UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE OBTENIDO MEDIANTE EXTRACCIÓN MECÁNICA EN FRÍO DE TRES ECOTIPOS DE AGUAJE *(Mauritia flexuosa* L.) EN LA REGIÓN DE UCAYALI"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

JOSE ANTONIO PAREDES AMASIFUEN

PUCALLPA - PERÚ

2021

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **JOSE ANTONIO PAREDES AMASIFUEN,** denominada: **"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE OBTENIDO MEDIANTE EXTRACCIÓN MECÁNICA EN FRÍO DE TRES ECOTIPOS DE AGUAJE (*Mauritia flexuosa* L.) EN LA REGIÓN DE UCAYALI**", para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **BUENO**.

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el (Grado Académico……), (Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 13 de enero del 2021.

.....	.....
Ing. Carlos Alberto Ramírez Chumbe, Dr.	Ing. Alex Rengifo Zumaeta, Mg.
Presidente	Secretario
.....	.....
Ing. Carlos Ruiz Padilla, M.Sc.	Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M.Sc.
Miembro	Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Ing. Carlos Alberto Ramírez Chumbe, Dr. ……
Presidente

Ing. Alex Rengifo Zumaeta, Mg. ……
Secretario

Ing. Carlos Ruíz Padilla, M.Sc. ……
Miembro

Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M.Sc. ……
Asesor

Bach. José Antonio Paredes Amasifuen ……
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0315-2020

La **Dirección General de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe Final (Tesis) Titulado:**

"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE OBTENIDO MEDIANTE EXTRACCIÓN MECÁNICAS EN FRIO DE TRES ECOTIPOS DE AGUAJE (*Mauritia flexuosa L*), EN LA REGIÓN DE UCAYALI"

Cuyo autor (es)	:	**PAREDES AMASIFUEN, JOSÉ ANTONIO**
Facultad	:	CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional	:	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
Asesor(a)	:	Mg. VICENTE SANTA CRUZ, EDGAR

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 06%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.
En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 30/11/2020

Dra. DINA PARI QUISPE
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, JOSE ANTONIO PAREDES AMASIFUEN.
Autor de la TESIS titulada:
"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS FISICO-QUÍMICAS DEL ACEITE OBTENIDO MEDIANTE EXTRACCIÓN MECÁNICA EN FRIO DE TRES ECOTIPOS DE AGUAJE (Mauritia flexuosa L.) EN LA REGIÓN DE UCAYALI".

Sustentada el año: 2021.
Con la asesoría de: Ing. EDGAR VICENTE SANTA CRUZ, MSc.
En la Facultad de: CIENCIAS AGROPECUARIAS.
Carrera Profesional de: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [x] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 13 / 01 / 2021

Email: pared5153.ie@gmail.com Firma:

Teléfono: 976640179 DNI: 40720595

DEDICATORIA.

En primer lugar a Jehová mi Dios, quien me brindó las fuerzas necesarias para la culminación de este trabajo de investigación, al darme salud, sabiduría y por guiar mi camino en todo momento.

A mi querida madre Rosa Amelia, quien me apoyó incondicionalmente durante toda mi epata universitaria, este trabajo va dedicado a ella, porque ella es la persona más importante para mí.

AGRADECIMIENTO.

Agradecer en primer lugar a Dios, porque es quien nos da la vida y fuerza a diario, para superar todo obstáculo que se nos presenta.

Agradecer de una manera muy afectuosa a mi alma mater, mi querida Universidad Nacional de Ucayali, por acogerme durante todo el periodo académico que duró mi formación académica, a la excelente plana docente que se encuentra en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

A mi asesor, Ing. M.Sc. Edgar Vicente Santa Cruz, por su orientación y apoyo en el desarrollo de la investigación y las revisiones de la misma.

Al Ing. M.Sc. Ader Martin Guerra Ríos, jefe de Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Ucayali, por sus orientaciones y apoyo brindado durante la realización del trabajo de investigación.

Al Ing. Joao Marco Flores Teco, por su orientación y apoyo brindado, durante la realización del trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial que a través de sus conocimientos impartidos pude llegar a la meta final, por sus consejos y las metodologías que impartidas, en bien de mi formación profesional.

A cada uno de mis compañeros que me apoyaron en todo momento de la elaboración de este trabajo de investigación, por el apoyo recibido durante la recolección de la materia prima hasta su destino final que fue la extracción de aceite.

ÍNDICE.

RESUMEN……..xi
LISTA DE CUADROS……..……xv
LISTA DE FIGURAS……..xvii
I. INTRODUCCIÓN. 1
II. REVISIÓN DE LITERATURA. 2
2.1. ANTECEDENTES. 2
2.2. GENERALIDADES DEL AGUAJE *(Mauritia flexuosa L.).* 3
2.2.1. Distribución geográfica. 4
2.2.2. El aguaje (*Mauritia flexuosa* L.). 4
2.2.3. Taxonomía. 5
2.2.4. Morfología. 5
2.2.5. Ecología. 6
2.2.6. Cosecha. 6
2.2.7. Valor nutricional. 6
2.2.8. Tipos de aguaje. 7
2.2.9. Composición mineral del aguaje. 8
2.2.10. Usos. 9
2.3. EXTRACCIÓN DE ACEITES. 9
2.3.1. Tipos de extracción. 10
2.3.2. Composición química del aceite. 10
III. MATERIALES Y MÉTODOS. 12
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN. 12
3.2. MATERIA PRIMA. 12
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS. 12
3.3.1. Reactivos. 12
3.3.2. Materiales e instrumentos. 12

3.3.3. Equipos. 13
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL. 13
3.4.1. Recepción de materia prima. 14
3.4.2. Selección y clasificación. 14
3.4.3. Lavado y desinfectado. 14
3.4.4. Acondicionamiento. 14
3.4.5. Pulpeado. 14
3.4.6. Deshidratado. 15
3.4.7. Prensado. 15
3.4.8. Filtrado. 15
3.4.9. Envasado. 15
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS. 15
3.5.1. Análisis fisicoquímicos. 15
3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN. 16
3.6.1. Diseño experimental. 16
3.6.2. Tratamientos. 16
3.6.3. Análisis estadístico. 17
3.6.4. Población y muestra. 17
3.6.5. Nivel de la investigación. 17
3.7. VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES. 18
3.7.1. Variables independientes. 18
3.7.2. Variables dependientes. 18
IV. RESULTADOS. 19
4.1. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE AGUAJE. 19
4.1.1. Resultados de rendimiento. 19
4.1.2. Resultados de aceites en pulpas. 20

4.1.3. Resultados de densidad. 21
4.1.4. Resultados de humedad. 22
4.1.5. Resultados de acidez. 22
4.1.6. Resultados de pH. 23
4.1.7. Resultados de índice de yodo. 24
4.1.8. Resultados de saponificación. 25
4.1.9. Resultados de peróxido. 26
4.1.10. Resultados de índice de refracción. 27
V. DISCUSIÓN 28
5.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL ACEITE DE AGUAJE. 28
5.1.1. Rendimiento. 28
5.1.2. Aceite en pulpa. 28
5.1.3. Densidad. 29
5.1.4. Humedad. 29
5.1.5. Acidez. 30
5.1.6. Índice de yodo. 30
5.1.7. Índice de saponificación. 31
5.1.8. Peróxido. 31
5.1.9. Índice de refracción. 32
VI. CONCLUSIONES. 33
VII. RECOMENDACIONES. 34
VIII. LITERATURA CITADA. 35
IX. ANEXO. 41

RESUMEN.

El desarrollo del presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado a latitud Sur 8°23'48,11", a longitud Oeste 74°35'10,93° y altitud de 154 m.s.n.m. La planta de extracción de aceites sacha inchi y los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial para la realización de los posteriores análisis fisicoquímicos. El presente trabajo tuvo como objetivo principal la extracción del aceite crudo de aguaje *(Mauritia flexuosa* L.*)*, a través del método físico de prensa, utilizando como materia prima tres ecotipos de aguaje (amarillo, ponguete y shambo); además de usar la pulpa/cáscara y solo la pulpa para la extracción del aceite de aguaje. Teniendo de esta manera un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3X2. F_A: Ecotipos de aguaje y F_B: uso de la pulpa/cáscara y solo pulpa cada uno de los tratamientos en estudio con sus repeticiones. La materia prima se obtuvo del fundo del Sr. José Hernández, el cual se ubica en el distrito de campo verde Km 34, caserío Agua Blanca y del Sr. Emilio Vela en el caserío Tierra Roja. Las variables respuestas fueron sometidas a un análisis de varianza para apreciar si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio a un ($p \leq 0,05$) y a un nivel de confianza de 95% para la prueba de comparación múltiple de Tukey si hubiese diferencias entre tratamientos. Los cuadros ANOVA se pueden apreciar en los anexos, una vez encontrada las diferencias entre los tratamientos en estudio se indicó que; la variable respuesta de rendimiento del aceite quien obtuvo mejores valores fue el ecotipo shambo, con media de 4.44% expresado en porcentaje (%) usando la pulpa de aguaje sin cáscara en pulpa seca previamente acondicionado en cabina, para aceite en pulpas según el cuadro estadístico en cuanto a las características fisicoquímicas no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos al igual que en la densidad de estos, del mismo modo para la variable respuesta de humedad, debido a que las características son similares entre los tratamientos en dichas variables mencionadas. Valores de acidez expresada en porcentajes, se obtuvo que se pueden utilizar los ecos tipo ponguete y shambo debido a que presentaron los mejores valores de media con 3.22% y 3.65%, y usando la pulpa de aguaje sin cáscara, en cuanto a la variable respuesta de pH se obtuvo que tanto los factores

A y B comparten los mismos valores de medias con una desviación estándar de ± 0.35% entre tratamientos, valores para el índice de yodo fue de 77.702 para el ecotipo shambo y el mejor uso fue el de solo pulpa de aguaje, valores para el índice de saponificación expresado en porcentajes fue de 192.54% para el ecotipo shambo y 192.35% para el ecotipo amarillo, del mismo modo el uso de solo pulpa se obtuvo mejores resultados de media. Según el cuadro ANOVA no se encontró diferencias en la variable respuesta de índice de peróxido debido a que el aceite usado estaba en óptimas condiciones de almacenamiento, en la variable respuesta de índice de refracción sólo se encontró diferencias en el factor B que es uso de solo pulpa de aguaje para la extracción del aceite con medias de 1.444%.

Palabras claves: Ecotipos, prensa mecánica, aceite de aguaje, *Mauritia flexuosa* L. análisis fisicoquímicos.

ABSTRACT.

The development of the present work of investigation was carried out in the environments of the National University of Ucayali, located to South latitude 8°23'48,11", to West longitude 74°35'10,93° and altitude of 154 m.s.n.m. The extraction plant of sacha inchi oils and the laboratories of the professional school of agro-industrial engineering for the realization of the subsequent physicochemical analyses. The present work has as main objective the extraction of the crude oil from aguaje (*Mauritia flexuosa* L.), through the fiscal method of press, using as raw material three eco types of aguaje (Amarillo, ponguete and shambo) besides using the pulp/hull and only the pulp for the extraction of the aguaje oil. Having this way a completely random design with a 3X2 factorial arrangement. FA: Eco types of aguaje and FB: use of the pulp/hull and only pulp each of the treatments under study with its repetitions. The raw material was obtained from the farm of Mr. Jose Hernandez, which is located in the district of campo verde Km 34, caserío Agua Blanca and Mr. Emilio Vela in the caserío Tierra Roja. The response variables were subjected to an analysis of variance to appreciate if there are significant statistical differences between the treatments in study at a ($p \leq 0,05$) and at a 95% confidence level for the Tukey multiple comparison test if there were differences between treatments. The ANOVA tables can be appreciated in the annexes, once found differences between the treatments in study it is indicated that; the variable response of oil yield who obtained better values was the shambo type echo, with average of 4.44 expressed in percentage (%) using the pulp of water without shell, for oil in pulp according to the statistical table no statistical differences were found between treatments as well as in the density of these, in the same way for the variable response of humidity, due to the characteristics are similar between the treatments in these mentioned variables. Values of acidity expressed in percentages, it was obtained that the ponguete and shambo type echoes can be used because they presented the best mean values with 3.22% and 3.65%, and using the pulp of water without shell, as for the variable response of pH it was obtained that both factors A and B share the same mean values with a standard deviation of ± 0. 35% between treatments, values for the iodine index was 77.702 for the shambo type echo and the best use is the only water pulp, values for the

saponification index expressed in percentages was 192.54% for the shambo type echo and 192.35% for the yellow type echo, in the same way the use of only pulp was obtained better results of average. According to the ANOVA table, no differences were found in the peroxide index response variable due to the fact that the used oil was in optimal storage conditions. In the refraction index response variable, only differences were found in the factor B, which is the use of only the water pupa for oil extraction, with a mean of 1.444%.

