



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de ingeniero industrial.

Proyecto de investigación:

“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN EQUIPO DE LABORATORIO PARA EXTRACCIÓN EN FRIO DE ACEITE VEGETAL Y SU APLICACIÓN EN LA EXTRACCIÓN DE LÍPIDOS CON FINES ALIMENTICIOS”

Autoras:

Romero Santillán Priscila Belén
Campuzano García Maryuri Johanna

Director del proyecto de investigación:

Ing. Juan Neira Mosquera PhD.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador.

2016

DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHO

Yo, **Priscila Belén Romero Santillán**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

f. _____

Priscila Belén Romero Santillán

DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHO

Yo, **Maryuri Johanna Campuzano García**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

f. _____

Maryuri Johanna Campuzano García

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien con su inmenso amor ha hecho posible que todo fluya de manera perfecta en mi vida, alcanzando a concluir este trabajo en el momento exacto.

A la Facultad Ciencias de la Ingeniería y a la carrera de Ingeniería Industrial por haberme dado los conocimientos técnicos, éticos y una formación académica de excelencia.

A mis padres, hermanos, mi prima Mariana y demás familiares quienes han sido para mí cada día un gran ejemplo de superación, amor, sabiduría, valentía e inteligencia y por el apoyo incondicional que me han brindado para poder culminar mi carrera profesional.

A mis profesores quienes han impartido sus conocimientos, enseñándome con entrega para una excelente formación académica.

Al Dr. Juan Alejandro Neira Mosquera, Director del proyecto de investigación por su guía durante la realización del proyecto de investigación.

Priscila Romero Santillán.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi vida, mi formación profesional.

A mi padres: Jorge, Nancy que han estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional y confianza, enseñándome con amor el conocimiento de superación y sacrificio para alcanzar las metas propuestas en la vida.

A mis hermanos: Sandra, Libeth, Jorge y mi prima Mayra quienes siempre han estado en cada momento apoyándome.

Un agradecimiento a mis compañeros por compartir sus experiencias y darme el apoyo incondicional de seguir luchando por el objetivo alcanzado.

A mis profesores quienes compartieron sus enseñanzas para una mejor formación académica.

Al PhD. Juan Alejandro Neira Mosquera por su confianza y dirección para el desarrollo del presente proyecto.

A la Facultad Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ, y la carrera de Ingeniería Industrial por formarme como profesional

Maryuri Campuzano García.

DEDICATORIA

A Dios quien está siempre presente en mi vida apoyándome y dándome la fuerza para cumplir cada una de mis metas.

A mis padres Maritza y Freddy y a mis hermanos que gracias a su esfuerzo y motivación me han permitido desarrollar mis conocimientos académicos, los cuales han sido un pilar fundamental para mi formación como profesional.

A mis amados hijos Bryan y Domenika que con su amor han iluminado cada día de mi vida y darme la fuerza para seguir adelante luchando por ellos.

A mi madrina Rosa de Siavichay, quien siempre ha estado pendiente de mí demostrando su amor y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Priscila Romero Santillán.

DEDICATORIA

A mis padres que han estado apoyándome para poder cumplir una meta más en mi vida, en especial a mi madre que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo.

A mi hija Marjorie Vittoria que con su luz ilumina mi vida y por ser mi tesoro más valioso, para quien ningún sacrificio es suficiente.

A mi familia que siempre ha estado conmigo brindándome su apoyo incondicional.

Maryuri Campuzano García.

Resumen.

Se consideró la necesidad de contar con equipos de laboratorio, que permitan la extracción de grasa vegetal, surge la iniciativa de elaborar una prensa que permita desarrollar investigaciones en los procesos de obtención de aceite vegetal, para esto se tomó como referencia la extracción de aceite chontilla (*bactris gacipaes*) en frío, este tipo de extracción permitirá mantener la calidad de la grasa, a diferencia de los métodos de extracción por solventes o mediante altas temperaturas que podrían alterar la calidad del producto final. Este proceso que se implementó se asemejaría a la “*extracción con alpechín*” aplicado en la obtención de aceite de oliva extra virgen, de excelentes características en su composición. En la fabricación del equipo se seleccionaron las diferentes alternativas para facilitar la extracción, sin dañar la calidad del producto, además se evaluaron distintas presiones de prensado, dimensiones de los orificios de las cribas de 3 mm y acondicionamiento del producto fruto entero y despulpado. El sistema se obtuvo con prensado mediante un vástago neumático de doble efecto y para optimizar el proceso de extracción se colocó un alpechín (lienzo o moldura de yute), el mismo que permitirá mejorar la pureza del aceite extraído. En la evaluación del equipo se determinó rendimiento mediante balance de materiales, a distintas presiones y el acondicionamiento de la materia prima, en este caso la chontilla. Se realizó un análisis del costo de producción del equipo para su uso exclusivo en investigación científica, a nivel de laboratorio, así como el costo unitario de aceite extraído, mediante una proyección se podría planificar la fase de extracción industrial, la misma que disminuiría los costos. Para la evaluación del proceso de obtención de aceite en frío se aplicó un modelo estadístico de bloque al azar con modelo factorial **AxB**, se evaluaron como variables: rendimiento, PH, % de humedad, y obtener una aproximación de la calidad del producto, lo que podría servir como punto de partida en posteriores investigaciones, tendientes a mejorar la calidad de aceites comestibles.

Palabras Claves:

Aceite de chontilla (bactris gacipaes), sistema neumático, diseño experimental AxB.

SUMMARY.

Considering the need for laboratory equipment that allow the extraction of vegetable fat, the initiative to develop a press that allows to develop research in the process of obtaining vegetable oil, for this is taken as reference extraction chontilla oil emerges (*bactris gacipaes*) cold, this type of extraction will maintain the quality of fat, unlike the solvent extraction method or by high temperatures that could alter the quality of the final product. Implement this process would resemble the "extraction of vegetable water" applied in obtaining oil extra virgin olive oil of excellent features in its composition.

In equipment manufacturing different alternatives were selected for easy removal without damaging the product quality also different pressing forces, hole dimensions of the sieves and conditioning product were evaluated.

The system that gave better results was pressed by a pneumatic double-acting rod and to optimize the extraction process one alpechín (jute canvas or molding), the same that will improve the purity of the extracted oil was placed.

In the evaluation process equipment performance it was determined by material balance different pressures and conditioning of the raw material is evaluated, in this case the chontilla. An analysis of the cost of production of equipment for exclusive use in scientific research in the laboratory as well as the unit cost of oil extracted, for using a projection to plan the stage of industrial extraction, the same as cheapen costs was made.

For evaluation of the process of obtaining oil cold one statistical model randomized block with factorial model AxB was applied were evaluated as variables: performance, PH,% humidity, to get an approximation of product quality, which could serve as a starting point for further research, aimed at improving the quality of edible oils.

Keywords:

Chontilla oil (*gacipaes bactris*), pneumatic system, experimental design AxB.

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHO.....	ii
DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHO.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA	vii
Resumen	viii
TABLA DE CONTENIDOS.....	x
INDICE DE TABLAS	xiii
INDICE DE FIGURA	xiv
INDICE DE ANEXOS	xv
CÓDIGO DUBLIN	xvi
Introducción.....	1
Antecedente.	1
CAPITULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACION	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.	3
Diagnóstico.	3
Pronostico.....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6

1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Diseño.....	9
2.1.2. Equipo de laboratorio.....	9
2.1.3. Extracción.....	9
2.1.4. Aceite vegetal.....	10
2.1.5. Presión.....	10
2.1.6. Neumática.....	10
2.1.7. Compresor.....	10
2.1.9. Prensa.....	11
2.2. Marco referencial.....	11
2.2.1. Generalidades de la extracción de aceites.....	11
2.2.2. <i>Bactris gasipaes</i> Kunth.....	14
2.2.3. Tipos de presión.....	19
2.2.4. Elementos de un sistema neumáticos.....	20
2.2.5. Tipos de prensas.....	22
CAPÍTULO III.....	24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1. Localización.....	25
3.2. Materiales y equipos.....	25
3.3. Metodología.....	26
3.3.1. Diseño del equipo.....	26
3.3.2. Funcionamiento del sistema de extracción por método de alpechín.....	27
3.4. Diseño estadístico de la investigación.....	28

3.4.1.	Diseño experimental para evaluar el rendimiento y la presión para extraer aceite de chontilla.....	28
3.4.2.	Diseño experimental.....	30
3.5.	BALANCE DE MATERIALES.....	31
3.5.1.	Sin semilla.....	31
3.5.2.	Con semilla.....	31
3.6.	Manual de funcionamiento y mantenimiento.....	32
CAPÍTULO IV.....		33
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....		33
4.1.	Resultados.....	34
4.1.1.	Diseño y construcción.....	34
4.1.2.	EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.....	39
4.1.3.	Balance de materia para el rendimiento de acuerdo a las variables.....	46
4.1.4.	Manual de funcionamiento.....	48
4.2.	DISCUSIÓN.....	54
4.2.1.	Sobre el diseño y construcción del equipo.....	55
4.2.2.	Funcionamiento del equipo mediante extracción de aceite de chontilla considerando fruto entero y fruto sin pepa.....	55
4.2.3.	Determinación del rendimiento mediante balance de material.....	57
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN.....		58
5.1.	CONCLUSIONES.....	59
5.1.1.	Sobre el diseño y construcción del equipo.....	59
5.1.2.	Funcionamiento del equipo mediante extracción de aceite de chontilla considerando fruto entero y fruto sin pepa.....	59
5.2.	RECOMENDACIÓN.....	61
5.2.1.	Sobre el diseño y construcción del equipo.....	61

5.2.2. Funcionamiento del equipo mediante extracción de aceite de chontilla considerando fruto entero, fruto sin pepa y diferentes presiones.	61
5.2.3. Determinación del rendimiento mediante balance de material.	62
5.2.4. Manual de funcionamiento y mantenimiento.	62
5. BIBLIOGRAFÍA.....	64
CAPITULO VII.....	66
ANEXOS.	66

INDICE DE TABLAS

Tabla:1 Tipos de extracción de los aceites vegetales comestibles, técnicas empleadas, ventajas y desventajas.	13
Tabla:2 Contenido nutricional de 100 g de pulpa de chontilla (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth)...	17
Tabla:3 Ácidos grasos del aceite de chontilla (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth)	17
Tabla:4 Materiales y equipos utilizados en diseño y construcción del extractor de aceite.	25
Tabla:5 Materiales y equipos de laboratorio utilizados en la extracción de aceite de chontilla.	26
Tabla:6 Materia prima utilizada para las diferentes muestras de extracción.....	26
Tabla:7 Factores de estudio que intervienen en la extracción de aceite vegetal.	29
Tabla:8 Combinación de los tratamientos propuestos para la extracción de aceite vegetal.	29
Tabla:9 Análisis estadístico.	30
Tabla:10 Análisis de varianza con relación al rendimiento de aceite de chontilla extraído.	39
Tabla:11 Análisis de varianza con relación al % de humedad.	40
Tabla:12 Análisis de varianza con relación al pH del aceite.	40
Tabla 13 Costo total de fabricación del equipo.	53
Tabla 14 Chontilla despulpada.	54
Tabla 15 Chontilla entera.	54

INDICE DE FIGURA

Figura:1 Variedades de frutas de chontilla	15
Figura 2 Tratamientos.....	28
Figura 3 Diagrama de flujo sin semilla	31
Figura:4 Diagrama de flujo con semilla	32
Figura: 5 Vista de planta.....	34
Figura:6 Vista frontal	35
Figura:7 Vista lateral izquierda	35
Figura:8 Mangueras industriales de 6 mm.	36
Figura:9 Válvula electro neumática 5/2	37
Figura:10 Vástago neumático.....	37
Figura:11 Válvulas reguladoras de presión	38
Figura:12 Equipo extractor de aceite de chontilla	38
Figura 13 Resultados de las medias de los niveles del tratamiento A.....	42
Figura 14 Resultados de las medias de los niveles del tratamiento B	43
Figura 15 Resultados de las medias de los niveles de las interacciones AxB	45
Figura 16 Balance de materia sin semilla.....	46
Figura:17 Balance de materia sin semilla.....	47
Figura:18 Elementos de la maquina	48
Figura 19 Sistema neumático.	49

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Construcción de la maquina.....	67
Anexo 2 Estudios económicos.....	68
Anexo 3 Fotografías de la fase experimental del proceso de obtención de aceite de <i>bactris gasipaes</i>	71
ANEXO 4 Cuadro de medias de tukey de los análisis de rendimiento en gramos.....	73
ANEXO 5 Cuadro de medias de tukey de los análisis de PH.	75
ANEXO 6 Cuadro de medias de tukey de los análisis de % de humedad.....	76
ANEXO 7 Manual de funcionamiento.	78

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Diseño y fabricación de un equipo de laboratorio para extracción en frío de aceite vegetal y su aplicación en la extracción de lípidos con fines alimenticios”.
Autores:	Romero Santillán Priscila Belen Campuzano García Maryuri Johanna
Palabras claves:	<i>Aceite de chontilla, sistema neumático, diseño experimental A*B.</i>
Fecha publicación:	
Editorial:	Quevedo UTEQ 2016
Resumen hasta 300 palabras	<p style="text-align: center;">Resumen.</p> <p>Se consideró la necesidad de contar con equipos de laboratorio, que permitan extraer grasa vegetal, surge la iniciativa de elaborar una prensa que permita desarrollar investigaciones en los procesos de obtención de aceite vegetal, se tomó como referencia la extracción de aceite chontilla en frío, este tipo de extracción mantendrá la calidad del producto, a diferencia de los métodos de extracción por solventes o mediante altas temperaturas que podrían alterar la calidad del producto final. Este proceso que se implementó se asemejaría a la “<i>extracción con alpechín</i>” aplicado en la obtención de aceite de oliva extra virgen, de excelentes características. En la fabricación del equipo se seleccionaron alternativas para facilitar la extracción, sin dañar la calidad del producto, se evaluaron presiones de prensado, y acondicionamiento del producto fruto entero y despulpado. El sistema se obtuvo con prensado mediante un vástago neumático, para optimizar el proceso de extracción se colocó un alpechín (lienzo), permitirá mejorar la pureza del aceite extraído. En la evaluación del equipo se determinó rendimiento mediante balance de materiales, a distintas presiones y el acondicionamiento de la fruta, (chontilla). Se realizó un análisis del costo de producción del equipo para su uso exclusivo en investigación científica, a nivel de laboratorio, así como el costo unitario de aceite extraído, mediante una proyección se podría planificar la fase de extracción industrial, la misma que disminuiría los costos. Se aplicó un modelo estadístico factorial AxB, se evaluaron como variables: rendimiento, PH, % de humedad, y obtener una aproximación de la calidad del producto, lo que podría servir como punto de partida en investigaciones, tendientes a mejorar la calidad de aceites comestibles.</p>

	<p style="text-align: center;">SUMMARY.</p> <p>It was considered the need to have laboratory equipment to extract vegetable fat, the initiative to develop a press to develop research in the processes of obtaining vegetable oil, took as a reference the extraction of chontilla oil in cold, This type of extraction that maintains the quality of the product, a difference of the extraction method by solvents or in the high temperatures that alter the quality of the final product. This process was implemented similar to the "extraction with alpechín" applied in the production of extra virgin olive oil, with excellent characteristics. In the manufacture of the equipment the alternatives were selected to facilitate the extraction, without damaging the quality of the product, the pressing pressures were evaluated, and the conditioning of the whole product and the pulping. The system is obtained by pressing with a pneumatic vacuum, to optimize the extraction process was placed on the canvas, the gear improves the purity of the extracted oil. In the evaluation of the equipment was determined the balance of materials, various pressures and the conditioning of the fruit, (chontilla). An analysis was made of the cost of production of equipment for its exclusive use in scientific research, a laboratory level, as well as the unit cost of extracted oil, through a projection could plan the phase of industrial extraction, which would decrease costs. An AxB factorial statistical model was applied, the following variables were evaluated: yield, pH,% humidity, and an approximation of product quality, which could serve as a starting point in research aimed at improving the quality of edible oils .</p> <p>Keywords:</p> <p>Chontilla oil (<i>gacipaes bactris</i>), pneumatic system, experimental design AxB.</p>
Descripción:	87 hojas: dimensiones, 29 X 21 cm; mas CD ROM
URI:	

Introducción

Antecedentes.

