulica, las muestra de licor de cacao es acondicionado en bolsas filtros para su prensado en diferentes presiones (1000 PSI, 1200 PSI y 1400 PSI).

En esta etapa se tuvo como resultado la obtención de la manteca de cacao del clon CCN-51, procedente del licor de cacao, procediendo a medir su rendimiento.

Se determinó el contenido proximal de la grasa presente en el grano de cacao seco y lo comparamos con la cantidad de grasa extraída en el proceso de prensado.

Para esta etapa nos apoyaremos la siguiente ecuación [3.1].

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{M_f}{M_i} \times 100 \quad [3.1]$$

Donde:

M_i = Manteca o grasa presente en grano seco de cacao.

M_f = Manteca extraída de cacao por el método del prensado hidráulico.

Envasado.

La manteca obtenida es envasada en frascos de vidrio ámbar el cual es medido y rotulados respectivamente, según tratamiento.

3.4.2.2. Etapa 2: Caracterización de la manteca de cacao.

Para la caracterización Física, Química, Cromatográfica y Espectrofotométrica se toma la manteca obtenida del proceso de prensado que se tuvo mayor rendimiento. Los análisis de caracterización fueron realizados en los laboratorios Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la UNSAAC.

DIAGRAMA DE FLUJO 3. CARACTERIZACION FISICA, QUIMICA DE LA MANTECA DE CACAO.

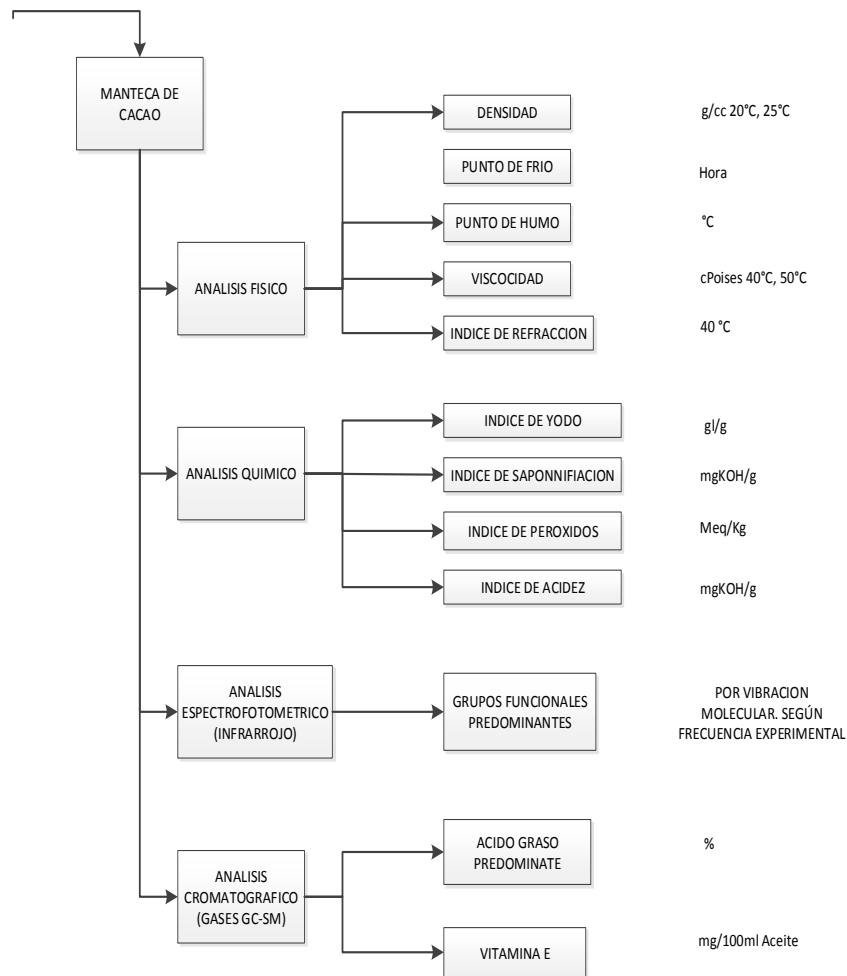


Figura 6. Flujograma del proceso de caracterización de la manteca de cacao

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo al diseño experimental 2021

3.4.3. Análisis de Laboratorio.

3.4.3.1. Análisis Físico y Químico.

Se realizó el análisis químico proximal del grano seco de cacao sin cascara y el análisis químico proximal de almendra fresca de cacao, estos estudios se realizaron en los laboratorios del Departamento de Química – UNSAAC.

TABLA 19. : Análisis químico proximal.

| Análisis Químico Proximal | Norma |
|---------------------------|-------------|
| Humedad % | NTP 206.011 |
| Proteína % | AOAC 935.39 |
| Grasa % | NTP 206.017 |
| Fibra % | FAO 14/7 |
| Carbohidratos % | AOA |
| Cenizas% | AOAC |

Fuente: Laboratorio de la UNSAAC 2020.

A la manteca extraída de granos de cacao *Teobroma cacao L.* clon CCN-51 en se realizó los siguientes análisis físico.

TABLA 20. : Detalles del análisis físico

| Análisis Físico | Norma |
|------------------------------|-------------|
| Densidad g/cc 20°C | AOAC |
| Densidad g/cc 25°C | AOAC |
| Viscosidad cPoise 40°C | AOAC |
| Viscosidad cPoise 50°C | AOAC |
| Prueba de frio (hora) | AOAC |
| Punto de Humo °C | AOAC |
| Índice de Refracción (40 °C) | NF T 75-112 |

Fuente: Laboratorio de la UNSAAC.2020.

A la manteca extraída de granos de cacao *Teobroma cacao L.* clon CCN-51 en se realizó los siguientes análisis químicos en los laboratorios de la Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco.

TABLA 21. : Análisis Químico.

| Análisis químico | Norma |
|---|----------------------------|
| Índice de Yodo (gl/g de manteca) | Winton Winton A. Alimentos |
| Índice de Saponificación (mgKOH/g de manteca) | Winton Winton A. Alimentos |
| Índice de Peroxidos (meq/kg de manteca) | NTP 206.016 |
| Índice de Acidez (mgKOH/g de manteca) | AOAC |

Fuente: Laboratorio de la UNSAAC 2020.