Keywords: Eco types, mechanical press, oil of aguaje, Mauritia flexuosa L. physicochemical analysis.

LISTA DE CUADROS.

En el texto: **Pág.**

Cuadro 1. Clasificación taxonómica. 5
Cuadro 2. Composición proximal de la pulpa de aguaje. 7
Cuadro 3. Composición de minerales encontrados en la pulpa de aguaje. 9
Cuadro 4. Características fisicoquímicas del aceite de aguaje. 11
Cuadro 5. Tratamientos experimentales. 17
Cuadro 6. Resultados rendimiento del aceite de aguaje de la pulpa fresca. . 20
Cuadro 7. Resultados promedios de aceite en pulpa. 21
Cuadro 8. Resultados promedios de acidez del aceite de aguaje. 23
Cuadro 9. Resultados promedios de pH del aceite de aguaje. 24
Cuadro 10. Resultados promedios de índice de yodo del aceite de aguaje. ... 25
Cuadro 11. Resultados promedios de índice de yodo del aceite de aguaje. ... 26
Cuadro 12. Resultados promedios de saponificación del aceite de aguaje. ... 27

En el anexo:

Cuadro 13A. Rendimiento de aceite de aguaje. 46
Cuadro 14A. Aceite en pulpa de aguaje (prensa en frío). 47
Cuadro 15A. Densidad del aceite de aguaje. 48
Cuadro 16A. Humedad del aceite de aguaje. 49
Cuadro 17A. Acidez del aceite de aguaje. 50
Cuadro 18A. pH del aceite de aguaje. 51
Cuadro 19A. Índice de yodo del aceite de aguaje. 52
Cuadro 20A. Índice de saponificación del aceite de aguaje. 53
Cuadro 21A. Índice de peróxido del aceite de aguaje. 54
Cuadro 22A. Índice de refracción del aceite de aguaje. 55
Cuadro 23A. Análisis de varianza para la variable respuesta rendimiento. 56
Cuadro 24A. Análisis de varianza para la variable respuesta aceite en pulpa. 56
Cuadro 25A. Análisis de varianza para la variable respuesta densidad. 57
Cuadro 26A. Análisis de varianza para la variable respuesta humedad. 57
Cuadro 27A. Análisis de varianza para la variable respuesta acidez. 58
Cuadro 28A. Análisis de varianza para la variable respuesta pH. 58

Cuadro 29A. Análisis de varianza para la variable respuesta índice de yodo. 59
Cuadro 30A. Análisis de varianza para la variable respuesta índice de saponificación. 59
Cuadro 31A. Análisis de varianza para la variable respuesta índice de peróxido.....60
Cuadro 32A. Análisis de varianza para la variable respuesta índice de refracción.....60

LISTA DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Ubicación geográfica de aguaje en la amazonia de América Latina. . 3
Figura 2. Planta de aguaje Mauritia flexuosa. 4
Figura 3. Diagrama de bloques para la obtención de aceite de aguaje..... 13

En el anexo:

Figura 4A. Recepción y peso de la materia prima……...61
Figura 5A. Acondicionamiento de la materia prima……61
Figura 6A. Desinfección de la materia prima con solución clorada……..61
Figura 7A. Toma de temperatura para ablandar el aguaje……..…..61
Figura 8A. Con una malla se retira la pulpa y cáscara del aguaje……62
Figura 9A. La masa obtenida es llevada a la pulpeadora…….....62
Figura 10A. Obtención pulpa de aguaje y cáscara por separado….....62
Figura 11A. Prensa mecánica usada para la extracción de aceite…….62
Figura 12A. Deshidratador……63
Figura 13A. Pulpa deshidratada procedente de la cabina……63
Figura 14A. Análisis de pH e índice de acidez……...63
Figura 15A. Determinación de humedad……63
Figura 16A. Determinación de contenido de aceite en pulpa……..64
Figura 17A. Determinación de densidad con picnómetro……64

I. INTRODUCCIÓN.

La Amazonía Peruana cuenta con una gran diversidad en flora, donde se pueden encontrar diversos frutos exóticos y muy nutritivos para la población, uno de ellos es el aguaje *Mauritia flexuosa* L., la cual es una palmera que se pueden encontrar en zonas pantanosas o en condiciones inundables, es ahí donde se ubica esta palmera.

El fruto de aguaje es un producto muy nutritivo, ya que posee diversos compuestos minerales beneficiosos para la salud, además de vitaminas y las calorías por cada gramo consumido. La Amazonía peruana cuenta con grandes extensiones de este fruto de aguaje, dándole un uso solo como masa para la elaboración de muchos derivados como, refrescos, helados y más. Una de las alternativas para extender la gama de productos derivados del aguaje es la extracción de su aceite, conservando así las propiedades que este posee.

Para ello es importante desarrollar nuevas tecnologías que nos permitan aprovechar al máximo los recursos que la naturaleza nos brinda a través de esta palmera de aguaje, es por ello que este trabajo de investigación se desarrolla en el uso de la prensa en frío para la extracción del aceite de tres ecos tipos de aguaje (amarillo, ponguete y shambo) evitando así el uso de elementos químicos que puedan desnaturalizar las propiedades naturales del aceite. Con el presente estudio se analizó las propiedades fisicoquímicas del aceite prensado en frío con el uso de la cáscara/pulpa y solo cáscara para determinar si existen algunas variaciones en cuanto al uso de la cáscara para la extracción del aceite.

Con este trabajo de investigación se pretende establecer propuestas de transformación en el campo agroindustrial para así aprovechar al máximo el fruto de aguaje a través de su explotación pero teniendo en cuenta la armonía con el medio ambiente.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. ANTECEDENTES.

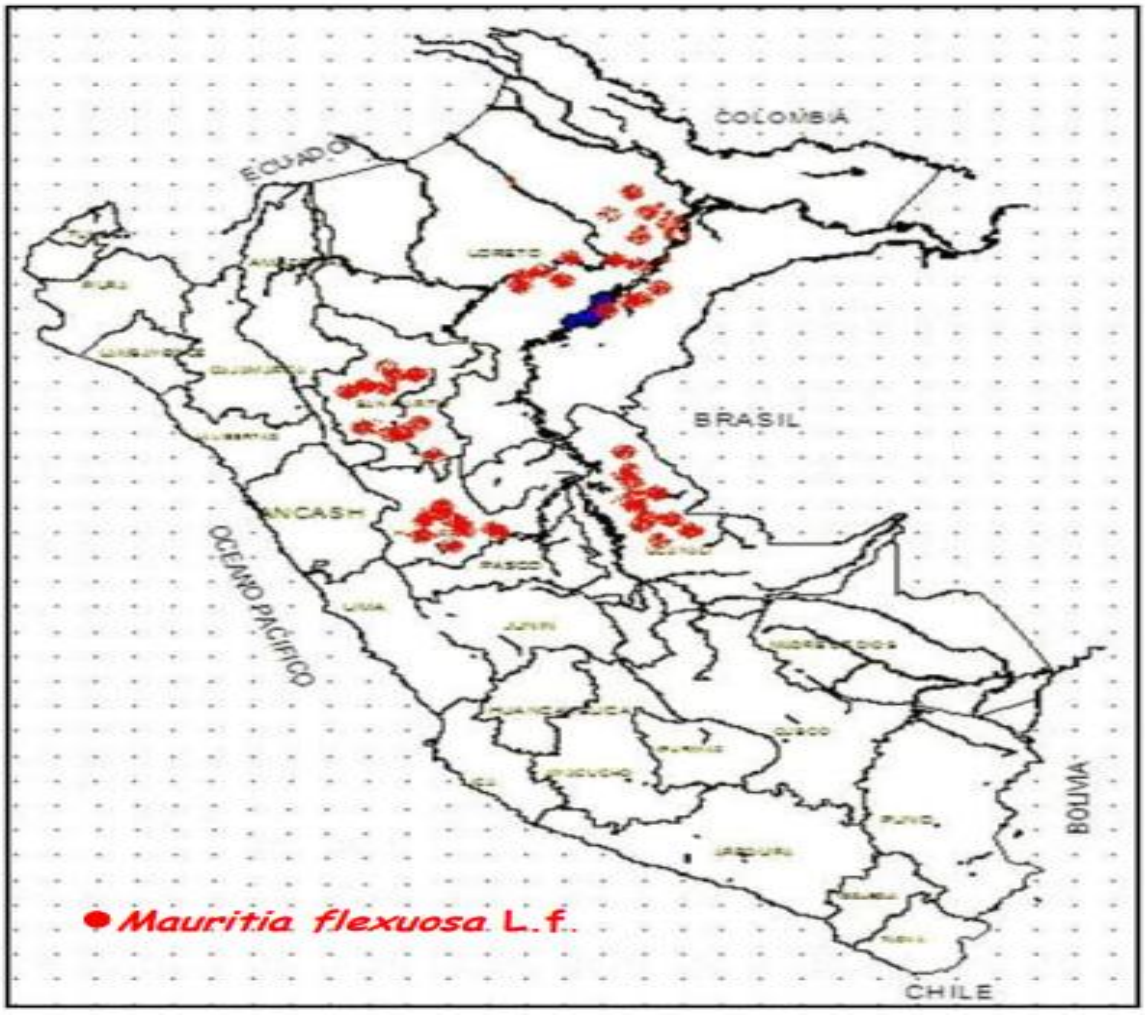
Martínez (2011), en su trabajo de investigación evaluó la actividad antioxidante de tres tipos de frutos amazónicos y su fracción insaponificable. Para ello utilizó el método de DPPH y B - carotenos para su obtención. La extracción de los aceites lo realizó a través del prensado de los frutos mencionados, a lo cual evaluó sus propiedades y obteniendo los siguientes valores para índice de refracción 1.450 a 20 ºC, índice de acidez 1.899 expresado en (%), índice de saponificación 143.173 expresado (meq KOH/g) e índice de peróxidos19.546 expresado en (meq O_2/Kg).

Alves *et al.,* (2020), caracterizaron y evaluaron químicamente las propiedades antioxidantes del aceite de aguaje (*Mauritia flexuosa*), dentro de los principales análisis del aceite reportaron valores para acidez expresado en porcentajes fue de 5.71 expresado en mgKOH/g, índice de saponificación 210.97 expresado en mgKOH/g e índice de refracción 1.467 expresado en n_D^{20}. Estos valores son corroborados por la normativa de la agencia nacional de vigilancia sanitaria. El aceite que fue sometido a análisis fisicoquímicos fue extraído de la pulpa de aguaje por medio de prensa. La investigación concluye que los resultados obtenidos en cuanto al aceite de aguaje (*Mauritia flexuosa*) pueden ser utilizados como alimentos funcionales.

Cárdenas (2011), en su trabajo de investigación desarrolló una máquina prensadora para la extracción de aceite de morete (*Mauritia flexuosa*), obteniendo resultados de la extracción un porcentaje de rendimiento de 1.5% en aceite concerniente a la pulpa más la cáscara. Concluyendo que la maquinaria cumple con los requisitos por la normativa, además el aceite extraído por el método de prensa está dentro de lo establecido por norma en cuanto al rendimiento del aceite crudo de morete.

2.2. GENERALIDADES DEL AGUAJE *(Mauritia flexuosa* L.*).*

El aguaje con nombre científico *Mauritia flexuosa* L. es una palmera el cual se encuentra más abundante en las regiones de Sudamérica, se distribuye por Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, por el oriente a través de las riveras del Amazonas, Venezuela, Trinidad, Las Guayanas y los estados Brasileros de Bahía y Sao Paulo. En la Amazonía peruana, se siembran y cultivan en los departamentos de Ucayali, Huánuco, Loreto, San Martin y Madre de Dios (IIAP 2006).