El prensado mecánico que desarrollaron los egipcios, los fenicios y los chinos, en la producción de un tipo de aceite y harina que se utilizaba en el consumo humano y animal, mediante un equipo muy primitivo al cual llamaban “Stump press”, consistía en un tronco quemado con un palo pesado impulsado por un buey, que maceraba las semillas y así liberaba un poco del aceite. Desde los días de los imperios griegos y romanos, hasta el siglo XVII la prensa Stump y sus equivalentes antiguos fueron modificados para imponer más presión sobre la semilla, con lo que el contenido de aceite después del prensado aumentaba, la semilla vegetal era envuelta en algún tipo de tela y se coloca entre las placas de una prensa vertical, a continuación, un tornillo se utilizaba manualmente con una presión ejercida sobre la semilla y así liberar la cantidad de aceite disponible en sus paredes celulares[1].

A lo largo de los años la prensa ha ido evolucionando para minimizar los procesos de extracción del aceite de diferentes semillas y a su vez mejorar el rendimiento de los diferentes procesos de extracción por lo que cada día se extrae aceites de nuevas oleaginosas como la chontilla, es un fruto de la Amazonia del Ecuador, tiene muchas propiedades que actualmente no se ha realizado varios estudios de sus propiedades.

Por tal razón los estudiantes de la UTEQ se encuentra desarrollando estudios de la extracción de aceite y sus propiedades. Actualmente la institución no cuenta con un equipo adecuado para el desarrollo de este tipo de investigación.

Al no disponer equipos de laboratorio para extracción de aceite de chontilla en la UTEQ este proyecto se enfocó en el diseño y construcción de una prensa neumática para realizar nuevas investigaciones.

CAPITULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACION

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El problema que se abordó, es la falta de equipos de laboratorio especializados en extracción de grasa en frío con características ajustadas a la necesidad del proceso, para la aplicación en productos locales, por cuanto las características de las oleaginosas difieren unas de otras, y en el caso de aceites convencionales, como: soja, girasol u oliva, ya están definidas y desarrollado su proceso tecnológico, mientras que en productos locales que podrían servir como alternativa por sus excelentes características, al no existir una producción comercial establecida, no existen equipo que se ajusten 100% a su estructura, esto impide muchas veces avanzar con investigaciones que podrían ser de mucho valor. Por lo tanto surge la necesidad de contar en los laboratorios de bromatología y análisis de alimentos con equipos adecuados y en nuestro caso, se consideró que está en marcha el proyecto: *“Extracción de varios aceites de origen agrícola a partir de productos locales, y determinación del perfil lipídico para evaluar su posible aprovechamiento como fuente de grasa de consumo humano”* surge la necesidad de fabricar un equipo de prensado para facilitar procesos de extracción en frío a fin de obtener aceite lo más puro posible e identificar o evaluar diferentes características y poder recomendar en la alimentación humana. En la fabricación de un equipo específico se deberá evaluar, factores de funcionamiento tales como los niveles de presión, el acondicionamiento de la fruta, de acuerdo a las características del producto, en este caso se tomó como referencia la baya de la Chontilla que es uno de los productos propuestos en este proyecto.

Diagnóstico.

Se considera la necesidad de facilitar la extracción de aceite de diferentes oleaginosas, surge la necesidad de diseñar un equipo para extracción en frío de aceite de Chontilla, el mismo podría ser utilizado en otras oleaginosas de similares características en cuanto a su tamaño, estructura y composición, para esto es fundamental, se trabajó con pequeñas cantidades de producto ya que la función de extracción va a ser a nivel de laboratorio, el

mismo que requiere de muestras seleccionadas, uniformes, con tratamiento previo para extraer grasa en condiciones controladas, para una vez establecido el proceso tecnológico que se ajuste a los parámetros de calidad se establecerá un método estandarizado a fin de ponerlo al servicio de la industria, deberá seguirse protocolos lógicos y establecer los parámetros tecnológicos que regirán la producción industrial. Los factores implícitos en esta investigación deberán estar relacionados con la presión ejercida sobre la materia prima, tamaño de los orificios de la criba, espesor y material del alpechín, tiempo de prensado entre otros, los mismos tendrán que adecuarse a los diferentes productos a evaluarse.

Pronostico.

Actualmente no existen equipos especializados en la extracción en frío de aceite, y en particular de Chontilla para estudios estrictamente en investigación, los sistemas tradicionales utilizaban extracción mediante solvente y se pueden presentar los siguientes problemas.

- Alteración de las características del aceite.
- Eliminación del aroma del aceite en la aplicación de altas temperaturas aplicadas.
- Costos elevados para realizar las investigaciones.
- Demora en obtención del producto.

Por lo tanto la implementación de este equipo de laboratorio permitirá realizar investigación científica en el área de lípidos, que facilitará la extracción en frío, a fin de evitar cambios bioquímicos indeseables en el producto final.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Qué tipo de equipos especializados para extracción en frío de aceites vegetales con fines alimenticios deben existir en un laboratorio?

1.1.3. Sistematización del problema.

En el diseño y construcción de un equipo de extracción en frío, se consideraron aspectos fundamentales, como: el material de la criba que se trabajara con fines alimenticios; mangueras de abasto, las mismas que soportaran altas presiones; potencia de compresor, el mismo que deberá generar el aire suficiente, alcanzar las presiones necesarias de acuerdo al estudio que se desee desarrollar; dimensiones de los orificios de la criba; material y espesor del alpechín a fin de conseguir una pureza adecuada. Entre los principales aspectos que debería evaluarse son: la fuerza de prensado, ya que esta debería adecuarse a la estructura del fruto; el acondicionamiento de la baya (chontilla), esta podría ser entera o solo la pulpa, la diferencia entre estas dos, supone ahorrar el proceso. Otros aspectos que debería considerarse, es el diseño, la capacidad de carga, de producción, tiempo requerido para la extracción y mediante balance de materia determinar rendimiento, perdidas, en el proceso, ya sea por fugas, inadecuada o separación, esto podría deberse a característica intrínsecas del producto, como: madurez fisiológica, variedad, época de cosecha y otros afectos como origen le la materia prima.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

- ✓ Construir un equipo de laboratorio para extracción en frío de aceites vegetales para el consumo humano.

1.2.2. Objetivos específicos.

- ✓ Diseñar y construir un equipo de laboratorio para la obtención de aceite en frío y que se ajuste a los productos oleaginosos de la zona de influencia de la UTEQ.
- ✓ Evaluar el funcionamiento del equipo mediante la extracción de aceite de chontilla (*Bactris gasipaes*), fruto entero y despulpado.
- ✓ Determinar la presión adecuada para la extracción de aceite en frío de chontilla con 5 presiones ejercidas (p1=110psi, p2=95psi, p3=87psi, p4= 80psi p5=70psi).
- ✓ Elaborar un manual de funcionamiento y mantenimiento a fin de facilitar el uso en laboratorio.

1.3. Justificación.

El propósito de esta investigación es construir un equipo de laboratorio para extracción en frío de aceite vegetal, con la finalidad de obtener un producto primario el mismo que deberá someterse a diferentes pruebas para determinar sus beneficios alimenticios, por lo que las consideraciones de diseño estuvieron enfocadas en mantener las características propias del producto y evitar cambios por factores físico o químicos, para esto se ha estudiado diferentes presiones y distintos procedimientos de acondicionamiento de la fruta, como propósito principal de rentabilizar la extracción. El consumo de aceites es cada vez más exigente, el propósito de este estudio es buscar un mecanismo adecuado para encontrar un producto, de calidad de fuentes oleicas propias de la zona, a fin de remplazar el consumo de oleos saturados por un aceite extra virgen, a fin de prevenir posibles afectaciones en la salud.

Entre los principales hallazgos de este estudio, consta la factibilidad de fabricar un equipo de laboratorio adecuado para investigación científica, está diseñado mediante un sistema neumático cuya fuerza es ejercida por un pistón, impulsada por un compresor con una presión ejercida de 110 psi y vástago neumático, el mismo que hace presión con una criba de acero inoxidable con grado alimenticio de orificios de 3mm, ayudado de un alpechín, para lograr la separación. En cuanto al funcionamiento este mecanismo es pertinente ya que permitirá mantener las características propias del lípido, sin alterar la temperatura ni adicionar solventes y además de optimizar costos de operación, ya que los sistemas de arrastre de vapor y utilización de solvente, requieren de altos costos de combustible. Por lo expuesto esta investigación propone la obtención de aceite vegetal a escala de laboratorio mediante el método de prensado en frío, debido a que muchas veces, se trabaja con solventes estos quedan impregnados en el aceite, limita así la posibilidad de utilizarlos como alimentos.

En si este proceso consta en el diseño y fabricación de una prensa neumática y se basa en la aplicación de aire comprimido para realizar un trabajo en el embolo del cilindro, el vástago se accionó mediante la aplicación de presión en un área determinada, para contribuir a la investigación científica este proyecto es parte de una propuesta institucional de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo aprobado como proyecto **FOCICYT** (Fondo Competitivo De Investigación Científica Y Tecnológica) y financiado por la unidad de Investigación, con su programa que tiene como nombre “*Obtención De Aceites A Partir De Productos Autóctonos Para Mejorar La Calidad Alimentaria Y Transformar La Matriz Productiva Y Tecnologías Del Ecuador*” donde uno de sus objetivos es diseñar y montar los componentes de los diferentes equipos de extracción de aceite.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Diseño.

Es la estructura, en un equilibrio agradable, de materiales, de ordenamientos de todos los componentes que tienden a una establecida función. El esquema no es una portada ni la figura exterior. Más bien debe entender y percibir la esencia de los efectos y de las fundaciones, [2].

2.1.2. Equipo de laboratorio.

Los materiales y aparatos de uso frecuente en el laboratorio se asemejan por su nombre correcto y uso delimitado que tiene cada uno, pero más importante es saber manipular adecuadamente en el momento acertado, teniendo en cuenta los cuidados y pautas especiales para el uso de aquellos que así lo requieran. Los materiales y útiles de laboratorio están formados de materiales diversos, [3].

2.1.3. Extracción.

La extracción es la práctica más utilizada para aislar un producto orgánico de una mezcla de reacción o para separarlo desde sus fuentes naturales. Puede definirse también como la separación de algún componente de ciertas mezclas en medio de un separador. Las técnicas de extracción pueden ser de 2 tipos, [4]:

- Extracción líquido-líquido.
- Extracción sólido-líquido.

2.1.4. Aceite vegetal.

Son sustancias que se logran a partir de semillas o frutos que tienen un gran porcentaje de grasa. En realidad, todas las semillas y frutos contienen aceite, pero sólo los llamados oleaginosos sirven para la fabricación industrial de lípido, [5].

2.1.5. Presión.

La presión es la razón entre la fuerza normal empleada sobre un cuerpo y la superficie sobre la que incide. De esta forma obtenemos esta fórmula fundamental, [6].

$$P = \frac{F}{A}$$

2.1.6. Neumática.

Es la ciencia que trata acerca de los movimientos y procesos del aire.

El aire es usado como forma de energía desde la antigüedad. Sin embargo, la neumática fue usada a partir de mediados del siglo XX, utilizándola para mejorar métodos de producción, [7].

En el campo de la producción industrial, la neumática tiene una aplicación progresiva, no sólo entra a formar parte en la construcción de máquinas, sino que va desde el uso doméstico hasta la utilización en la técnica de investigación, [7].

2.1.7. Compresor.

Su objetivo es aumentar la presión del aire atmosférico aspirado hasta la presión del trabajo. Existen compresores de diferentes características pero los más utilizados en la industria son los de tornillo y pistón, [7].

2.1.8. Aire comprimido.

El aire comprimido es una forma de almacenar energía mecánica, que puede ser utilizada posteriormente para producir trabajo. Si se ejerce fuerza sobre el aire contenido en un recipiente cerrado, dicho aire se comprime al presionar las paredes del recipiente. Dicha presión puede aprovecharse para generar trabajo (grandes fuerzas, o desplazamientos de objetos), [8].

2.1.9. Prensa.

La prensa es un equipo utilizado para extraer, distintos materiales ya sea en frío o en caliente, aplicando una presión.

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Generalidades de la extracción de aceites.

2.2.1.1. Semillas oleaginosas.

Son fuentes vegetales para la extracción de aceite. El principal característica son las células de las semillas oleaginosas que es la existencia de organelas celulares llamadas cuerpos lipídicos y proteínicos, las cuales contienen, respectivamente, la mayoría del aceite y de las proteínas del grano, [1].

2.2.1.2. Aceite.

La palabra aceite (del árabe az-zait, el jugo de la oliva, y éste del arameo zayta) es un término genérico para designar diferentes líquidos de orígenes diversos que no se disuelven en el agua y que tienen menos densidad que ésta, [1].

2.2.1.3. Compuesto orgánico.

Los compuestos orgánicos son los compuestos químicos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno y muchas veces con nitrógeno, azufre, fósforo, boro, halógenos. No son moléculas orgánicas los carburos, los carbonatos y los óxidos del carbón. En general los compuestos orgánicos tienen carbono con enlaces de hidrógeno. Los compuestos orgánicos pueden ser: Compuestos orgánicos naturales que son los sintetizados por los seres vivos y compuestos orgánicos artificiales que son sustancias que no existen en la naturaleza y han sido fabricadas por el hombre. La mayoría de los compuestos orgánicos puros se producen artificialmente, [1].

2.2.1.4. Proceso de extracción del aceite vegetal.

El proceso de obtención del aceite vegetal a partir de una oleaginosa, es muy simple. La extracción se realiza físicamente por prensado; es una extracción del tipo en frío, pues la temperatura no excede de los 60-80°C. El gasto energético para el prensado equivale aproximadamente a un 4% de la energía obtenida con el aceite prensado. Esto hace que la producción de aceite como combustible sea una de las menos consumidoras en energía de proceso, pues no es necesaria ninguna transformación química. Después del prensado es necesaria una limpieza física por medio de un filtrado, una centrifugación, o una decantación. El aceite vegetal puede, de esta manera, ser almacenado durante largo tiempo sin deteriorarse; y puede ser manipulado, transportado y distribuido sin peligro, pues no es explosivo, ni inflamable, ni desprende gases tóxicos o cancerígenos. La extracción de aceite puede realizarse por dos métodos: prensado y extracción con solventes, [5].

2.2.1.5. Métodos de extracción de los aceites vegetales.

Existen diversos métodos para la extracción de aceites vegetales comestibles, algunos de ellos se emplean principalmente a nivel industrial, y otros a escala laboratorio y piloto. Dependiendo de la materia prima, se aplican diferentes métodos de extracción, por ende, se obtienen aceites de calidades y porcentajes diferentes, todo depende de los métodos de extracción adecuados, [9].

Tabla:1 Tipos de extracción de los aceites vegetales comestibles, técnicas empleadas, ventajas y desventajas.

TIPO DE EXTRACCIÓN	TÉCNICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Prensado de las semillas	Técnica de prensado en frío y almacenamiento a baja temperatura (4° C) en la oscuridad. Prensa de tornillo y utiliza calentamiento mediante una resistencia eléctrica	Los aceites presentan mejor conservación de los componentes antioxidantes (queecetina y miricetina), comparada con la extracción con solventes	Rendimientos bajos en la producción del aceite
Extracción con solventes	Método Soxhlet usando generalmente hexano	Favorece las características funcionales del aceite como la retención de agua y la estabilidad de emulsión	Provoca pérdidas ligeras de antioxidantes, además cuestiones de salud y seguridad al medio ambiente por el uso del hexano
Extracción con fluidos supercríticos	Uso del CO ₂ en estado supercrítico	Rendimientos altos de extracción del aceite, no se requiere eliminar solventes del aceite o de la tortura residual.	Instalaciones muy costosas

FUENTE, CEFLA KLEVER 2015

2.2.1.6. Características del aceite vegetal.

La composición química de los aceites vegetales corresponde en la mayoría de los casos a una mezcla de 95% de triglicéridos y 5% de ácidos grasos libres, de esteroides, ceras y otros componentes minoritarios. Los triglicéridos son triésteres formados por la reacción de

ácidos grasos sobre las tres funciones como alcohol del glicerol. Clasificación: Los aceites vegetales pueden dividirse en cuatro grandes grupos, [5].