3.4.3.2. Análisis Cromatográfico y Espectrofotométrico.

Se realizó el análisis cromatográfico y espectrofotométrico de la manteca extraída de granos de cacao *Teobroma cacao L.* clon CCN-51 en la Unidad de Prestación de Servicios de Análisis Químico – Departamento Académico de Química – Facultad de Ciencia – Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco”.

Se analizó la Vitamina E y Colesterol presente en la manteca extraída del grano de cacao; para lo cual se realizó el método de Cromatografía HPLC el cual se realizaron en las siguientes condiciones:

TABLA 22. : Detalles del análisis químico.

| 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 4.6 x 150mm, 5um |
| Flujo de Columna | 0.7 ml/min. |
| Solvente A: | Acetonitrilo |
| Solvente B: | 2-Propanol |
| Sistema de Análisis | 0 min 60%B hasta 14 min 100%B, 15 min 100%B |
| Detección DAD | 210 nm |
| Temperatura del Horno | 30.0 °C |
| Tiempo de Análisis | 15 min. |
| Volumen de Inyección | 1.0 µl |

Fuente: Laboratorio de la UNSAAC 2020.

Se realizó también, el análisis de los ácidos grasos que se encuentran en la manteca extraída del grano de cacao, para el cual se realizó el método de Cromatografía de Gases GC-MS bajo las siguientes condiciones:

TABLA 23. : Detalles del análisis químico.

| 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 768 3B |
| Columna | DB-23, 60m x I.D 0.250 x 0.15µm Film |
| Condiciones del Cromatógrafo | |
| Temperatura del horno | Inicial 140 °C x 5 min, increment de 5°C/min hasta 230°C x 12 min. |
| Tiempo de Análisis | 35.00 min |
| Puerto de Inyección | |
| Modo | Split. |
| Relación de Split | 10:1 |
| Temp. Inicial | 250 °C |
| Tipo de Gas | Helio |
| Flujo | 0.6 mL/min |
| Volumen de Inyección | 0.1 µl |

Fuente: Laboratorio de la UNSAAC 2020.

3.5. Tratamiento de los datos.

Con respecto al análisis físico, químico, espectrofotométrico y cromatográfico de la manteca de cacao *Teobroma cacao L.K* clon CCN-51 proveniente del sector San Francisco distrito Las Piedras, provincia Tambopata del departamento de Madre de Dios, los datos serán

proporcionados por los laboratorios de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Para determinar o establecer la relación entre las variables independientes y su influencia en la variable dependiente, se realizaron 18 tratamientos con diferentes interacciones de variables independientes estudiadas, cada uno con 3 repeticiones, teniendo un total de 54 unidades experimentales de donde se obtuvo los datos para los análisis estadísticos, que se analizó usando las fórmulas matemáticas del modelo factorial y el uso de hojas de Excel.

Estos datos fueron evaluados y tratados con el modelo de análisis estadístico ANOVA, para un modelo factorial que nos permite establecer e identificar los efectos relativos de o relación y su influencia en las variables.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1.1. COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL GRANO FRESCO Y SECO DE CACAO *Theobroma cacao* L. CLON CCN-51.

Los granos o semillas de cacao *Theobroma cacao* L. clon CCN-51 fueron obtenidos de sector San Francisco ubicado a 30 Km de la ciudad de Puerto Maldonado, vía interoceánica en dirección a la provincia del Tahuamanu.

Los resultados de la composición química proximal del grano fresco y seco de cacao –CNN-51 se visualiza en la Tabla 17 la cual muestra que el grano fresco de cacao presenta un 35.46% humedad, 7.9 % de proteína, 38.0% de grasa, 1.8% de ceniza, 1.16% de fibra y 16.84 % de carbohidratos, relacionados con valores obtenidos en su investigación.

TABLA 24. : Composición química proximal del grano fresco y seco de cacao CNN-51.

| Descripción | Semilla fresca de cacao | Grano seco |
|-------------------|-------------------------|------------|
| Humedad (%) | 35.46 | 2.45 |
| Proteína (%) | 7.90 | 12.10 |
| Grasa (%) | 38.00 | 58.30 |
| Ceniza (%) | 1.80 | 2.75 |
| Fibra (%) | 1.16 | 1.17 |
| Carbohidratos (%) | 16.84 | 24.40 |

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico – UNSAAC (2020)

Por otro lado, los resultados de la composición química proximal del grano seco y fermentado sin cascara de cacao –CNN-51 se ven en la Tabla 24, el grano seco de cacao presenta un 2.45% humedad, 12.10 % de proteína,

58.30% de grasa, 2.75% de ceniza, 1.17% de fibra y 24.40 % de carbohidratos.

Donde se puede notar la diferencia proximal que existe por la pérdida de agua incrementándose sus componentes en especial las grasas y proteínas. Así mismo (Vilchez 2016) , en su investigación con CCN51, fermentado y secado, tiene una humedad 6.2% , lípidos 47.6%, proteína 12.4%, carbohidratos 30.5%, valores similares a los obtenidos por nuestra investigación, existiendo una mínima diferencia por el contenido de humedad que tienen ambos granos secos de cacao.

4.1.2. PROCESO DE EXTRACCION DE MANTECA DE CACAO *Theobroma cacao* L. CLON CCN-51 BAJO EL METODO DEL PRENSADO.

Para el proceso de extracción de manteca de los granos secos, primero se procedió a la obtención grano fermentado seco con una humedad de 8% (Proceso de fermentación tomado de la investigación de Gutiérrez y Gonzales 2018). Estos granos para el proceso de extracción fueron acondicionados mediante un tostado reduciendo su humedad entre a 2.4%. Se prensaron en la prensa hidráulica vertical 3.5 kg por cada uno de los tratamientos de acuerdo a la capacidad del cilindro de la prensa.