Fuente: (Villachica 1996).

Figura 1. Ubicación geográfica de aguaje en la Amazonía de América Latina.

2.2.1. Distribución geográfica.

Es una especie nativa amazónica, probablemente originaria de las cuencas de los ríos Huallaga, Marañón y Ucayali en el Perú. En la cuenca Amazónica, tiene amplia distribución en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela y Guyana. En la selva peruana, se cultiva y explotan poblaciones naturales en los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco y San Martín (IIAP 2007).

2.2.2. El aguaje (*Mauritia flexuosa* L.).

Según Mesa y Galeano (2013), la *Mauritia flexuosa* (aguaje) es una planta dioica, arborescente monocaule puede alcanzar una altura promedio de 40 metros, como se reporta para la región Amazónica un diámetro de 30 a 60 cm, y finaliza en una corona de 15 a 20 hojas costa palmadas dispuestas en espiral, de 2.5 metros de largo y 4.5 m de ancho, con sus hojas senescentes persistentes.



Fuente: (INIA 2006).

Figura 2. Planta de aguaje *Mauritia flexuosa.*

2.2.3. Taxonomía.

El aguaje (*Mauritia flexuosa* L.), también llamado buriti, en el Brasil fue la primera palmera amazónica descrita, en 1781. Es una palmera dioica, la hembra" es la que produce el fruto, pero necesita de un "macho" para ser polinizada. En su etapa adulta, el aguaje puede alcanzar hasta los 35 m de alto, tallo o estípite recto, liso, cilíndrico con un diámetro de 30-60 cm, raíces primarias que luego desarrollan horizontalmente hasta 40 m, raíces secundarias aeríferas o neumatóforos que le permiten respirar en los pantanos; hojas compuestas, conformadas aproximadamente por 200 segmentos foliares (Yaringaño 2015).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica.

División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Arecidae
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Género	Mauritia
Especie	*Mauritia flexuosa* L. f.
Nombre vulgar	Aguaje

Fuente: (Navarro 2006).

2.2.4. Morfología.

De acuerdo con Trujillo *et al.,* (2011), las inflorescencias masculinas y femeninas son de tipo interfoliares y semejantes. Las masculinas presentan un raquis leñoso y cilíndrico de longitud promedio de 3,23 metros; cubiertos de brácteas cónicas y se producen entre 4 a 7 raquis por año.

Las inflorescencias femeninas presentan de 2-8 por raquis por palma con un promedio de longitud de 2,44 metros de longitud promedio y se estiman por raquila 3,612 flores entre 1,7 cm de ancho por 1,2 cm de largo, que producen en promedio 479 frutos (Trujillo *et al.,* 2011).

2.2.5. Ecología.

El principal hábitat natural del aguaje está conformado por zonas pantanosas y zonas donde los drenajes son escasos, es un suelo donde predominan permanentemente zonas inundadas. Estas agrupaciones, son denominadas aguajales, los pobladores nativos lo distinguen con facilidad los tipos de ecosistemas para el aguaje: una formación mixta de aguaje con ungurahui y otras especies llamada sacha aguajal, y una formación casi pura llamada aguajal (IIAP 2006).

2.2.6. Cosecha.

El florecimiento se da entre los meses de febrero, marzo o en agosto a diciembre. La producción de aguaje estacional y cubre en su mayoría todo el año. La época de cosecha dependen mucho de la ubicación geográfica donde se ubica, sin embargo, se estima que los periodos de cosecha para el aguaje son los meses de octubre a marzo (Pascual 2009).

Los frutos del aguaje se inicia entre los 7 a 8 años después de haber sido plantados, pueden alcanzar alturas de 6 y 7 metros, en ocasiones se observa de menos porte debido a que su fluctuación fue en el 4 año. El momento de cosecha óptima es cuando el racimo toma una coloración marrón oscura y los frutos se desprenden con facilidad (Aspajo 2010).

2.2.7. Valor nutricional.

El peso de los frutos varía entre 15 y 120 g, pero la mayoría pesa alrededor de 50 g. El contenido de humedad fluctúa considerablemente en función del tiempo que el fruto maduro y seco permanezca en contacto con el suelo húmedo o el agua. Un fruto húmedo contiene normalmente 65% de agua y se compone de 23% de exocarpio, 21% de mesocarpio, 12% de endocarpio medular y 44% de pepita. El fruto seco se compone de 23, 13, 8 y 13% respectivamente. El mesocarpio seco contiene 31% de aceite, 5.5% de proteína, 38% de azúcar y almidón, 23% de fibra y 2,4% de cenizas. La pulpa fresca

contiene 30 mg de caroteno, 52.5 mg de vitamina C y 0.1 mg de tiamina por 100 g. Así pues, aunque la materia seca de la pulpa solo representa el 13% del peso del fruto seco, es una fuente abundante de calorías y vitaminas (FAO 1987).

Cuadro 2. Composición proximal de la pulpa de aguaje.

Parámetro	Pulpa de aguaje		
	Amarillo	**color**	**Shambo**
Humedad (%)	48.34	53.85	59.59
Cenizas (%)	1.02	1.43	1.28
Aceites (%)	18.73	34.47	21.54
Proteína (%)	2.10	2.36	3.6
Carbohidratos	29.81	7.89	13.99

Fuente: Sotero *et al.,* (2013).

2.2.8. Tipos de aguaje.

Según Girón (2011), el ecotipo de aguaje que tiene mayor producción en la región de San Martin es el ecotipo o variedad amarillo con un 57% de producción, seguido por el ecotipo shambo con 32% total de su producción según predominancia entre los agricultores de la zona.

El ecotipo con mayor producción es el aguaje de variedad amarillo con un 555 de producción, y casi con la mitad de producción está el aguaje de ecotipo shambo con 24% total de producción el cual es de mayor predominancia en los agricultores y por ultimo está el ecotipo de aguaje posheco o pálido con un total de producción de 21% (Nicho 2018).

Según los pobladores de la zona señalan que el fruto con más acogida es la variedad shambo, las cuales sus características principales es de pulpa rojiza y son consumidos generalmente como fruta. Del mismo modo el

aguaje de variedad amarilla es utilizado como fruto de consumo, además sus derivados como; aguajina, chupetes y más (Garcia y Reategui 2002).

Según CODESU (2001), indica que existen variedades en cuanto a ecotipos de aguaje que se distribuyen a lo largo del territorio nacional, entre los principales se pueden mencionar:

Ponguete: Esta variedad de aguaje es característico color pálido, de ahí su nombre común ponguete. Posee una pulpa muy delgada, de sabor ácida, generalmente es de textura arenosa. Su uso varía como bebidas y chupetes, no es muy agradable para el consumo directo por sus características.

Amarillo: Esta variedad de aguaje posee la pulpa de color amarilla. Este aguaje tiene muy buena acogida entre los pobladores ya que es consumido de manera directa por su agradable sabor ácido y color amarillo peculiar, es muy utilizado como masa, elaboración de bebidas, helados y chupetes.

Shambo: Esta variedad de aguaje es de pulpa muy característica de color rojizo y es el más consumido directo como fruto. Este ecotipo de aguaje es muy apreciado en la industria no alimentaria por sus múltiples usos y propiedades. No se recomienda para la elaboración de refresco, helados y otro por su alto contenido de grasa, lo cual hace que se pardee con mucha rapidez.

2.2.9. Composición mineral del aguaje.

Según Sotero *et al.,* (2013), indican las características fisicoquímicas de la parte comestible (pulpa) de aguaje, procedentes del Amazonas, que es la forma que más se comercializa en la zona.

Cuadro 3. Composición de minerales encontrados en la pulpa de aguaje.

Elemento	Amarillo mg/100g	Color mg/100g	Shambo mg/100g
Calcio	6472.68	7535.52	15124.42
Potasio	1673.37	2488.16	1420.93
Sodio	331.13	220.42	350.43
Magnesio	212.57	171.43	141.08
Manganeso	2.03	16.28	15.59
Zinc	8.25	1.33	3.05
Cobre	2.32	1.21	0.52
Fierro	1.43	2.67	1.33

Los minerales son micronutrientes inorgánicos que el organismo humano necesita en dosis controladas, en las cantidades necesarias para los minerales expresados en gramos, son tan importantes como las vitaminas que son necesarias para el metabolismo corporal, síntesis de hormonas o producción de tejidos (Lujan 2010).

2.2.10. Usos.

El aguaje tiene múltiples usos, partiendo de las hojas de la palmera que son de uso doméstico y artesanal. La parte comestible del aguaje (pulpa) sirve como alimento y para la elaboración de diversos derivados, además del mesocarpio se obtiene harinas y aceites que son extraídos por diversos métodos (Daza 2008).

2.3. EXTRACCIÓN DE ACEITES.

Según Gonzales *et al.,* (2009), los métodos que son más empleados para la extracción de aceites es bajo el método mecánico y el uso de solventes químicos, estas son las dos tecnologías más usadas para la extracción de aceites y grasas de origen vegetal y animal. El prensado mecánico consiste en presionar bajo ciertas condiciones el material y extraer el aceite, el método

químico es utilizar solventes que al estar en contacto con la muestra arrastran fracciones lipídicas.

2.3.1. Tipos de extracción.

Extracción mecánica: El uso mecánico como una herramienta para la extracción de componentes es una de las maneras más tradicionales y más natural que puede haber, se evita así su precalentamiento y perdida de muchas de sus propiedades del producto. Mediante el método de prensa se conserva la proporción de ácidos grasos esenciales, vitaminas E y antioxidantes. La primera extracción se denomina primera presión y se obtiene el verdadero producto oleaginoso *(Jae et al.,* 2010).

Extracción química: El proceso de extracción de lípidos mediantes solventes químicos se ha utilizado tradicionalmente para la extracción de aceites y grasas animales y vegetales. Este proceso consiste en agregar un disolvente en las celas de las muestras que contengan aceite, así como su nombre lo indica es a través de medios químicos y el uso de diversos materiales químicos uno de ello es el hexano. El uso de este método químico daña las propiedades del material de extracción (Reyes *et al.,* 2019).

2.3.2. Composición química del aceite.

El aceite de aguaje presenta ciertas características físicas propios del fruto. El aceite extraído es rico en ácido oleico y es equivalente a términos de composición a los ácidos grasos de semillas oleaginosas, los ácidos láuricos y mirísticas están presentes en la composición de aguaje. Propiedades físicas como densidad, color, brillo, olor y fluidez también están presentes (Da Cruz *et al.,* 2010).

Cuadro 4. Características fisicoquímicas del aceite de aguaje.

Elementos	Aceites	
	Aceite crudo	**Aceite refinado**
Humedad (%)	0.06±0.014	0.01±0.006
Índice de acidez (mg KOH/g)	5.11±0.109	0.16±0.0
Ácidos grasos libres (%)	2.60±0.055	0.08±0.0
Índice de peróxido (meq. O_2/Kg)	4.8±0.341	0.94±0.019
Índice de saponificación (%)	191.83±0.152	192.72±1.664
Índice de yodo (Wijs)	95.30±1.499	93.25±1.300
Materia Insaponificable (%)	0.5±0.010	0.45±0.07
Color (CIE Lab)	L*= 18.34 a*= 5.23 b*= 2.17	L*= 29.85 a*= 18.66 b*= 21.11
Índice de refracción (25 ºC)	1.465	1.475
Densidad (25 ºC) g/ml	0.9121±0.0	0.9105±0.0
Punto de frío	Afirmativo	Afirmativo
Punto de humo (ºC)	124.66±527	187.66±3.785

Fuente: Inguzna (2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El presente trabajo de investigación se realizó en el taller de tecnología en industrias lácteas y el centro de capacitación, transformación y procesamiento de plantas medicinales y alimentarias de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el margen izquierdo de la Carretera Federico Basadre Km 6.200, interior 0.7 Km, provincia de Coronel Portillo, distrito de Callería, región Ucayali, a una altitud de 154 msnm, geográficamente se encuentra entre las coordenadas 07°20´23" de latitud sur y 07°29´46" de longitud oeste.