- Los aceites saturados: índices de yodo de 5-50

Lóricos: copra, palmito, babasú (etc.)

Palmíticos: palma

Esteáricos: karité

- Los aceites mono insaturados: índices de yodo de 50-100

Oleicos: aceituna, cacahuete, colza, sésamo, jatropha curcas.

- Los aceites biinsaturados: índices de yodo de 100-150

Linoleico: girasol, algodón, maíz, soja, etc.

- Los aceites triinsaturados: índices de yodo > 150

Desde el punto de vista “calidad” del carburante, mientras más saturado es el aceite, mejor es. Sin embargo, estos aceites saturados son sólidos a temperaturas elevadas,[5].

2.2.2. *Bactris gasipaes* Kunth.

Descripción de *Bactris gasipaes* Kunth.

Descripción taxonómica.

Familia: ARECACEAE

Género: *Bactris*

Especie: *gasipaes* Kunth

Nombre vulgar: Chontilla

2.2.2.1. Origen.

El pejibaye (*Bactris gasipaes*) es una palmácea cuyo origen es la amazonia brasileña. Produce unos frutos en racimos (cada racimo puede tener hasta 140 frutos), además de los frutos, el palmito de ésta palma es muy apreciado por su rico sabor, buena digestibilidad y su poder nutritivo, [10].

De acuerdo a lo mencionado por Mora Urpí (1983), el pejibaye cultivado (*Bactris gasipaes*) es el resultado de la hibridación, selección natural y domesticación de varias especies silvestres de palmas nativas del trópico húmedo americano. Su distribución abarca desde Nicaragua hasta Bolivia. Tuvo gran importancia y desarrollo durante la época precolombina, cuando posiblemente se constituyó en el principal cultivo para varias tribus de Centro y Suramérica, [11].

2.2.2.2. Cultivo.

El pejibaye requiere de una pluviometría alta, para producir abundantemente y de buena calidad del fruto. Cada árbol produce dos cosechas al año con altos rendimientos de frutos. El pejibaye podría prosperar en toda la geografía nacional, desde el nivel del mar hasta los 1,500 msnm. Requiere para mayor producción terrenos arcillo-limosos, de alto contenido de materia orgánica y de buen drenaje, [10].

Se cultiva preferiblemente en climas cálidos (de 18°C a 24°C) y húmedos durante todo el año, no convienen los climas con estación seca pronunciada ni la exposición a fuertes vientos, [10].



Figura:1 Variedades de frutas de chontilla

FUENTE: MORAN T 2015.

2.2.2.3. Composición nutricional.

Aunque la información nutricional puede variar considerablemente entre diferentes variedades de esta palma y, a pesar de que hay diferencias incluso en la información nutricional de la misma variedad, debido a que la palma de chontaduro expone una gran variabilidad genética lo cual dificulta su agrupamiento, basándose la clasificación únicamente en la distribución geográfica y el color del fruto, [13].

Según lo dicho por la academia nacional de ciencias de Estados Unidos de América en 1975 “el chontaduro es probablemente el más balanceado de todos los alimentos tropicales, conteniendo carbohidratos, proteínas, aceites, minerales y vitaminas”, [14].

Contiene 7 de los 8 aminoácidos esenciales para el ser humano, es extremadamente rico en vitamina A, (mucho más que el trigo y el maíz) entre muchas otras vitaminas y contiene gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, [15], también es rico en minerales esenciales para la dieta como calcio, potasio, magnesio, manganeso, selenio, cromo, hierro y zinc aportando entre el 8 y el 10% de los requerimientos necesarios según la RDA (ingesta diaria recomendada) para personas entre 25 y 50 años, [16].

Del fruto se extrae aceite comestible que contiene ácidos grasos no saturados de gran demanda en el mercado actual. Según Soria (1991), el fruto del pijuayo posee una gran riqueza nutricional que se aprecia en las Tablas 1 y 2.

Tabla:2 Contenido nutricional de 100 g de pulpa de chontilla (*Bactris gasipaes* Kunth)

Agua	50.7%
Grasa	5.8%
Proteínas	6.3%
Carbohidratos	35.7%
Fibra	1.3%
Cenizas	0.8%
Calcio	14.0 mg
Fosforo	16.0 mg
Hierro	1.0 mg
Vitamina A	867.7 UI
Tiamina	0.05 mg
Riboflavina	0.16 mg
Niacina	1.4 mg
Ácido ascórbico	3.5 mg
Calorías	196.0

FUENTE: OLIVA D. 2015

Tabla:3 Ácidos grasos del aceite de chontilla (*Bactris gasipaes* Kunth)

Ácido graso	Composición porcentual del aceite		
Ácido Palmítico	29.3	A	40.2
Ácido Palmitoleico	5.3	A	9.3
Ácido Esteárico	0.4		
Ácido Oleico	50.3	A	53.6
Ácido Linoleico	1.3	A	12.5
Ácido Linolénico	1.8		
Ácidos grasos insaturados	53.7	A	64.6

FUENTE: OLIVA D. 2015

2.2.2.4. Variedades.

Hay mucha variación en la forma, tamaño, color y calidad de los frutos. Algunos de ellos con cicatrices longitudinales (rayado pejibaye) se consideran de calidad superior. Estas cicatrices indican bajo contenido de agua, la firmeza y un mínimo de fibra en la carne. En Costa Rica hay palmas que llevan grupos que tienen la mayoría de las frutas sin semillas.

Estos se llaman pejibaye machista (pejibaye masculino) y son muy apreciados. Ha sido encontrado en estudios que sólo 30 a 60 palmas en una plantación de plántulas de 400 rendirán la fruta de alta calidad, [18].

En los últimos años, las colecciones de germoplasma se han iniciado en Costa Rica, Panamá, Colombia y Brasil, y hay un gran potencial para el mejoramiento de los cultivos y la normalización. Formas sin espinas (tapire), sobre todo, se están buscando para la reproducción, [18].

2.2.2.5. Usos y propiedades.

Patiño (1958), cita que los nativos de la Amazonía intertropical, preparaban una bebida a partir de la fermentación del Pijuayo. Esta es conocida como masato de pijuayo en el Perú y chicha de chontaduro en Colombia. BROWN (1968), relata que esta bebida es preparada primeramente por la cocción del fruto sin sal, y la molienda de la pulpa con plátanos. Esta mezcla es almacenada por dos o tres días, y en la porción semifermentada, puede ser diluida con agua. Este es luego dejado fermentar por un par de días, se le adiciona azúcar y es consumido,[19]

Mencionan Clement & Mora Urpí (1987), que en la actualidad la harina de chontaduro puede sustituir otros productos destinados para el consumo humano, especialmente harinas de maíz y sorgo. Los frutos de segunda calidad pueden también usarse para nutrición animal o para extracción del aceite el cual tiene propiedades nutricionales y cosmetológicas. La productividad de la palma de chontaduro varía entre 10 a 30 ton/Ha de fruta fresca, dependiendo de las características genéticas y del manejo agronómico Sin embargo, a pesar de su alto potencial nutricional, [14], de acuerdo a lo expuesto por Mora Urpí, Weber, & Clement, (1997), la palma de chontaduro actualmente se utiliza para la extracción de palmito, subproducto que se obtiene antes de que la planta fructifique.

2.2.2.6. Aceite de origen vegetal.

A diferencia de las grasas de origen animal, los aceites vegetales por naturaleza no contienen colesterol y además aportan vitamina E, que actúa como antioxidante. Éstos

ayudan a evitar los riesgos de enfermedades cardiovasculares, lo que facilita el tránsito de la sangre y protege a las arterias y el corazón, [20].

Todos los aceites vegetales contienen tres tipos de ácidos grasos: saturados (pocos), mono insaturados y poliinsaturados. Las grasas saturadas, generalmente de origen animal, son muy densas y tapan las arterias, lo que provoca complicaciones cardiovasculares. En cambio, las mono insaturadas y poliinsaturadas contribuyen a proteger al corazón de la acumulación de grasa, [20].

Cerosa que hace que el aceite refrigerado se vea turbio. Las impurezas solubles en aceite son más difíciles de extraer. Incluyen ácidos grasos libres, fosfáticos, sustancias gomosas o mucilaginosas, cuerpos pigmentados, fracciones de proteínas, tocoferoles, esteroides, carbohidratos, cetonas y aldehídos. Estas impurezas pueden estar en una solución real o en suspensión coloidal. Algunas se encuentran en cantidades mínimas, [21].

2.2.3. Tipos de presión.

2.2.3.1. Presión manométrica.

Es la presión medida aun flujo contenido, [7].

$$P_{man} = P_{abs} - P_{atm}$$

2.2.3.2. Presión atmosférica.

En física la presión está definida como al cociente entre la acción de una fuerza sobre la unidad de superficie, [7].

$$P = F/S$$

Por lo tanto, la presión atmosférica es numéricamente igual al peso de una columna de aire que tiene como base la unidad de superficie y como altura la de la atmósfera.

2.2.4. Elementos de un sistema neumáticos.

Un sistema de control neumático está conformado por de los siguientes elementos:

- Abastecimiento de energía.
- Compresor.
- Válvula 5/2.
- Válvula de estrangulación y anti retorno.
- Cilindro neumático de doble efecto.

2.2.4.1. Ventajas e inconvenientes de la neumática.

La tecnología neumática ofrece importantes ventajas frente otros tipos de tecnologías, como son:

- La neumática es capaz de desarrollar grandes fuerzas, imposibles para la tecnología eléctrica. Utiliza una fuente de energía inagotable: el aire.
- Es una tecnología muy segura: no genera chispas, incendios, riesgos eléctricos, etc.
- Es una tecnología limpia, muy adecuada para la industria alimentaria, textil, química, etc.
- Es una tecnología muy sencilla, que permite diseñar sistemas neumáticos con gran facilidad.
- La neumática posibilita sistemas con movimientos muy rápidos, precisos, y de gran complejidad.

2.2.4.2. Las principales desventajas de la neumática son:

- El funcionamiento de los sistemas neumáticos es ruidoso, ya que el aire comprimido se expulsa al exterior una vez ha sido utilizado.
- Es una tecnología más costosa que la tecnología eléctrica, pero el coste se compensa por su facilidad de implantación y buen rendimiento, [8].

2.2.4.3. Ventajas y desventajas del aire comprimido.

2.2.4.3.1. Ventajas.

- ✓ Es económico.
- ✓ Es seguro ya que no posee propiedades explosivas.
- ✓ No contamina, el aire utilizado se devuelve al ambiente sin representar una contaminación del medio.
- ✓ Abundante ya que se encuentra en grandes cantidades en la tierra.
- ✓ Rápida respuesta, los actuadores pueden trabajar a altas velocidades.
- ✓ No requiere líneas de retorno: a diferencia de otros medios como la hidráulica, este no requiere volver al generador, si no que vuelve al ambiente sin inconvenientes.
- ✓ Fácil montaje y mantenimiento.
- ✓ Fácil transporte, [22].

2.2.4.3.2. Desventajas

- ✓ Humedad: al salir el aire del compresor puede tener alta temperatura, lo que hace que se produzca enfriamiento se haya condensación lo que haría la presencia de agua en las tuberías, y afectar los dispositivos del equipo.
- ✓ Ruido: la operación de los elementos de trabajo ocasionan gran cantidad de ruido.
- ✓ Limitación de fuerza: cuando se trabaja con aire comprimido no se logran grandes fuerzas.

- ✓ Difícil detección de fugas: las fugas se detectan por ruido, pero en las grandes industrias existe gran presencia de ruido por lo que dificulta la presencia de fugas.
- ✓ Costosa producción: el compresor requiere de mucho consumo de energía, por eso se hace muy costosa la producción de aire comprimido, [22].

2.2.5. Tipos de prensas.

2.2.5.1. Prensas Mecánicas.

La prensa mecánica o prensadora es la máquina que, a través de un volante de inercia, acumula energía y la transmite por vía mecánica o neumática a una matriz estas prensas, permiten realizar el proceso conocido como troquelación (la realización de agujeros en metales, plásticos, cartones u otros materiales), [23].

2.2.5.2. Prensas Neumáticas.

Las prensas neumáticas son controladas por la manipulación de aire a presión. El aire es forzado en un tubo que se llena con el aire y se aplica la presión que hace que la prensa se desplace hacia abajo. Una vez que el recorrido de la prensa está terminado, el aire se evacua a través de válvulas, resortes mecánicos y hacen que la bomba se mueva de nuevo hacia arriba.[8].

2.2.5.3. Prensas Hidráulicas.

La prensa hidráulica es una máquina que consta de vasos comunicantes que son impulsados por pistones de distintas áreas que mediante pequeñas fuerzas podemos obtener mayores fuerzas para poder levantar pesos muy grandes con una fuerza pequeña. Los pistones son componentes hidráulicos que necesitan de líquido hidráulico para su

funcionamiento requerido lo que conjuntamente hacen funcionar a la prensa por medio de motores donde se transforma la energía mecánica en energía hidráulica. Las prensas tiene mucha utilidad en industrias, mecánicas, etc. por su fácil utilización para realizar trabajos que no puede hacer la mano del hombre, la prensa permite trabajar sobre distintos materiales sea en frío o caliente para cualquier operación donde se requiere una gran presión, [23].

Las prensas hidráulicas tienen capacidad de producción y trabajo más rápido, por eso en la actualidad existe la preferencia de dicha prensa. Esto es debido que las prensas hidráulicas son más rápidas, y confiables por el avance tecnológico que existe hoy en día como motores más eficientes, bombas, mangueras etc., [23].

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

El presente trabajo se llevó acabo en la ciudad de Quevedo, provincia de Los Ríos ubicada en la Región Costa de la República del Ecuador, en los laboratorios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, donde se utilizaron diferentes materiales y equipos.

3.2. Materiales y equipos.

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación fueron los siguientes.

Tabla:4 Materiales y equipos utilizados en diseño y construcción del extractor de aceite.

MATERIALES	EQUIPOS	OTROS
Acero inoxidable de espesor de 1.5 mm	Soldadora	Internet
Acero dulce de espesor de 3 mm	Fresadora	Autocad
Sueldas	Torno	Solidworks
Brocas de punta de diamante	Dobladora	Cámara fotográfica
Pintura	Taladro de pedestal	Impresora
Lija	Pulidora	
Válvulas de paso	Cortadora	
Mangueras	Compresor	

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Tabla:5 Materiales y equipos de laboratorio utilizados en la extracción de aceite de chontilla.

MATERIA PRIMA	EQUIPOS	MATERIAL DE LABORATORIO	REACTIVOS
Chontilla	Extractor neumático	Matraz	Agua destilada
	Compresor	Recipientes metálicos	
	Balanza	Vaso de precipitación	
	Potenciómetro		

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Tabla:6 Materia prima utilizada para las diferentes muestras de extracción.

Nº DE MUESTRA	CANTIDAD (g)	OBTENCION (g)
Sin semilla		
1	1000	62
2	1000	61
3	1000	54
Con semilla		
1	800	7
2	800	5
3	800	5

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

3.3. Metodología.

3.3.1. Diseño del equipo.

La fabricación de la prensa a nivel de laboratorio, se basó en el proceso de elaboración de aceite de oliva virgen que ha evolucionado significativamente a lo largo de los años. La técnica tradicional utilizada en las almazaras, como se denomina a las fábricas en que se elabora el aceite de oliva virgen, consistía en molturar la aceituna en molinos de piedra

llamados empiedros, batir la pasta en una batidora y extraer el aceite prensando. Este proceso era discontinuo y requería gran cantidad de mano de obra. [1].