Se realizaron 18 tratamientos en condiciones diferentes según la Figura N° 5 (Flujograma de extracción de la manteca y uso de variables para determinar el mejor rendimiento), donde por un proceso de descascarillado se obtuvo nibs de cacao y luego por un proceso de molienda se obtuvo licor, el cual fueron sometidos a un proceso de calentamiento a 90, 100 y 110 °C por 10 y 15 min, luego de este proceso el licor de cacao es sometido al prensado, empleando una prensa de tornillo utilizando diferentes presiones de 1000, 1200 y 1400 PSI, de acuerdo al diseño experimental planteado y sus tratamientos (Tabla 17 y 18, matriz de diseño experimental y tratamientos) , Los resultados del proceso de extracción y rendimiento se detallan en la Tabla 25, donde, se observa que el tratamiento N° 18 (Muestra prensada a

1400 PSI el cual fue calentado por 15 min a una temperatura de 110 °C.), este representa el mayor porcentaje de rendimiento en extracción de la manteca de cacao que es de 64.12%, según (Egas 2015) en su trabajo de investigación con CCN51 en su extracción por prensado obtuvo un rendimiento de 75.2% \pm 2.47%, trabajando con presiones de 32 MPa a una temperatura de 100 °C, rendimiento similar a lo obtenido en nuestra investigación.

(Egas 2015), afirma además, que la presión es el factor que influye más en el rendimiento en el proceso de extracción por prensado hidráulico teniendo un comportamiento lineal al aumentar la presión se incrementa el rendimiento en un 14.25%, del mismo modo al incrementar la temperatura en un 7.35% también incrementa el rendimiento.

TABLA 25. : Rendimiento en contenido de manteca de cacao CNN-51

| TRATAMIENTO | Masa inicial Kg | GRASA inicial Kg | Manteca extraída. Kg | Rendimiento * % | Rendimiento ** % |
|-------------|-----------------|------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| 1 | 3.500 | 2.041 | 0.907 | 44.46% | 25.92% |
| 2 | 3.500 | 2.041 | 0.942 | 46.14% | 26.90% |
| 3 | 3.500 | 2.041 | 0.958 | 46.92% | 27.36% |
| 4 | 3.500 | 2.041 | 1.011 | 49.52% | 28.88% |
| 5 | 3.500 | 2.041 | 1.049 | 51.40% | 29.97% |
| 6 | 3.500 | 2.041 | 1.102 | 53.98% | 31.48% |
| 7 | 3.500 | 2.041 | 1.015 | 49.73% | 29.00% |
| 8 | 3.500 | 2.041 | 1.018 | 49.89% | 29.10% |
| 9 | 3.500 | 2.041 | 1.048 | 51.33% | 29.93% |
| 10 | 3.500 | 2.041 | 1.110 | 54.40% | 31.72% |
| 11 | 3.500 | 2.041 | 1.148 | 56.23% | 32.79% |
| 12 | 3.500 | 2.041 | 1.156 | 56.64% | 33.03% |
| 13 | 3.500 | 2.041 | 1.052 | 51.54% | 30.06% |
| 14 | 3.500 | 2.041 | 1.093 | 53.55% | 31.23% |
| 15 | 3.500 | 2.041 | 1.118 | 54.79% | 31.95% |
| 16 | 3.500 | 2.041 | 1.158 | 56.72% | 33.08% |
| 17 | 3.500 | 2.041 | 1.238 | 60.67% | 35.38% |
| 18 | 3.500 | 2.041 | 1.308 | 64.10% | 37.38% |

* Rendimiento en base al total de grasa existente en la muestra inicial.

** Rendimiento en base a la diferencia de masa de la grasa extraída y la masa de la muestra inicial.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a los resultados en el proceso de prensado en prensa hidráulica vertical. (2021)

TABLA 26. : ANOVA DE RENDIMIENTO EN EXTRACCION DE MANTECA DE CACAO CCN51.

| FUENTE DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRO MEDIO | Fo | F critica 0.05 | F critica 0.02 |
|---------------------|-------------------|--------------------|--------------|----------|----------------|----------------|
| PRESION (A) | 0.250 | 2 | 0.125 | 4104.646 | 3.259 | 4.370 |
| TIEMPO (B) | 0.212 | 1 | 0.212 | 6969.602 | 4.113 | 5.927 |
| TEMPERATURA (C) | 0.048 | 2 | 0.024 | 783.936 | 3.259 | 4.370 |
| AB | 0.003 | 2 | 0.002 | 53.581 | 3.259 | 4.370 |
| AC | 0.007 | 4 | 0.002 | 60.054 | 2.634 | 3.341 |
| BC | 0.005 | 2 | 0.002 | 78.555 | 3.259 | 4.370 |
| ABC | 0.003 | 4 | 0.001 | 24.164 | 2.634 | 3.341 |
| ERROR | 0.001 | 36 | 0.000 | | | |
| TOTAL | 0.530 | 53 | | | | |

Fuente: Elaboración propia 2020.

Al realizar el análisis de varianza entre los efectos de los tratamientos con las diferentes variables, resulta que; al 95% y 98% de confiabilidad, existe diferencias altamente significativas entre las variables: temperatura y tiempo de calentamiento y presión ejercida para la extracción de manteca. El cual se encuentran dentro de la curva de distribución normal. Por ello se acepta la hipótesis alterna donde los factores: temperatura y tiempo de calentamiento y presión de extracción influyen en el rendimiento de obtención de manteca de cacao y se rechaza la hipótesis nula donde se manifiesta que estos factores no incluyen en el rendimiento.

De acuerdo a la tabla 25: Rendimiento en contenido de manteca de cacao CCN-51), se tiene que el tratamiento N°18: muestra sometido a un calentamiento de 110 °C por 15 minutos y a un prensado de 1400 PSI de presión, tiene un rendimiento de 64.10% medido a partir de la cantidad de grasa inicial contenida en el grano seco.

4.1.3. CARACTERISACION DE LA MANTECA.

4.1.3.1. FISICAS DE LA MANTECA DE CACAO *Theobroma cacao* L. CLON CCN-51.

TABLA 27. : CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MANTECA DE CACAO

| Descripción | Unidad. | Cantidad. |
|----------------------|--------------|-----------|
| Densidad | g/cc 20°C | 0.946 |
| | g/cc 25°C | 0.943 |
| Prueba de frio | Hora | 1 |
| Punto de Humo | °C | 220 |
| Viscosidad | CPoises 40°C | 0.032 |
| | CPoises 50°C | 0.016 |
| Índice de refracción | 40 °C | 1.4602 |

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico – UNSAAC (2020).