3.2. MATERIA PRIMA.

La materia prima en este caso el aguaje se obtuvo de la parcela del Sr. José Hernández, el cual se ubica en el distrito de campo verde km 34, caserío agua blanca y del Sr. Emilio Vela en el caserío Tierra Roja.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.

3.3.1. Reactivos.

Durante la realización del presente trabajo se utilizó los siguientes reactivos: éter anhídrido, ácido sulfúrico (H_2SO_4), hidróxido de Sodio (NaOH), alcohol 95%, perlas de ebullición, agua destilada, sulfato de potasio (K_2SO_4), sulfato cúprico ($CuSO_4$), ácido bórico (H_3BO_3), etanol, hipoclorito de sodio (NaOH), comercial y solvente hexano.

3.3.2. Materiales e instrumentos.

Para el desarrollo del presente trabajo se empleó materiales e instrumentos de laboratorio: crisoles, papel filtro, espátulas, pinzas para crisol, vaso, embudo, matraces y bureta.

3.3.3. Equipos.

Los equipos que fueron necesarios para este trabajo fueron: Estufa, mufla, desecador, balanza analítica con precisión de 0,1mg y pH-metro y agitador magnético.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.

Para la obtención de aceite de aguaje con tres diferentes ecotipos y prensados en frío, se ha desarrollo según el diagrama bloques (figura 3), el cual fue corregido durante todo el proceso de las pruebas preliminares del trabajo.

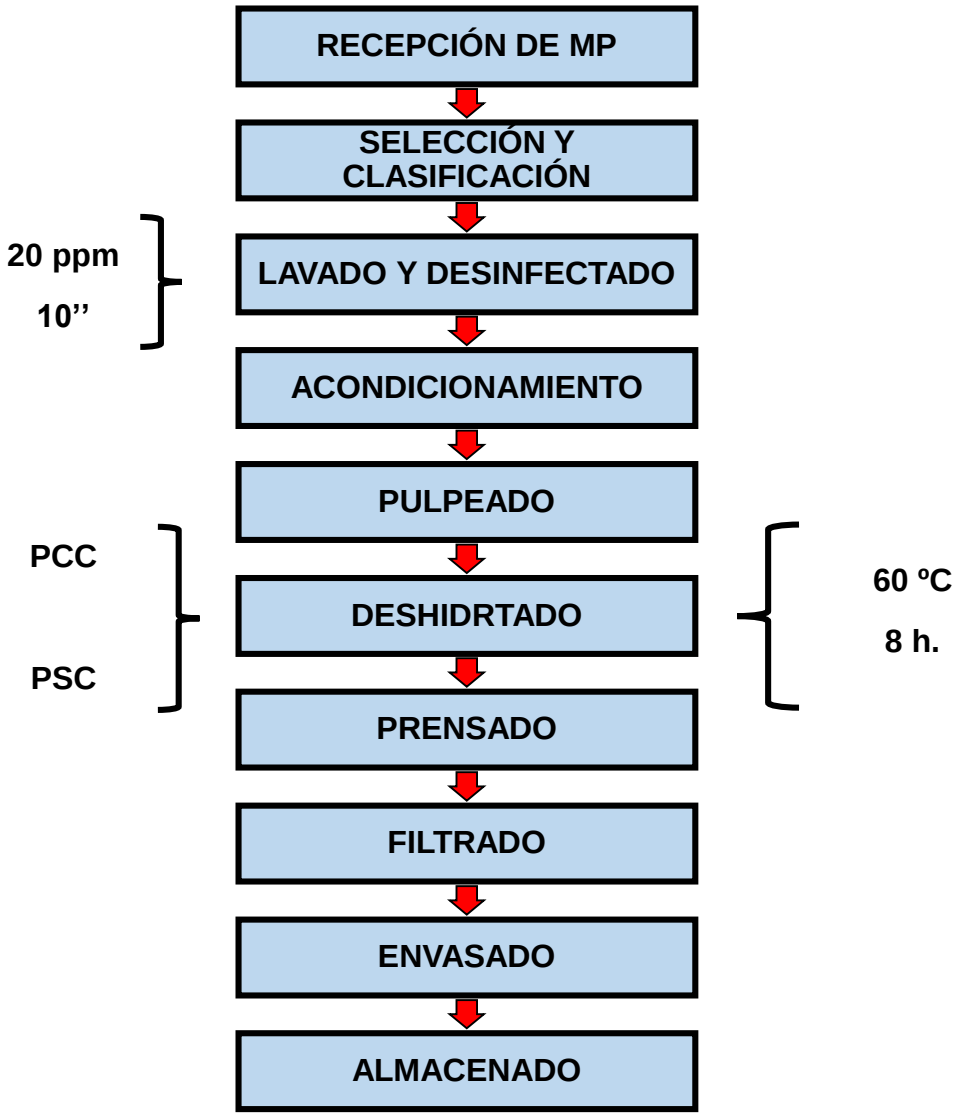


Figura 3. Diagrama de bloques para la obtención de aceite de aguaje.

3.4.1. Recepción de materia prima.

Los frutos fueron recolectados y trasladados hasta las instalaciones de Centro de capacitación, transformación y procesamiento de plantas medicinales y alimenticias; taller de tecnología, aceites y grasas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Ucayali. (SACHA INCHI de la UNU).

3.4.2. Selección y clasificación.

Se procedió a seleccionar y clasificar para su posterior proceso, en este proceso se cuida que no se pasen frutos en estado estropeado o en estado verdoso y son seleccionados según la coloración del fruto.

3.4.3. Lavado y desinfectado.

Los frutos una vez pesados se lavaron con abundante agua potable para eliminar la tierra, luego fueron desinfectados con hipoclorito de sodio a 20 ppm durante 10 minutos**.**

3.4.4. Acondicionamiento.

Los frutos de aguaje se procedieron a acondicionar bajo una inmersión en agua aproximadamente en de 4 a 5 horas a una temperatura de 50 °C.

3.4.5. Pulpeado.

Pulpeado $_1$: Consiste en separar la pulpa de aguaje de la semilla, esto se realizó con la ayuda de un bastidor manual. Separando de esta manera semilla de la pulpa.

Pulpeado $_2$: Esta operación consiste en obtener la pulpa de aguaje libre del endocarpio, esta operación se realizó con la ayuda de una pulpeadora

el cual consta de un brazo o paletas que al avanzar trituran las frutas y haciéndolas pasar despedazadas por un colador separando así la pulpa y empujando las cascarillas hasta el final.

3.4.6. Deshidratado.

El proceso de deshidratado consiste en eliminar la totalidad de agua libre que la pulpa de aguaje poseen, impidiendo la actividad microbiana y la actividad enzimática. Esta operación se llevó a cabo en un equipo deshidratador a temperatura de 60 ºC.

3.4.7. Prensado.

Este proceso de prensado en frío tuvo como finalidad extraer al máximo el contenido de aceite contenido en la pulpa de aguaje.

3.4.8. Filtrado.

Este proceso de filtración consiste en separar las partículas sólidas contenidas en el aceite como son cascarillas restantes u otros.

3.4.9. Envasado.

El envasado se realizó en envases de color ámbar para así evitar la incidencia de la luz al momento de almacenar el producto final.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

3.5.1. Análisis fisicoquímicos.

Toda la metodología empleada en este trabajo de investigación en cuanto a los análisis fisicoquímicos del aceite extraído de la pulpa de aguaje se realizó bajo la normativa AOAC. Realizada en los ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali, en el Taller de tecnología en industrias lácteas para los

siguientes análisis; índice de aceite en la pulpa, humedad, pH, acidez, densidad, peróxido, yodo, refracción y saponificación.

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.6.1. Diseño experimental.

El diseño estadístico que se empleó en este trabajo de investigación fue un DCA (diseño completamente al azar) con arreglo factorial 3x2 con 3 repeticiones.

Evaluación paramétrica para los Análisis fisicoquímicos.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3x2 con 3 repeticiones. El modelo lineal para el diseño fue:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + M_j + (P \times M)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk}: Observaciones (variable dependiente).
μ: Efecto de la media general.
P_j: Efecto de los ecotipos de aguaje.
M_j: Efecto del acondicionamiento de pulpa (con cáscara y sin cáscara).
$(P \times M)_{ij}$: Efecto de la interacción de las zonas con el tiempo de recolección.
E_{ijk}: Error experimental.

3.6.2. Tratamientos.

Los tratamientos en estudio fueron dos factores A: los ecotipos de aguaje utilizados y B: acondicionamiento de pulpa (con cáscara y sin cáscara).

Cuadro 5. Tratamientos experimentales.

Factor: A	Factor: B (*)	REPETICIONES		
Ecotipo amarillo	PACC	R_1	R_2	R_3
	PASC	R_1	R_2	R_3
Ecotipo posheco	PACC	R_1	R_2	R_3
	PASC	R_1	R_2	R_3
Ecotipo shambo	PACC	R_1	R_2	R_3
	PASC	R_1	R_2	R_3

(*) PACC: acondicionamiento de pulpa (con cáscara).

PASC: acondicionamiento de pulpa (sin cáscara).

3.6.3. Análisis estadístico.

Los resultados obtenidos fueron analizados en programas estadísticos como minitab 17 y Statgraphics centurión 2018. Además se tuvo que utilizar la prueba de F y comparación múltiple de Tukey para analizar las diferencias significativas entre uno y otro tratamiento en estudio. Las diferencias encontradas se analizaron a un $p<0.05$.

3.6.4. Población y muestra.

La materia prima (aguaje) fue la que se produce en el distrito de Campo Verde Km 34, de la parcela del señor Emilio, tomando como muestra 50 Kg de materia prima en sus tres ecotipos.

3.6.5. Nivel de la investigación.

Este trabajo de investigación fue de tipo experimental aplicada, porque se puso en estudio dos factores y múltiples variables respuestas.

3.7. VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.

3.7.1. Variables independientes.

En este trabajo de investigación se trabajaron dos factores de estudio:

- FA: diferentes ecotipos de aguaje.
- FB: acondicionamiento de pulpa (con cáscara y sin cáscara).

3.7.2. Variables dependientes.

Análisis fisicoquímicos:

Variables repuestas para el aceite extraído del aguaje son: pH, acidez, densidad, índice de peróxido, índice de saponificación, índice de yodo, aceites en pulpa, índice de refracción.

IV. RESULTADOS.

4.1. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE DE AGUAJE.

La evaluación de los análisis fisicoquímicos del aceite de aguaje, se evaluó lo extraído de tres ecotipos de aguaje, obteniendo de esta manera pulpas y la combinación pulpa/cascarilla sobre las propiedades como; rendimiento, aceite en la pulpa, densidad, humedad, acidez, pH, índice de yodo, saponificación, índice de peróxido e índice de refracción. De esta manera podemos determinar si los tratamientos que se muestran tiene un efecto significativo sobre las variables respuestas. Si en caso fuese así, se analizará el ANVA (análisis de varianza) y las diferencias serán tratadas con la prueba de comparación múltiple de Tukey.

4.1.1. Resultados de rendimiento.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de rendimiento en aceites de aguaje, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 23A), que existen diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, también se aprecia diferencias entre la interacción de estos a un $Pv<0.05$ y a un nivel de confianza de 95%. Para lo cual se procede a la prueba de comparación múltiple de Tukey para así poder determinar las diferencias de medias.

En el cuadro 6, se puede apreciar que al utilizar diferentes ecotipos de aguaje en la obtención de aceite por método de prensado en frío, la variable respuesta de rendimiento expresado en porcentajes varían entre ellos con una deviación estándar de +/- 0.98 (%); así mismo al utilizar los ecotipos de aguaje con pulpa/cascarilla y solo con pulpa hay una diferencia entre ambos de +/-1.86 (%). Al utilizar el ecotipo de aguaje amarillo pulpa/cáscara, se obtendrán los valores más bajos en cuanto al rendimiento del aceite de aguaje.

Cuadro 6. Resultados de rendimiento del aceite de aguaje de la pulpa fresca.

