



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:

“Evaluación de las características físicas de diversas oleaginosas de la zona para el diseño y construcción de un equipo para extraer aceite a nivel de laboratorio”.

Autores:

Hugo Medardo Zambrano Cárcamo

Joselyn Lilibeth Requena Suárez

Director del proyecto:

Juan Neira Mosquera PhD.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador.

2016

DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHO

Yo, **Hugo Medardo Zambrano Cárcamo**, 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. _____

Hugo Medardo Zambrano Cárcamo

DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHO

Yo, **Joselyn Lilibeth Requena Suárez**, 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. _____

Joselyn Lilibeth Requena Suárez

AGRADECIMIENTO

Primero que todo agradecerle a Dios por que nos permitió desarrollar este proyecto ya que a pesar de las complicaciones y percance que tuvimos por parte del tiempo todo salió muy bien.

A mi madre, por haberme enseñado que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se consigue, y que en esta vida nadie regala nada.

A mi esposo Luis Menéndez por creer en mi capacidad, quien con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros y amigos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas.

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

Al Dr. Juan Alejandro Neira Mosquera, Director de tesis por su esfuerzo y dedicación.

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

Joselyn Lilibeth Requena Suárez

AGRADECIMIENTO

Este proyecto fue sacado adelante por la ayuda de muchas personas, las cuales aportaron al desarrollo del mismo.

Agradezco a Dios y a mis padres, por llenarme de motivación, y ayudarme en todos los aspectos de mi vida, y en paralelo, todos sus esfuerzos que realizaron para que yo me prepare y logre mis estudios.

Mi cordial agradecimiento para esas personas que estuvieron apoyándome en mi preparación superior. En especial a Johanna Vanegas, por su apoyo y cariño permanente dentro de mis estudios, a mi tío Juan Mancilla por su acostumbrado apoyo durante mi vida estudiantil, a mis hermanos por su motivación.

Agradezco al grupo técnico que saco adelante este proyecto.

A mi compañera de proyecto Joselyn Requena por ser parte de este esfuerzo.

A nuestro director de tesis PhD. Juan Neira por estar en todo momento impartiendo sus conocimientos técnicos y hacer posible este trabajo.

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

Hugo Medardo Zambrano Cárcamo

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mi madre la Lcda. Delia Suarez, porque ella siempre está a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para ser de mí una mejor persona.

A mis hijos Amir y Nahiara, por ser la fuente de mi motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mis hermanos y mis tíos, por sus palabras y compañía, a mi primo Javier aunque no esté físicamente conmigo, pero sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien.

Joselyn Lilibeth Requena Suárez.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios, a mis padres y a mis seres queridos.

A Dios porque sembró en mí, fuerza y perseverancia para continuar y salir adelante, y por qué siempre estuvo en los momentos buenos y malos durante esta etapa de mi vida.

A mis padres porque he contado con ellos, con todo su amor y apoyo incondicional dentro de mi vida personal y estudiantil.

Todo este proceso y esfuerzo se lo consagro a todos mis seres queridos que apostaron y confiaron en mi persistencia por seguir preparándome. Por todos ellos, Dios y mis padres es que he logrado una de mis metas planteadas en mi vida. Con todo cariño y por qué lo merecen dedico esta trabajo a todos ustedes.

Hugo Medardo Zambrano Cárcamo

Resumen.

En esta investigación se consideró la necesidad de contar con equipos de laboratorio, que permitan el despulpado de productos, la cual surge la iniciativa de elaborar una despulpadora que permita desarrollar investigaciones en los procesos de obtención de pulpa y a la vez aceite, para esto se tomó como referencia el despulpado de chontilla (*bactris gacipaes*) en frío, este tipo de extracción de pulpa permitirá mantener la calidad del producto a diferencia de los métodos antiguos con temperatura, la cual altera las propiedades y calidad del producto final. El equipo implementado tiene como referencia el “despulpado con paletas rascadoras” aplicado en la obtención de pulpa de café. En la fabricación del equipo se seleccionaron las diferentes alternativas para facilitar el despulpado, sin dañar la calidad del producto, además se evaluaron distintas velocidades de despulpado, dimensiones de los orificios del cilindro. El sistema se obtuvo con un despulpado mediante un sistema de paletas para optimizar el proceso de despulpado se colocó un cilindro con perforaciones de 8mm que permite el desprendimiento de la pulpa mediante fricción. En la evaluación del equipo se determinó rendimiento de semillas enteras, pepas enteras, pepas quebradas. 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 pulpa en frío se aplicó un modelo estadístico de bloque al azar con modelo factorial AxB, se evaluaron como variables: número de vueltas, tiempo, 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:

Pulpa de chontilla (bactris gacipaes), sistema de paletas, diseño experimental AxB.

SUMMARY.

This research considered the need to have laboratory equipment, which allows the pulping of products, which is the initiative to develop a pulper that allows to develop research in the processes of obtaining pulp and oil, for this was taken As a reference the pulping of chontilla (*bactris gacipaes*) in cold, this type of extraction of pulp will allow to maintain the quality of the products unlike the old methods with temperature, which alters the properties and quality of the final product. The implemented equipment has as reference the "pulp scraping" applied in the production of coffee pulp. In the manufacture of the equipment the different alternatives were selected to facilitate the pulping, without damaging the quality of the product, in addition different pulp velocities, cylinder orifice dimensions were evaluated. The system was obtained with a pulp system by means of a pallet system to optimize the pulping process. A cylinder with perforations of 8 mm was placed allowing the pulp to be detached by friction. In the evaluation of the equipment was determined the yield of whole seeds, whole peas, broken peas. An analysis was made of the cost of production of the equipment for its exclusive use in scientific research, at the laboratory level, as well as the unit cost of extracted oil, by means of a projection it could be planned the phase of industrial extraction, which would reduce costs . For the evaluation of the cold pulping process, a statistical model of random block with AxB factorial model was applied, variables were evaluated: number of turns, time, and an approximation of product quality, which could serve As a starting point in further research, aimed at improving the quality of edible oils.

Keywords:

Pulp of chontilla (*bactris gacipaes*), pallet system, experimental design AxB.

Contenido

DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHO	ii
DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHO	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGURA	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
CÓDIGO DUBLIN	xv
Resumen.....	xv
Introducción	1
Antecedentes.....	1
CAPITULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACION	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II	7
2.2.2.1. Origen.....	14
CAPÍTULO III.....	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.1. Localización.....	21

3.2.	Materiales y equipos.....	21
3.3.	Metodología.	23
3.3.1.	Diseño del equipo.	23
3.3.2.	Funcionamiento del sistema de despulpado.	23
3.4.	Diseño estadístico de la investigación.....	24
3.4.1.	Diseño experimental para evaluar el rendimiento de semillas enteras, pepas enteras, y pepas quebradas, Ph y Humedad.....	24
3.4.2.	Diseño experimental.....	26
3.5.	Manual de funcionamiento y mantenimiento.....	27
CAPÍTULO IV.....		28
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....		28
4.1.	Resultados.....	29
4.1.1.	Diseño y construcción.....	29
4.1.2.	EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.....	39
Figura 19 Resultados de las medias de los niveles de las interacciones AxB.....		46
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
Bibliografía.....		61
CAPITULO VII.....		63
ANEXOS.....		63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nutrientes de la chontilla Contenido nutricional de 100 g de pulpa de chontilla (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth).....	16
Tabla 2 Variedades del chontaduro.....	17
Tabla 3 Composición química en frutos cocidos (hervidos):.....	17
Tabla 4 Composición química en frutos crudos:.....	18
Tabla 5 Materiales y equipos utilizados en diseño y construcción de la despulpadora.....	21
Tabla 7 Materia prima utilizada para las diferentes muestras de despulpado.	22
Tabla:8 Factores de estudio que intervienen en el despulpado.	25
Tabla:9 Combinación de los tratamientos propuestos para la extracción de pulpa de <i>bactris gacipaes</i>	26
Tabla:10 Análisis estadístico.....	27
Tabla 11 Análisis de varianza con relación al rendimiento de semillas enteras de chontilla.....	39
Tabla 12 Análisis de varianza con relación al rendimiento de pepas de chontilla.	39
Tabla 13 Análisis de varianza con relación al rendimiento de semillas quebradas.....	40
Tabla:14 Análisis de varianza con relación al % de humedad.	40
Tabla:15 Análisis de varianza con relación al pH del aceite.....	41

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Despulpadora horizontal de tornillo sin fin.	12
Figura 2 Despulpadora horizontal de tornillo sin fin.	13
Figura 3 Máquina despulpadora horizontal.	13
Figura 4 Máquina despulpadora vertical.	14
Figura 5 Localización del chontaduro.	15
Figura 6 Variedades de la chontilla.	16
Figura 7 Tratamientos.	24
Figura 8 Vista Frontal.	29
Figura 9 Vista lateral izquierda.	30
Figura:11 Tolva de alimentación.	31
Figura:12 Criba.	32
Figura:13 Motor eléctrico.	32
Figura:14 poleas.	33
Figura 15 Chumacera.	33
Figura 16 Variador de velocidad.	34
Figura 17 Pulsador.	34
Figura 18 Selector.	35
Figura 19 Caja De Control.	35
Figura 20 Potenciómetro.	36
Figura 21 Contactor.	36
Figura 22 Disyuntor electrico.	37
Figura 23 Interruptor termomagnetico.	37
Figura 24 Boton de paro de emergencia.	38
Figura:25 Equipo despulpador de chontilla.	38
Figura 26 Resultados de las medias de los niveles del tratamiento A.	42
Figura 27 Resultados de las medias de los niveles del tratamiento B.	44
Figura 28 Resultados de las medias de los niveles de las interacciones AxB.	46
Figura 29 Despulpador.	47
Figura 30 Tablero de control.	48
Figura 31 Elementos del tablero.	48

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Construcción de la maquina.....	64
Anexo 2 Estudios económicos.....	64
Anexo 3 Fotografías de la fase experimental del proceso de obtención de aceite de <i>bactris gasipaes</i>	65
Anexo 4 Cuadro de medias de tukey de los análisis de rendimiento en gramos.	65

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Evaluación de las características físicas de diversas oleaginosas de la zona para el diseño y construcción de un equipo para extraer aceite a nivel de laboratorio.”
Autores:	Joselyn Lilibeth Requena Suárez Hugo Medardo Zambrano Cárcamo
Palabras claves:	<i>Pulpa de chontilla (bactris gacipaes), sistema de paletas, diseño experimental AxB.</i>
Fecha publicación:	
Editorial:	Quevedo UTEQ 2016
Resumen hasta 300 palabras	<p style="text-align: center;">Resumen.</p> <p>En esta investigación se consideró la necesidad de contar con equipos de laboratorio, que permitan el despulpado de productos, la cual surge la iniciativa de elaborar una despulpadora que permita desarrollar investigaciones en los procesos de obtención de pulpa y a la vez aceite, para esto se tomó como referencia el despulpado de chontilla (<i>bactris gacipaes</i>) en frío, este tipo de extracción de pulpa permitirá mantener la calidad del productos a diferencia de los método antiguos con temperatura, la cual altera las propiedades y calidad del producto final. El equipo implementado tiene como referencia el “despulpado con paletas rascadoras” aplicado en la obtención de pulpa de café. En la fabricación del equipo se seleccionaron las diferentes alternativas para facilitar el despulpado, sin dañar la calidad del producto, además se evaluaron distintas velocidades de despulpado, dimensiones de los orificios del cilindro. El sistema se obtuvo con un despulpado mediante un sistema de paletas que para optimizar el proceso de despulpado se colocó un cilindro con perforaciones de 8mm que permite el desprendimiento de la pulpa mediante fricción. En la evaluación del equipo se determinó rendimiento mediante balance de materiales, 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 pulpa en frío se aplicó un modelo estadísticos de bloque al azar con modelo factorial AxB, se evaluaron como variables: velocidad, tiempo, y obtener una aproximación de la calidad del producto, lo que podría servir como punto de</p>

partida en posteriores investigaciones, tendientes a mejorar la calidad de aceites comestibles.