Los resultados obtenidos de densidad y viscosidad de la manteca de cacao a una temperatura de 20 °C tienen un valor de 0.946 g/cc. y a 25°C obtiene un valor de 0.943 g/cc, la Norma Técnica NMX343 del 2007, indica que los valores de densidad relativa es de 0.973 a 0.980 gr/cm³, valores que son similares a los obtenidos en nuestra investigación.

El índice de refracción obtenido es 1.4602, en su trabajo de investigación de (Villegas, Albarracín, Willian y Coral 2016), obtuvo un índice de refracción 1.4580, la Norma Técnica NMX343 del 2007 señala que el índice de refracción es de 1.456 a 1.462. teniendo en cuenta estos valores el índice de refracción obtenido en nuestra investigación se encuentra en los rangos de la norma técnica, este índice está relacionado con el grado de saturación, siendo un indicador de la pureza de la manteca, nuestra manteca obtenida por prensado hidráulico tiene un alto grado de pureza al no existir en el proceso solventes que podrían contaminar la manteca.

En cuanto a la viscosidad medida a 40 °C tiene un valor 0.032 CPoise, y a una temperatura de 50°C, un valor de 0.016 CPoise, lo que indica que la manteca de cacao tiene una buena viscosidad para procesos industriales.

El punto de humos es de 220°C , lo que indica que la manteca de cacao podría empezar a deteriorarse en un proceso térmico cuando llegue a estos niveles de temperaturas

El punto de frio es 1 hora, de acuerdo a los análisis realizados.

4.1.3.2. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LA MANTECA DE CACAO *Theobroma cacao L.* CLON CCN-51.

TABLA 28. : CARACTERISTICAS QUIMICA DE LA MANTECA DE CACAO

| Descripción | Unidad | Cantidad. |
|--------------------------|--------------------|-----------|
| Índice de Yodo | gl/g de manteca | 38.3 |
| Índice de Saponificación | mgKOH/g de manteca | 172.0 |
| Índice de Peróxido | Meq/Kg de manteca | 2.54 |
| Índice de Acidez | mgKOH/g de manteca | 1.62 |

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico – UNSAAC (2020)

4.1.3.3. CARACTERISTICAS ESPECTROFOTOMETRICAS DE LA MANTECA DE CACAO *Theobroma cacao L.* CLON CCN-51.

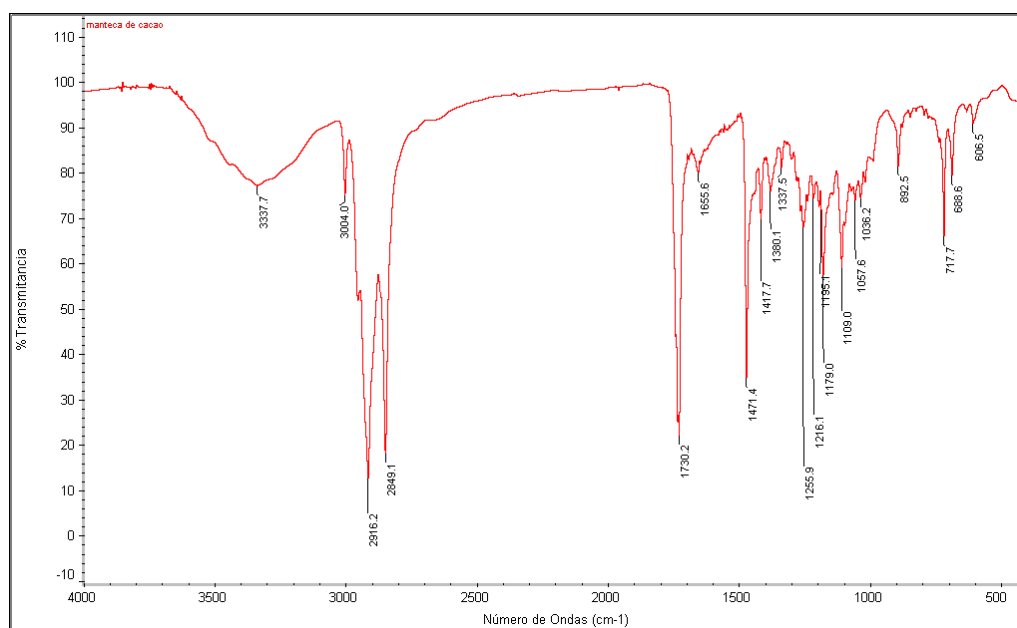


Figura 7. : Espectro Infrarojo de Manteca Cacao.

En la presente figura se muestra el espectro infrarrojo de la Manteca de cacao, cuyas frecuencias se detalla en la tabla 29

TABLA 29. : Frecuencia de absorción teoría y experimental de la manteca de cacao.

| Vibración molecular | Frecuencia teórica cm^{-1} | Frecuencia experimental cm^{-1} |
|---|-------------------------------------|--|
| γ (OH) | 3285 | 3337 |
| γ (=CH) | 3002 | 3004 |
| γ_s (CH ₂) | 2919 | 2916 |
| γ_{AS} (CH ₂) | 2848 | 2849 |
| γ (C=O) | 1730 | 1730 |
| | | 1855 |
| δ (CH ₂) | 1471 | 1471 |
| | 1416 | 1417 |
| | 1382 | 1380 |
| γ (CH) γ (CH ₂) | 1339 | 1337 |
| γ (C-O) | 1215 | 1216 |
| γ (CCOC) | 1178 | 1179 |
| γ (CO) | 1095 | 1109 |
| | 1058 | 1057 |
| | 1031 | 1036 |
| γ (CH), γ (C-C) | 892 | 892 |
| γ (CH) | 713 | 717 |
| γ (CH) | 688 | 688 |

Fuente: Elaboración propia 2020.