Por lo que el mejor sistema es el prensado en frío con un cilindro neumático que se alimentara de aire comprimido y esto a su vez no alterara las características del aceite extraído.

3.3.2. Funcionamiento del sistema de extracción por método de alpechín.

En el presente estudio se evaluó el funcionamiento y la presión del equipo mediante la extracción de aceite de chontilla (*bactris gasipaes*), así como también se determinó el pH y la humedad del producto obtenido.

Se emplearon 5,4 kg de chontilla roja, los cuales pasaron primero por un proceso de limpieza y selección, se distribuyeron para cada tratamiento sin semilla 1kg donde se retiró la semilla obteniendo 485g de pulpa para cada repetición. Los 2,4kg restantes se distribuyeron a 800g para cada repetición con semilla. Se aplicaron distintas presiones para la extracción del aceite como (110, 95, 87, 80, 70) psi.

En la determinación del pH y la humedad del aceite se utilizaron las muestras extraídas de los diferentes tratamientos.

Para establecer diferencias entre los niveles de los tratamientos de estudio se aplicó, Diseño Experimental de Bloques con arreglo factorial AxB.

Los tratamientos en la extracción de aceite son factor A (diferentes presiones) factor B (con y sin semilla), Los análisis de laboratorio se harán por duplicado a cada uno de los tratamientos. Para el análisis de datos se empleó el paquete estadístico StatsGraphics Centurión de la Universidad de Massachusetts, para la separación de medias de los niveles de los tratamientos se realizó la prueba de significación de TUKEY ($p > 0.05$).

3.4. Diseño estadístico de la investigación

Se utilizaron dos modelos experimentales mediante arreglo factorial AxB, uno se utilizó para determinar el rendimiento del equipo y el nivel de presión para extraer el aceite de chontilla, el otro fue utilizado para evaluar el pH.

3.4.1. Diseño experimental para evaluar el rendimiento y la presión para extraer aceite de chontilla.

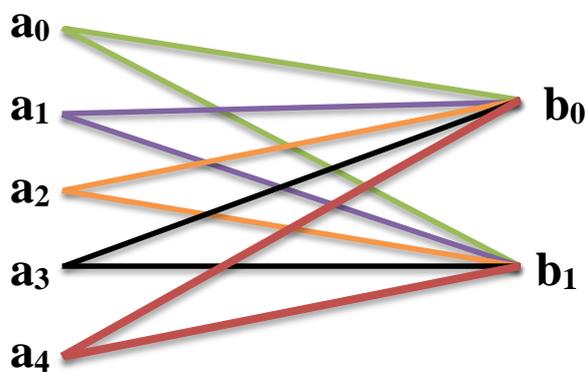


Figura 2 Tratamientos

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

3.4.1.1. Hipótesis

3.4.1.1.1. Nula.

H₀: La presión de la masa empleada en la extracción de aceite en frío no influye en el proceso de obtención de aceite.

H₀: El acondicionamiento de la materia prima (con semilla y sin semilla) no influye en la extracción de aceite de chontilla.

3.4.1.1.2. Alternativa.

H_a: La presión de la masa empleada en la extracción de aceite en frío influye en el proceso de obtención de aceite.

H_a: El acondicionamiento de la materia prima (con semilla y sin semilla) influye en la extracción de aceite de chontilla.

Tabla:7 Factores de estudio que intervienen en la extracción de aceite vegetal.

Factores	Simbología	Descripción
A: diferentes presiones	a ₀	Presión 1
	a ₁	Presión 2
	a ₂	Presión 3
	a ₃	Presión 4
	a ₄	Presión 5
B: acondicionamiento de la fruta	b ₀	Sin semilla
	b ₁	Con semilla

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Tabla:8 Combinación de los tratamientos propuestos para la extracción de aceite vegetal.

Nº.	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
1	a ₀ b ₀	Presión 110 PSI + SIN SEMILLA
2	a ₀ b ₁	Presión 110 PSI + CON SEMILLA
3	a ₁ b ₀	Presión 95 PSI + SIN SEMILLA
4	a ₁ b ₁	Presión 95 PSI + CON SEMILLA
5	a ₂ b ₀	Presión 87 PSI + SIN SEMILLA
6	a ₂ b ₁	Presión 87 PSI + CON SEMILLA
7	a ₃ b ₀	Presión 80 PSI + SIN SEMILLA
8	a ₃ b ₁	Presión 80 PSI + CON SEMILLA
9	a ₄ b ₀	Presión 70 PSI + SIN SEMILLA
10	a ₄ b ₁	Presión 70 PSI + CON SEMILLA

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

3.4.2. Diseño experimental.

Para el presente estudio se aplicó un diseño factorial AxB con cinco presiones en el Factor A (p1=110psi, p2=95psi, p3=87psi, p4= 80psi p5=70psi), y dos niveles en el Factor B (sin semilla y con semilla). Para determinar los efectos entre niveles y tratamientos se utilizó la prueba de Tukey.

3.4.2.1. Características del experimento para la extracción de aceite de chontilla.

- Tratamientos: 10
- Repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 30
- Cada Unidad Experimental sin semilla: pulpa de la fruta 485 g.
- Cada Unidad Experimental con semilla: fruta 800g.

Tabla:9 Análisis estadístico.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
factor a (diferentes presiones)	4
factor b (sin y con semilla)	1
Replicas	2
AxB	4
error experimental	7
TOTAL	18

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

3.4.2.2. Variables a evaluar.

- Rendimiento.
- Presión.
- pH.
- Humedad.

3.5. BALANCE DE MATERIALES.

Para evaluar el balance de material con y sin semilla se utilizó un diagrama de flujo, se evaluó el material de entrada y el producto final.

3.5.1. Sin semilla

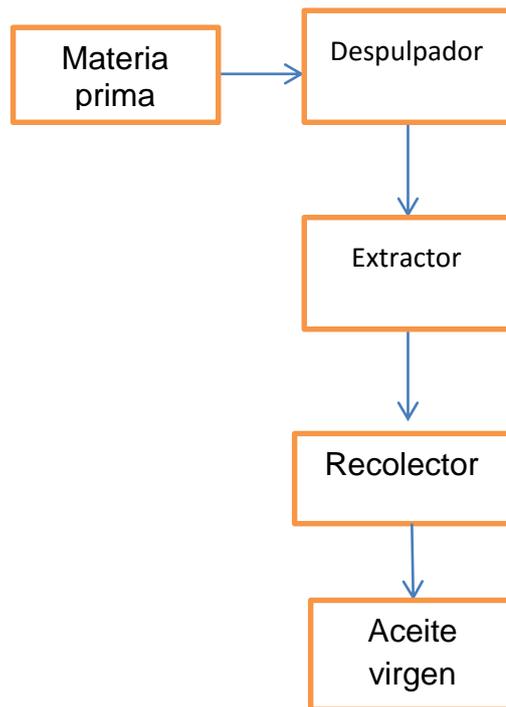


Figura 3 Diagrama de flujo sin semilla

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

3.5.2. Con semilla

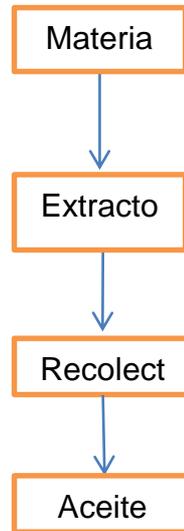


Figura:4 Diagrama de flujo con semilla

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

3.6. Manual de funcionamiento y mantenimiento

Se elaboró un folleto para facilitar el manejo del equipo, en el cual consta: especificaciones Funcionamiento, Advertencias y mantenimiento.

CAPÍTULO IV
RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Diseño y construcción.

Luego de varias pruebas de funcionamiento se decidió fabricar una prensa mediante un sistema electro neumático de pistón de 17.892 lbf, con una resistencia máxima de 150 PSI de aire comprimido y el suministro de energía es de 110 V. este diseño se adaptó para mantener la calidad del aceite extraído, para estos se fundamento en el proceso de elaboración de aceite de oliva extra virgen , el mismo que desde hace muchos años se realizaron en prensas manuales con alpechín y debido a que requería gran cantidad de mano de obra se construyó una prensa para simplificar procesos que permitan facilitar la extracción del aceite.

4.1.1.1. Dibujo del extractor de aceite (escala 1:100).

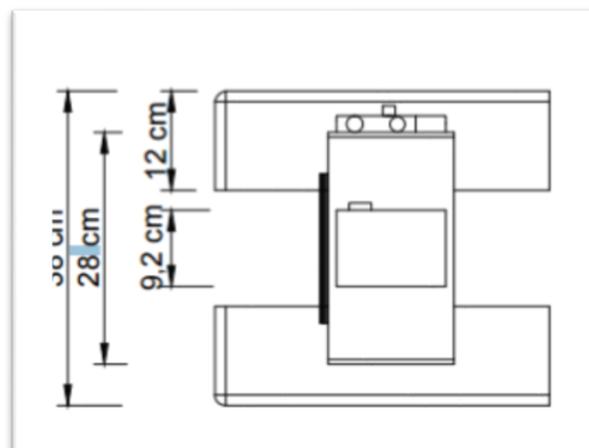


Figura: 5 Vista de planta

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

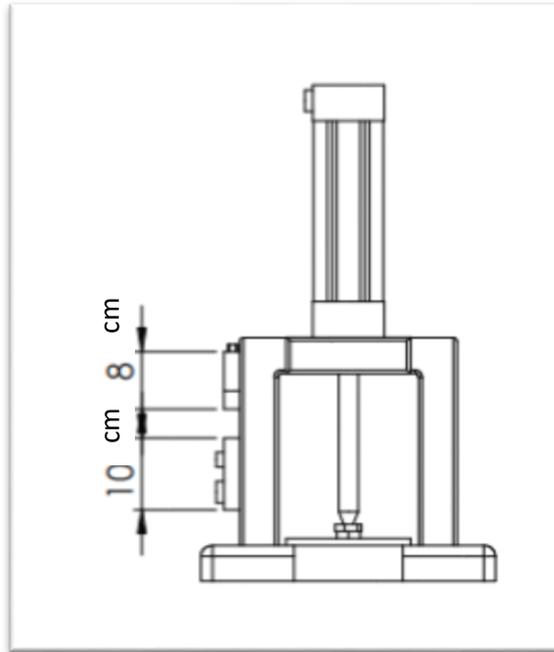


Figura:6 Vista frontal

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

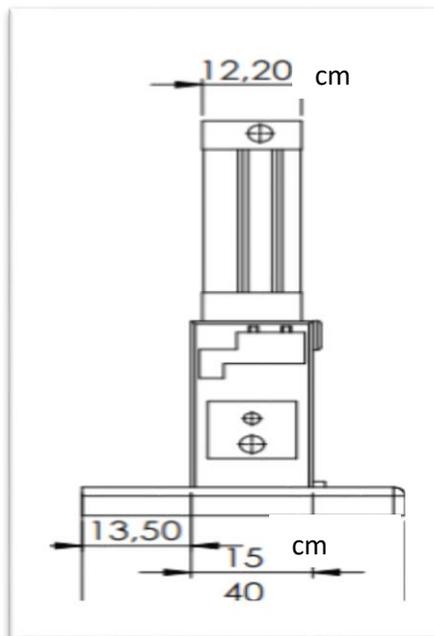


Figura:7 Vista lateral izquierda

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

4.1.1.2. Accesorios utilizados en la construcción del equipo.

4.1.1.2.1. Acero inoxidable de 1.5mm de espesor.

Como es un material adecuado para el manejo de alimento se utilizó para construir el pistón y la criba y el espesor se optó 1.5mm de acuerdo a la presión que ejerce el pistón que va desde 60 a 120 psi.

4.1.1.2.2. Acero negro de 3mm de espesor.

El acero negro se utilizó para la estructura del equipo y debido a las presiones que ejerce el pistón se utilizó un espesor de 3mm ya que debe soportar la fuerza que se ejerza sobre ella y así evitar rupturas.

4.1.1.2.3. Mangueras industriales de 6 mm.

Estas mangueras fueron utilizadas en el paso de aire del compresor hasta el equipo para hacer funcionar el pistón y soportan hasta 150 psi.



Figura:8 Mangueras industriales de 6 mm.

FUENTE: SHOP.DISMAK.COM

4.1.1.2.4. Válvula electro neumática 5/2

Se utilizó una válvula de 5 vías y 2 posiciones para la entrada y salida del aire comprimido son muy útiles para el equipo ya que se necesitó que el pistón baje pero que a su vez regrese a su posición inicial.



Figura:9 Válvula electro neumática 5/2

FUENTE: IMI NORGRN

4.1.1.2.5. Vástago neumático.

Se utilizó un vástago neumático con doble efecto, de esta manera tendremos dos entrada de aire para que el pistón baje y a su vez regrese a su estado inicial.



Figura:10 Vástago neumático.

FUENTE: DIRECT INDUSTRY

4.1.1.2.6. Conectores rápidos neumáticos con regulador de caudal.

Estos conectores fueron de gran ayuda, ya que estos permitieron regular la velocidad con la que bajara o subirá el pistón.



Figura:11 Válvulas reguladoras de presión

FUENTE: ALIEXPRESS



Figura:12 Equipo extractor de aceite de chontilla

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

4.1.2. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

Tabla:10 Análisis de varianza con relación al rendimiento de aceite de chontilla extraído.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZON F	VALOR P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A-FACTOR A	127,133	4	31,7833	2,26	0,1025
B-FACTOR B	853,333	1	853,333	60,78	0,000
C-REPETICIONES	5,266	2	2,6333	0,19	0,8306
INTERACCIONES					
AB	137	4	34,25	2,44	0,000
RESIDUOS	252,733	18	14,0407		
TOTAL (CORREGIDO)	13754,47	29			

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

En la tabla 10, muestra resultados del ANOVA en cuanto a rendimiento en gramos de aceite de chontilla, se observó que en el Factor A (presiones), no presenta diferencia significativa, mientras que el factor B (acondicionamiento de la fruta con y sin semilla), presenta diferencia altamente significativa. En cuanto a la interacción AB si muestran diferencia significativa, lo mismo ocurre con las repeticiones. Por lo expuesto es recomendable realizar una prueba de significación para determinar la diferencia de medias de los niveles del factor B.

Tabla:11 Análisis de varianza con relación al % de humedad.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FACTOR A	136,68	4	34,1701	419,56	0,0000
B:FACTOR B	0,0104533	1	0,0104533	0,13	0,7243
C:REPETICIONES	0,129647	2	0,0648233	0,80	0,4664
INTERACCIONES					
AB	1,00585	4	0,251462	3,09	0,0423
RESIDUOS	1,46595	18	0,0814419		
TOTAL (CORREGIDO)	139,292	29			

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

En la tabla 11, muestra los resultados del ANOVA en cuanto el % de humedad de aceite de chontilla, se observó que en el Factor A (presiones), presenta diferencia significativa, mientras que el factor B (acondicionamiento de la fruta con y sin semilla), no presenta diferencia significativa al igual que las repeticiones. En cuanto a la interacción AB, muestran diferencia significativa.

Tabla:12 Análisis de varianza con relación al pH del aceite.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FACTOR A	34587,9	4	8646,98	1,00	0,4326
B:FACTOR B	8481,32	1	8481,32	0,98	0,3349
C:REPETICIONES	17170,8	2	8585,38	0,99	0,3895
INTERACCIONES					
AB	34504,5	4	8626,12	1,00	0,4338
RESIDUOS	155481,	18	8637,82		
TOTAL (CORREGIDO)	250225,	29			

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

En la tabla 12, se observó que tanto en el Factor A (presiones), como el Factor B (acondicionamiento de la fruta con y sin semilla), y las repeticiones e interacción AxB no muestran diferencia significativa.