Summary.

This research considered the need to have laboratory equipment, which allows the pulping of products, which is the initiative to develop a pulper that allows to develop research in the processes of obtaining pulp and oil, for this was taken As a reference the pulping of chontilla (*bactris gacipaes*) in cold, this type of extraction of pulp will allow to maintain the quality of the products unlike the old methods with temperature, which alters the properties and quality of the final product. The implemented equipment has as reference the "pulp scraping" applied in the production of coffee pulp. In the manufacture of the equipment the different alternatives were selected to facilitate the pulping, without damaging the quality of the product, in addition different pulp velocities, cylinder orifice dimensions were evaluated. The system was obtained with a pulp system by means of a pallet system to optimize the pulping process. A cylinder with perforations of 8 mm was placed allowing the pulp to be detached by friction. In the evaluation of the equipment was determined the yield of whole seeds, whole peas, broken peas. An analysis was made of the cost of production of the equipment for its exclusive use in scientific research, at the laboratory level, as well as the unit cost of extracted oil, by means of a projection it could be planned the phase of industrial extraction, which would reduce costs . For the evaluation of the cold pulping process, a statistical model of random block with AxB factorial model was applied, variables were evaluated: number of turns, time, and an approximation of product quality, which could serve As a starting point in further research, aimed at improving the quality of edible oils.

Keywords:

Pulp of chontilla (*bactris gacipaes*), pallet system, experimental design AxB.

Descripción:	
URI:	

Introducción

Antecedentes.

En la presente investigación se elaborará un equipo de laboratorio para realizar pruebas técnicas y así obtener aceite de semillas vegetales, mediante el proceso de prensado y previo a esto el despulpado, la cual se desarrollará mediante estudios técnicos que determinaran la eficiencia del mismo.

Este tipo de trabajo constituye un desarrollo exponencial en el área industrial, la cual promueve la investigación de parte de los innovadores, para así potencializar los procesos productivos que aplican para obtener aceite de semillas vegetales y de esta forma aprovechar estos recursos y darle valor agregado a subproductos de cultivos implementados con una finalidad diferente.

Por lo que este proyecto de investigación 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.

La intención de esta inversión es impulsar la investigación y estudio de estos procesos, implementando en este equipo, con el fin de extraer aceite a nivel de laboratorio, esto permitirá determinar la factibilidad de incursionar en la industria de oleaginosas con alternativas acorde a la tendencia de consumo, que está cada vez más apegada a grasas de calidad a fin de no afectar la salud de los consumidores.

Para la elaboración de este equipo se analizará factores que intervienen en el proceso, la cual se efectuará un análisis de las variedades de semillas en diferente estado de acondicionamiento y además diferentes revoluciones para el despulpado.

CAPITULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACION

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Se evidenció en el medio investigativo la falta de equipos a nivel de laboratorio adecuados a las características de diversos productos de la zona, la cual limita el correcto avance científico y tecnológico de una zona que demanda diversas alternativas de industrialización con perfil oleaginosos. Debido a esta carencia se ve la necesidad de acondicionar e implementar equipos que permitan el estudio y análisis de productos alimenticios con el fin de fortalecer y desarrollar el aprovechamiento de diversas variedades de productos agrícolas, manteniendo las propiedades iniciales de los productos. Se procedió con esta investigación basándose al siguiente 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”*

En este sentido, reviste de interés la búsqueda y explotación de fuentes oleaginosas de la zona. Surge la necesidad de fabricar un equipo de laboratorio que permita el despulpado y extracción de aceite. Para evaluar la operación del mismo se consideró diferentes factores como número de revoluciones, tiempo, pH, humedad; además se tomó como referencia el estado de acondicionamiento de la semilla.

Diagnóstico.

Se considera la necesidad de facilitar el despulpado de diferentes oleaginosas, diseñar un equipo despulpado 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 la despulpadora 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 velocidad donde la centrifuga ejercida en paletas internas provoca el rozamiento con el cilindro tamizado, el diámetro de los orificios depende tamaño de la fruta.

Pronostico.

En la actualidad no existen equipos técnicos en el despulpado de chontilla para estudios estrictamente en investigación. Los métodos tradicionales como el despulpado con temperatura provocan cambios en la materia como:

- Eliminación del aroma
- Variación de las características y propiedades de la chontilla
- Demora en obtención del producto.

La implementación de este equipo de laboratorio permitirá realizar investigación científica en el área de lípidos, que facilitará el despulpado, a fin de evitar cambios bioquímicos indeseables en el producto final.

1.1.2. Formulación del problema.

¿La poca disponibilidad de equipos de laboratorios para extraer lípidos de vegetales limita la investigación a fin de establecer nuevos rubros para la industria que podrían dotar de aceites con excelentes características?

1.1.3. Sistematización del problema.

Para la elección de las variedades de semillas se realizará estudios e investigaciones de oleaginosos que se encuentran en la zona para desarrollar de manera eficiente la investigación.

Dentro de este proceso se debe considerar el tipos de cribas dependerá de la fuerza y dureza del producto a evaluar. Por lo tanto se debería investigar el tipo de criba para cada semilla en particular.

Los componentes implícitos en esta investigación deberán estar relacionados con el número de revoluciones que ejerce las aletas sobre el producto los mismos que deberán adecuarse a los diferentes productos a evaluarse.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

- ✓ Evaluar las características físicas de *bactris gasipaes* de la zona para el diseño y construcción de un equipo para extraer aceite a nivel de laboratorio.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Diseñar y Construir un equipo de laboratorio para la extracción de pulpa de productos oleaginosos de la zona de influencia de la UTEQ.
- Evaluar el funcionamiento del equipo mediante el despulpado de chontilla (*Bactris gasipaes*), considerando velocidades, tiempo, pH y humedad
- Elaborar un manual de funcionamiento y mantenimiento.

1.3. Justificación.

El presente trabajo representa un importante desempeño y desarrollo investigativo que se fomentara con la construcción de un equipo a nivel de laboratorio que permitirá el despulpado para una mejor extracción de aceite mediante la operación de prensado.

La idea de este trabajo nace debido a la carencia de equipamiento específico en los laboratorios de la UTEQ para extraer lípidos ya que los existentes no se ajustan a las condiciones de las bayas o semillas de la zona. De tal forma que la implementación del mismo aportara con el desarrollo científico de los grupos de investigación de la UTEQ en el área de oleaginosas. Tomando en cuenta la evolución de los procesos industriales y su desarrollo totalmente creciente, con la mano de la tecnología, se ve reflejado hoy en día un gran aprovechamiento de los recursos, la cual requiere extender la investigación en este ámbito con el fin de optimizar el uso de materiales y aprovechar los residuos que puedan ser procesados y darles un valor agregado.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Diseño

El diseño es una actividad creativa cuyo propósito es establecer las cualidades multifacéticas de objetos, procesos, servicios en su ciclo completo de vida. Por lo tanto, el Diseño es el factor principal de la humanización innovadora de las tecnologías y el factor crítico del intercambio cultural y económico,[1]

2.1.2. Despulpado.

Se denomina pulpa de fruta u hortaliza el producto resultante de dividir finamente y, si es necesario, de tamizar la parte comestible de las frutas u hortalizas a diferencia del jugo, que consiste en el producto líquido obtenido al exprimir la fruta u hortaliza sin diluir, concentrar ni fermentar, [2]

2.1.3. Despulpadora

Son máquinas que se utilizan para extraer y separar la semilla y la cascara del fruto.[3]

2.1.4. Aceite vegetal.

Las sustancias a partir de las cuales se producen los aceites son semillas o frutos. En realidad, todas las semillas y frutos contienen aceite, pero sólo los llamados oleaginosos sirven para la producción industrial de aceite,[4]

2.1.5. Velocidad.

La velocidad es la cualidad física que permite efectuar o ejecutar movimientos o acciones motrices en el menor tiempo posible,[5]

$$v = \frac{d}{t}$$

2.1.6. Prensa.

Es una máquina que permite con fuerzas pequeñas obtener grandes fuerzas empleando un líquido como medio transmisor, así la presión que se ejerce se transmite sin pérdidas a través de él, igualando la presión de inicio (entrada) con la presión final (salida), [6].

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Generalidades de la extracción de aceites.

2.2.2. Semillas oleaginosas.

Son fuentes vegetales para la extracción de aceite. La 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, [7]

2.2.3. Aceite.

Son productos alimenticios formados principalmente por glicéridos de ácidos grasos (básicamente triglicéridos), conseguidos de materias primas sanas y limpias, libres de productos nocivos derivados de su cultivo o manejo de los procesos de elaboración, [8]

2.2.4. Características.

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,[4]

2.2.5. Pulpa.

Es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de semillas frescas, sanas, maduras y limpias, [3]

2.2.6. Proceso de despulpado.

El éxito en la obtención de pulpas de alta calidad comienza en la disponibilidad de semillas. Junto a esta disponibilidad está el cuidado que se tenga en mantener esta alta calidad en los pasos previos de procesamiento,[3]

Entre estos pasos están:

- ❖ El grado de madurez de la semilla debe alcanzar en el momento de ser retirada de la planta.
- ❖ La delicadeza con que se realice la cosecha.
- ❖ La hora que se decida para cosechar.
- ❖ Las condiciones en que permanezca antes de salir del sitio del cultivo.

2.2.7. Análisis del proceso.

Una vez que la semilla ingresa a la tolva es cortada por medio de la cuchilla que gira con el sistema motriz, hecho el corte la semilla es presionada con el tamiz para así obtener la pulpa,[3]

Finalmente por el extremo opuesto salen las semillas cascaras, y por el otro sale la pulpa.