Al realizar la comparación de las frecuencias de los espectros infrarrojos de la manteca de cacao obtenida y los datos teóricos se observa que la vibración molecular perteneciente al γ (OH) es más pronunciado, ancho y se halla en la frecuencia de 3337 a diferencia de la teórica en 3285 esto debido a dichos grupos funcionales pueden estar formando enlaces puente de hidrogeno entre si.

El pico característica a la vibración molecular γ (=CH) se halla 3004 similar al dato teórico, y los picos que caracterizan a la vibración molecular γ (CH₂) 2916 y 2849, las frecuencias de 1471 y 1337 pertenecientes δ (CH₂) y γ (CH) γ (CH₂) respectivamente, los cuales caracterizan a los lípidos.

Los lípidos y grasas presentan en su composición los triglicéridos y en ellos se observa los grupos carbonilos de los esteres y la frecuencia que le pertenece es 1730, se identifica a los triglicéridos por el estiramiento del γ (CO), en frecuencias de vibración de 1109 a diferencia del dato teórico 1095.

Los polifenoles son representados por las frecuencias de 1471, 1416, 1337, 1109 y 1057 cm^{-1} .

4.1.3.4. CARACTERISTICAS CROMATOGRAFIAS DE LA MANTECA DE CACAO *Theobroma cacao* L. CLON CNN-51.

Se realizó la determinación del porcentaje de ácidos grasos que se encuentran en la manteca extraída del grano seco de cacao clon CNN-51, el cual, se hizo con el método de Cromatografía de Gases (GC-MS) se observa en la tabla 30 que los ácidos predominante son, Acido Palmítico 29.28%, ácido Estearico 32.87, ácido Oleico 32.77%.

TABLA 30. : Determinación de ácidos grasos presentes en la manteca de cacao clon CNN-51

| Descripción | Unidad | |
|---------------------------------------|--------|-------|
| Acido Palmítico ME (C-16:0) | % | 29.28 |
| Ácido Heptadecenoico, ester de metilo | % | 0.40 |
| Acido Esteárico ME (C18:0) | % | 32.87 |
| Ácido Oleico ME (C18:1) Omega 9 | % | 32.77 |
| Oleato de etilo | % | 0.32 |
| Ácido Linoleico ME (C18:2) Omega 6 | % | 2.71 |
| Ácido Araquídico ME (C20:0) | % | 1.16 |

Fuente: Elaboración propia 2020

A través del método de Cromatografía HPLC se determina la presencia de Vitamina E y colesterol presentes en la manteca estriada de granos secos de cacao clon CNN-51, estos resultados se observan en la tabla 31, en el cual indica que no se detectó presencia de Colesterol en la muestra; por otro

lado, se ve que los resultados conseguidos en la determinación Vitamina E por HPLC muestran la presencia de 12.05 mg de vitamina en 100g de muestra.

TABLA 31. : Determinación de Vitamina E y Colesterol presentes en la manteca de cacao clon CNN-51

| Descripción | Unidad | |
|--------------------|-----------------|---------------|
| Vitamina E | mg/100ml Aceite | 12.05 |
| Colesterol | | No se detecta |

Fuente: Laboratorio de cromatografía y Espectrometría - UNSAAC

CONCLUSIONES.

1. El grano fresco y fermentado del clon de CCN51, tiene una composición proximal de:

| Descripción | Semilla fresca de cacao | Grano seco |
|-------------------|-------------------------|------------|
| Humedad (%) | 35.46 | 2.45 |
| Proteína (%) | 7.90 | 12.10 |
| Grasa (%) | 38.00 | 58.30 |
| Ceniza (%) | 1.80 | 2.75 |
| Fibra (%) | 1.16 | 1.17 |
| Carbohidratos (%) | 16.84 | 24.40 |

2. El rendimiento de la manteca de cacao del clon CCN51 obtenido por el método de prensado hidráulico es del 64.12% considerando la cantidad de manteca inicial en los granos secos con una humedad de 2.45% y empleando una presión de extracción de 1400 PSI, un tiempo de 15 minutos y una temperatura de pre calentamiento de 110°C.
3. Existe una influencia significativa de las variables de temperatura, presión y tiempo en el rendimiento de extracción de manteca de cacao del clon CCN51, así en sus inter acciones de acuerdo al análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% y 2% (Tabla 26: ANOVA de rendimiento en extracción de manteca de cacao CCN51).
4. La manteca obtenida a través del método de prensado es de buena calidad y alta pureza de acuerdo a la caracterización física y química:
 - Caracterización física Densidad 0.946 y 0.943 g/cc, determinado a 20°C y 25°C., Prueba de frio: 1hora, Punto de Humo: 220°C., Viscosidad: 0.032 y 0.016 cpoises, determinados a 40° y 50° C., Índice de refracción: 1.4602, determinado a 40°C.
 - Caracterización química Índice de Yodo: 38.3 gl/g de manteca, Índice de saponificación: 172 mg KOH/g de manteca, Índice de

peróxido 2.54 Meq de O₂/kg de manteca, e Índice de acidez: mg KOH/g de manteca.

- La manteca del clon de CCN51, está compuesta por omega 6 y omega 9, siendo el omega 9 el de mayor proporción; Ácido linoleico ME (C18:2) omega 6: 2.71%, Ácido oleico ME (C18:1) omega 9: 32.77%, Ácido palmítico ME (C16.0) : 29.28%; entre otros ácidos grasos en menor proporción (Tabla 30: Determinación de ácidos grasos presentes en la manteca de cacao clon CCN51).

SUGERENCIAS.

Se sugiere que en futuras investigaciones:

- Se trabaje con otros clones de cacao, con la finalidad de medir su rendimiento en la extracción con prensado hidráulico, así como la caracterización Física, química, espectrofotométrica y cromatográfica.
- Debido a la influencia de parámetros de Presión de extracción, temperatura y tiempo de calentamiento, estas se deben considerar para los procesos de determinar parámetros de rendimiento en futuros trabajos de investigación.
- Se debe realizar un trabajo de perfil de sabores con el clon CCN51, tomando como base la presente investigación.