Efectos principales (*)		
Ecotipos de aguaje		
Amarillo	3	2.567 [a]
Ponguete	3	3.973 [b]
Shambo	3	4.447 [c]
Pulpas con y sin cáscara		
PACC	3	2.346 [a]
PASC	3	4.979 [b]

(*) = Promedio de medias (3 Repeticiones) de rendimiento expresada en porcentaje (%).

[a,b,c] = Letras diferentes indican diferencia significativa a un p<0.05.

PACC= pulpa de aguaje con cáscara.

PASC= pulpa de aguaje sin cáscara.

4.1.2. Resultados de aceites en pulpas.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de aceite en pulpas en la obtención de aceite de aguaje, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 24A), que se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, según el software estadístico se aprecia una diferencia entre la interacción de los principales factores AB a un Pv<0.05 y a un nivel de confianza de 95%. En este caso se aplica la prueba de comparación múltiple de Tukey, debido a que existen diferencias entre los factores principales.

En el cuadro 7, se puede apreciar que al utilizar diferentes ecotipos de aguaje en la obtención de aceite por método de prensado en frío a temperatura de 60 ºC con el acondicionamiento de pulpa y cáscara y el uso de solo pulpa en materia seca, la variable respuesta de aceite en pulpas varían entre

ellos uno y otro tratamiento; así mismo al utilizar los ecotipos de aguaje con pulpa/cascarilla y solo con pulpa hay una diferencia entre ambos. Al utilizar el ecotipo de aguaje amarillo pulpa/ cáscara, se obtendrán los valores más bajos en cuanto al rendimiento del aceite de aguaje.

Cuadro 7. Resultados promedios de aceite en pulpa.

Efectos principales (*)		
Ecotipos de aguaje		
Amarillo	3	24.056 [a]
Ponguete	3	25.501 [b]
Shambo	3	26.104 [b]
Pulpas con y sin cáscara		
PACC	3	16.955 [a]
PASC	3	33.509 [b]

(*) = Promedio de medias (3 Repeticiones) de rendimiento expresada en porcentaje (%).

[a,b,c] = Letras diferentes indican diferencia significativa a un p<0.05.

PACC= pulpa de aguaje con cáscara.

PASC= pulpa de aguaje sin cáscara.

4.1.3. Resultados de densidad.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de densidad en la obtención de aceite de aguaje, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 25A), que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, según el software estadístico tampoco se aprecia diferencias entre la interacción de los principales factores AB a un Pv<0.05 y a un nivel de confianza de 95%. En este caso no se aplica la prueba de comparación múltiple de Tukey, debido a que no existen diferencias entre los factores principales.

4.1.4. Resultados de humedad.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de humedad en cual se expresa en porcentajes (%) en la obtención de aceite de aguaje, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 26A), que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, según el software estadístico tampoco se aprecia diferencias entre la interacción de los principales factores AB a un Pv<0.05 y a un nivel de confianza de 95%. En este caso no se aplica la prueba de comparación múltiple de Tukey, debido a que no existen diferencias entre los factores principales.

4.1.5. Resultados de acidez.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de acidez el cual se expresa en porcentaje (%) y con ácido predominante el oleico en aceites de aguaje, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 27A), que si existen diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, también se aprecia diferencias entre la interacción de estos a un Pv<0.05 y a un nivel de confianza de 95%. Para lo cual se procede a la prueba de comparación múltiple de Tukey para así poder determinar las diferencias de medias.

En el cuadro 8, se puede apreciar que al utilizar diferentes ecotipos de aguaje bajo el método de prensado en frío y utilizar pulpa/cáscara y solo pulpa en la obtención de aceite de aguaje, se reportarán valores bajo en cuanto al uso del ecotipo amarillo, seguido de la pulpa/cáscara. El valor más alto se obtiene con el ecotipo shambo con medias de 2.65% y el uso de solo pulpa de aguaje sin mezclas con medias de 2.80%. La desviación estándar entre los principales factores de A es +/- 0.25% y para el factor B +/- 0.63%

Cuadro 8. Resultados promedios de acidez del aceite de aguaje.

Efectos principales (*)		
Ecotipos de aguaje		
Amarillo	3	2.207 [a]
Ponguete	3	2.227 [a]
Shambo	3	2.657 [a]
Pulpas con y sin cáscara		
PACC	3	2.919 [a]
PASC	3	2.808 [b]

(*) = Promedio de medias (3 Repeticiones) la acidez expresada en porcentaje (%).

[a,b,c] = Letras diferentes indican diferencia significativa a un $p < 0.05$.

PACC= pulpa de aguaje con cáscara.

PASC= pulpa de aguaje sin cáscara.

4.1.6. Resultados de pH.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de pH en aceites de aguaje, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 28A), que si existen diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, también se aprecia diferencias entre la interacción de estos factores AB a un Pv<0.05 y a un nivel de confianza de 95%. Para lo cual se procede a la prueba de comparación múltiple de Tukey para así poder determinar las diferencias de medias.

En el cuadro 9, se puede apreciar mínimas diferencias estadísticas entre los efectos principales de A que son los ecotipos de aguaje con promedio de medias de +/- 0.46, siendo el ecotipo Ponguete el que obtuvo menores valores. Seguido de la pulpa/cascarilla con 4.49. Indicando así que la combinación de ecotipo shambo y solo pulpa se obtienen los mejores valores de medias.

Cuadro 9. Resultados promedios de pH del aceite de aguaje.

Efectos principales (*)		
Ecotipos de aguaje		
Ponguete	3	4.177 [a]
Amarillo	3	4.947 [b]
Shambo	3	4.983 [b]
Pulpas con y sin cáscara		
PACC	3	4.499 [a]
PASC	3	4.906 [b]

(*) = Promedio de medias (3 Repeticiones) para el pH.

[a,b,c] = Letras diferentes indican diferencia significativa a un $p < 0.05$.

PACC= pulpa de aguaje con cáscara.

PASC= pulpa de aguaje sin cáscara.

4.1.7. Resultados de índice de yodo.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de índice de yodo en aceites de aguaje en cual se expresa en gl/g de grasa, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 29A), que existen diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, pero no se aprecia diferencias entre la interacción de estos factores AB. Se utilizó un $Pv<0.05$ y a un nivel de confianza de 95% para el análisis de los factores principales. Luego se procede a la prueba de comparación múltiple de Tukey para así poder determinar las diferencias de medias.

En el cuadro 10, se observa los valores promedios de medias en cuanto a la variable respuesta de índice de yodo expresado en gl/g, señalando al que posee mejores resultados al ecotipo shambo, con valores de media de 77.70, seguido del ecotipo amarillo con 76.21 y por último con menos valores para el ecotipo Ponguete con 75.85. Mediante a un $p<0.05$ se presentan diferencias entre factores de estudio A y B. En cuanto al uso de pulpa/cáscara y

solo pulpas, el que presentó mejores valores fue el que se extrajo el aceite del que solo contiene pulpa de aguaje con medias de 76.95 como máximo valor y 76.22 como mínimo valor de media.

Cuadro 10. Resultados promedios de índice de yodo del aceite de aguaje.

Efectos principales (*)		
Ecotipos de aguaje		
Ponguete	3	75.852 [a]
Amarillo	3	76.214 [a]
Shambo	3	77.702 [b]
Pulpas con y sin cáscara		
PACC	3	76.224 [a]
PASC	3	76.951 [b]

(*) = Promedio de medias (3 Repeticiones) para el índice de yodo expresado en gI/g grasa.

[a,b,c] = Letras diferentes indican diferencia significativa a un $p < 0.05$.

PACC= pulpa de aguaje con cáscara.

PASC= pulpa de aguaje sin cáscara.

4.1.8. Resultados de saponificación.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de saponificación en aceites de aguaje en cual se expresa en porcentajes (%), se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 30A), que existen diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, pero no se aprecia diferencias entre la interacción de estos factores A y B. Se utilizó un Pv<0.05 y a un nivel de confianza de 95% para el análisis de los factores principales. Luego se procede a la prueba de comparación múltiple de Tukey para así poder determinar las diferencias de medias.

En el cuadro 11, se aprecia que si utilizamos los ecotipos ponguete y amarillo para la extracción de aceite de aguaje tenemos valores casi similares con desviación estándar entre uno y otro tratamiento de 0.03%, mientras que si utilizamos el ecotipo shambo tendremos mejores valores en medias de 192.54%. Así mismo, al usar solo pulpa de aguaje para la extracción del aceite nos da medias de 192.22% a comparación del que contiene pulpa/cáscara se obtiene medias de 191.26% con respecto al porcentaje de saponificación del aceite de aguaje.

Cuadro 11. Resultados promedios de saponificación.

Efectos principales (*)		
Ecotipos de aguaje		
Ponguete	3	191.318 [a]
Amarillo	3	191.357 [a]
Shambo	3	192.548 [b]
Pulpas con y sin cáscara		
PACC	3	191.263 [a]
PASC	3	192.222 [b]

(*) = Promedio de medias (3 Repeticiones) para saponificación expresado en porcentaje (%).

[a,b,c] = Letras diferentes indican diferencia significativa a un $p < 0.05$.

PACC= pulpa de aguaje con cáscara.

PASC= pulpa de aguaje sin cáscara.

4.1.9. Resultados de peróxido.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de peróxido el cual se expresa en (meq O_2 / Kg) en la obtención de aceite de aguaje, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 31A), que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los principales efectos A y B, según el software estadístico tampoco se aprecia una diferencia entre la interacción de los principales factores

AB a un Pv<0.05 y a un nivel de confianza de 95%. En este caso no se aplica la prueba de comparación múltiple de Tukey, debido a que no existen diferencias entre los factores principales.

4.1.10. Resultados de índice de refracción.

Los resultados obtenidos para la variable respuesta de peróxido el cual se expresa en (meq O_2 / Kg) en la obtención de aceite de aguaje, se analizó a través del software estadístico aplicando así un DCA (diseño completamente aleatorizado) con arreglo factorial 3x2. Se puede apreciar en el análisis de varianza (Anexo 32A), que se encuentran diferencias estadísticamente significativas solo en el segundo efecto B más no en el primer factor A, según el software estadístico tampoco se aprecia una diferencia entre la interacción de los principales factores A y B a un Pv<0.05 y a un nivel de confianza de 95%. En este caso solo se aplica la prueba de comparación múltiple de Tukey al factor B, debido a que existen diferencias en uno de los factores principales.

En el cuadro 12, se aprecia que solo el segundo factor tiene diferencias significativas, teniendo como mejor valor para el índice de refracción a la pulpa de aguaje con medias de 1.44 seguido de la mezcla de pulpa/cáscara con media de 1.42 estos valores obtenidos presentan una desviación estándar de +/- 0.02 entre tratamientos.

Cuadro 12. Resultados promedios de índice de refracción.

Efectos principales (*)		
Pulpas con y sin cáscara		
PACC	3	1.421 [a]
PASC	3	1.444 [b]

(*) = Promedio de medias (3 Repeticiones) para índice de refracción.

[a,b,c] = Letras diferentes indican diferencia significativa a un p < 0.05.

PACC= pulpa de aguaje con cáscara.

PASC= pulpa de aguaje sin cáscara.

V. DISCUSIÓN.

5.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL ACEITE DE AGUAJE.

Los ecotipos de aguaje utilizados, el método de prensado en frío y el uso de pulpa con cáscara y pulpa sin cáscara en el presente trabajo de investigación, tienen efecto sobre las propiedades fisicoquímicas del aceite obtenido (rendimiento, aceite en pulpa, densidad, humedad, acidez, pH, índice de yodo, saponificación, peróxido, índice de refracción). Según así lo indica el análisis de varianza que se muestran en los anexos.