2.2.9.2. Despulpadora horizontal de paletas.



Figura 2 Despulpadora horizontal de tornillo sin fin.

2.2.10. Máquinas despulpadoras industriales.

Son máquinas de elevadas capacidades de producción, en general existen dos tipos de máquinas que se las pueden encontrar en el mercado internacional:

2.2.10.1. Máquina despulpadora horizontal.



Figura 3 Máquina despulpadora horizontal.

2.2.10.2. Máquina despulpadora vertical.



Figura 4 Máquina despulpadora vertical.

2.2.11. *Bactris gasipaes* Kunth.

Descripción de *Bactris gasipaes* Kunth.

Descripción taxonómica.

Familia: ARECACEAE

Género: *Bactris*

Especie: *gasipaes* Kunth

Nombre vulgar: Chontilla

2.2.11.1. Origen.

Pejibaye, tembe (*Bactris gasipaes* Kunth) es una planta de la familia de las arecáceas (la de las palmeras), de hasta 20 m de alto, nativa de las regiones tropicales y subtropicales de América. Se aprovecha su fruto, una drupa de gran valor alimentario, su madera y el cogollo tierno, que se cosecha para extraer palmito, [9]

Se considera nativo de los piedemontes andinos, especialmente de la vertiente oriental y de los bosques húmedos de Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia,[10]

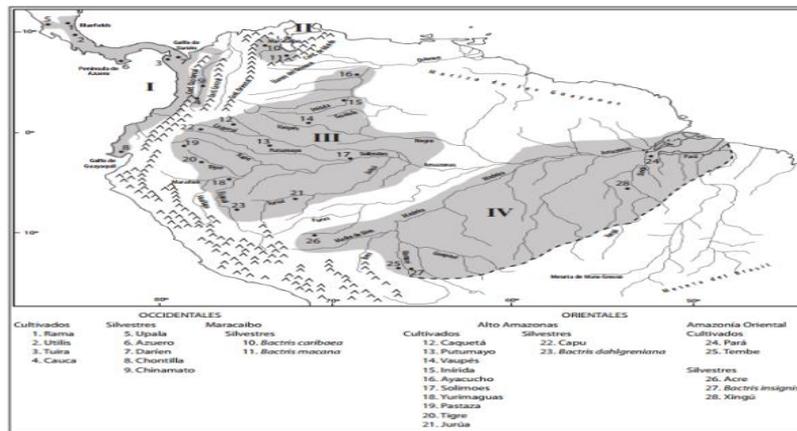


Figura 5 Localización del chontaduro

2.2.11.2. Diversidad genética.

Se destacan dos variedades: el chontaduro rojo y el chontaduro amarillo; el primero de ellos al inicio de la fructificación es de color verde, presenta el fruto de forma achatada tiene estrías menos numerosas y pronunciadas que la variedad amarilla, siendo éstas paralelas, con un largo promedio de 5,50 cm y ancho de 4,50 cm. El chontaduro amarillo es más harinoso y dulce que el rojo, el fruto es en forma de trompo (termina en punta), presenta en promedio un largo de 6,00 cm y un ancho de 3,50 cm, [13].

2.2.11.3. Cultivo.

Se distribuye desde Nicaragua hasta Brasil y Bolivia en zonas húmedas no inundables, a menos de 1.300 msnm. Es frecuente encontrarla en la Amazonia. Crece bien en asociaciones, por ejemplo como sombra de café, cacao, árbol de pan y cítricos. Fue plantada desde épocas precolombianas por los indígenas. Hay numerosas variedades incluso sin espinas y una sin semilla, [10].

2.2.11.4. Uso.

El fruto puede comerse fresco o cocinarse en agua con sal 30 a 60 minutos. Puede procesarse para obtener harina y utilizarse en diferentes proporciones en panadería, pastelería y fabricación de fideos, compotas y jaleas. Más de 40 recetas para su preparación y consumo han sido recopiladas. El chontaduro es uno de los alimentos tropicales de mayor valor nutritivo. Su contenido de 2,5 a 4,8 % de proteína de alta calidad, por el número y la cantidad de aminoácidos esenciales que posee; por su fina grasa, constituida por aceites no saturados y el alto contenido de Beta-Caroteno, fósforo, vitamina A, calcio y hierro, lo hacen uno de los alimentos naturales más completos. También contiene vitaminas B y C. Hay variedades de mayor contenido de aceite, que puede extraerse. Culturalmente se le considera un potente afrodisíaco, aunque no existen estudios científicos que lo comprueben, [10].

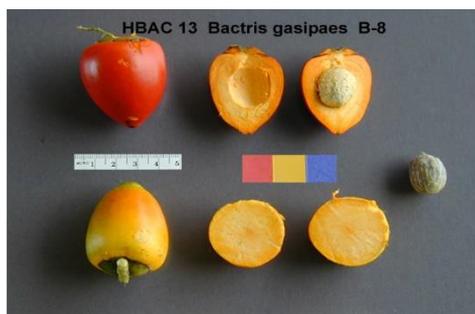


Figura 6 Variedades de la chontilla

Tabla 1 Nutrientes de la chontilla Contenido nutricional de 100 g de pulpa de chontilla (Bactris gasipaes Kunth)

Proteínas	33,00 %
Grasa	4,60 %
Carbohidratos	37,60 %
Fibra	1,00 %
Ceniza	0,90 mg
Hierro	0,70 mg
Fósforo	49,00 mg
Calcio	23,00 mg
Tiamina	0,04 mg
Riboflavina	0,11mg
Niacina	0,90 mg
Acido Ascórbico	20,00 mg
Calorías	185,00
Vitamina A	7 300 UI

El valor alimenticio de la chonta por 100 gramos, es como sigue:

Tabla 2 Variedades del chontaduro

		Variedad roja	Variedad amarilla
Humedad	g	36,4	49,6
Extracto de éter	g	8,17	3,53
Fibra cruda	g	0,8	1,1
Nitrógeno	g	0,633	0,401
Ceniza	g	1,12	0,86
Calcio	g	14,4	8,9
Fosforo	g	55,2	46,1
Hierro	g	1,16	1,31
Carotina	g	1,945	1,493
Tiamina 408	g	0,070	0,037
Riboflavina	g	0,140	0,099
Niacina	g	1,945	1,493
Ácido ascórbico	g	22,9	41,4

Fuente: Oliva D. 2015

Tabla 3 Composición química en frutos cocidos (hervidos):

Agua	48,8%
Proteína	2,8%
Grasa	6,7%
Carbohidrato	40,9%
Cenizas	0,8%

Fuente: Oliva D. 2015

Tabla 4 Composición química en frutos crudos:

Almidón	26,90%
Azúcar	4,00%
Grasa	5,82%

Fuente: Oliva d. 2015

2.2.11.5. Productos comunes y sus propiedades.

Preparaciones tradicionales de la fruta han evolucionado con el tiempo, y algunas poseen potencial comercial significativo. Para preparar una bebida, se cocina la fruta, se trocea el mesocarpio se adiciona agua y azúcar, y se fermenta la mezcla por 1 a dos días.

El mesocarpio hervido, con varios condimentos, es un popular alimento en varias regiones. Puede ser secado, algunas veces ahumado, almacenado por algún tiempo y rehidratado para su consumo después, [19].

La fruta debe ser hervida y preferiblemente pelada antes de consumir o procesarla. Cristales de oxalato de calcio son encontrados justo debajo del pericarpio de la fruta cruda y tallo comestible de muestra del Putumayo y Pampa Hermosa. , se reporta que el oxalato de calcio se encuentra en la mayoría de las especies de palmas así que pueden ser encontradas en todas las palmas landraces. En adición un inhibidor de tripsina está presente en la fruta no cocida que hace difícil la digestión de la proteína. Hervir disuelve el oxalato de calcio y elimina el efecto adverso del inhibidor de tripsina, [14].

2.2.11.6. Aceite de origen vegetal.

El Aceite es uno de los principales alimentos que ha consumido el hombre desde la antigüedad. Se sabe que los griegos ya lo empleaban en la preparación de sus comidas, además de preparar productos de belleza con él, el aceite es necesario en la alimentación, ya que a través de sus grasas, obtenemos ciertas sustancias que el organismo necesita y no puede elaborar, como los ácidos grasos esenciales (omega3 y omega 6), que son imprescindibles para el sistema nervioso, [20].

Además son fuentes importantes de vitamina E, que tiene gran capacidad antioxidante, lo que protege del envejecimiento celular y estimula al sistema inmunológico a prevenir y resistir las infecciones, al igual que otras grasas contribuyen al transporte y absorción de vitaminas liposolubles o solubles en grasa (A,D,E,K) en el organismo, por tanto a pesar de ser los alimentos más calóricos, son alimentos básicos que deben estar presentes cada día en la alimentación, eso sí, en las cantidades adecuadas, sin exceso ni defecto,[20].

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

Se realizó en la ciudad de Quevedo en los laboratorios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y se utilizó diferentes materiales y equipos.

3.1.1. Materiales y equipos.

A continuación se muestran en la tabla los materiales que se utilizó.

Tabla 5 Materiales y equipos utilizados en diseño y construcción de la despulpadora.

MATERIALES	EQUIPOS	OTROS
Acero inoxidable	Soldadora	Internet
Acero negro	Fresadora	Autocad
Sueldas	Torno	Solidworks
Brocas de punta de tungsteno	Dobladora	Cámara fotográfica
Pintura	Taladro de pedestal	Impresora
Lija	Pulidora	
Variador	Cortadora	
Motor Chumacera Ángulos Poleas	Compresor	

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

Tabla 6 Materiales y equipos de laboratorio que se utilizó en la despulpadora y extracción de aceite

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

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

Tabla 7 Materia prima utilizada para las diferentes muestras de despulpado.

N° DE MUESTRA	CANTIDAD (g)	OBTENCION (g)	% DE SEMILLAS ENTERAS	% DE PEPAS ENTERAS	% DE PEPAS QUEBRADAS
3min					
1	250	200	15	80	5
2	250	160	33	40	23
3	250	224	1	20,4	79,6
5min					
1	250	200	80	20	10
2	250	224	90,3	4,5	5,2
3	250	140	20	4,3	75,7
10min					
1	250	200	10	10	80
2	250	150	15	5,3	87
3	250	224	10	0,4	89,6

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

3.2. Metodología.

3.2.1. Diseño del equipo.

La fabricación de la despulpadora a nivel de laboratorio, se basó en el proceso de despulpado de frutas que ha evolucionado significativamente a lo largo de los años de acuerdo a lo que necesitaban en la extracción de la pulpa. A lo largo de los años las diferentes formas de despulpar han evolucionado para mantener las características del producto.

Por lo que el mejor sistema es el despulpado en frío con un cilindro perforado la cual separa la pulpa de la Chontilla por medio de fricción que provoca las paletas contra el cilindro y esto a su vez no alterara las características de la fruta y del aceite.