Referencia bibliográfica

- ANDRADE, J.A., RIVERA-GARCÍA, J., CHIRE-FAJARDO, G.C. y UREÑA-PERALTA, M.O., 2019. Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, vol. 10, no. 4, pp. 1-12. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/ENFOQUE.V10N4.462.
- BADUI DERGAL, S., 2006. *QUIMICA DE LOS ALIMENTOS*. Cuarta edi. S.I.: Pearson Educación de Mexico, S.A. de C.V. ISBN 9702606705.
- BERMEJO MARTÍNEZ, F., BERMEJO BARRERA, M. del P. y BERMEJO BARRERA, A., 1991. Química analítica general, cuantitativa e instrumental. ,
- CODEX STAN, 2001. CODEX STAN 86 Norma para la manteca de cacao. [en línea], [Consulta: 21 junio 2022]. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/stan/CODEX_STAN_86.htm.
- CRUZ, G. de la, 2017. PUNTOS DE HUMO DE LOS ACEITES COMESTIBLES. *Divulgación Salud* [en línea]. [Consulta: 26 junio 2022]. Disponible en: <https://www.aceitesgarciadelacruz.com/puntos-de-humo-de-los-aceites-comestibles/>.
- EGAS, M.A., 2015. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS TÉCNICO FINANCIERO DEL PROCESO DE PRENSADO DE LICOR DE CACAO (*Theobroma cacao*) PARA LA OBTENCIÓN DE MANTECA Y POLVO DE CACAO. [en línea], pp. 1-126. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11477>.
- FAO, 2009. CACAO: Operaciones Poscosecha. *Organizacion de las naciones Unidas para la alimentacion y la Agricultura* [en línea], pp. 1-78. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>.
- GEA, M., 2017. La manteca de cacao: su origen, propiedades cosméticas y formulación. *La Ciencia de Cosmética Natural* [en línea]. Disponible en:

<https://www.mentactiva.com/manteca-de-cacao-origen-propiedades-cosmeticas-y-formulacion/>.

GUTIERREZ, R. y GONZALES, G., 2018. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA FERMENTACIÓN Y SECADO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L) TIPO CCN-51 Y CRIOLLO EN SU PORCENTAJE DE FERMENTACIÓN Y SECADO, EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA – MDD. [en línea], pp. 121. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/366>.

KALVATCHEV, Z., GARZARO, D. y GUERRA, F., 1998. *Theobroma Cacao* L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. *Agroalimentaria*, vol. 6, pp. 23-25.

LARES, M., PÉREZ, E., ÁLVAREZ, C., PEROZO, J. y EL KHORI, S., 2013. Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio. *Agronomía Tropical* [en línea], vol. 63, no. 1-2, pp. 37-47. [Consulta: 26 junio 2022]. ISSN 0002-192X. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2013000100004.

LUCERO, M., 2014. CARACTERIZACIÓN DE LA MANTECA DE CACAO DE TRES VARIEDADES TRINITARIO (CCN-51), NACIONAL (EET-103) Y FORASTERO (IMC-67), QUEVEDO – ECUADOR. *Implementation Science* [en línea], vol. 39, no. 1, pp. 1-15. ISSN 08445621. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025><http://dx.doi.org/10.1038/nature10402><http://dx.doi.org/10.1038/nature21059><http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127><http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577><http://>

MIDAGRI-DGPA-DEEIA y ARMANDO, C., 2016. ESTUDIO DEL CACAO EN EL PERU Y EN EL MUNDO. Un analisis de la produccion y el comercio. , pp. 1-90.

NMX-F-343-SCFI, 2007. ALIMENTOS – MANTECA DE CACAO-
ESPECIFICACIONES. , pp. 1-12.

SUBRAMANIAM, S., FAHY, E., GUPTA, S., SUD, M., BYRNES, R.W.,
COTTER, D., DINASARAPU, A.R. y MAURYA, M.R., 2011.
Bioinformatics and systems biology of the lipidome. *Chemical Reviews*,
vol. 111, no. 10, pp. 6452-6490. ISSN 00092665. DOI
10.1021/CR200295K.


VILCHEZ, N., 2016. EFECTO DEL MATERIAL DEL FERMENTADOR, EN
EL GRADO DE FERMENTACIÓN DE GRANOS DE CACAO
(*Theobroma cacao* L, Clon: CCN - 51). , ISSN 2451-7925.


VILLEGAS, C.I., ALBARRACÍN, WILLIAM, P. y CORAL, M., 2016.
EXTRACCIÓN DE MANTECA DE CACAO A PARTIR DE DOS
HIBRIDOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.). *Revista De La Facultad
De Ciencias Farmacéuticas Y Alimentarias*, vol. 57, no. 52, pp. 88-90.

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. , pp. 129.

ANEXOS

ANEXO 1: Resultado de análisis físico químico de almendra fresca de cacao.

**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
Nº0077-20-LAQ

SOLICITANTE: SILMAX JESUS INCACUTIPA RAMOS
WIFORD QUISPE CONDORI

INSTITUCION: UNIVERISDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : ALMENDRA DE CACAO
FRESCA SIN CÁSCARA

FECHA A. : C/04/02/2020


RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:


=====

| | |
|-----------------|-------|
| Humedad % | 35.46 |
| Proteína % | 7.90 |
| Grasa % | 38.00 |
| Ceniza % | 1.80 |
| Fibra % | 1.16 |
| Carbohidratos % | 16.84 |

=====

* 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 de Análisis


Melquides Herrera Arivilca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXO 2: Resultados de análisis físico químico del grano seco de cacao.

**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
Nº0078-20-LAQ

SOLICITANTE: SILMAX JESUS INCACUTIPA RAMOS
WIFORD QUISPE CONDORI

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : ALMENDRA DE CACAO
SECO SIN CÁSCARA

FECHA A. : C/04/02/2020

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

=====


| | |
|-----------------|-------|
| Humedad % | 2.45 |
| Proteína % | 12.10 |
| Grasa % | 58.30 |
| Ceniza % | 2.75 |
| Fibra % | 1.70 |
| Carbohidratos % | 24.40 |


=====

* 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 de Análisis
Melquides Herrera Arivilca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXO 3: Resultados las características químicas de la manteca de cacao.