5.1.1. Rendimiento.

Según Chani (2019), en su trabajo de investigación se extrajo aceite crudo de aguaje variedad amarilla, por el método de CO_2, trabajando a diferentes presiones y dos temperaturas de 40 y 60 ºC respectivamente. En las cuales reportó valores para el rendimiento de aceite crudo de aguaje de 15 k de materia prima, obteniendo el mejor resultado a 40 MPa a una temperatura de 60 ºC rendimientos del 30%, indicando que cuando se trabaja a más presión y a más temperatura durante la extracción de aceite con CO_2, el rendimiento de aceite es mucho más elevado. Mientras que en el trabajo realizado por (Alfaro y Chanamé, 2008), optimizaron los parámetros en la obtención de aceite de aguaje, reportando valores de rendimientos del aceite 11.40% con una presión de 1.50 Kgf/cm^2 y a una temperatura de 60 ºC. En el presente trabajo de investigación se extrajo el aceite por método de prensa en frío obteniendo valores de 3.97% y 4.44% de los ecotipos amarillo y shambo respectivamente. Estos resultados se asemejan a lo reportados por (Quispe y Solorzano 2015), en sus trabajo de investigación reportaron valores para el rendimiento de aceite de aguaje variedad shambo de 3.14% con el método de extracción en frío datos basados en 15 kg de fruto de aguaje.

5.1.2. Aceite en pulpa.

Según Andrade (2015), en su trabajo de investigación caracterizó el

aceite vegetal a nivel de laboratorio de una fruta amazónica de morete (aguaje), indicando sus resultados de aceite en pulpa bajo el método de presión en frío de 23.30% de aceite utilizando solo pulpa y 13.44% reportó para el uso de cáscara más pulpa de morete. Mientras que Rivera (2019), en su trabajo efecto de la temperatura en el rendimiento y ácidos grasos del aceite del *morete (Mauritia flexuosa* L*. f.)*, reportó los siguientes valores para el contenido de aceite en la pulpa de morete obtenido mediante prensado mecánico en la variedad posheco de 59.42% de la pulpa y 45.83% de la cáscara y pulpa. En el presente trabajo se obtuvo aceite en pulpa de variedad amarillo con 24.056%, en variedad ponguete 24.501% y para la variedad shambo 25.061%. Con respecto a la pulpa de aguaje se obtuvo 33.509% y 16.955% para la combinación de pulpa/cáscara de aguaje. Las variaciones del contenido de aceite en las pulpas de los frutos palmíticos varían principalmente a la ubicación geográfica donde se encuentre la planta y el estado de madurez que son recolectadas (Guerra *et al.,* 2011).

5.1.3. Densidad.

Según Quispe *et al.,* (2009), en su trabajo de investigación caracterizó aceites, tortas y harinas de frutos de ungurahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa L.*) de la Amazonía peruana, reportando los siguientes valores para el aceite de aguaje en variable densidad expresado en g/ml a una temperatura de 25 ºC fue de 0.912. Mientras que (Quispe y Solorzano 2015) reportaron valores de densidad en la variedad shambo de 0.907, estos datos se asemejan a los valores obtenidos en el presente trabajo de investigación el cual se extrajo aceite de tres ecotipos de aguaje bajo el método de prensado con 0.915 g/ml.

5.1.4. Humedad.

Según Mozombite (2018), en su trabajo de investigación obtuvo múltiples alimentos funcionales a partir del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) realizando sus principales análisis a las pulpas y aceite obtenido, reportando valores para la humedad del aceite de aguaje 0.1%. Mientras que en el trabajo descrito por (Silva *et al.*, 2009), denominado caracterización de la extracción del

aceite de Butiri (*Mauritia flexuosa*) indican valores para la humedad del aceite de 0.06%. En el presente trabajo se muestran valores para la humedad, indicando en el cuadro estadístico ANOVA que no existen diferencias entre los ecotipos utilizados para la extracción de aceite, tampoco habiendo diferencias entre el uso de pulpa/cáscara y solo pulpa. Se reportó valores para la variable humedad de 0.09%, estos resultados están dentro del rango presentado por los trabajos citados.

5.1.5. Acidez.

Según, Norma Técnica Peruana (1987), los cuales son requisitos nacionales para el aceite de palma, indican que el índice de acidez expresado en porcentaje de ácido oleico deben estar en rangos máximos de 5%. Mientras que en el trabajo de investigación desarrollado por (Landeo 2019), indica que la acidez del aguaje de variedad común es de 1.62% expresado en ácido oleico. Estos datos son corroborados por (Inguzna 2009), que en su trabajo de investigación extrajo, caracterizó y refinó la pulpa de aguaje y la mezcla de cáscara pulpa, obteniendo los siguientes resultados para la variable respuesta de acidez de 2.29%. En el presente trabajo de investigación se reportan valores de acidez expresado en ácido oleico de 2.35% con desviación estándar de +/- 0.25 para los diferentes ecotipos de aguaje y 2.86% para el uso de pulpa/cáscara y solo el uso de pulpas de aguaje. Todos los valores que se presentan para acidez en aceite se encuentran dentro de lo establecido por la NTP.

5.1.6. Índice de yodo.

Según, Norma Técnica Peruana (1987), indica que el índice de yodo en aceites crudos de palma deben cumplir con ciertos requisitos fisicoquímicos, estos valores deben estar en un rango de 50 – 58 para el índice de yodo (Wijis). Mientras que (Rodríguez y Silva 2017), en su trabajo de investigación se extrajo el aceite de aguaje por el método de prensa y reportaron valores de 66.6 para el índice de yodo, por su parte (Gonzales 2018) en su trabajo de investigación utilizó la pulpa de aguaje y a través del método de prensa en frío para la obtención del aceite, reportando valores de índice de yodo de 70.97 con

desviación estándar de +/- 0.09. En el presente trabajo de investigación se muestran valores de índice de yodo de 77.70 para el ecotipo shambo y el menor valor para el ecotipo ponguete con 75.85, para el segundo que concierne pulpa/cáscara y pulpa se obtuvo 76.22 y 76.95 respectivamente. Los ácidos grasos en aceites y los índices de yodo, son indicadores de calidad, cuanto más bajo sean estos valores tiene menos grado de hidrólisis y oxidación. Los valores con mayor rango se deben al método de extracción que se empleó para la obtención del aceite, así como la posible adulteración o mala conservación del producto final (Grasso 2013).

5.1.7. Índice de saponificación.

Según Rodríguez y Silva (2017), en su trabajo reportó los siguientes valores para la saponificación del aceite de aguaje, 190% expresado en porcentaje. Mientras que en el trabajo realizado por (Quispe *et al.,* 2009), indican que el aceite de aguaje ecotipo shambo extraído bajo el método de prensa a 60 ºC muestran valores de saponificación de 191.83% y con desviación estándar de +/- 0.15. Estos datos que se muestran son corroborados en el trabajo de (Silva *et al.,* 2009), las cuales menciona que la saponificación del aceite del ecotipo shambo posee valores de 192.88%. El presente trabajo de investigación muestra valores de saponificación del aceite de aguaje variedad shambo extraído por método de prensa en frío a 60 ºC valores de 192.52%. Por su parte (Norma Técnica Peruana 1987), recomienda para los aceites crudos de palma el contenido de índice de saponificación en aceites estén en rangos de 196% y 206%.

5.1.8. Peróxido.

Según, Norma Técnica Peruana (1987), para aceites y grasas, indican para el aceite crudo de palma no se deben exceder en cuanto a los índices de peróxidos con rangos permisibles de 10 meqO_2/Kg. En el trabajo desarrollado por (Inguzna 2009), menciona que los resultados obtenidos para el índice de peróxido en aceite de aguaje fue de 4.61 expresado en meqO_2/Kg, a comparación del trabajo reportado por (Quispe y Solorzano 2015), reporta

valores bajos para los índices de peróxidos en aceites de aguaje extraídos en prensa fría a 60 ºC en ecotipos shambo fue 1.07 con desviación estándar de +/- 0.19 expresado en meqO_2/Kg. En el presente trabajo se reportó valores de 3.69 meqO_2/Kg en variedad shambo como valor más alto y 3.35 meqO_2/Kg para el ecotipo ponguete. Para el segundo factor se reportó valores para pulpa/cáscara y solo pulpa con medias de 3.42 meqO_2/Kg y 3.61 meqO_2/Kg respectivamente. El contenido de peróxidos en aceites nos indica que es el principal indicador de oxidación, son los primeros y menos estables ya que se descomponen con facilidad (Sayago *et al.,* 2007).

5.1.9. Índice de refracción.

Según Gonzales (2018), menciona que los índices de refracción en aceite de aguaje a 20 ºC es de 1.46 con desviación estándar de +/- 0.01. En el presente trabajo de investigación no se encontraron diferencias estadistas entre tratamientos de los principales factores del uso de ecotipos de aguaje como se muestra en el cuadro 32A, habiendo un resultados al uso de las pulpas/cáscara y solo pulpas, con valores de índice de refracción en la obtención de aceites de 1.432 y 1.443 respectivamente, estos valores se expresan en base a los 20 ºC. Estos valores que se muestran son corroborados por (Norma Técnica Peruana 1987) quien recomienda que para el índice de refracción en aceites crudos de palma es en rangos de 1.449 y 1455 a 50 ºC, de esta manera los datos del presente trabajo está dentro de los requisitos establecidos por la normativa.

VI. CONCLUSIONES.

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se logró la obtención de aceite de aguaje *(Mauritia flexuosa* L.*)*, por el método de prensa en frío con el uso de tres ecotipos de aguaje y el uso de la pulpa/cáscara y el uso de solo pulpa de aguaje.

2. Se obtuvo que para el rendimiento de aceite de aguaje *(Mauritia flexuosa* L.*)*, el mejor ecotipo fue el shambo, debido a que posee una estructura pulposa y el uso solo de la pulpa, con estas características el porcentaje de rendimientos es aceptable según las literaturas citadas.

3. Las características fisicoquímicas del aceite obtenido, indica que el ecotipo shambo posee los mejores atributos, excepto la densidad, humedad, índice de peróxido e índice de refracción ya que los tres ecotipos de aguaje no muestran diferencias según el estadístico. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permisibles y establecidos por la Norma Técnica Peruana para aceites y grasas comestibles.

VII. RECOMENDACIONES.

De acuerdo con en el presente trabajo de investigación, se recomienda lo siguiente:

1. Elaborar estudios en cuanto a extracción de aceite de aguaje con variaciones de temperaturas y diferentes fuerzas aplicadas al momento de la prensa.

2. Realizar un estudio económico sobre costo y beneficio del aceite de aguaje.

3. Diseñar e implementar con equipos y maquinarias que ayuden a optimizar el proceso de transformación y rendimiento de las diversas materias primas a trabajar.

4. Realizar trabajos de investigación sobre el uso de los dos métodos más utilizados para la extracción de aceites como son a través de solventes químicos y prensa en frío y realizar su comparativo.

5. Realizar un análisis fisicoquímico a la torta obtenida y hacer un comparativo con el producto final que es el aceite.

6. Crear más proyectos en cuanto a las BPC y de post cosecha del fruto de aguaje para así obtener un producto de buena calidad en cuanto a derivados del aguaje.

VIII. LITERATURA CITADA.

Alfaro, K.; Chanamé, E. 2008. Determinación de los parámetros operacionales en la obtención de un producto oleoso de la *Mauritia flexuosa* (aguaje). Tesis Ingeniero Químico. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 1–80p.

Alves, C.; Duarte, D.; Gomez, N.; Goncalo, S., Galvao, F; Martins da Costa, J. 2020. Chemical characterization and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of the pulp oil of fruits of mauritia flexuosal. F. Boletin latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromáticas, 19(4): 408–419.

Andrade, G. 2015. Obtención y caracterización de un aceite vegetal a nivel de laboratorio a partir de la fruta amazónica Morete. Tesis Ingeniero Químico. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 1–171p.

Aspajo, F. 2010. Caracterización molecular de los morfotipos de los tipos de aguaje *(Mauritia flexuosa)* en la región Loreto. Tesis biólogo. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 1–58p.

Cardeans, M. 2011. Diseño y construcción de un molino para extraer aceite del fruto Morete. Tesis Ingeniero Mecánico. Quito, Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. 1–295p.

Chani, O. 2019. Extracción de ácidos grasos esenciales de la pulpa de aguaje *(Mauritia flexuosa)* empleando dióxido de carbono supercrítico. Tesis M.Sc. Puerto Maldonado, Perú. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 1–45p.