3.2.2. Funcionamiento del sistema de despulpado.

En el presente estudio se evaluó el funcionamiento y las velocidades en rpm del equipo mediante la extracción de pulpa de chontilla (*bactris gasipaes*), así como también se determinó el tiempo, pH y la humedad del producto obtenido.

Se emplearon 2,25kg de chontilla roja, los cuales pasaron primero por un proceso de selección, se distribuyeron para cada tratamiento 750g donde se obtuvo 300g de pulpa, 300g de pepas enteras y 150g de semillas para cada repetición de 1200rpm. Para los 2400 rpm se obtuvo 320g de pulpa, 120g de pepas enteras, 300g de semilla, 10g de pepas quebradas y para 3600rpm se obtuvo, 438g de pulpa, 0g de pepas enteras y 152 g de semillas.

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 para despulpar son factor A (revoluciones) factor B (tiempo), Los estudios de laboratorio se harán por reproducción a cada uno de los procedimientos. 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 ($p > 0.05$).

3.2.3. Diseño estadístico de la investigación

Se utilizaron dos modelos experimentales mediante arreglo factorial $A \times B$, uno se utilizó para determinar el rendimiento del equipo y los niveles de revolución para extraer pulpa de chontilla, el otro fue utilizado para evaluar el pH y humedad.

3.2.4. Diseño experimental para evaluar el rendimiento de semillas enteras, pepas enteras, y pepas quebradas, Ph y Humedad

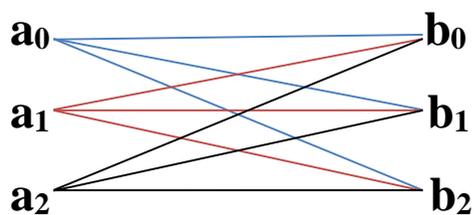


Figura 7 Tratamientos

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

3.2.5. Hipótesis

3.2.5.1. Nula.

H₀: Las revoluciones empleadas en la despulpadora de *bactris gasipaes* no influyen en el proceso de obtención de aceite.

H₀: El tiempo empleado para despulpar no influye en la extracción de aceite de chontilla.

3.2.5.2. Alternativa.

H_a: Las revoluciones empleadas en la despulpadora de *bactris gasipaes* si influyen en el proceso de obtención de aceite.

H_a: El tiempo empleado para despulpar si influye en la extracción de aceite de chontilla.

Tabla:8 Factores de estudio que intervienen en el despulpado.

Factores	Simbología	Descripción
A: rpm	a ₀	1200
	a ₁	2400
	a ₂	3600
B: tiempo	b ₀	3min
	b ₁	5min
	b ₂	10min

Tabla:9 Combinación de los tratamientos propuestos para la extracción de pulpa de *bactris gacipaes*.

Nº.	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
1	a ₀ b ₀	1200rpm + 3min
2	a ₀ b ₁	1200rpm + 5min
3	a ₀ b ₂	1200rpm + 10min
4	a ₁ b ₁	2400rpm + 3min
5	a ₁ b ₀	2400rpm + 5min
6	a ₁ b ₂	2400rpm + 10min
7	a ₂ b ₀	3600rpm + 3min
8	a ₂ b ₁	3600rpm + 5min
9	a ₂ b ₂	3600rpm + 10min

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

3.2.6. Diseño experimental.

Para el presente estudio se aplicó un diseño factorial AxB con 3 niveles en el Factor A ($n_1=1200\text{rpm}$, $n_2=2400\text{rpm}$, $n_3=3600\text{rpm}$), y 3 niveles en el Factor B ($t_1=3\text{min}$, $t_2=5\text{min}$, $t_3=10\text{min}$). Para determinar los efectos entre niveles y tratamientos se utilizó la prueba de Tukey.

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

- Tratamientos: 9
- Repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 27
- Cada Unidad Experimental contenía 750 g.

Tabla:10 Análisis estadístico.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
factor a (revoluciones)	2
factor b (tiempo)	2
Replicas	2
AxB	4
error experimental	6
TOTAL	16

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

3.2.6.2. Variables a evaluar.

- Rendimiento de semillas enteras
- Rendimiento de pepas enteras
- Rendimiento de pepas quebradas.
- Rpm.
- Tiempo
- pH.
- Humedad.

3.3. 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 despulpadora mediante un sistema de paletas rotatorias, con una velocidad máxima de 1600 Hz y el suministro de energía es de 220 V. Este diseño se adaptó para mantener la calidad de la pulpa de la fruta para la extracción de aceite.

4.1.2. Dibujo del despulpador de chontilla (escala 1:100).

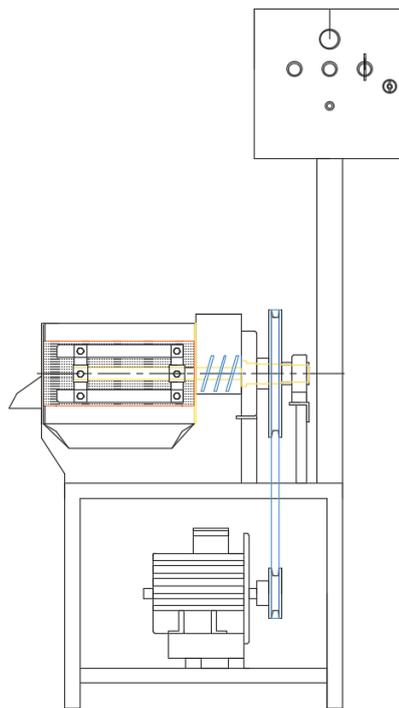


Figura 8 Vista Frontal

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

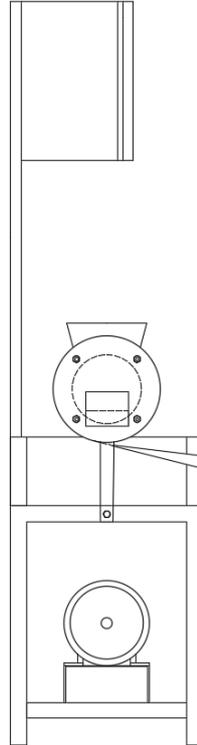


Figura 9 Vista lateral izquierda

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

4.1.3. Accesorios utilizados en la construcción del equipo.

4.1.3.1. Acero inoxidable de 3 mm de espesor.

Como es un material adecuado para el manejo de alimento se utilizó para construir 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.

4.1.3.2. Acero negro de 3mm de espesor.

El acero negro se utilizó para la estructura del equipo y debido a las velocidades 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.

4.1.3.3. Tolva de alimentación.

Está construida de acero inoxidable ya que se manipula alimento y se diseñó para una capacidad máxima de 1 kg.

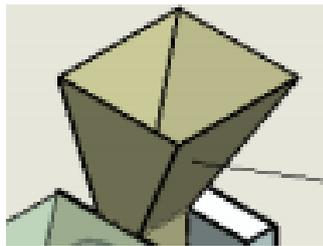


Figura:10 Tolva de alimentación.

FUENTE: SHOP.DISMAK.COM

4.1.3.4. Criba.

Se construyó de acero inoxidable de 1.5mm y los agujeros de 8mm de diámetro



Figura:11 Criba

FUENTE: IMI NORGREN

4.1.3.5. Motor eléctrico.

El motor que se requiere es monofásico para una fuente de voltaje de 110-220 V

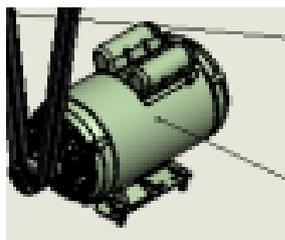


Figura:12 Motor eléctrico.

FUENTE: DIRECT INDUSTRY

4.1.3.6. Poleas.

Permite la transmisión y la reducción de velocidad, obteniendo la velocidad de corte apropiada.

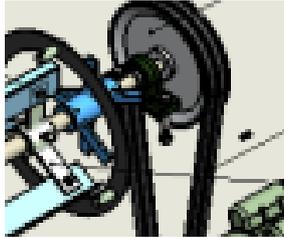


Figura:13 poleas

FUENTE: ALIEXPRESS

4.1.3.7. Chumacera.

Se utilizó una chumacera de pared de 25 mm de interior la cual permite además de darle movilidad al eje del tornillo sinfín, también permite la alineación del mismo.



Figura 14 Chumacera

FUENTE: DIRECT INDUSTRY

4.1.3.8. Variador de velocidad.

Se empleó un variador eléctrico de 0,75 KW – 1Hp – 200 a 240V, para la regulación de la velocidad del equipo.



Figura 15 Variador de velocidad

FUENTE: ALIEXPRESS

4.1.3.9. Pulsadores marcha/paro.

Estos pulsadores colocados en la caja de control son los que permiten, encender el equipo (luz piloto color verde) y apagarlo (luz piloto color rojo).



Figura 16 Pulsador

FUENTE: ALIEXPRESS

4.1.3.10. Selector.

Para cambiar y seleccionar el sentido de giro de las aspas se empleó este tipo de selector que cuenta con dos posiciones derecha (giro hacia la derecha de las aspas), y a la izquierda (giro hacia la izquierda de las aspas).



Figura 17 Selector

FUENTE: ALIEXPRESS

4.1.3.11. Caja de control.

Es aquella que en su interior alberga todos los equipos que forman parte del circuito eléctrico y en su parte exterior están todos los botones y mandos que controlan el equipo.



Figura 18 Caja De Control

FUENTE: ALIEXPRESS

4.1.3.12. Potenciómetro.

Este tipo de mando se lo colocó para regular de forma gradual la velocidad del equipo.



Figura 19 Potenciómetro

FUENTE: ALIEXPRESS

4.1.3.13. Contactor.

Se utilizó un contacto SIEMENS SIRIUS de 220 V – 50/60 Hz, ya que permite tener un amplio rango de protección en caso de sobrecargas y para la supervisión y control en el arranque del motor.



Figura 20 Contactor

FUENTE: ALIEXPRESS

4.1.3.14. Disyuntor eléctrico o Breaker.

Dentro del circuito eléctrico del equipo se colocó un disyuntor eléctrico Schneider de protección térmica (2,5 – 4 A) y control por pulsador para el resguardo del motor.



Figura 21 Disyuntor electrico

FUENTE: ALIEXPRESS

4.1.3.15. Interruptor termomagnético.

Se utilizó un interruptor termomagnético Siemens 5sx1 para poder garantizar la protección contra cortocircuitos y sobrecargas tanto a los cables como a los conductores eléctricos en caso de calentamiento extremo.



Figura 22 Interruptor termomagnético

4.1.3.16. Botón de paro de emergencia.

A modo de prevención cuando esté en funcionamiento el equipo y en caso de existir alguna situación peligrosa tanto para el equipo como para las personas que esté a su alrededor, se colocó un botón de paro de emergencia el cual cortará el circuito eléctrico de los componentes del equipo parándolo de inmediato.