**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
Nº0076-20-LAQ

SOLICITANTE: SILMAX JESUS INCACUTIPA RAMOS
WIFORD QUISPE CONDORI

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : MANTECA DE CACAO

FECHA A. : C/04/02/2020


RESULTADO ANALISIS CARACTERISTICAS QUIMICAS:


=====

| | |
|------------------------------------|--------|
| Prueba de Frío (Hora) | 1 |
| Punto de Humo °C | 220 |
| Indice de Refracción (40°C) | 1.4602 |
| Indice de Yodo (gI/g) | 38.30 |
| Indice de Saponificación (mgKOH/g) | 172.0 |
| Indice de Peróxidos meq/Kg | 2.54 |
| Indice de Acidez (mgKOH/g) | 1.62 |

=====

* 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 de Análisis
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

ANEXO 4: Resultado de análisis físico químico de la manteca de cacao.

**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
Nº0079-20-LAQ

SOLICITANTE: SILMAX JESUS INCACUTIPA RAMOS
WIFORD QUISPE CONDORI

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : MANTECA DE CACAO

FECHA A. : C/04/02/2020

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

=====

| | |
|-----------------|-------|
| Humedad % | 0.11 |
| Proteína % | 0.00 |
| Grasa % | 99.89 |
| 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 de Análisis
Melquiades Herrera Arivilca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

UNSAAC

ANEXO 5: Resultados de análisis físico de la manteca de cacao.



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

Nº0024-21-LAQ

SOLICITANTE: SILMAX JESUS INCACUTIPA RAMOS
WIFORD QUISPE CONDORI

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS

MUESTRA : MANTEGA DE CACAO / CCN 51

FECHA A. : C/03/03/2021

RESULTADO ANALISIS FISICO

| | |
|------------------------|-------|
| Densidad g/cc 20°C | 0.946 |
| Densidad g/cc 25°C | 0.943 |
| Viscosidad cPoise 40°C | 0.032 |
| Viscosidad cPoise 50°C | 0.016 |

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

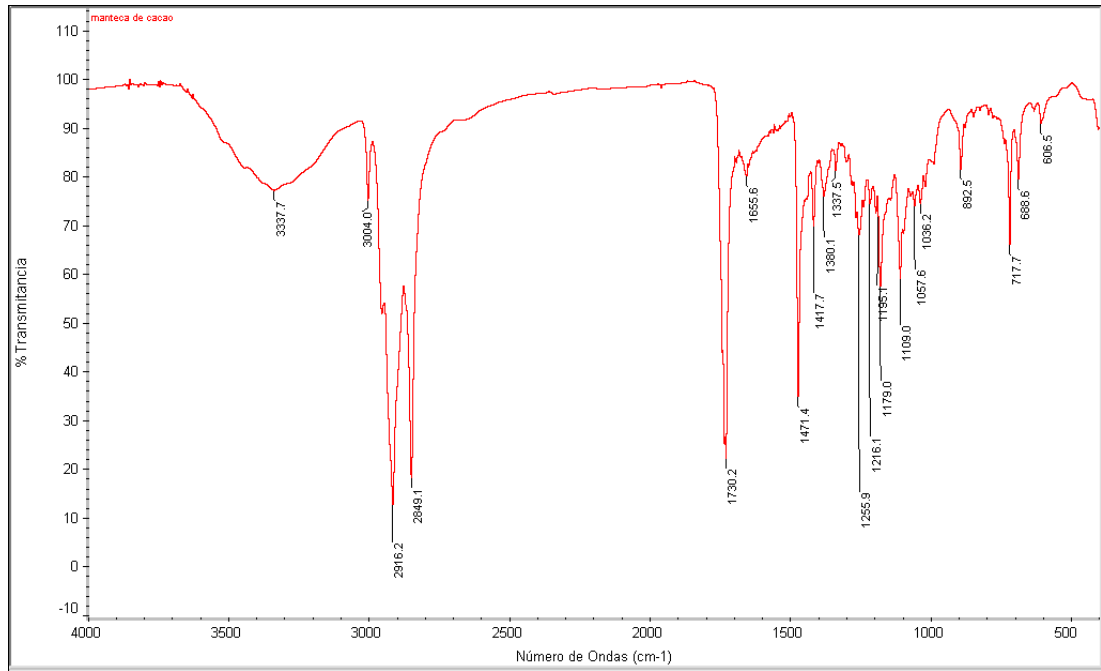
Cusco, 27 de Julio 2021



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

Melquiades Herrera Antollica
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXO 6: Resultados del análisis espectrofotométrico de la manteca de cacao.



ANEXO 7: Resultados de Cromatografía HPLC de la manteca de cacao



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, 04 de Marzo del 2020

Solicitante : Silmax Jesús Incautipa Ramos y Wilford Quispe Condori
Tipo de Análisis : Determinación de Vitamina E y Colesterol
Metodo : Cromatografía HPLC
Tipo de Muestras : Manteca de Cacao
Cantidad de Muestra : 1 Frasco de 1L aproximadamente
Almacenamiento : 4 °C.

| Muestra | Repetición | | | Promedio | Colesterol |
|---------------|------------|-------|-------|--------------------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | Vitamina E mg/100 mL Aceite | |
| Manteca Cacao | 12.05 | 12.06 | 12.03 | 12.05 | 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