4.1.2.1. Resultados del análisis de los valores de los niveles del factor a.- (aplicación de diferentes presiones), mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

La figura 12. Indica los valores de los niveles del factor A, si observamos el recuadro 1 podemos notar que no existió DS en las medias de los niveles estudiados con respecto a rendimiento se aplicó diferentes presiones. Si observamos el recuadro 3 en el que consta la representación gráfica de los valores de pH podemos notar que no existió diferencia significativa entre los resultados de las 5 presiones estudiadas. El recuadro 3 muestra el % humedad del aceite extraído y las presiones en estudio ($a_0 = 10,57$; $a_1 = 5,34$; $a_2 = 5,33$; $a_3 = 5,11$; $a_4 = 5,17$), en el gráfico de cajas existió Diferencia significativa en los valores del % de humedad. Situándose el valor más alto en el nivel a_0 que corresponde a una presión de 110 psi, y un valor bajo a los niveles a_1 (95psi), a_2 (87 psi), a_3 (80 psi) a_4 (70 psi) no existió DS entre estos.

Figura 12. Resultados de las medias de los niveles del tratamiento A (Presiones) en las que se analizó: (a_0) 110 psi, (a_1) 95 psi, (a_2) 87 psi, (a_3) 80 psi, (a_4) 70 psi. **El recuadro 1.-** Hace mención a los resultados de rendimiento, 2.- pH del aceite extraído en la fase de prueba de funcionamiento del equipo de extracción mediante prensado. **Recuadro 3.-** Humedad y el **recuadro**.

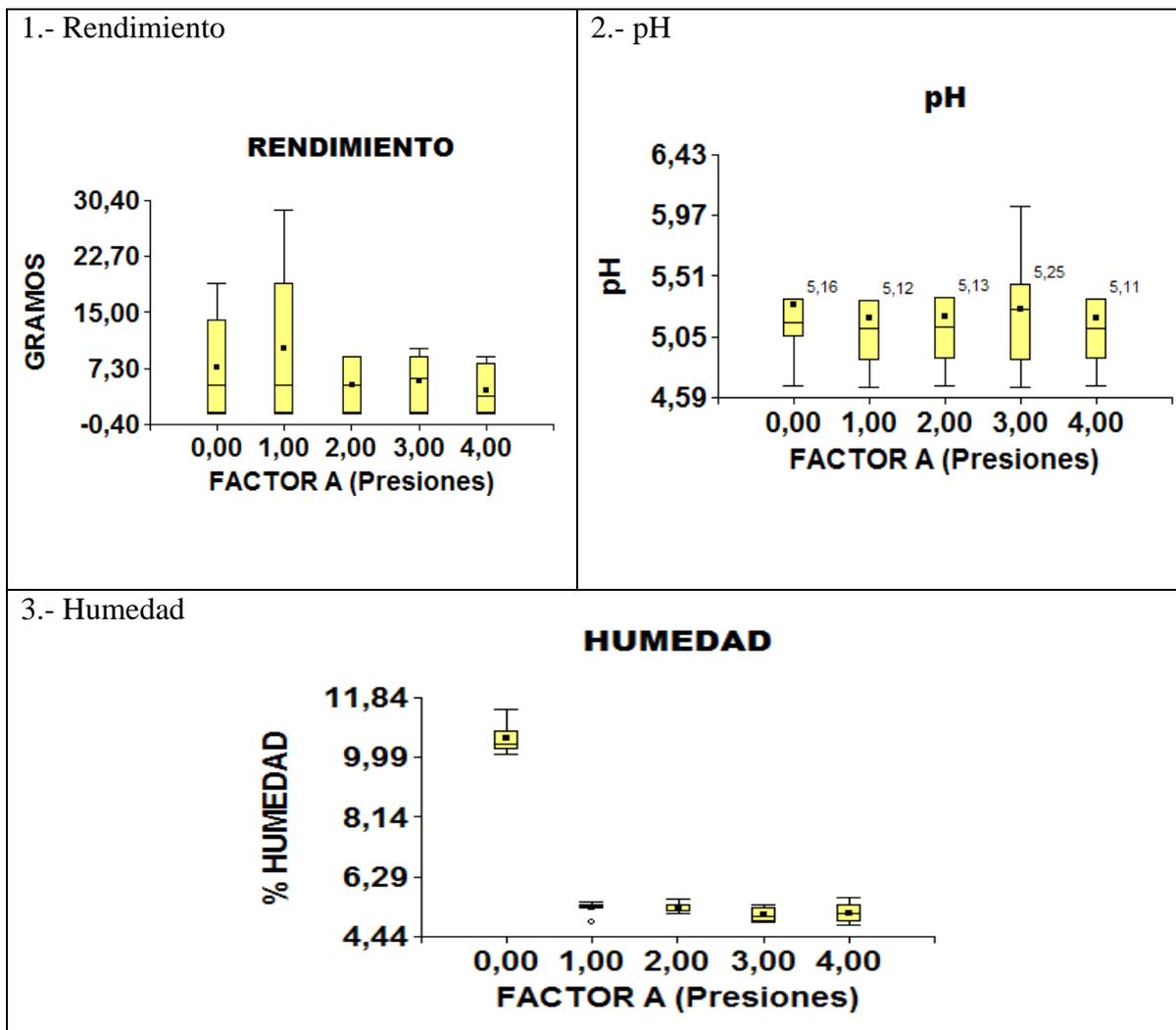


Figura 13 Resultados de las medias de los niveles del tratamiento A

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

4.1.2.2. Resultados del análisis de los valores de los niveles del factor b.- (acondicionamiento de la fruta), mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

La figura 13. Reporta valores de los niveles del factor B, en el recuadro n° 1 los valores de TUKEY reportan que hay diferencia significativa en las medias de los niveles estudiados con respecto a **rendimiento** se comparó con fruta entera con fruta despulpada, encontrándose mejor rendimiento en Fruta sin semilla (b_0). El recuadro 2 muestra el pH del aceite. Se comparó el proceso de extracción de fruta con semilla y sin semilla, se pudo notar que no existió diferencia significativa. Mientras que el recuadro 3 en el que consta la representación gráfica de los valores del % de humedad se notó que no existió diferencia

significativa entre los resultados del aceite extraído de fruta sin semilla, del aceite extraído de fruta con semilla.

Figura 13. Resultados de las medias de los niveles del tratamiento B (Acondicionamiento de la fruta) en las que se analizó: (b₀) Sin semilla y, (b₁) Con semilla. **El recuadro 1.-** Hace mención a los resultados de rendimiento, **recuadro 2.-**pH y el **recuadro 3.-** Humedad del aceite extraído en la fase de prueba de funcionamiento del equipo de extracción mediante prensado.

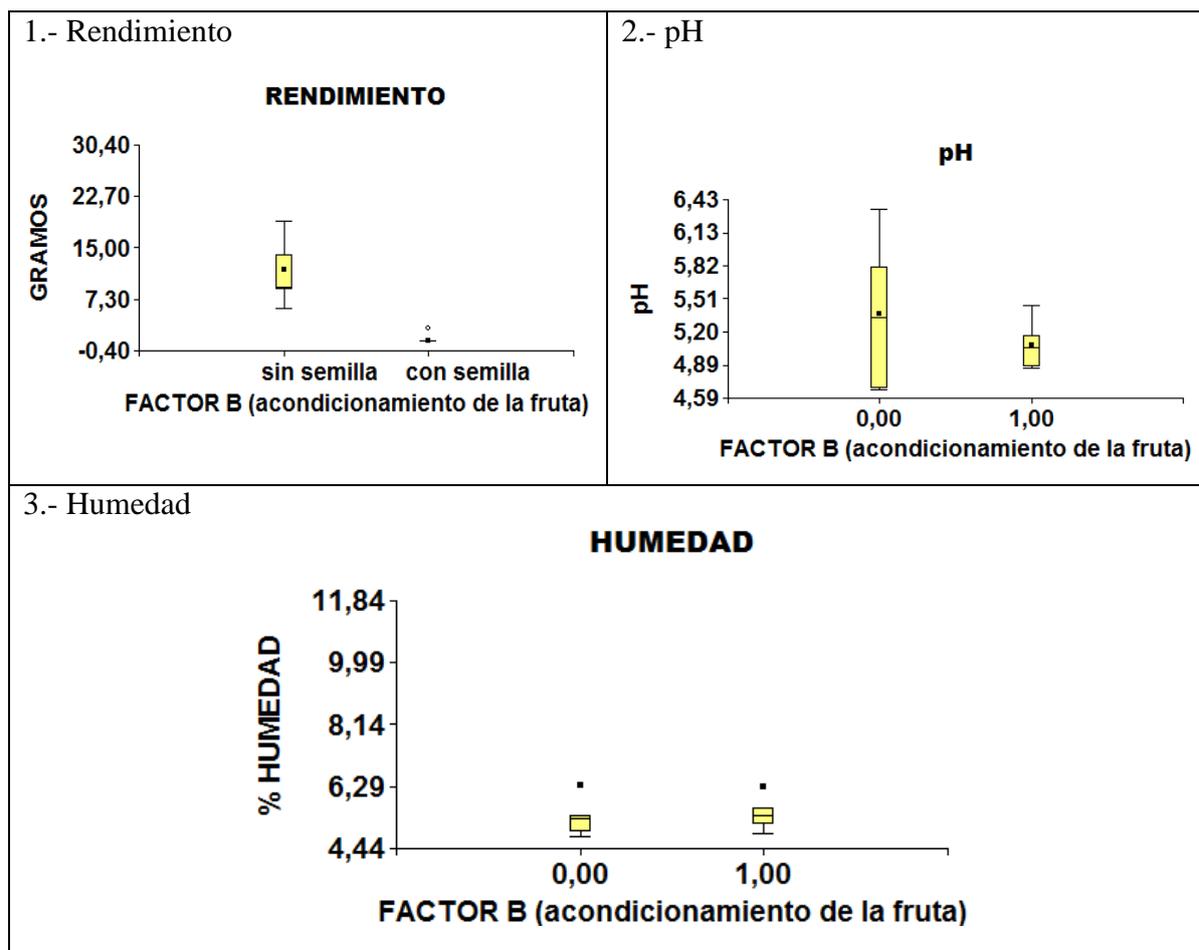


Figura 14 Resultados de las medias de los niveles del tratamiento B

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

4.1.2.3. Resultados de los tratamientos estudiados (interacción AxB).- (aplicación de diferentes presiones + acondicionamiento de la fruta), mediante la prueba de tukey ($p < 0.05$).

La figura 14. Muestra los valores de TUKEY de los tratamientos estudiados (interacciones AxB) el recuadro 1 muestra el rendimiento del aceite en gramos, los valores obtenidos reportan que hay diferencia significativa en las medias de los niveles estudiados, encontrándose valores más altos en los tratamientos: a_1b_0 , el mismo que se aplicó una presión de 97 psi y Fruta sin semilla (19.00g.) y el tratamiento a_0b_0 , Presión 110 psi + sin semilla (14.00 g.) El recuadro 2 muestra el pH del aceite, en el mismo podemos notar que no existió diferencia significativa y con respecto a la humedad (recuadro 3) se observó Diferencia Significativa ($p < 0.05$), resultado los valores más altos en los tratamientos: de 110 psi y el fruto despulpado (a_0b_0) 10.95%, y a 110 psi y con fruto entero (a_0b_1) 10.19 %.

*Figura 14. Resultados de las medias de los niveles de las interacciones AxB (presión y acondicionamiento de la fruta) en las que se analizó: (a_0b_0) 110 psi Sin semilla; (a_0b_1) 110 psi con semilla; (a_1b_0) 97psi sin semilla; (a_1b_1) 95psi con semilla; (a_2b_0) 87psi sin semilla; (a_2b_1) 87psi con semilla; (a_3b_0) 80psi sin semilla; (a_3b_1) 80psi con semilla; (a_4b_0) 70psi sin semilla; (a_4b_1); 70psi con semilla. **El recuadro 1.-** Hace mención a los resultados de rendimiento, **Recuadro 2.** Hace mención a los valores de las medias del pH. **Recuadro 3.-** Humedad del aceite extraído en la fase de prueba de funcionamiento del equipo de extracción mediante prensado.*

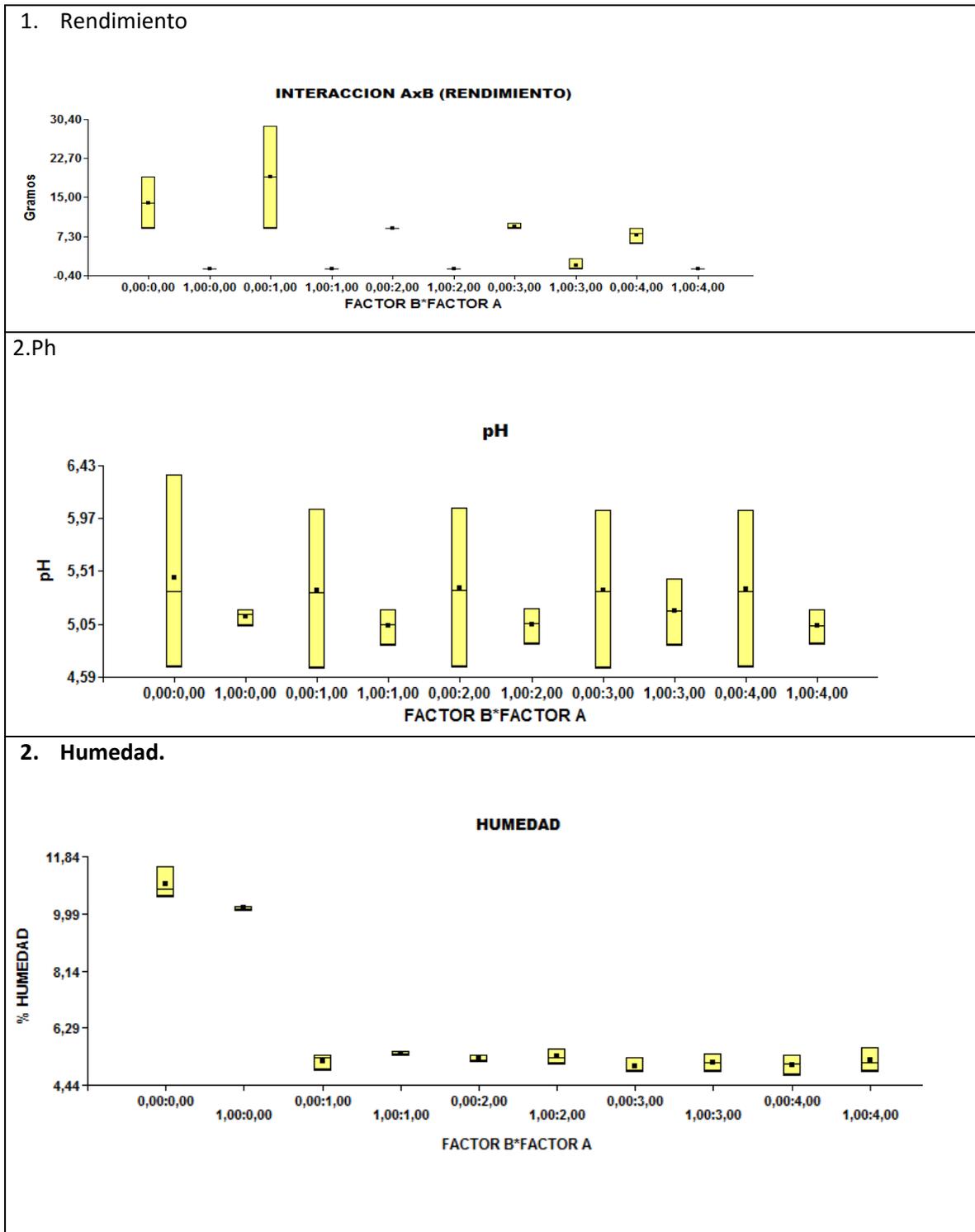


Figura 15 Resultados de las medias de los niveles de las interacciones AxB

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

4.1.3. Balance de materia para el rendimiento de acuerdo a las variables

4.1.3.1. Sin semilla.

En este caso se consideró 1 kg de bayas de Chontilla, en el despulpado se perdió 515 g. (semilla), obteniendo como resultado 485 g de pulpa, posteriormente en el proceso de presión se obtuvo 62 g de aceite de Chontilla, es decir se perdió 423g. En residuo, se consideró 62g de aceite como producto final esto sería un 6,2 %, de los 1000g de Chontilla.