Figura 23 Boton de paro de emergencia



Figura:24 Equipo despulpador de chontilla

ELABORADO: REQUENA J; ZAMBRANO H. 201

4.1.4. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

Tabla 11 Análisis de varianza con relación al rendimiento (semillas enteras de Chontilla).

A:factor A	17236,1	2	8618,04	8310,25	0,0000
B:factor B	4232,52	2	2116,26	2040,68	0,0000
C:repeticiones	2,74074	2	1,37037	1,32	0,2943
INTERACCIONES					
AB	12608,6	4	3152,15	3039,57	0,0000
RESIDUOS	16,5926	16	1,03704		
TOTAL (CORREGIDO)	34096,5	26			

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

En la tabla 11, muestra resultados del ANOVA en cuanto a rendimiento en gramos de pepas enteras de Chontilla, se observó que en el Factor A (revoluciones), presenta diferencia significativa, mientras que el factor B (tiempo), presenta diferencia altamente significativa. En cuanto a la interacción AB si muestran diferencia significativa, y con relación a las repeticiones no existió diferencia significativa. Por lo expuesto es recomendable realizar una prueba de significación para determinar la diferencia de medias de los niveles del factor A, B y las interacciones AxB.

Tabla 12 Análisis de varianza con relación al rendimiento (pepas de Chontilla).

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:factor A	45860,4	2	22930,2	107906,80	0,0000
B:factor B	1388,95	2	694,474	3268,12	0,0000
C:repeticiones	0,62	2	0,31	1,46	0,2618
INTERACCIONES					
AB	2771,94	4	692,986	3261,11	0,0000
RESIDUOS	3,4	16	0,2125		
TOTAL (CORREGIDO)	50025,3	26			

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

En la tabla 12, muestra los resultados del ANOVA en cuanto al rendimiento de pepas enteras de Chontilla, se observó que en el Factor A (revoluciones), presenta diferencia significativa, mientras que el factor B (tiempo), también presenta diferencia significativa al igual que las interacciones, mientras que las repeticiones son normales.

Tabla 13 Análisis de varianza con relación al rendimiento (semillas quebradas).

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:factor A	21454,2	2	10727,1	142,63	0,0000
B:factor B	594,06	2	297,03	3,95	0,0404
C:repeticiones	153,082	2	76,5411	1,02	0,3837
INTERACCIONES					
AB	1108,39	4	277,097	3,68	0,0261
RESIDUOS	1203,34	16	75,2086		
TOTAL (CORREGIDO)	24513,0	26			

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

En la tabla 13, se observó que tanto en el Factor A (revoluciones), como el Factor B (tiempo), y las interacción AxB muestran diferencia significativa, mientras que las repeticiones no presentaron diferencia.

Tabla:14 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: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

En la tabla 14, 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:15 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: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

En la tabla 15, 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.

4.1.4.1. Resultados del análisis de los valores de los niveles del factor A.- (revoluciones), mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

La figura 16. Indica los valores de los niveles del factor A, si observamos el recuadro 1 podemos notar que existió DS en las medias de los niveles estudiados con respecto a rendimiento de las semillas. Si observamos el recuadro 2 en el que consta la representación gráfica de los valores de rendimiento de las pepas enteras podemos notar que existió diferencia significativa entre los resultados de las 3 revoluciones estudiadas. El recuadro 3

muestra el rendimiento de las semillas quebradas. El recuadro 4 muestra el pH del aceite extraído y el recuadro 5 muestra el % de humedad.

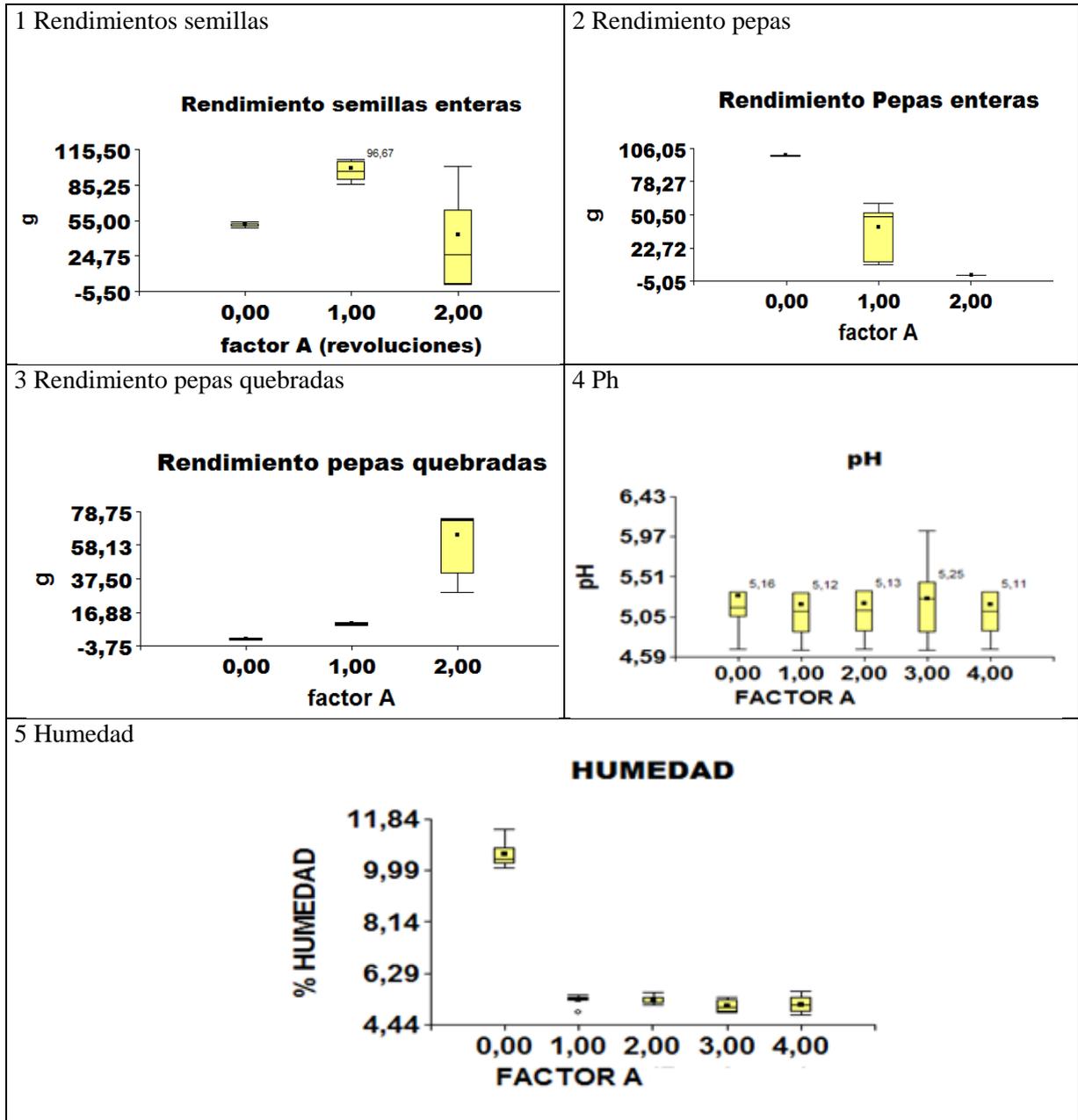


Figura 25 Resultados de las medias de los niveles del tratamiento A

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO H. 2016

Figura 27. Resultados de las medias de los niveles del tratamiento A (revoluciones) en las que se analizó: (a_0) 1200 rpm, (a_1) 2400 rpm, (a_2) 4600 rpm. **El recuadro 1.-** Hace mención a los resultados de rendimiento de la semilla, 2.- rendimiento de las pepas enteras, 3.- rendimiento pepas quebradas 4.-pH del aceite extraído en la fase de prueba de funcionamiento del equipo de extracción mediante **prensado**. **Recuadro 5.-** Humedad

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

La figura 28. 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 de las semillas** se comparó con diferentes tiempos 3, 5, y 10 min, encontrándose mejor rendimiento en semillas enteras (b_0). El recuadro 2 muestra el rendimiento de pepas enteras obteniéndose (b_0) como el valor más alto. Mientras que el recuadro 3 en el que consta la representación gráfica de los valores del rendimiento de pepas quebradas, dando como el valor más alto (b_1). En el recuadro 4 presenta el % de humedad se notó que no existió diferencia significativa entre los resultados del aceite extraído de fruta, y en el recuadro 5 muestra el pH del aceite extraído donde no existió diferencia significativa.

Figura 28. Resultados de las medias de los niveles del tratamiento B (Tiempo) en las que se analizó: (b_0) 3min y, (b_1) 5min y (b_2) 10min. **El recuadro 1.-** Hace mención a los resultados de rendimiento de semillas enteras, **recuadro 2.-** rendimiento de pepas enteras **el recuadro 3.-** rendimiento pepas quebradas **en el recuadro 4** pH **y recuadro 5** Humedad del aceite extraído en la fase de prueba de funcionamiento del equipo de extracción mediante **prensado**.