CODESU (CONSORCIO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE UCAYALI). 2001. Proyecto de conservación, manejo y aprovechamiento regional del aguaje en parcelas familiares en el Ucayali medio. Boletin Nº 2. Pucallpa, Perú.

Da Cruz, A.; Sylvain, I.; Da Silva, M. 2010. Fatty acid profiles and tocopherol contents of biriti *(Mauritia flexuosa*), patawa *(Oenocarpus batau)*, tacuma *(Astrocaryum vulgare)*, mari *(Porqueiba paraensis)* and inaja *(Maximiliana maripa)* fruits. Instituto de ciencias bilogicas. Belm, Brasil.

Daza, G. 2008. Composición química de la flor de *(Mauritia flexuosa l. F.)* aguaje en Tingo María. Tesis Ingeneiro en Recursos Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 1–67p.

FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN). 1987. Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos: ejemplos de América Latina. 1–250p.

Garcia, R.; Reátegui, M. 2002. Conservación de la pulpa de aguaje *(Mauritia flexusosa)* con aplicacion de metodos de factores conbinados. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Iquitos, Perú. Universidad Nacianal de la Amazonía Peruana. 1–89p.

Girón, C. 2011. Plan de marketin para exportación de aguaje *(Mauritia flexuosa)* y derivados a Estados Unidos de la región San Martin periodo 2012-2013. Tesis M.Sc. Universidad Nacional Agraria la Molina. 1–109p.

Gonzales, A.; Kafarov, V.; Guzman, A. 2009. Desarrollo de métodos de extracción de aceite en la cadena de producción de biodiesel a partir de microalgas. Prospectiva, 7(2): 53–60.

Gonzales, N. 2018. Encapsulación de aceites de *Plukenetia volubilis l., Mauritia flexuosa* por gelificación ionica y evaluación de la estabilidad oxidativa. Tesis Ingeniero en industrias alimentarias. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 1–140p.

Grasso, F. 2013. Diseño del proceso: pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna. Tesis Doctor en Ingeniería. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de la Plata.

Guerra, M.; Díaz, X.; Madrigal, I. 2011. Caracterización físico-química del fruto de la palma de moriche *(Mauritia flexuosa)* y de harina del tronco. Tesis Ingeniero Químico. Bolivar, Colombia. Universidad Simón Bolívar. 1–98p.

IIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA). 2006. Aguaje: la maravillosa palmera de la Amazonía. Iquitos, Perú.

IIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA). 2007. Frutales nativos: Manual del cultivo de aguaje. Lima, Perú.

Inguzna, G. 2009. Extracción, caracterización y refinación de aceite de pulpa y cáscara de aguaje *(Mauritia flexuosa).* Tesis Ingeniero en industrias alimentarias. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 79p.

Jae, L.; Cha, S.; Chi, A.; Hee, O. 2010. Comparación de varios métodos para la extracción eficaz de lípidos de microalgas. Elsevier, 101(1): 575–577.

Landeo, E. 2019. Vida útil del aceite de aguaje *(Mauritia flexuosa* L.*f.)* mediante pruebas aceleradas. Tesis Maestro en ciencia y tecnología de alimentos. Callao, Perú. Universidad Nacional del Callao. 1–102p.

Luján, M. 2010. Evaluar la estabilidad de la pro vitamina a en la pulpa liofilizada de tres morfotipos de aguaje *(Mauritia flexuosa* L*. f.)*. Ingeniero Químico. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 1–97p.

Martínez, A. 2011. Evaluación de la actividad antioxidante de los aceites y de su fracción insaponificable de los frutos de: *Mauritia flexuosa* (morete), *Bactris gasipaes* (chonta), *Plukenetia volubilis* (sacha inchi) y *Oneocarpus batahua* (ungurahui) utilizando los métodos DPPH y E. 1–131p.

Mesa, I.; Galeano, G. 2013. Usos de las palmas en la Amazonía Colombiana. Instituto de ciencias naturales, Universidad Nacional de Colombia. 35(2): 351–369.

Mozombite, I. 2018. Obtención de alimentos funcionales de *Mauritia flexuosa L. f*. (aguaje). Tesis Licenciada en Bromatología y nutrición humana. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 1–78 p.

Navarro, B. 2006. Estudio de las cadenas productivas de aguaje *(Mauritia flexuosa)* y tagua. Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú.

Nicho, B. 2018. Estrategias comerciales para la exportación de aguaje *(Mauritia flexuosa)* de la región Loreto a Estados Unidos. Tesis Ingeniera de Gestión Empresarial. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 1–60p.

INIA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA). 2006. El aguaje *Mauritia flexuosa.* Ministerio de Agricultura y Riego. Innovación y Tecnología, 1–4p.

NTP (NORMA TÉCNICA PERUANA). 1987. NTP-209.140 (Revisada 2018). Aceites y grasas comestibles. Aceite crudo de palma. Requisitos. 1 edición, 1–9p.

Pascual, G. 2009. Caracterización de aceites esenciales extraidos de frutos de ungurahui *(Jessenia polycarpa)* y aguaje *(Mauritia flexuosa)* de la comunidad nativa de Nuevo Canán del distrito de Balsa Puerto. Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1–98p.

Quispe, F.; Ayala, M.; Ingunza, G.; Landeo, E.; Pascual, G. 2009. Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de ungurahui *(Jessenia polycarpa)* y aguaje *(Mauritia flexuosa)* de la Amazonía Peruana. Sociedad Química del Perú. 75 (2): 243-253.

Quispe, S.; Solorzano, R. 2015. Separación de ácidos grasos libres, carotenoides y tocoferoles contenidos en aceite de aguaje *(Mauritia flexuosa),* mediante destilación discontinua a vacío y cromatografía preparativa en columna. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Puerto Maldonado,

Perú. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 1–112p.

Reyes, J.; Abreu, R.; Alvarez, J.; Viafara, D. 2019. Chemical characterization, fatty acid profile and antioxidant activity of gustavia macarenensis fruit mesocarp and its oil from the Amazonian region of Ecuador as an unconventional source of vegetable oil. Grasas y aceites, 70(2).

Rivera, M. 2019. Efecto de la temperatura de extracción en el rendimiento y perfil de ácidos grasos del aceite de morete *(Mauritia flexuosa* L. *f.)*. Tesis Ingeniero en alimentos. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 1–76p.

Rodríguez, J.; Silva, D. 2017. Obtención de un aceite dieléctrico a partir de la pulpa de la fruta de aguaje *(Mauritia flexuosa)* para sustituir aceites minerales en los transformadores eléctricos. Tesis Ingeniero Químico. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 1–89p.

Sayago, A.; Marin, M.; Aparicio, R.; Morales, M. 2007. Vitamina E y aceites vegetales. Departamento de química analítica, Facultad de farmacia. Sevilla, España. 58 (1): 74–86.

Silva, S.; Sampaio, K.; Taham, T.; Rocco, S.; Ceriani, R.; Meirelles, J. 2009. Characterization of oil extracted from buriti fruit *(Mauritia flexuosa)* grown in the brazilian amazon region. Jaocs, journal of the american oil chemists society, 86(7): 611–616.

Sotero, V.; Lujan, M.; Fleitas, L.; Merino, C.; Dávila, E. 2013. Estabilidad y actividad antioxidante de la pulpa liofilizada de tres morfotipos de aguaje *(Mauritia flexuosa L. f.)*. Rev. Soc. Quím. Perú.

Trujillo, J.; Torres, M., Santana, E. 2011. La palma de moriche *(Mauritia flexuosa L. f.)* un ecosistema estratégico. Orinoquia, 15(1): 62–70.

Villachica, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonía. Tratado de Cooperación Amazónica.

Yaringaño, J. 2015. Formulación de una crema dermo cosmética a base de *Mauritia flexuosa L. f.* y copaifera reticulata var. Peruviana con efecto regenerador de la piel lesionada en ratones musculus balb c. Tesis Químico Farmacéutico. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1–72.

IX. ANEXO.

Recuadro 1A. Norma NTC, Método AOAC. Contenido de aceite de la pulpa de aguaje.

Contenido de aceite de la pulpa de aguaje**.**

- 2 g de muestra triturar en un molino mecánico a un tamaño de 2 mm.
- Pesar 2 g de muestra en la capsula de porcelana.
- Elaborar un cartucho del papel celulosa y agregar dentro el cartucho la muestra.
- Pesar un balón (matraz) de fondo plano, limpio seco y frío. El balón debe estar rotulado.
- Agregar 150 ml de solvente al balón, introducir el cartucho en la parte central del extractor, ajustar el montaje sobre la estufa con la ayuda de un soporte, abrir el paso del agua por el condensador y encender la estufa para dar inicio a la extracción mantener el proceso de extracción hasta una hora después de que el solvente, este completamente incoloro (repetir el proceso por tres veces).
- Iniciar el desmontaje de la muestra, retiramos el balón del extractor.
- Separar el extractor del balón y verter solvente recuperado en el recipiente destinado.
- El balón con el aceite extraído, introducirlo en la estufa a 150 ºC, hasta eliminar el solvente restante por 30 minutos.
- Enfriar el balón en el desecador durante 30 minutos.
- Pesar el balón, para obtener el peso final.

$$\%G = \frac{(W2 - W1)}{W} * 100$$

Dónde:

W = W/Muestra – Problema.

W_1 = Peso del vacío.

W_2 = Balón + grasa extraída.

Recuadro 2A. Determinación de Densidad.

- Un picnómetro de 10 ml, debidamente esterilizado a 105 °C, en una estufa por 30 minutos y enfriado en un desecador.
- Pesamos el picnómetro vacío y seco anotamos el peso.
- Pesamos el picnómetro con el aceite de aguaje.

$$\text{Wpic. + muestra – Wpic. Vacío}$$

$$q = m/V$$

Recuadro 3A. Determinación de humedad.

- Esterilizar un vaso precipitado de 100 ml en la estufa por media hora
- Enfriar el vaso precipitado en un desecador por media hora.
- Pesar en la balanza analítica el vaso precipitado, hasta obtener un peso constante, anotamos como valor A.
- Agregar al vaso precipitado 3 ml de aceite de aguaje y pesamos, anotamos como valor B.
- Introducimos el vaso precipitado más la muestra en la estufa por 1 horas y 30 minutos.
- Enfriamos el vaso precipitado más la muestra en un desecador por 30 minutos.
- Pesar el vaso y anotar como el valor C.

$$\%H = \frac{(A + B)\ (B-C)}{B} * 10$$

Recuadro 4A. Determinación de acidez titulable. Método nmx-f-101-1987.

Determinación de Acidez Titulable**.** La acidez del producto se expresa en porcentaje del peso del ácido predominante que se encuentra en la muestra, mediante el siguiente procedimiento:

- Se llena una bureta con una solución de *hidróxido de sodio*, al 0.1 N.
- En un vaso precipitado de 100 ml, 3 gramos de muestra.
- Se adiciona 20 gotas de *fenolftaleína* al 1%, como indicador y 25 ml de alcohol.
- Se titula gota a gota agitando constantemente, hasta la aparición de una coloración rosa, esta aparición de este color debe durar aproximadamente 15 segundos.
- Se toma el gasto de la lectura, la cual está reflejada en la bureta.

$$\% AC = \frac{Gasto * N * 56.1}{W/Muestra}$$

Recuadro 5A. Índice de Refracción.

- Utilizaremos un refractómetro digital de marca HANNA HI 96803.
- Calibramos el refractómetro con agua destilada.
- Colocar en el lente óptico del refractómetro dos gotas de la muestra.
- Anotar la medida.

Recuadro 6A. Índice de saponificación.

PROCEDIMEINTO.

- 5 g de aceite de aguaje con cáscara y 10 ml de potasio alcohólico, introducir en un matraz Erlenmeyer de 25 ml.
- Sellamos la muestra con papel film, abrimos un orificio con la varilla de vidrio, llevamos al baño maría por 30 minutos y constantemente agitar la muestra con la varilla.
- Luego de 30 minutos retiramos la muestra y agregamos 10 gotas de fenolftaleína, lo agitamos.
- Empezamos la titulación con la bureta, utilizando ácido clorhídrico, hasta que la muestra presente un color amarillo.

BLANCO.