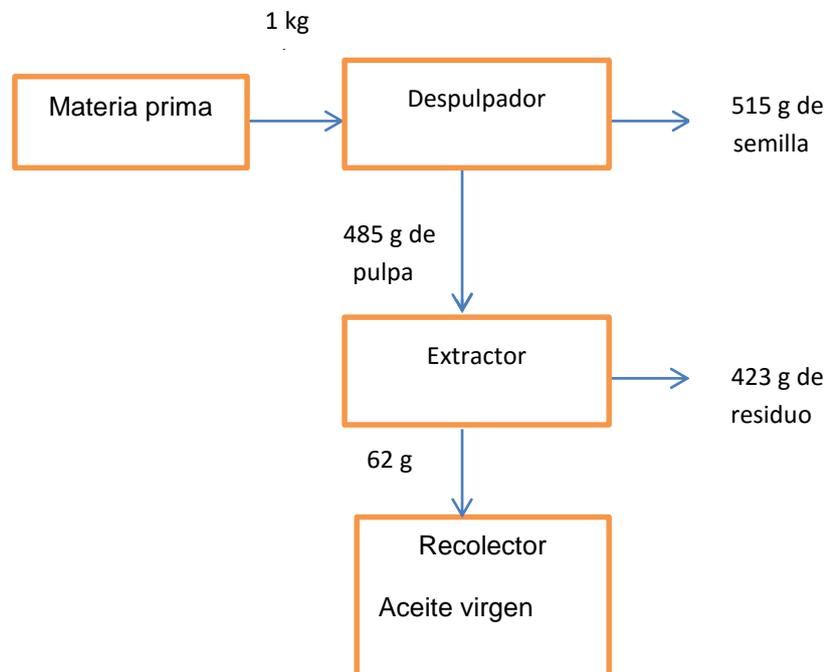


Figura 16 Balance de materia sin semilla

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

$$R = \frac{PF}{PI} * 100\%$$

$$R = \frac{62 \text{ g}}{1000 \text{ g}} * 100\%$$

$$R = 6,2\%$$

4.1.3.2. Con semilla.

La figura 16 muestra el balance de perdidas mediante diagrama de flujo, en este caso ingreso 800g de Chontilla con hueso, en el proceso de prensado se obtuvo 17g de aceite, es decir una pérdida de 783g, de bagazo que podría ser utilizado en otro proceso, una vez obtenido estos datos se calculó el porcentaje del balance de materia con semilla, mediante los cálculos realizados se muestra que se logró obtener el 2 % de aceite.

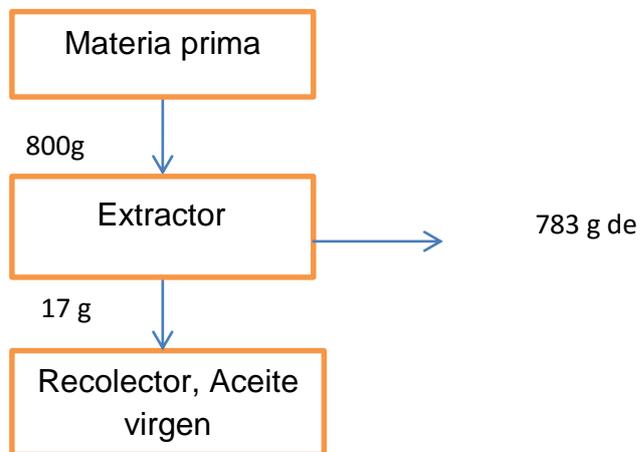


Figura:17 Balance de materia sin semilla

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

$$R = \frac{PF}{PI} * 100\%$$

$$R = \frac{17\text{ g}}{800\text{ g}} * 100\%$$

$$R = 2\%$$

4.1.4. Manual de funcionamiento

El presente manual de funcionamiento y mantenimiento tiene el propósito de asegurar un manejo correcto y seguro de este equipo, tanto para las personas que utilicen el equipo como para lograr un buen funcionamiento del extractor. El contenido Indica todas las partes del equipo y explica paso a paso su correcto funcionamiento.

4.1.4.1. Partes del equipo.

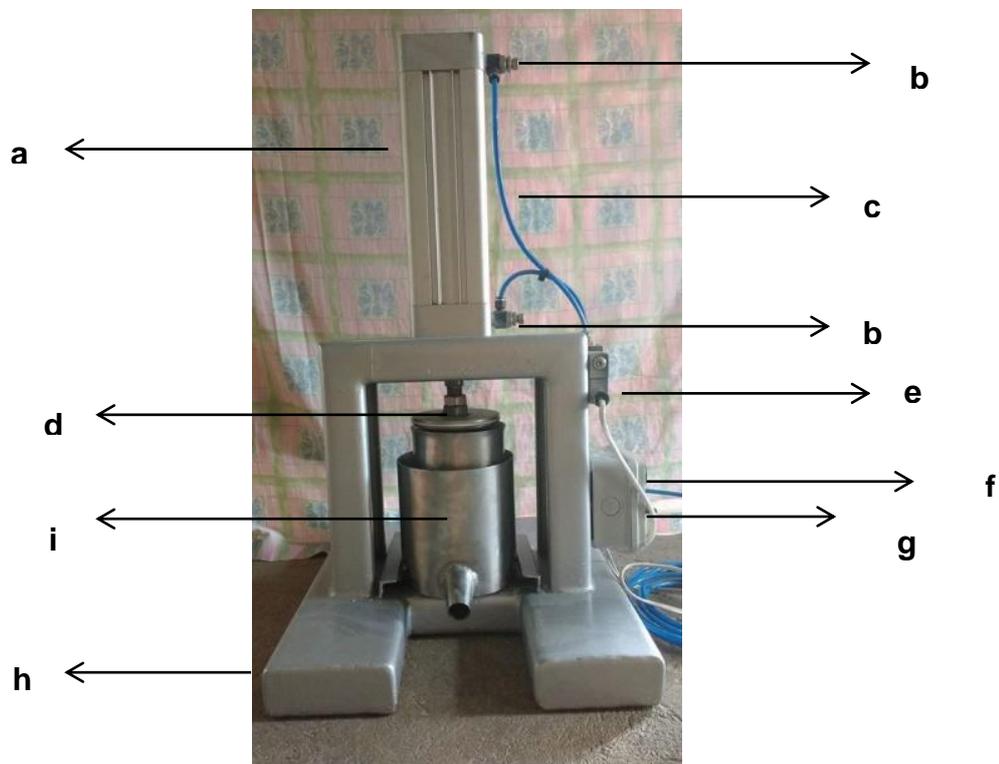


Figura:18 Elementos de la maquina

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

- a) Cilindro neumático AQ2R80x200
- b) Conectores rápidos neumáticos con regulador de caudal
- c) Mangueras industriales
- d) Pistón
- e) Válvula electro neumática 5/2
- f) Foco led indicador de 22mm
- g) Interruptor on/off
- h) Estructura metálica.

4.1.4.2. Especificaciones.

- Diámetro del embolo.....10 cm
- Fuerza del pistón..... (8.942 a 17.892 lbf).
- Requisitos de aire..... (60 a 120 psi).
- Línea de aire..... (6 mm).
- Profundidad de garganta..... (30 cm).
- Peso..... (68 kg)
- Suministro eléctrico..... (110 v)

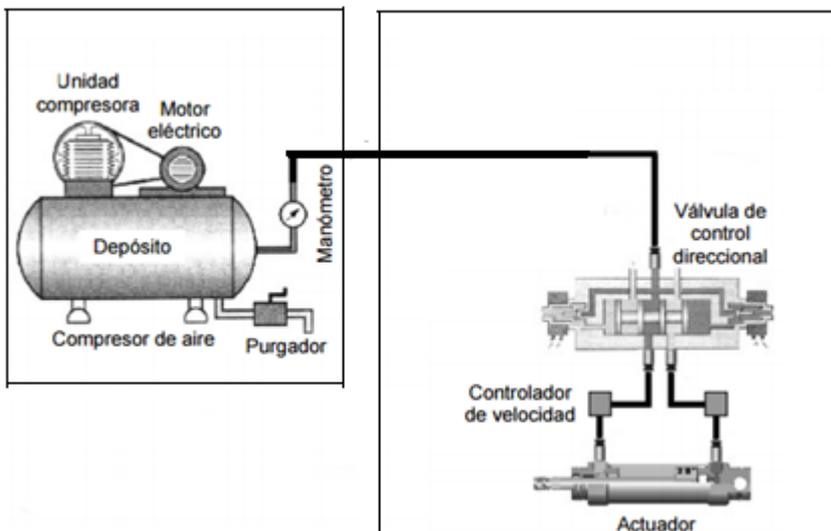


Figura 19 Sistema neumático.

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

4.1.4.3. Funcionamiento.

4.1.4.3.1. Preparación del suministro de aire.

- a) Para un óptimo funcionamiento de la prensa es necesario disponer de un buen suministro de aire.
- b) El aire debe ser limpio y sin impurezas, así evitaremos algún daño en el sistema, se utilizaran mangueras y récores de diámetro interior mínimo de 1/2" para conectar la fuente de aire con la prensa.
- c) Se utilizara una presión de (60 a 150 psi), no mayor a estas por lo que podrían colapsar las mangueras industriales.
- d) Corriente AC el equipo está diseñado para funcionar con una corriente de 110 V no aplicar más de lo indicado debido que se podría quemar.

4.1.4.3.2. Manejo

1. Acoplar la manguera al compresor para que no haya fugas de aires y se pueda lograr las presiones requeridas.
2. Conectar el compresor y la prensa de extracción de aceite de aceite a una toma de corriente de 110 V.
3. Abrir la llave de paso del compresor para que ingrese el aire al sistema de extracción de aceite.
4. Enroscar la criba dentro del recipiente recolector de aceite.
5. Introducir en la criba el material del cual vamos a extraer aceite (chontilla).
6. Alinear la criba con el pistón.
7. Encender el compresor mediante el interruptor y esperar que cargue completamente.
8. Abrir el paso de aire que alimenta el extractor mediante interruptor on/off que se encuentra a un costado del equipo, esto hará que el pistón baje y aplique una presión requerida de acuerdo al experimento, sobre el material para extraer el aceite.
9. El valor de la presión a utilizar dependerá del compresor que se utilice.

10. Una vez realizados todos estos pasos obtendremos nuestra primera muestra de extracción de aceite en frío.
11. Las velocidad al subir o bajar el pistón se pueden regular con los Conectores rápidos neumáticos con regulador de caudal.
12. Apagar el extractor con el interruptor on/off esto hará que el pistón regrese a su estado inicial.
13. Repetir los pasos 9 y 13 las veces que crea necesaria para extraer el aceite.
14. Una vez terminado el proceso, se cierra la válvula de paso del compresor.
15. Desconectar los suministros de energía.
16. Desconectar la manguera del compresor.

4.1.4.3.3. Precauciones

- Leer con atención, todas las indicaciones del manual.
- El equipo no debe ser manipulado por niños, o bajo el efecto de estupefacientes.
- No utilizar una presión mayor a 150 PSI.
- No conectar a una corriente más de 110 V.
- No colocar las manos debajo del pistón.
- Colocar el equipo en una superficie plana y firme a fin de reducir vibraciones.
- Cerrar la válvula de paso del compresor antes de desconectar la manguera de suministro.
- Antes de cualquier trabajo de mantenimiento verificar que los equipos se encuentren desconectados.
- Los condensadores contienen contaminantes del agua observar normativas ambientales, aplicables para evitar contaminar suministros o desagües.
- Antes de abrir la válvula anti retorno el compresor se debe bacer a el aire a fin de eliminar la presión.
- No poner el compresor en operación sin filtro de aspiración.

4.1.4.3.4. Mantenimiento y limpieza

- Toda actividad de mantenimiento y limpieza se deben realizar con los equipos desconectados.
- El extractor se deberá limpiar con un paño humedecido con desengrasante (detergente) para una correcta limpieza luego de la extracción de aceite, no utilizar materiales no especificados que puedan estropear la estructura del equipo. [24]
- Esta limpieza se deberá realizar antes y después de utilizar el equipo.
- Comprobar el nivel de aceite del compresor y completar hasta los niveles recomendados en el catálogo del compresor.
- El cambio de aceite deberá hacerse cada 50 horas de servicio o cada año
- Dar mantenimiento al filtro. (deberá ser limpiado cada 50 horas de servicios con una pistola de soplado).
- Cada 500 horas de servicio se deberá comprobar que los tornillos del compresor estén bien ajustados.[24]
- Las piezas para válvulas anti retorno deberán ser limpiadas cada año.
- El condensado contiene aguas contaminantes las cuales se deben cambiar periódicamente, preferiblemente después de cada uso.

4.1.4.4. Costos de fabricación del equipo.

Tabla 13 Costo total de fabricación del equipo.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO
3 metros de Riel de hierro 4" x 3mm	3	\$12,00
Cilindro neumático AQ2R80x200	1	\$350,00
Válvula electro neumática 5/2	1	\$68,00
Conectores rápidos neumáticos 1/4 x 6mm rectos	4	\$16,00
Conectores rápidos neumáticos con regulador de caudal 1/4 x 6mm rectos	2	\$10,00
Conector adaptador para manguera de aire	1	\$2,00
Electrodos	1 libra	\$2,00
Caja de 4"x4" plástica	1	\$6,00
Interruptor on/off para panel	1	\$12,00
Foco led indicador de 22mm para panel	1	\$6,00
Masilla plástica	1	\$1,50
Lijas	5	\$2,00
metros de manguera neumática 150PSI 6mm	6 metros	\$24,00
plancha de hierro negro 50x50cm x 2mm	1plancha	\$3,00
Fondo gris para pintura	1/2 lt	\$4,00
Pintura sintética color aluminio	1/2 lt	\$3,50
Diluyente	0,5lt	\$3,50
Disco de zirconio	1	\$5,00
Disco de corte de 14"	1	\$8,00
Pernos de acero inox. 5/16 x 1"	4	\$4,00
Pernos galvanizados 1/8" x 3"	2	\$0,50
Cable de poder AC	1	\$4,00
Cable flexible #18	2metros	\$0,50
Acero inoxidable 15cm de diámetro por 1.5 cm de espesor.	1	\$15,00
Acero inox. de 2m x 1m x 1.5mm	1	\$30,00
Broca de cobalto marca Dormmer de 2mm	1	\$5,00
Broca de cobalto marca Dormmer de 3mm	1	\$5,00
Oring	1	\$1,50
Rollo de plástico para embalaje	1	\$5,00
Servicios a terceros	1	\$362,41
TOTAL		1.100,00

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

La tabla 13 muestra los accesorios que se utilizaron para la construcción del equipo con sus respectivos costos, con un valor total de \$1100,00.

4.1.4.5. Costo de producción de cada tratamiento experimental.

Los valores que se consideraron para el costo de cada tratamiento extraído sin semilla fueron los que se presenta en la tabla 14 obteniendo el costo total de \$3,57 a nivel experimental.

Tabla 14 Chontilla despulpada.

PRODUCTO	CANTIDAD	COSTO
CHONTILLA	1kg	1.50
	despulpado	
COSTO KW/H PRENSA	8,3 min	\$1,02
MANO DE OBRA	1	\$0,55
TOTAL		\$3,07

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Para la realización de costos sin semilla se tomaron en cuenta los precios de mano de obra, los kw/h de consumo de la máquina y el costo de chontilla con semilla. Resultando un costo total de producción para cada tratamiento con semilla de \$2,47 a nivel experimental los cuales están representados en la tabla 14.

Tabla 15 Chontilla entera.