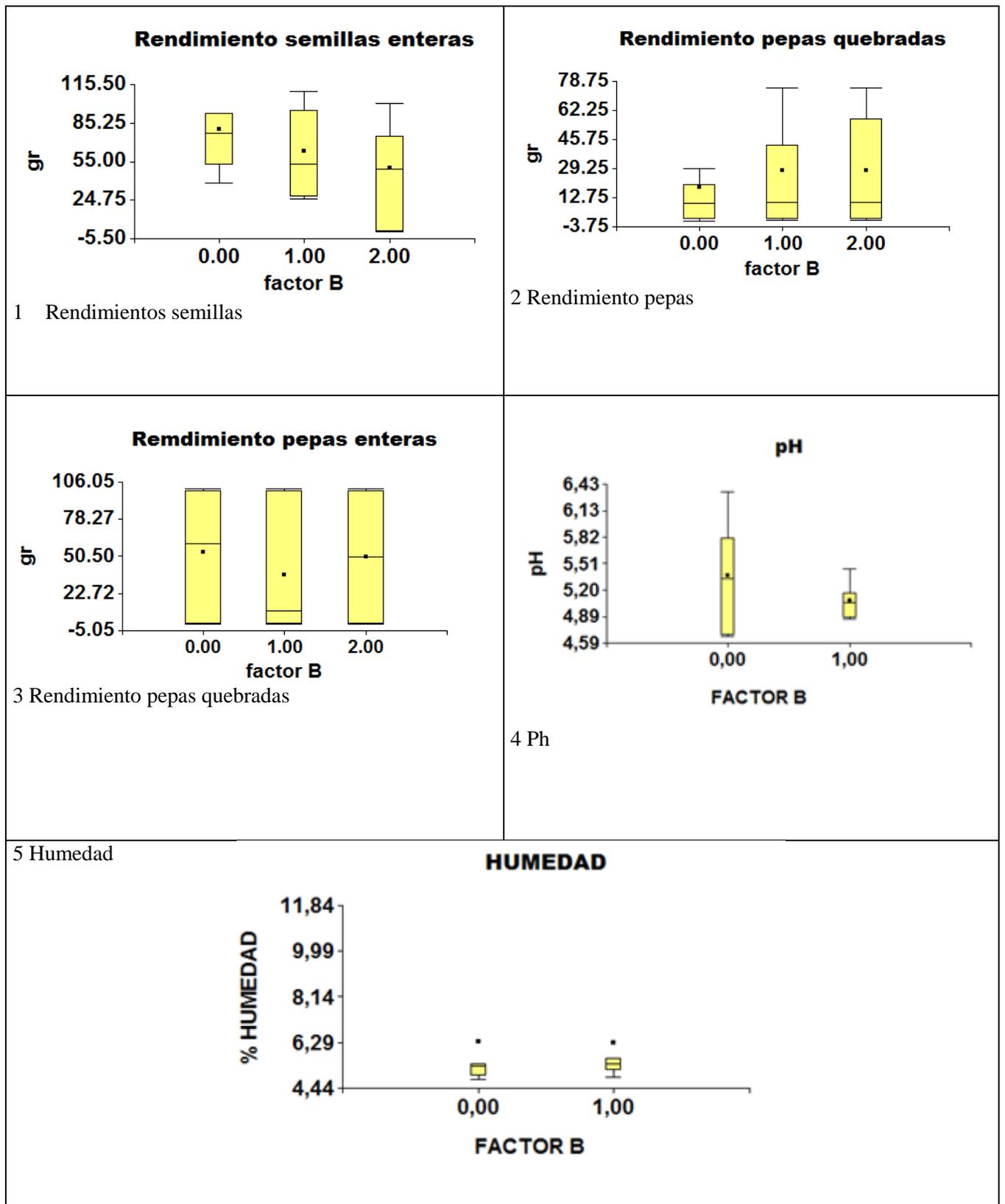


Figura 26 Resultados de las medias de los niveles del tratamiento B

4.1.4.3. 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 29. 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 rpm y Fruta sin semilla (19.00g.) y el tratamiento a_0b_0 , rpm 110 rpm + tiempo1 (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 rpm y el fruto despulpado (a_0b_0) 10.95%, y a 110 rpm y con tiempo (a_0b_1) 10.19 %.

*Figura 29. Resultados de las medias de los niveles de las interacciones AxB (rpm+tiempo) en las que se analizó: (a_0b_0) 110 rpm t1; (a_0b_1) 110 rpm t2; (a_1b_0) 97psi tiempo 3 (a_1b_1) 95rpm t3; (a_2b_0) 87rpm t1; (a_2b_1) 87rpm tiempo2; (a_3b_0) 80rpm tiempo3 (a_3b_1) 80rpm tiempo 3; (a_4b_0) 70rpm tiempo3; (a_4b_1); 70rpm con tiempo3. **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.*

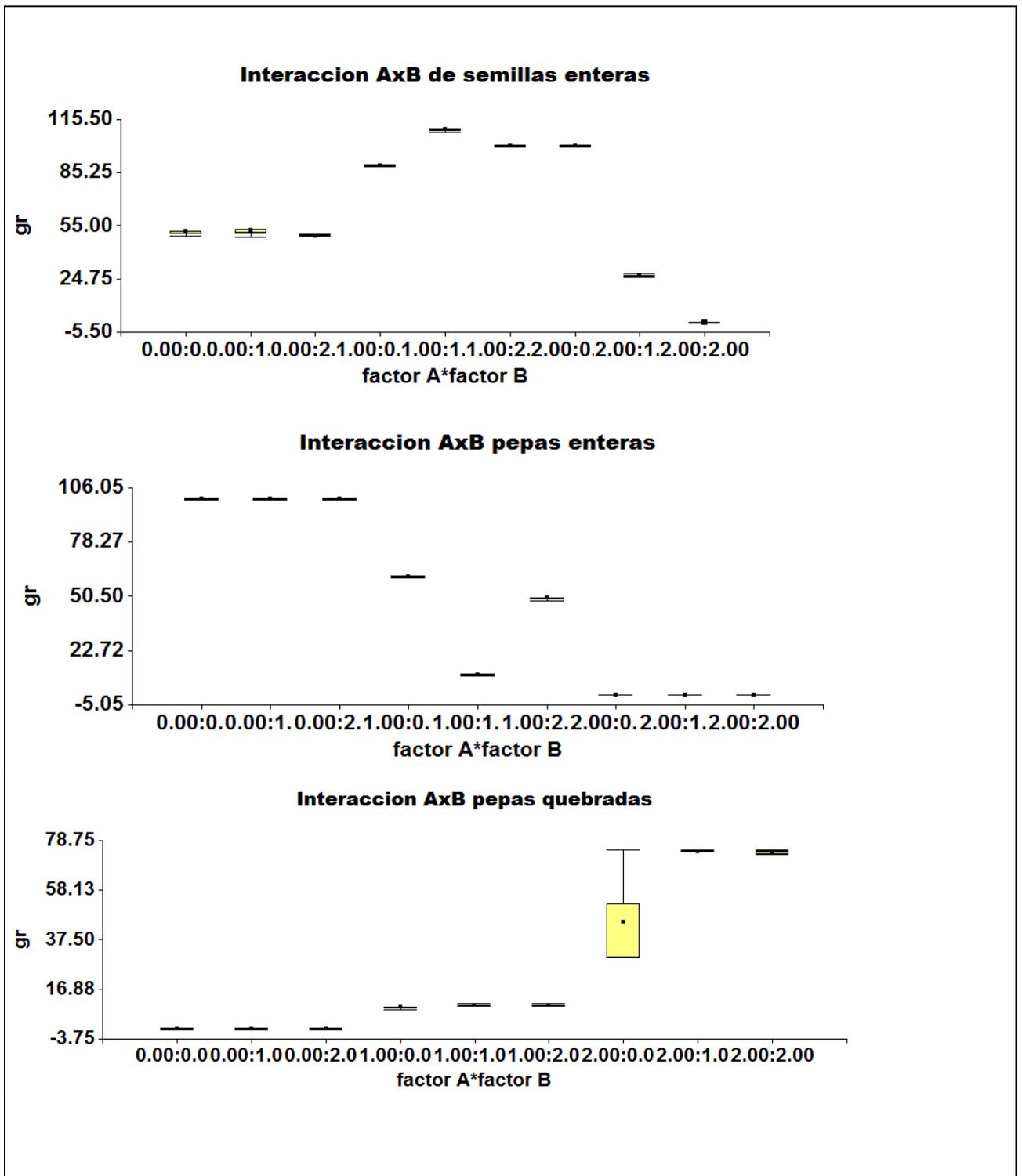


Figura 27 Resultados de las medias de los niveles de las interacciones AxB

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO H. 2016

4.1.5. Manual de funcionamiento.

La máquina despulpadora, con el paso del tiempo sus elementos y sistemas que conforman la máquina sufren desgaste y degradación por el uso continuo. Si no se realiza un correcto mantenimiento y corrección de los desperfectos la máquina reducirá su eficiencia gradualmente hasta llegar a un paro total del equipo.

4.1.5.1. Partes del Equipo.

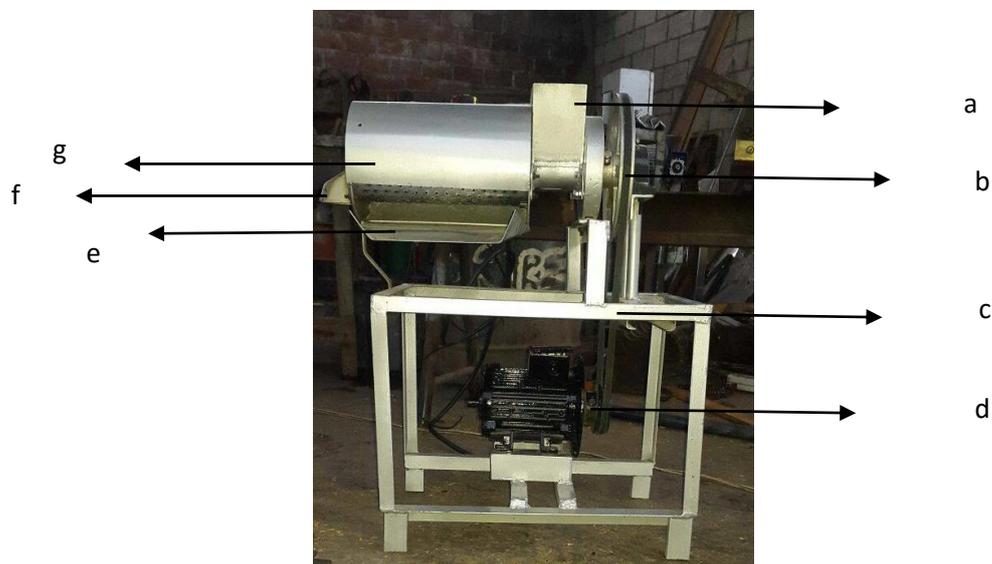


Figura 28 Despulpador

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO H. 2016

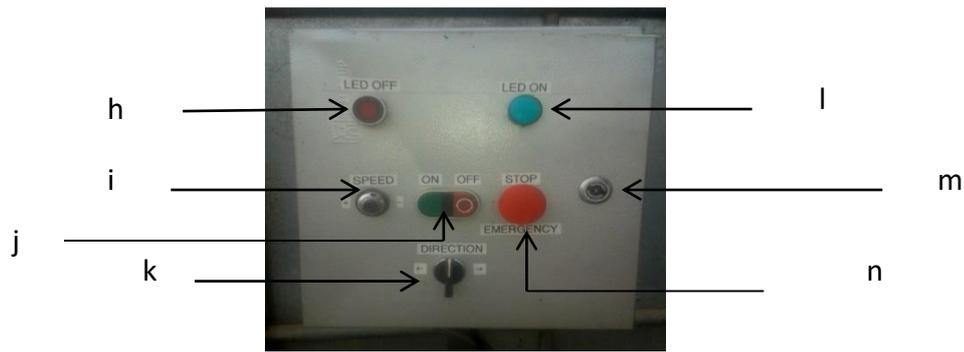


Figura 29 Tablero de control

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO H. 2016

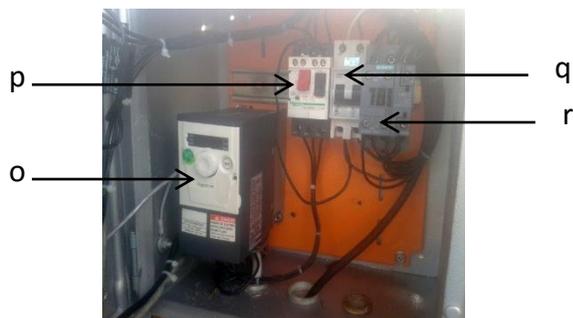


Figura 30 Elementos del tablero

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO H. 2016

- a) Tolva de ingreso de la fruta.
- b) Poleas.
- c) Estructura.
- d) Motor de 1 hp.
- e) Tolva de salida de la pulpa.
- f) Tolva de salida de semillas.
- g) Cilindro que contiene tornillo de arrastre, tamiz y aspás.
- h) Luz LED apagado (OFF)
- i) Potenciometro
- j) Boton de marcha / paro
- k) Selector
- l) Luz LED encendido