- 10 ml de potasio alcohólico, introducir en un matraz Erlenmeyer de 25 ml.
- Sellamos la muestra con papel film con agitador magnético, llevamos al baño maría por 30 minutos y en constantemente agitación mantener la muestra.
- Luego de 30 minutos retiramos la muestra y agregamos 10 gotas de fenolftaleína, lo agitamos.
- Empezamos la titulación con la bureta, utilizando ácido clorhídrico, hasta que la muestra presente un color blanco.

$$\textbf{I.S} = \frac{(G2-C1) \times N \times 56.05}{Pm}$$

G_1= Gasto de HCL (Muestra).

G_2= Gasto de HCL (Blanco).

P = Peso de la Muestra.

N = Normalidad de la solución 0.1 N.

Factor 56.1= Peso molecular del KOH.

Cuadro 13A. Rendimiento de aceite de aguaje.

Factor A:	Factor B:	Variable respuesta Rendimiento (%)
Amarillo	**PACC**	1.81
	PASC	3.40
Ponguete	**PACC**	2.38
	PASC	5.65
Shambo	**PACC**	2.90
	PASC	6.13
Amarillo	**PACC**	1.79
	PASC	3.22
Ponguete	**PACC**	2.68
	PASC	5.12
Shambo	**PACC**	2.89
	PASC	5.90
Amarillo	**PACC**	1.80
	PASC	3.38
Ponguete	**PACC**	2.34
	PASC	5.67
Shambo	**PACC**	2.52
	PASC	6.34

Cuadro 14A. Aceite en pulpa de aguaje (prensa en frío).

Factor A	Factor B	Variable respuesta Aceite en pulpa (%)
Amarillo	**PACC**	15.88
	PASC	30.11
Ponguete	**PACC**	17.57
	PASC	33.86
Shambo	**PACC**	16.99
	PASC	34.87
Amarillo	**PACC**	16.81
	PASC	31.80
Ponguete	**PACC**	17.19
	PASC	34.07
Shambo	**PACC**	17.99
	PASC	34.11
Amarillo	**PACC**	16.96
	PASC	32.80
Ponguete	**PACC**	16.32
	PASC	34.00
Shambo	**PACC**	16.91
	PASC	35.98

Cuadro 15A. Densidad del aceite de aguaje.

Factor A	Factor B	Variable respuesta Densidad (g/cm^3)
Amarillo	**PACC**	0.921
	PASC	0.921
Ponguete	**PACC**	0.899
	PASC	0.911
Shambo	**PACC**	0.898
	PASC	0.917
Amarillo	**PACC**	0.912
	PASC	0.899
Ponguete	**PACC**	0.913
	PASC	0.900
Shambo	**PACC**	0.921
	PASC	0.932
Amarillo	**PACC**	0.901
	PASC	0.912
Ponguete	**PACC**	0.902
	PASC	0.909
Shambo	**PACC**	0.918
	PASC	0.906

Cuadro 16A. Humedad del aceite de aguaje.

Factor A	Factor B	Variable respuesta Humedad (%)
Amarillo	**PACC**	0.11
	PASC	0.09
Ponguete	**PACC**	0.09
	PASC	0.11
Shambo	**PACC**	0.11
	PASC	0.09
Amarillo	**PACC**	0.09
	PASC	0.10
Ponguete	**PACC**	0.10
	PASC	0.10
Shambo	**PACC**	0.10
	PASC	0.10
Amarillo	**PACC**	0.10
	PASC	0.09
Ponguete	**PACC**	0.09
	PASC	0.09
Shambo	**PACC**	0.10
	PASC	0.10

Cuadro 17A. Acidez del aceite de aguaje.

Factor A	Factor B	Variable respuesta Acidez (%)
Amarillo	**PACC**	2.45
	PASC	2.98
Ponguete	**PACC**	2.87
	PASC	3.56
Shambo	**PACC**	2.98
	PASC	2.21
Amarillo	**PACC**	2.54
	PASC	2.23
Ponguete	**PACC**	2.81
	PASC	2.90
Shambo	**PACC**	3.24
	PASC	3.98
Amarillo	**PACC**	2.83
	PASC	2.21
Ponguete	**PACC**	3.01
	PASC	2.21
Shambo	**PACC**	2.54
	PASC	3.99

Cuadro 18A. pH del aceite de aguaje.

Factor A	Factor B	Variable respuesta pH (%)
Amarillo	**PACC**	5.22
	PASC	4.42
Ponguete	**PACC**	4.12
	PASC	4.34
Shambo	**PACC**	4.30
	PASC	5.34
Amarillo	**PACC**	5.29
	PASC	4.90
Ponguete	**PACC**	4.13
	PASC	4.23
Shambo	**PACC**	3.95
	PASC	5.90
Amarillo	**PACC**	5.21
	PASC	4.64
Ponguete	**PACC**	4.12
	PASC	4.12
Shambo	**PACC**	4.15
	PASC	6.26

Cuadro 19A. Índice de yodo del aceite de aguaje.

Factor A	Factor B	Variable respuesta Índice de yodo (%)
Amarillo	**PACC**	75.88
	PASC	76.88
Ponguete	**PACC**	75.77
	PASC	75.54
Shambo	**PACC**	77.23
	PASC	77.65
Amarillo	**PACC**	76.12
	PASC	76.35
Ponguete	**PACC**	75.23
	PASC	76.35
Shambo	**PACC**	77.23
	PASC	78.99
Amarillo	**PACC**	75.12
	PASC	76.91
Ponguete	**PACC**	76.32
	PASC	75.90
Shambo	**PACC**	77.12
	PASC	77.99

Cuadro 20A. Índice de saponificación del aceite de aguaje.

Factor A	Factor B	Variable respuesta Índice de saponificación (%)
Amarillo	**PACC**	190.21
	PASC	191.98
Ponguete	**PACC**	190.23
	PASC	192.05
Shambo	**PACC**	192.41
	PASC	192.85
Amarillo	**PACC**	190.65
	PASC	191.12
Ponguete	**PACC**	191.22
	PASC	192.09
Shambo	**PACC**	192.88
	PASC	193.98
Amarillo	**PACC**	191.26
	PASC	192.92
Ponguete	**PACC**	191.20
	PASC	191.12
Shambo	**PACC**	191.28
	PASC	191.89

Cuadro 21A. Índice de peróxido del aceite de aguaje.

Factor A	Factor B	Variable respuesta Índice de peróxido (%)
Amarillo	**PACC**	3.12
	PASC	3.34
Ponguete	**PACC**	3.02
	PASC	3.42
Shambo	**PACC**	3.87
	PASC	3.99
Amarillo	**PACC**	3.34
	PASC	3.77
Ponguete	**PACC**	3.81
	PASC	3.65
Shambo	**PACC**	3.29
	PASC	3.88
Amarillo	**PACC**	3.76
	PASC	3.66
Ponguete	**PACC**	3.00
	PASC	3.22
Shambo	**PACC**	3.57
	PASC	3.57

Cuadro 22A. Índice de refracción del aceite de aguaje.

Factor A	Factor B	Variable respuesta Índice de refracción (%)
Amarillo	**PACC**	1.419
	PASC	1.432
Ponguete	**PACC**	1.399
	PASC	1.421
Shambo	**PACC**	1.452
	PASC	1.451
Amarillo	**PACC**	1.432
	PASC	1.443
Ponguete	**PACC**	1.432
	PASC	1.482
Shambo	**PACC**	1.443
	PASC	1.444
Amarillo	**PACC**	1.388
	PASC	1.456
Ponguete	**PACC**	1.388
	PASC	1.412
Shambo	**PACC**	1.432
	PASC	1.452

Cuadro 23A. Análisis de varianza para la variable respuesta rendimiento.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	11.474	2	5.737	145.24	0.0000
B: Pulpas	31.205	1	31.205	790.00	0.0000
Interacciones					
AB	2.809	2	1.4046	35.56	0.0000
Residuos	0.474	12	0.039		
Total (corregido)	45.963	17			

Cuadro 24A. Análisis de varianza para la variable respuesta aceite en pulpa.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	13.6814	2	6.841	10.62	0.0022
B: Pulpas	1233.14	1	1233.14	1914.8	0.0000
Interacciones					
AB	5.721	2	2.86025	4.44	0.0360
Residuos	7.728	12	0.644		
Total (corregido)	1260.27	17			

Cuadro 25A. Análisis de varianza para la variable respuesta densidad.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	0.000281333	2	0.000141	1.32	0.3026
B: Pulpas	0.00002688	1	0.000027	0.25	0.6242
Interacciones					
AB	0.00003377	2	0.000017	0.16	0.8549
Residuos	0.001276	12	0.000106		
Total (corregido)	0.001618	17			

Cuadro 26A. Análisis de varianza para la variable respuesta humedad.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	0.0000444	2	0.000022	0.40	0.6789
B: Pulpas	0.0000222	1	0.000022	0.40	0.5390
Interacciones					
AB	0.0001778	2	0.000089	1.60	0.2421
Residuos	0.0006667	12	0.000056		
Total (corregido)	0.0009111	17			

Cuadro 27A. Análisis de varianza para la variable respuesta acidez.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	0.7756	2	0.3878	4.41	0.0366
B: Pulpas	3.55556	1	3.55556	40.48	0.0000
Interacciones					
AB	0.233911	2	0.116956	1.33	0.3005
Residuos	1.05413	12	0.087844		
Total (corregido)	5.6192	17			

Cuadro 28A. Análisis de varianza para la variable respuesta pH.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	2.48991	2	1.24496	23.52	0.0001
B: Pulpas	0.7442	1	0.7442	14.06	0.0028
Interacciones					
AB	4.12413	2	2.06207	38.96	0.0000
Residuos	0.635067	12	0.05292		
Total (corregido)	7.99331	17			

Cuadro 29A. Análisis de varianza para la variable respuesta índice de yodo.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	11.5519	2	5.77597	26.20	0.0000
B: Pulpas	2.3762	1	2.3762	10.78	0.0065
Interacciones					
AB	0.7311	2	0.36555	1.66	0.2313
Residuos	2.64547	12	0.220456		
Total (corregido)	17.3047	17			

Cuadro 30A. Análisis de varianza para la variable respuesta índice de saponificación.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	5.8689	2	2.93444	5.06	0.0255
B: Pulpas	4.1664	1	4.16642	7.18	0.0200
Interacciones					
AB	0.2743	2	0.137172	0.24	0.7930
Residuos	6.9615	12	0.580128		
Total (corregido)	17.2712	17			

Cuadro 31A. Análisis de varianza para la variable respuesta índice de peróxido.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	0.35288	2	0.176439	1.94	0.1868
B: Pulpas	0.16436	1	0.164356	1.80	0.2042
Interacciones					
AB	0.00534	2	0.002672	0.03	0.9712
Residuos	1.09387	12	0.091156		
Total (corregido)	1.61644	17			

Cuadro 32A. Análisis de varianza para la variable respuesta índice de refracción.

Fuente	S.c.	gL	C.M.	Fc.	Pv.
Efectos Principales					
A: Ecotipos	0.00176	2	0.00088	1.92	0.1887
B: Pulpas	0.00240	1	0.00240	5.25	0.0409
Interacciones					
AB	0.00060	2	0.00031	0.67	0.5321
Residuos	0.00549	12	0.00046		
Total (corregido)	0.01027	17			



Figura 4A. Recepción y peso de la materia prima.



Figura 5A. Acondicionamiento de la materia prima.



Figura 6A. Desinfección de la materia prima con solución clorada.



Figura 7A. Toma de temperatura para ablandar el aguaje.



Figura 8A. Con una malla se retira la pulpa y cáscara del aguaje.



Figura 9A. La masa obtenida es llevada a la pulpeadora.



Figura 10A. Obtención pulpa de aguaje y cáscara por separado.



Figura 11A. Prensa mecánica usada para la extracción de aceite.



Figura 12A. Deshidratador.



Figura 13A. Pulpa deshidratada procedente de la cabina.



Figura 14A. Análisis de pH e índice de acidez.



Figura 15A. Determinación de humedad.



Figura 16A. Determinación de contenido de aceite en pulpa.



Figura 17A. Determinación de densidad con picnómetro.