PRODUCTO	CANTIDAD	COSTO
CHONTILLA	800 g	0,90
COSTO KW/H PRENSA	8,3 min	\$1,02
MANO DE OBRA	1	\$0,55
TOTAL		\$2,47

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

4.2. DISCUSIÓN.

4.2.1. Sobre el diseño y construcción del equipo.

Se logró fabricar un equipo de extracción neumático que logra un aceite virgen con una presión que puede alcanzar hasta los 150 psi obteniendo un aceite en frío que se consideró virgen, este sistema se asemeja al prensado con alpechín enunciado por Marchal. P. 2011 en su estudio. En lo que respecta al suministro de aire, se lo puede hacer con un compresor convencional de 110 psi, además se podría aplicar cribas de distintas dimensiones a fin de aplicar presión para extracción en otros productos, como aceite de aguacate, chonta, maní etc. El modelo y capacidad de carga, se ajusta a lo solicitado por el Grupo de Investigación Agroalimentación de la UTEQ, el mismo que se encuentra evaluando aceites de buena calidad con fines alimentarios y a partir de productos de la zona.

En cuantos costos: para la fabricación de este equipo se invirtió 1100 USD, sin considerar el compresor, este costo está por debajo de cualquier equipo de laboratorio, como es el caso del equipo de extracción con un sistema hidráulico.

Se logró una prensa que permite evaluar distintas presiones, de acuerdo al nivel de carga del compresor, además es factible el cambio de cribas y la utilización de alpechín de distintos espesores y diferentes fibras, esto permitirá obtener un grado de pureza de acuerdo como se planifique la investigación.

4.2.2. Funcionamiento del equipo mediante extracción de aceite de chontilla (fruto entero y fruto sin pepa.)

Mediante un análisis experimental se determinó el rendimiento, pH y humedad de acuerdo a los factores estudiados:

4.2.2.1. Factor A (presión).

Los valores obtenidos en el factor A en rendimiento, van desde a₁ (4.33g); a₂ (5.00 g); a₃ (5.50g); los mismos son inferiores por los determinados por Chaparro María

2011; a₀ (7.5g) y a₁ (10,00g).están dentro del rango de los valores determinados por Chaparro María 2011 en la obtención de aceite a partir de residuos de chontaduro.

Con relación al pH los valores de diferentes tipos de aceites como: coco, almendra, oliva van de 5 a 7 establecidos por Gabriel Gaviña 2013, por lo tanto los valores obtenidos de pH fueron de: a₁ (5.19); a₄ (5,19); a₂ (5.20); a₃ (5,26); a₀ (5.29) y podemos observar que todos están dentro de los rangos antes mencionados.

De acuerdo a la humedad los valores que se alcanzaron fueron de: a₃ (5,11%); a₄ (5,17%); a₂ (5,33%); a₁ (5,34%); a₀ (10.57%), estos son mayores a los que obtuvo Jaime Restrepo. O 2012 en el estudio comparativo del contenido de ácidos grasos en 4 variedades de chontaduro (*bactris gasipaes*) de la Región del Pacífico Colombiano.

4.2.2.2. Factor B (Acondicionamiento de la fruta).

Con respecto a rendimiento: b₁ reporto 1.13 g, valor por debajo de lo obtenido por Tamara Moran 2015 y b₀ (11.80g) el cual está dentro del rango de los valores establecidos por Tamara Moran 2015, en evaluación del proceso de obtención de aceite de diferentes variedades de *bactris gasipaes*, de las zonas costa y Amazónica del Ecuador”

Con relación al pH los valores obtenidos fueron de 5,08 para b₁ y 5,37 para b₀ los cuales son similares al pH del aceite de oliva establecido por Gabriel Gaviña 2013.

En los resultados de humedad del factor B se obtuvieron de b₁ (6.28%) hasta b₀ (6.32%). Los cuales son superiores a Jaime Restrepo 2011.

4.2.2.3. Tratamientos estudiados (acondicionamiento de la fruta a diferentes presiones).

Los resultado en la interacción en rendimiento se presentaron valores de 1.00g para a₁b₁ (97 psi, con semilla); 1.00g para a₂b₁ (87 psi, con semilla); para a₄b₁ (70 psi, con semilla) 1.00g; a₀b₁ (110 psi, con semilla) 1.00g; y para a₃b₁ (80 psi, con semilla) 1.17g, estos valores son menores a los determinados por Chaparro María

2011, mientras que los resultados de **a4b0** (70 psi, sin semilla) 7,67g; **a2b0** (95 psi, sin semilla) 9,00g; **a3b0** (70 psi, sin semilla) 9,33g; **a0b0** (110 psi, sin semilla) 14,00g; **a1b0** (95 psi, sin semilla) 19,00g. estos se encuentran dentro de los valores establecidos por Chaparro maría 2011.

Los valores de pH que se reportaron fueron para: **a1b1** (95 psi, con semilla) 5.03; **a4b1** (70 psi, con semilla) 5,03; **a2b1** (85 psi, con semilla) 5,04; **a0b1** (110 psi, con semilla) 5,12; **a3b1** (80 psi, con semilla) 5,16; **a1b0** (95 psi, sin semilla) 5,35; **a3b0** (80 psi, sin semilla) 5,35; **a4b0** (70 psi, sin semilla) 5,35; **a2b0** (95 psi, sin semilla) 5,36; **a0b0** (110 psi, sin semilla) 5,46, los cuales están dentro del rango establecido por Gabriel Gaviña 2013.

En cuanto a los valores de humedad se obtuvo para **a3b0** (80 psi, sin semilla) 5,05%; **a4b0** (70 psi, sin semilla) 5,10%; **a3b1** (80 psi, con semilla) 5,16%; **a1b0** (95 psi, sin semilla) 5,21%; **a4b1** (70 psi, con semilla) 5,24%; **a2b0** (87 psi, sin semilla) 5,29%; **a2b1** (87 psi, con semilla) 5,36%; **a1b1** (95 psi, con semilla) 5,46%; **a0b1** (110 psi, con semilla) 10,19%; **a0b0** (110 psi, sin semilla) 10,29%, los cuales están por encima de los establecidos por Jaime Restrepo 2011. Esto podría ser debido a la zona de procedencia de la materia prima, o a su vez por el proceso en frío ya que está fundamentado en una separación forzada mecánicamente.

4.2.3. Determinación del rendimiento mediante balance de material.

Se determinó que de un 1 kg de Chontilla que podríamos referenciar como el 100% del material, de separo 515g de semilla y el producto restante fue prensado se obtuvo como resultado 423g de bagazo, esto es el 42,3% y 62g de aceite de chontilla esto es el 6,2%. Lo que implica que el rendimiento es el 6,2% de aceite obtenido de Chontilla sin semilla. Estos resultados en realidad no son óptimos en producción, pero en cuanto a investigación, permite tomar muestras para posteriores análisis, en lo que tiene que ver a producción, deberá llevarse nivel piloto para lograrla optimización del proceso a fin de conseguir una producción industrialmente rentable.

CAPITULO V
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

5.1. CONCLUSIONES.

5.1.1. Sobre el diseño y construcción del equipo.

Se logró diseñar y fabricar un equipo para laboratorio con óptimo funcionamiento, el mismo que permite obtener aceite en frío mediante extracción neumático alimentado de 110V, el mismo que podría conectarse a una red doméstica. El equipo permite una presión de 60 a 150 psi, el sistema de tamizado consta de una criba de acero inoxidable con agujeros de diámetro de 3mm, la cual tiene una capacidad máxima de 1 kg de pulpa de chontilla y 800 g de fruto entero, esta puede ser intercambiada lo que permitiría evaluar diferentes oleaginosas, el cilindro neumático tiene una fuerza q va de 8.942 a 17.892 lbf regulable, esto permitirá en investigación regular fuerzas de prensado.

5.1.2. Funcionamiento del equipo mediante extracción de aceite de chontilla considerando fruto entero y fruto sin pepa.

5.1.2.1. Factor A (presión).

En los niveles del factor A (presión) con relación al rendimiento no se encontró diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluyó que la presión de la masa empleada en la extracción no influye en el proceso de obtención del aceite.

Con relación al pH los datos obtenidos son iguales a nivel experimental debido a que no se encontró diferencia significativa entre ellos se acepta la hipótesis nula y se concluye que se puede utilizar cualquiera de las presiones utilizadas.

Los valores obtenidos en el % de humedad al hallar diferencia significativa se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los mejores resultados se obtiene a presiones de 95 psi ($a_1 = 5,34$), 87 psi ($a_2 = 5,33$), 80 psi ($a_3 = 5,11$) y 70 psi ($a_4 = 5,17$) se consideró los tratamientos con valores bajos de humedad.

5.1.2.2.Factor B (Acondicionamiento de la fruta).

Se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el mejor rendimiento se obtiene en frutos sin semilla ($b_0 = 11.08$ g.). Con respecto a pH y humedad se acepta la hipótesis nula y se concluye que con el fruto despulpado o entero el valor del pH y humedad no varían.

5.1.2.3.Tratamientos estudiados, interacción AxB (acondicionamiento de la fruta + presión).

Con respecto a rendimiento se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los mejores resultados se obtiene aplicando 95PSI en fruto sin semilla ($a_1b_0 = 19,00$ g). En tanto al valor del pH los valores no presentaron diferencia significativa y se concluyó que a nivel experimental los valores son iguales.

En cuanto al % de humedad existió diferencia significativa, aceptándose la hipótesis alternativa, por lo que se concluye que los valores con más humedad se obtiene a 110 psi en frutos sin semilla ($a_0b_0 = 10,95\%$) y aplicando 110 psi en frutos con semilla ($a_0b_1 = 10,19\%$) y los valores restantes con resultados bajos de humedad.

5.1.2.4.Determinación del rendimiento mediante balance de material.

Se concluye que el rendimiento de 1 kg de Chontilla se despulpa y se obtuvo 480 g, se prensó y se logró un 6,2 % de aceite virgen mientras en fruto entero solamente se utilizó 800g de *bactris gasipaes* y se obtuvo un 2%.

El porcentaje varía debido al acondicionamiento de la fruta, las semillas no permite obtener un mayor rendimiento del aceite.

5.2. RECOMENDACIÓN.

5.2.1. Sobre el diseño y construcción del equipo.

Se recomienda la utilización de este equipo a nivel de laboratorio para extraer aceite en frío tomando en cuenta ciertas consideraciones como: no utilizar una presión mayor a 150 psi ya que las mangueras podrían colapsar. En caso de requerir una mayor presión se recomienda cambiar las mangueras por un material más resistente.

5.2.2. Funcionamiento del equipo mediante extracción de aceite de chontilla (fruto entero, fruto sin semilla y diferentes presiones.)

5.2.2.1. Factor A (presión).

En lo que respecta a rendimiento en gramos y pH se recomienda utilizar cualquiera de las presiones estudiadas: 110 psi, 95 psi, 87 psi, 80 psi o 70 psi ya que no afectan en el proceso de extracción del aceite.

Mientras que en lo que respecta al contenido de humedad se recomienda utilizar presiones de: 95 psi, 87 psi, 80 psi y 70 psi valores que reportaron menor humedad.

5.2.2.2. Factor B (Acondicionamiento de la fruta).

Se recomienda utilizar frutas sin semilla para obtener un mayor rendimiento.

Mientras que para el valor de pH se recomienda utilizar cualquier nivel ya que estadísticamente son iguales. Con relación al % de humedad los valores son estadísticamente parecidos por lo que se recomienda utilizar frutos con semilla o sin semilla.

5.2.2.3. Interacción AxB (acondicionamiento de la fruta y presión).

En cuanto a los resultados con relación al rendimiento se recomienda el tratamiento a1b0 (95 psi -sin semilla) el cual resulto el valor más alto con 19,00 g, en cuanto a pH se recomienda utilizar cualquiera de los ocho tratamientos estudiados Y para obtener aceite con un contenido de humedad bajo se recomienda aplicar cualquiera de estos tratamientos 80 psi en fruto sin semilla; 70 psi en fruto sin semilla; 87 psi en fruto con semilla; 95 psi en fruto sin semilla; 70 psi en fruto con semilla; 95 psi en fruto sin semilla; 95 psi en fruto con semilla y 110 psi en fruto con semilla ya que no existió diferencia significativa entre ellos y reportaron valores con menor contenido de humedad.

5.2.3. Determinación del rendimiento mediante balance de material.

Para la obtención de 100 g de muestra, medida más utilizada a nivel de laboratorio se recomienda utilizar 1600 Gramos de fruta despulpada. Debido a la pureza, Se recomienda despulpar la chontilla para un mayor rendimiento del equipo en la extracción de aceite.

5.2.4. Manual de funcionamiento y mantenimiento.

Se recomienda leer todas las instrucciones de funcionamiento, mantenimiento, y advertencias para un mejor manejo, mantenimiento de esta manera se alargará la vida útil del equipo.

CAPITULO VI

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Galarraga Yeyxon, “DISEÑO DE UNA PRENSA DE TORNILLO TIPO EXPPELLER PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE VEGETAL VIRGEN DE LA SEMILLA DE MAÍZ, PARA USO COMESTIBLE,” 2015.
- [2] Moholy Nagy, “Diseño industrial,” Barcelona, 1992.
- [3] A. Terán, “Medición de Volúmenes,” *Chemical*, vol. 1, no. 2, pp. 16–35, 2012.
- [4] A. Caldas, “Optimización escalamiento y diseño de una planta piloto de extracción sólido líquido,” pp. 1–48, 2012.
- [5] R. Legaz Berbel, “Estudio de la viscosidad y densidad de diferentes aceites para su uso como biocombustible,” pp. 23–28, 2010.
- [6] A. J. B. Vega, “Tecnología neumática. Teoría, diseño y simulación de componentes y circuitos para la docencia interactiva vía web,” p. 281, 2010.
- [7] S. R. BERRIO ZABALA, LUIS GEOVANNI; OCHOA GOMEZ, *MODELO MATEMATICO Y DIMENSIONAL PARA EL PLANEAMIENTO OPTIMO DE INDUSTRIAS DE PROCESOS*. MEDELLIN, 2007.
- [8] N. El and P. Del, “Neumatica: El Poder del Aire,” *Neumatica Alumnos*. .
- [9] Cefla Klever, “Escuela politécnica nacional,” pp. 1–10, 2015.
- [10] J. Castellanos, “La educación agrícola,” *El pejibaye un alimento rico y saludable*, 2009. [Online]. Available: <http://laeducacionagricola.blogspot.com/2009/05/el-pejibaye-un-alimento-nutritivo-y.html>.
- [11] M. Serrano, Mauricio; Umaña, Gerardina; Saenz, “Fisiología poscosecha, composición química y capacidad antioxidante de frutas de pejibaye (*Bactris gasipaes* KUNTH) CV. taira darién cosechadas a tres diferentes edades,” *Agronomía Costarricense*, p. 75,85, 2011.
- [12] Moran Tamara, “EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITE DE DIFERENTES VARIEDADES DE *Bactris gasipaes*, DE LAS ZONAS COSTA Y AMAZÓNICA DEL ECUADOR,” 2015.
- [13] CORPOICA, “Memorias del Curso Cultivo e Investigación del Chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para Fruto y Palmito,” TUMACO, 1996.
- [14] J. Restrepo, “Potencial del chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K) como fuente alimenticia de alto valor nutricional en países tropicales,” *Revista de ciencias. Departamento de Química, Universidad del Valle*, 2007.

- [15] M. Tracy, "The Pejibaye Fruit: Problems and Prospects for its Development in Costa Rica," p. 108, 1995.
- [16] L. Yuyama, "Chemical Composition of the Fruit Mesocarp of three Peach Palm (*Bactris gasipaes*) Populations Grown in Central Amazonia, Brazil," *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, pp. 49–56, 2003.
- [17] A. Pasquel, A. Del Castillo, V. Sotero, and D. García, "Extracción del aceite de la cáscara de *Bactris gasipaes* HBK usando dióxido de carbono presurizado," *Rev. Amaz. Investig. Aliment.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2002.
- [18] J. Morton, "Pejibaye *Bactris gasipaes*," *Fruits of warm climates*, pp. 12–14, 1987.
- [19] E. Sotero, Victor; García, Dora; Lessi, "Bebida fermentada a partir de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K) parametros y evaluación," *Folia Amazonica*, vol. 8, pp. 5–18, 1996.
- [20] D. Oliva, "Que aceite vegetal es mas saludable," *Que aceite vegetal es mas saludable*, 2013. [Online]. Available: <http://enforma.salud180.com/nutricion-y-ejercicio/que-aceite-vegetal-es-mas-saludable>. [Accessed: 01-Jan-2016].
- [21] F. Grasso, "Diseño del proceso: Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna.," in *Doctoral dissertation*, 2013.
- [22] BERRIO ZABALA LUIS & OCHOA GOMEZ SANDRA, *No Title*, IMT. MEDELLIN, 2007.
- [23] Santiana Andres, *Universidad tecnológica equinoccial*. 2014.
- [24] Schneider air systems, "Manual de instrucciones y de mantenimiento para compresor CompactMaster 320-10-18 W," 2012.