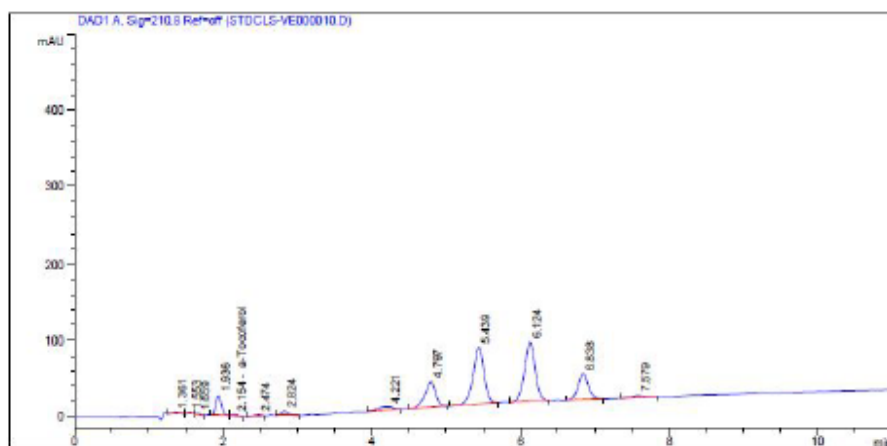
- Katsanidis, E., & Addis, P. B. (1999). Novel HPLC analysis of tocopherols, tocotrienols, and cholesterol in tissue. *Free Radical Biology and Medicine*, 27(11), 1137–1140. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(99\)00205-1](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(99)00205-1)
- MACHERY-NAGEL, Germany 2018. 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](https://www.hplc.eu/Downloads/MN_Nucleodur.pdf)
- 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>

Quím. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
COP- 914



RESULTADOS

Cusco, 04 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

Quím. Jorge Choquenaira Parr
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC
CQP - 914

ANEXO 8: Resultados de ácidos grasos presentes en la manteca de cacao por el método de Cromatografía de Gases GC-MS



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, 04 de Marzo del 2020

Solicitante : Silmax Jesús Inacutipá Ramos y Wilford Quispe Condori
Tipo de Análisis : Determinación de Ácidos Grasos
Método : Cromatografía de Gases GC-MS.
Tipo de Muestras : Manteca de Cacao
Cantidad de Muestra : 1 Frasco de 1L aproximadamente
Almacenamiento : 4 °C.

| Manteca de Cacao | Repeticiones | | | Promedio | |
|-----------------------------------|--------------|---------|---------|----------|-------|
| | Acido graso | 1 | 2 | | 3 |
| Palmitic Acid ME (C 16:0) | | 29.5882 | 29.2796 | 28.9784 | 29.28 |
| Stearic Acid ME(C18:0) | | 0.2846 | 0.2913 | 0.3109 | 0.30 |
| Heptadecanoic acid, methyl ester | | 0.4214 | 0.3686 | 0.4007 | 0.40 |
| Stearic Acid ME(C18:0) | | 32.7419 | 32.7578 | 33.1133 | 32.87 |
| Elaidic Acid ME(C18:1n9t) omega 9 | | 32.7153 | 32.7723 | 32.8077 | 32.77 |
| Ethyl Oleate | | 0.3204 | 0.3392 | 0.2944 | 0.32 |
| Linoleic Acid ME(C18:2n6c)omega 6 | | 2.7627 | 2.6876 | 2.6835 | 2.71 |
| Arachidic Acid ME (C20:0) | | 1.1654 | 1.1892 | 1.1196 | 1.16 |

Nota: La identificación se basó mediante la comparación de un mix de 19 tipos de ácidos grasos, se usó los espectros de masas de la muestra y se corroboró con la biblioteca de espectros de National Institute of Standards and Technology versión 11 (NIST v11). expresa el contenido en % de ácidos grasos metil ester por 100 gr de muestra, la metodología desarrollada para la determinación de ácidos grasos es de acuerdo a la literatura descrita.

Referencia

- 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>

Quím. 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, 04 de Marzo del 2020

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 0.15µm Film. |

Condiciones del cromatógrafo.

Temperatura del Horno
inicial 140°C por 5 min, incremento de 5 °C/min hasta 230 °C, por 12 min
Tiempo de Análisis: 35.00 min

Puerto de Inyección

| | |
|--------------------|------------|
| Modo: | Split |
| Relación de Split: | 10:1 |
| Temp. Inicial: | 250 °C |
| Tipo de Gas: | Helio |
| Flujo: | 0.6 mL/min |

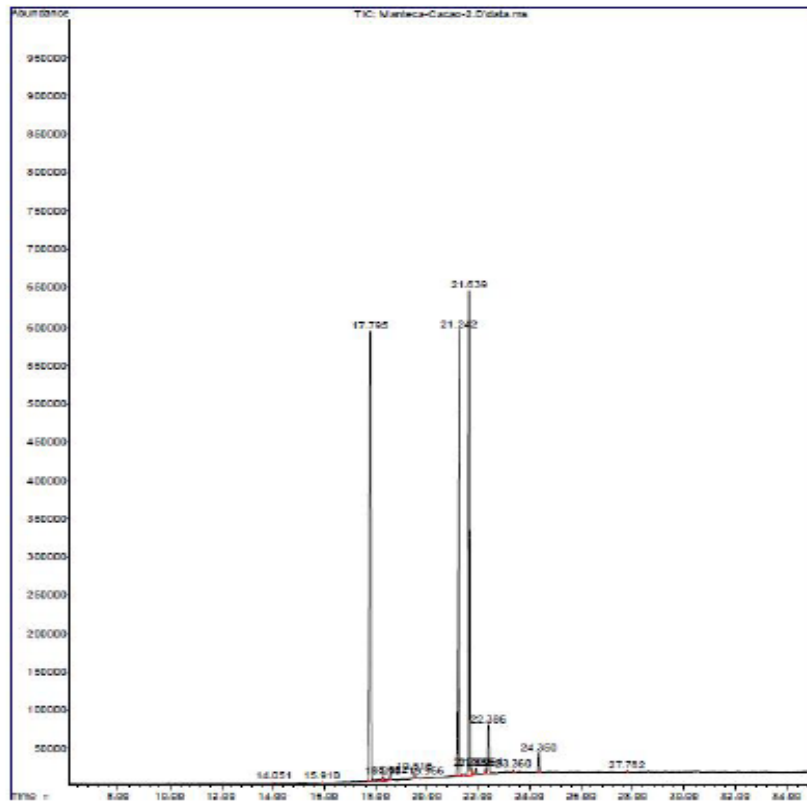
Volumen de Inyección: 0.1 µL

Quim. Jorge Choquenaira Parr
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC.
CCP-914



RESULTADOS

Cusco, 04 de Marzo del 2020



Quim. Jorge Choquenra Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC

ANEXO 9: Fotos del desarrollo experimental de la tesis.