- m) Candado
- n) Paro de emergencia.
- o) Variador de velocidad (0,75kw o 1Hp ; 200- 240V)
- p) Disyuntor eléctrico o Breaker (2,5 – 4 A)
- q) Interruptor termomagnético 5SX1
- r) Contactor (220V; 50/60Hz)

4.1.5.2. Funcionamiento

Puesta en marcha

1. Conectar el equipo a la línea de corriente eléctrica.
2. Colocar en un recipiente en la parte inferior del equipo para recibir la pulpa y colocar otro recipiente en la parte posterior para recibir el subproducto (semillas y cortezas).
3. Para encender el equipo presionar el pulsador de color verde.
4. Verificar que la luz piloto (led) está encendido.
5. Agregar la chontilla por la tolva de ingreso de materia prima (la alimentación se realiza en forma continua).

Advertencias.

1. Colocar la chontilla de tal manera de no acercar las manos a la zona de la cuchilla.
2. No utilizar revoluciones a más de 3600 rpm.
3. No tocar los cables dentro de la caja de control cuando se encuentre en funcionamiento.
4. No manipular el variador de velocidad.
5. No sobrecargar al equipo ingresándole demasiada materia prima para su procesamiento.
6. No conectar el equipo a una corriente superior o inferior a 220V.
7. No introducir ningún tipo de objeto dentro de la rejilla donde se encuentra el ventilador del motor.

8. El equipo de laboratorio no debe ser operado por personas en estado etílico o que hayan ingerido algún tipo de drogas.
9. No sobrecargar al equipo ingresándole demasiada materia prima para su procesamiento.
10. Verificar que no se encuentren tapados los agujeros de la salida del aceite como la del bagazo.

Mantenimiento y limpieza.

1. Desconectar el equipo de la corriente eléctrica.
2. Sacar el tamiz para así aprovechar todo el producto que se encuentra en la parte interior.
3. Administrar agua por la tolva y por la parte exterior del tamiz para retirar los excesos de pulpa que aún se encuentran.
4. Luego de una limpieza exterior, retirar el tamiz para la limpieza interior.
5. La limpieza se la realiza con una fibra limpiadora para retirar la pulpa que se adhiere al equipo.
6. Enjuague final del equipo con agua.

4.1.6. Costo de fabricación del equipo

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO
Eje de transmisión de 2"	1	40.00
Placa de 20cm cuadrados por 40mm de espesor	1	15.00
Plancha de acero inoxidable de 3mm por 1m cuadrados	1	45.00
Cuadrados de plancha de 1/16 galvanizada	1metro	30.00
Platina de 1"1/4 x 1/8 acero inoxidable	1	25.00
Angulo de 1" x 1/8	1	10.50
Rodamiento	1	4.45
Chumasera	1	5.50
Polea de 10"	1	7.50
Polea de 40"	1	9.70
Banda	1	5.00
Motor de 1hp	1	340.00
Variador de velocidad	1	180.00
Electrodos	40	36.00
Contactador térmico	1	45.00
Brake	1	3.00
Paro de emergencia	1	12.00
Luz pilote LED	2	6.00
Potenciómetro	1	19.67
Caja eléctrica polarizada de 30x30	1	8.76
Pulsador de encendido y apagado	1	16.00
Cable concéntrico #10	2 metros	3.50
Cable solido flex #14	5 metros	5.48
Selector	1	7.00
Interruptor termomagnético 5sx1	1	100.00
Torno	1	40.00
Gastos a tercero (taller)	1	200.00
	14%	\$1390.86
TOTAL		

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

4.1.7. 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 15 Chontilla despulpada.

PRODUCTO	CANTIDAD	COSTO
CHONTILLA	1kg despulpado	1.50
COSTO KW/H despulpadora	18 min	\$2,02
MANO DE OBRA	1	\$0,55
TOTAL		\$2,57

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

Para la realización de costos de despulpado 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 \$2,57 a nivel experimental los cuales están representados en la tabla 15.

4.2. Discusión.

4.2.1. Sobre el diseño y construcción del equipo.

El diseño toma en cuenta los requerimientos y necesidades de las personas, durante esta etapa se realizó algunas correcciones y mejoras. 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.

Se incorporó todas las características requeridas se optó por mejorar la forma de intercambio del tamiz ya que el cuerpo ofrece eliminar problemas de contaminación y facilita la limpieza exterior e interior de la máquina.

Una vez definido el diseño de la máquina despulpadora se procede al dimensionamiento de los elementos que conforman la máquina.

4.2.2. Funcionamiento del equipo mediante el despulpado de la chontilla (fruto entero).

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

4.2.2.1. Factor A (velocidad).

Los valores obtenidos en el factor A en rendimiento de semillas enteras, van desde a_1 (99,78 gr); a_0 (51,11 gr); a_2 (42,33 gr); en rendimiento de pepas enteras son de a_0 (100,33 gr); a_1 (40,11 gr); a_2 (0,06 gr); y en rendimiento con pepa quebradas se obtuvieron valores que van desde, a_2 (64,44 gr); a_1 (10,11 gr); a_0 (0,38 gr); los mismos que son inferiores por los determinados por Chaparro María 2011 en la obtención de aceite a partir de residuos de chontaduro.

Los valores de pH que se reportaron fueron para: **a₁b₁** (95PSI, con semilla) 5,03; **a₄b₁** (70PSI, con semilla) 5,03; **a₂b₁** (85PSI, con semilla) 5,04; **a₀b₁** (110PSI, con semilla) 5,12; **a₃b₁** (80PSI, con semilla) 5,16; **a₁b₀** (95PSI, sin semilla) 5,35; **a₃b₀** (80PSI, sin semilla) 5,35; **a₄b₀** (70PSI, sin semilla) 5,35; **a₂b₀** (95PSI, sin semilla) 5,36; **a₀b₀** (110PSI, 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** (80PSI, sin semilla) 5,05%; **a₄b₀** (70PSI, sin semilla) 5,10%; **a₃b₁** (80PSI, con semilla) 5,16%; **a₁b₀** (95PSI, sin semilla) 5,21%; **a₄b₁** (70PSI, con semilla) 5,24%; **a₂b₀** (87PSI, sin semilla) 5,29%; **a₂b₁** (87PSI, con semilla) 5,36%; **a₁b₁** (95PSI, con semilla) 5,46%; **a₀b₁** (110PSI, con semilla) 10,19%; **a₀b₀** (110PSI, 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.

4.2.2.2. Factor B (tiempo).

Con respecto a rendimiento de semillas enteras: **b₀** reporto 80,44 g, **b₁** (62,89) y **b₂** (49,89), rendimiento de pepas enteras dieron los siguientes valores **b₀** (53,58g), **b₂** (50,02g), **b₁** (36,90g) y los obtenidos en rendimiento de pepas quebradas son **b₁** (28,34); **b₂** (28,24); **b₀** (18,34), valor superiores de lo obtenido 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 **b₀** (5,08) para **b₁** (5,37) y para **b₂** (5,32) 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.

4.1.1.1. Tratamientos estudiados (velocidades en diferente tiempo)

Los resultado en la interacción en rendimiento con semillas enteras se presentaron valores de 0,00 **a₂b₂** (2400 rpm, 5mn);) este valor es inferior a los determinados por Chaparro María 2011 mientras que los resultados de 26,67g para **a₂b₁** (2400rpm, 3mn); 49,33 para

a0b2 (1200rpm, 5mn) 51,67g; **a0b0** (1200rpm, 3mn) 52,33g; y para **a0b1** (1200rpm, 3mn) 89,33g, **a1b0** (1200rpm, 3mn), 100,33g **a2b0** (2400rpm, 3mn) 100,33g; **a1b2** (1200rpm, 5mn) 109,67g; **a1b1** (2400rpm, 5mn), estos se encuentran dentro de los valores establecidos por Chaparro maría 2011.

Los valores de pH que se reportaron fueron para: **a1b1** (2400rpm, 5mn) 5.03; **a0b1** (1200rpm, 5mn) 5,03; **a2b1** (3600rpm, 5mn) 5,04; **a2b2** (3600rpm, 10mn) 5,12; **a0b0** (1200rpm, 3mn) 5,16; **a1b2** (2400rpm, 10mn) 5,35; **a2b0** (3600rpm, 3mn) 5,35; **a1b0** (2400rpm, 3mn) 5,35: **a1b0** (2400rpm, 3mn), los cuales están dentro del rango establecido por Gabriel Gaviña 2013.

En cuanto a los valores de humedad se obtuvo para **a1b0** (2400rpm, 3mn), 5,05 **a1b0** (2400rpm, 3mn) 5,10%; **a2b0** (3600rpm, 3mn) 5,16%; **a0b0** (1200rpm, 3mn) 5,21%; **a2b2** (3600rpm, 10mn) 5,24%; **a1b2** (2400rpm, 10mn) 5,29%; **a2b1** (3600rpm, 5mn) 5,36%; **a0b1** (1200rpm, 5mn) 5,46%; **a0b1** (110rpm, 5mn) 10,19%, 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.

CAPITULO V
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

5.1. CONCLUSIONES.

5.1.1. Sobre el diseño y construcción del equipo.

Se fabricó un equipo despulpador para laboratorio el mismo que permite obtener la pulpa de la fruta, funciona con 220V. El equipo permite una velocidad de 1200 a 3600 rpm, el sistema de tamizado consta de una criba de acero inoxidable con agujeros de diámetro de 8mm, la cual tiene un capacidad máxima 1kg, esta puede ser intercambiada lo que permitiría evaluar diferentes oleaginosas.

5.1.2. Funcionamiento del equipo mediante el despulpado de la chontilla (velocidad en diferentes tiempos).

5.1.2.1. Factor A (revoluciones).

En los niveles del factor A (revoluciones) con relación al rendimiento de semillas enteras, pepas enteras y pepas quebradas se encontró diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se concluyó que las revoluciones empleadas al despulpar si influyo en el proceso de obtención de pulpa de chontilla.