CAPITULO VII

ANEXOS.

Anexo 1 Construcción de la maquina



Anexo 2 Estudios económicos.

Inversión total para la realización de este proyecto

INVERSION INICIAL	
Capital	\$1.270,21
inversión total	\$1.270,21
ACTIVOS FIJOS	
-	
CAPITAL DE OPERACIÓN	
materia prima	\$804,62
gastos generales	\$52,44
mano de obra directa	\$413,15
INVERSIÓN TOTAL	\$1.270,21

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Materiales con sus respectivos valores (costo de inversión)

Riel de hierro 4" x 3mm	3	\$4,00	\$12,00
Acero inox. de 2m x 1m x 1.5mm	1	\$30,00	\$30,00
acero inoxidable 15cm de diámetro	1	\$15,00	\$15,00
Pernos de acero inox. 5/16 x 1"	4	\$1,00	\$4,00
Pernos galvanizados 1/8" x 3"	2	\$0,25	\$0,50
plancha de hierro negro 50x50cm x 2mm	1	\$3,00	\$3,00
SUBTOTAL			\$64,50
	14%		\$9,03
TOTAL			\$73,53

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Tabla de material eléctrico

Cilindro neumático AQ2R80x200	1	\$350,00	\$350,00
Válvula electro neumática 5/2	1	\$68,00	\$68,00
Conectores rápidos neumáticos 1/4 x 6mm rectos	4	\$4,00	\$16,00
Conectores rápidos neumáticos con regulador de caudal 1/4 x 6mm rectos	2	\$5,00	\$10,00
Caja de 4"x4" plástica	1	\$6,00	\$6,00
Interruptor on/off para panel	1	\$12,00	\$12,00
Foco led indicador de 22mm para panel	1	\$6,00	\$6,00
Cable de poder AC	1	\$4,00	\$4,00
Cable flexible #18	2	\$0,25	\$0,50
SUBTOTAL			\$472,50
	14%		\$66,15
TOTAL			\$538,65

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Cuadro de gastos generales

GASTOS GENERALES			
Electrodos	1	\$2,00	\$2,00
Broca de cobalto marca Dormmer de 2mm	1	\$5,00	\$5,00
Broca de cobalto marca Dormmer de 3mm	1	\$5,00	\$5,00
Oring	1	\$1,50	\$1,50
Rollo de plástico para embalaje	1	\$5,00	\$5,00
Fondo gris para pintura	0,5	\$8,00	\$4,00
Pintura sintética color aluminio	0,5	\$7,00	\$3,50
Diluyente	0,5	\$7,00	\$3,50
Disco de zirconio	1	\$5,00	\$5,00
Disco de corte de 14"	1	\$8,00	\$8,00
de masilla plástica	1	\$1,50	\$1,50
Lijas	5	\$0,40	\$2,00
SUBTOTAL			\$46,00
	14		\$6,44
TOTAL			\$52,44

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Tabla pagos a terceros

PAGOS TERCEROS			
diseño screen	4	\$5,00	\$20,00
Servicios prestados de tornero. Confección de cabeza de cilindro con canal, centrado de pernos y tuercas	1	\$30,00	\$30,00
Servicios prestados de DIDATEC	1	\$312,41	\$312,41
SUBTOTAL			\$362,41
	14		\$50,74
TOTAL PAGO			\$413,15

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Cuadro movilización durante el proceso de investigación

Movilización	cantidad
dentro de la ciudad	\$40,00
Guayaquil	\$80,00
El Empalme	\$20,00
TOTAL	\$140,00

ELABORADO: ROMERO. P; CAMPUZANO. M. 2016

Anexo 3 Fotografías de la fase experimental del proceso de obtención de aceite de *bactris gasipaes*.



Pesado de pulpa de chontilla



Pesado de residuos



Muestras obtenidas



Muestras obtenidas



**muestras para lectura de pH y
Humedad**



Toma de lectura de pH



Muestras puestas dentro de la estufa



Peso de la muestra



Aceite



Muestra de aceite extraído

ANEXO 4 Cuadro de medias de tukey de los análisis de rendimiento en gramos.

Pruebas de Múltiple Rangos para gr de rendimiento por Factor A

Error: 14,0407 gl: 18

FACTOR A	Medias	n	E.E.	
4,00	4,33	6	1,53	A
2,00	5,00	6	1,53	A
3,00	5,50	6	1,53	A
0,00	7,50	6	1,53	A
1,00	10,00	6	1,53	A

Pruebas de Múltiple Rangos para gr de rendimiento por Factor B

Error: 14,0407 gl: 18

FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1,00	1,13	15	0,97	A
0,00	11,80	15	0,97	B

Pruebas de Múltiple Rangos para gr de rendimiento por Replicas

Error: 14,0407 gl: 18

REPETICIONES	Medias	n	E.E.
3,00	5,90	10	1,18
2,00	6,60	10	1,18
1,00	6,90	10	1,18

Pruebas de Múltiple Rangos para gr de rendimiento por interacción A*B

Error: 14,0407 gl: 18

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.
1,00	1,00	1,00	3	2,16
2,00	1,00	1,00	3	2,16
4,00	1,00	1,00	3	2,16
0,00	1,00	1,00	3	2,16
3,00	1,00	1,67	3	2,16
4,00	0,00	7,67	3	2,16
2,00	0,00	9,00	3	2,16
3,00	0,00	9,33	3	2,16
0,00	0,00	14,00	3	2,16
1,00	0,00	19,00	3	2,16

ANEXO 5 Cuadro de medias de tukey de los análisis de PH.

Pruebas de Múltiple Rangos para PH por Factor A

Error: 0,1664 gl: 18

FACTOR A	Medias	n	E.E.	
1,00	5,19	6	0,17	A
4,00	5,19	6	0,17	A
2,00	5,20	6	0,17	A
3,00	5,26	6	0,17	A
0,00	5,29	6	0,17	A

Pruebas de Múltiple Rangos para PH por Factor B

Error: 0,1664 gl: 18

FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1,00	5,08	15	0,11	A
0,00	5,37	15	0,11	A

Pruebas de Múltiple Rangos para PH por Replicas

Error: 0,1664 gl: 18

REPETICIONES	Medias	n	E.E.	
1,00	4,93	10	0,13	A
3,00	5,13	10	0,13	A
2,00	5,62	10	0,13	B

Pruebas de Múltiple Rangos para PH por Interacción A*B

Error: 0,1664 gl: 18

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1,00	1,00	5,03	3	0,24	A
4,00	1,00	5,03	3	0,24	A
2,00	1,00	5,04	3	0,24	A
0,00	1,00	5,12	3	0,24	A
3,00	1,00	5,16	3	0,24	A
1,00	0,00	5,35	3	0,24	A
3,00	0,00	5,35	3	0,24	A
4,00	0,00	5,35	3	0,24	A
2,00	0,00	5,36	3	0,24	A
0,00	0,00	5,46	3	0,24	A

ANEXO 6 Cuadro de medias de tukey de los análisis de % de humedad.

Pruebas de Múltiple Rangos para % de humedad por Factor A

Error: 0,0814 gl: 18

FACTOR A	Medias	n	E.E.	
3,00	5,11	6	0,12	A
4,00	5,17	6	0,12	A
2,00	5,33	6	0,12	A
1,00	5,34	6	0,12	A
0,00	10,57	6	0,12	B

Pruebas de Múltiple Rangos para % de humedad por Factor B

Error: 0,0814 gl: 18

FACTOR B	Medias	n	E.E.	
1,00	6,28	15	0,07	A
0,00	6,32	15	0,07	A

Pruebas de Múltiple Rangos para % de humedad por Replicas

Error: 0,0814 gl: 18

REPETICIONES	Medias	n	E.E.	
3,00	6,22	10	0,09	A
2,00	6,30	10	0,09	A
1,00	6,38	10	0,09	A

Pruebas de Múltiple Rangos para PH por Interacción A*B

Error: 0,0814 gl: 18

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.	
3,00	0,00	5,05	3	0,16	A
4,00	0,00	5,10	3	0,16	A
3,00	1,00	5,16	3	0,16	A
1,00	0,00	5,21	3	0,16	A
4,00	1,00	5,24	3	0,16	A
2,00	0,00	5,29	3	0,16	A
2,00	1,00	5,36	3	0,16	A
1,00	1,00	5,46	3	0,16	A
0,00	1,00	10,19	3	0,16	B
0,00	0,00	10,95	3	0,16	B

ANEXO 7 Manual de funcionamiento.

VISION

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo ocupa los primeros lugares entre las instituciones de Educación Superior ecuatorianas por su calidad académica, investigativa y de servicios que contribuyen al Buen Vivir.

MISION

Formar profesionales y académicos con visión científica y humanista capaces de desarrollar investigaciones, crear tecnologías, mantener y difundir nuestros saberes y culturas ancestrales, para la construcción de soluciones a los problemas de la región y el país.

www.uteq.edu.ec
2016

MANUAL DE INSTRUCCIÓN DEL EXTRACTOR DE ACEITE DE CHONTILLA

INGENIERIA INDUSTRIAL

EXTRACTOR DE ACEITE

Autores: Ing. Priscila Belén Romero Santillán
Ing. Maryuri Johanna Campuzano García

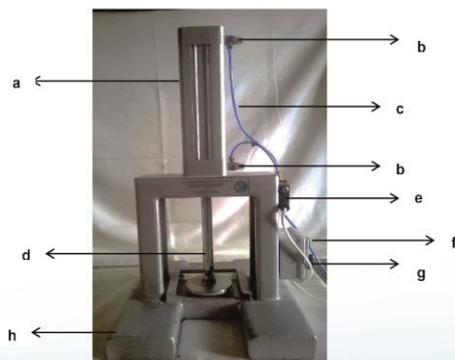
Director del proyecto de investigación:
Juan Neira Mosquera PhD

Quevedo - Los Ríos - Ecuador.
2016

Extractor de Aceite de Chontilla

Prototipo para extraer aceites esenciales de la pulpa de chontilla (*Bactris gasipaes*) fabricado en acero inoxidable, posee una criba de diámetro de 3mm, es de construcción nacional su costo de fabricación es de \$1100. Su diseño es sencillo y fácil de trasladar. El presente manual de funcionamiento y mantenimiento tiene el propósito de asegurar un manejo correcto y seguro de este equipo, tanto para las personas que utilicen el equipo como para lograr un buen funcionamiento del extractor. El contenido indica todas las partes del equipo y explica paso a paso su correcto funcionamiento.

Elementos del Equipo

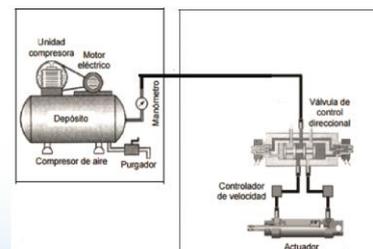


- a) Cilindro neumático AQ2R80x200
- b) Conectores rápidos neumáticos con regulador de caudal
- c) Mangueras industriales
- d) Pistón
- e) Válvula electro neumática 5/2
- f) Foco led indicador de 22mm
- g) Interruptor on/off
- h) Estructura metálica.

Especificaciones

Diámetro del embolo.....10 cm
 Fuerza del pistón..... (8.942 a 17.892 lbf).
 Requisitos de aire..... (60 a 120 psi).
 Línea de aire..... (6 mm).
 Profundidad de garganta..... (30 cm).
 Peso..... (149 lb)
 Suministro eléctrico..... (110 v)

Sistema Neumático



1

2

Funcionamiento

Preparación del Suministro de Aire

- Para un óptimo funcionamiento de la prensa es necesario disponer de un buen suministro de aire.
- El aire debe ser limpio y sin impurezas, así evitaremos algún daño en el sistema, se utilizarán mangueras y récords de diámetro interior mínimo de 1/2" para conectar la fuente de aire con la prensa.
- Se utilizará una presión de (60 a 150 psi), no mayor a estas por lo que podrían colapsar las mangueras industriales.
- Corriente AC el equipo está diseñado para funcionar con una corriente de 110 V no aplicar más de lo indicado debido que se podría quemar.

Manejo

- Acoplar la manguera al compresor para que no haya fugas de aires y se pueda lograr las presiones requeridas.
- Conectar el compresor y la prensa de extracción de aceite de aceite a una toma de corriente de 110 V.
- Abrir la llave de paso del compresor para que ingrese el aire al sistema de extracción de aceite.
- Enroscar la criba dentro del recipiente recolector de aceite.
- Introducir en la criba el material del cual vamos a extraer aceite (chontilla).
- Alinear la criba con el pistón.
- Encender el compresor mediante el interruptor y esperar que cargue completamente.

3

- Abrir el paso de aire que alimenta el extractor mediante interruptor on/off que se encuentra a un costado del equipo, esto hará que el pistón baje y aplique una presión requerida de acuerdo al experimento, sobre el material para extraer el aceite.
- El valor de la presión a utilizar dependerá del compresor que se utilice.
- Una vez realizados todos estos pasos obtendremos nuestra primera muestra de extracción de aceite en frío.
- Las velocidades al subir o bajar el pistón se pueden regular con los Conectores rápidos neumáticos con regulador de caudal.
- Apagar el extractor con el interruptor on/off esto hará que el pistón regrese a su estado inicial.
- Repetir los pasos 9 y 13 las veces que crea necesaria para extraer el aceite.
- Una vez terminado el proceso, se cierra la válvula de paso del compresor.
- Desconectar los suministros de energía.
- Desconectar la manguera del compresor.



4

Precauciones

- Leer con atención, todas las indicaciones del manual.
- El equipo no debe ser manipulado por niños, o bajo el efecto de estupefacientes.
- No utilizar una presión mayor a 150 PSI.
- No conectar a una corriente más de 110 V.
- No colocar las manos debajo del pistón.
- Colocar el equipo en una superficie plana y firme a fin de reducir vibraciones.
- Cerrar la válvula de paso del compresor antes de desconectar la manguera de suministro.
- Antes de cualquier trabajo de mantenimiento verificar que los equipos se encuentren desconectados.
- Los condensadores contienen contaminantes del agua observar normativas ambientales, aplicables para evitar contaminar suministros o desagües.
- Antes de abrir la válvula anti retorno el compresor se debe bacer a el aire a fin de eliminar la presión.
- No poner el compresor en operación sin filtro de aspiración.



5

Mantenimiento y Limpieza

- Toda actividad de mantenimiento y limpieza se deben realizar con los equipos desconectados.
- El extractor se deberá limpiar con un paño humedecido con desengrasante (detergente) para una correcta limpieza luego de la extracción de aceite, no utilizar materiales no especificados que puedan estropear la estructura del equipo.
- Esta limpieza se deberá realizar antes y después de utilizar el equipo.
- Comprobar el nivel de aceite del compresor y completar hasta los niveles recomendados en el catálogo del compresor.
- El cambio de aceite deberá hacerse cada 50 horas de servicio o cada año.
- Dar mantenimiento al filtro. (deberá ser limpiado cada 50 horas de servicios con una pistola de soplado).
- Cada 500 horas de servicio se deberá comprobar que los tornillos del compresor estén bien ajustados.
- Las piezas para válvulas anti retorno deberán ser limpiadas cada año.
- El condensado contiene aguas contaminantes las cuales se deben cambiar periódicamente, preferiblemente después de cada uso.



6