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 velocidades 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 velocidades de 2400 rpm ($a_1 = 5,34$), 1200 rpm ($a_2 = 5,33$), 3600 rpm ($a_3 = 5,11$) se consideró los tratamientos con valores bajos de humedad.

5.1.2.2. Factor B (tiempo).

Se acepta la hipótesis alternativa en el rendimiento de semillas enteras, pepas enteras, pepas quebradas y se concluye que el mejor rendimiento se obtiene ($b_0 = 80,44g$ en 3mn); ($b_0 = 53,58g$ en 3mn) y ($b_0 = 53,58g$ en 3mn) respectivamente. 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. Interacción AxB (revoluciones y tiempo).

En el rendimiento se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los mejores resultados se obtiene en el **rendimiento con semillas enteras** aplicando **2400 rpm 5mn** ($a_1b_1= 109,67g$), en **rendimiento de pepas enteras** aplicando **1200 rpm 10mn** ($a_0b_2= 109,67g$), y en **rendimiento de pepas quebradas** aplicando **1200 rpm 5mn** ($a_0b_1= 100,33g$); **1200 rpm 3mn** ($a_0b_0= 100,33g$) y **1200 rpm en 10mn** ($a_0b_2= 100,33g$), En tanto al valor del pH los valores no presentaron diferencia significativa y se concluyó que a nivel experimental los valores son iguales.

Y él % de humedad existió diferencia significativa, aceptándose la hipótesis alternativa, por lo que se concluye que los valores con más humedad se obtiene a 3600 rpm en 10 mn ($a_2b_2=10,95\%$) y los valores restantes con resultados bajos de humedad.

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 el despulpado de la Chontilla tomando en cuenta ciertas consideraciones como: no utilizar una velocidad mayor a 3600 rpm ya que podría haber torsión en el eje. En caso de requerir una mayor velocidad se recomienda cambiarlo.

5.2.2. Funcionamiento del equipo mediante el despulpado de la chontilla (velocidad en diferentes tiempos).

5.2.2.1. Factor A (revoluciones).

En lo que respecta a rendimiento en gramos de semillas enteras se recomienda utilizar a_1 (2400 rpm), en rendimiento de pepas enteras y pepas quebradas se recomienda utilizar a_0 (1200 rpm) y pH se recomienda utilizar cualquiera de las velocidades estudiadas: 1200 rpm, 2400 rpm, 3600 rpm, ya que no afectan en el proceso de despulpado de la chontilla.

Mientras que en lo que respecta al contenido de humedad se recomienda utilizar la velocidad de: 1200 rpm valor que reporta menor humedad.

5.2.2.2. Factor B (tiempo).

Se recomienda utilizar 3 mn 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 parecidos por lo que se recomienda utilizar mayor tiempo.

5.2.2.3. Interacción AxB (revoluciones y tiempo).

En cuanto a los resultados con relación al rendimiento de semillas enteras se recomienda el tratamiento a_1b_1 (3400 rpm-5 mn) el cual resultó el valor más alto con 109,67g, en rendimiento de pepas enteras y en pepas quebradas resultó a_0b_1 (1200 rpm-5 mn), a_0b_0 (1200 rpm-3 mn) y a_0b_2 (1200 rpm-10 mn) en cuanto a pH se recomienda utilizar cualquiera de los tratamientos estudiados. Y para obtener aceite con un contenido de humedad bajo se recomienda aplicar cualquiera de estos tratamientos 1200 rpm en 5 mn; 2400 rpm en 3 mn; 1200 rpm en 5 mn; 1200 rpm en 3 mn; 2400 rpm en 5 mn; 3600 rpm en 5 mn; ya que no existió diferencia significativa entre ellos y reportaron valores con menor contenido de humedad.

5.2.3. 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

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. P. RAMOS, modelo matematico y dimencional para el planeamiento optimo de industrias de procesos, Medellin: FONDO EDITORIAL ITM, 2017.
- [2] J. A. Z. PERALTA, “*DISEÑO DE UNA MÁQUINA NEUMÁTICA SEMIAUTOMÁTICA PARA*, QUEVEDO, 2015.
- [3] J. Castellanos, «El pejibaye un alimento rico y saludable,» 5 Mayo 2009. [En línea]. Available: <http://laeducacionagricola.blogspot.com/2009/05/el-pejibaye-un-alimento-nutritivo-y.html>. [Último acceso: 5 Septiembre 2014].
- [4] M. Serrano, G. Umaña y M. Saenz, «Fisiología poscosecha, composicion química y capacidad antioxidante de frutas de pejibaye (*Bactris gasipaes* KUNTH) CV. tuira darién cosechadas a tres diferentes edades,» *Agronomia Costarrisence*, pp. 75-87, 2011.
- [5] CORPOICA, «Memorias del Curso Cultivo e Investigación del Chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para Fruto y Palmito,» Tumaco, 1996.
- [6] 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.
- [7] M. Tracy, «The Pejibaye Fruit: Problems and Prospects for its Development is Costa Rica,» p. 108p., 1995.
- [8] 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*, vol. Vol. 54, pp. 49-56, 2003.
- [9] J. Morton, «Pejibaye *Bactris gasipaes*,» *Fruits of warm climates*, pp. 12-14, 1987.
- [10] V. Sotero, D. García y E. Lessi, «Bebida fermentada a partir de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K) parametros y evaluación,» *Folia Amazonica Vol. 8*, pp. 5-18, 1996.
- [11] J. Restrepo, L. Vinasco y J. Estupiñan, «Esudio comparativo del contenido de ácidos grasos en 4 variedades de chotaduro (*Bactris gasipaes*) de la región del Pacifico Colombiano,» *Revista de Ciencias* , pp. 123-129, 2012.

- [12] D. Oliva, «Que aceite vegetal es mas saludable,» 2013. [En línea]. Available: <http://enforma.salud180.com/nutricion-y-ejercicio/que-aceite-vegetal-es-mas-saludable>.
- [13] F. Grasso, «Diseño del proceso: Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna.,» de *Doctoral dissertation*, Buenos Aires, 2013.
- [14] J. G. O. P. G. G. P. Cano Marchal, «Situacion actual y perspectivas futuras del control del proceso de elaboracion del aceite de oliva virgen,» *Iberoamericana de Automática e Informática industrial* , vol. 8, p. 258, 2011.
- [15] L. G. BERRIO ZABALA y S. R. OCHOA GOMEZ , MODELO MATEMATICO Y DIMENSIONAL PARA EL PLANEAMIENTO OPTIMO DE INDUSTRIAS DE PROCESOS, MEDELLIN: FONFO EDITORIAL ITM, 2007.
- [16] S. Druckluft, « <http://www.schneider-druckluft.com>,» 1 enero 2007. [En línea]. Available: http://www.schneider-druckluft.de/td/bda/pdf-bda/G870482_ES.pdf. [Último acceso: jueves septiembre 2016].

CAPITULO VII

ANEXOS.

Anexo 1 Construcción de la maquina



Anexo 2 Estudios económicos.

Inversión total para la realización de este proyecto

INVERSION INICIAL	
Capital	\$1390,86
inversión total	\$1390,86
ACTIVOS FIJOS	
-	
CAPITAL DE OPERACIÓN	
materia prima	\$143,07
Material eléctrico	\$847,76
Gastos a tercero	\$123,29
mano de obra directa	\$273,60
INVERSIÓN TOTAL	\$1.390,86

ELABORADO: Requena J; Zambrano H 2016

Materiales con sus respectivos valores (costo de inversión)

Placa de 20cm cuadrados por 40mm de espesor	1	\$15,00	\$15,00
Plancha de acero inoxidable de 3mm por 1m cuadrados	1	\$45,00	\$45,00
Cuadrados de plancha de 1/16 galvanizada	1m	\$30,00	\$30,00
Platina de 1"1/4 x 1/8 acero inoxidable	1	\$25,00	\$25,00
Angulo de 1" x 1/8	1	\$10,50	\$10,50
SUBTOTAL			\$125,50
	14%		\$17,57
TOTAL			\$143,07

ELABORADO: Requena J; Zambrano H 2016

Tabla de material eléctrico

Motor de 1hp	1	\$340,00	\$340,00
Variador de velocidad	1	\$180,00	\$180,00
Contactador térmico	1	\$45,00	\$45,00
Brake	1	\$3,00	\$3,00
Paro de emergencia	1	\$12,00	\$12,00
Luz pilote LED	2	\$3,00	\$6,00
Caja eléctrica polarizada de 30x30	1	\$8,76	\$6,00
Pulsador de encendido y apagado	1	\$16,00	\$16,00
Cable concéntrico #10	2m	\$1,75	\$3,50
Cable solido flex #14	5m	\$1,096	\$5,48
Selector	1	\$7,00	\$7,00
Interruptor termomagnético 5sx1	1	\$100,00	\$100,00
Potenciómetro	1	\$19,67	\$19,67
SUBTOTAL			\$743,65
	14%		\$104,11
TOTAL			\$847,76

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

Cuadro de gastos generales

GASTOS GENERALES			
Electrodos	40	\$0,90	\$36,00
Rodamiento	1	\$4,45	\$4,45
Chumatera	1	\$5,50	\$5,50
Polea de 10"	1	\$7,50	\$7,50
Polea de 40"	1	\$9,70	\$9,70
Banda	1	\$5,00	\$5,00
Eje de transmisión de 2"	1	\$40,00	\$40,00
SUBTOTAL			\$108,15
	14		\$15,14
TOTAL			\$123,29

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

Tabla pagos a terceros

PAGOS TERCEROS			
Torno	1	\$40,00	\$40,00
Taller	1	\$200,00	\$200,00
SUBTOTAL			\$240,00
	14		\$33,60
TOTAL PAGO			\$273,60

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

Cuadro movilización durante el proceso de investigación

Movilización	cantidad
dentro de la ciudad	\$30,00
Buena fe	\$35,00
TOTAL	\$65,00

ELABORADO: REQUENA. J; ZAMBRANO. H. 2016

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



Pesado de pulpa de chontilla



Muestras tomadas



Salida de la pulpa



Separación de las semillas



**muestras para lectura de pH y
Humedad**



Toma de lectura de Ph

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.23870

Error: 1.0370 gl: 16

factor A	Medias	n	E.E.	
2.00	42.33	9	0.39	A
0.00	51.11	9	0.39	B
1.00	99.78	9	0.39	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.56072

Error: 0.2125 gl: 16

factor A	Medias	n	E.E.	
2.00	0.06	9	0.15	A
1.00	40.11	9	0.15	B
0.00	100.33	9	0.15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.54880

Error: 75.2086 gl: 16

factor A	Medias	n	E.E.	
0.00	0.38	9	2.89	A
1.00	10.11	9	2.89	A
2.00	64.44	9	2.89	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Pruebas de Múltiple Rangos para gr de rendimiento por Factor B

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.56072

Error: 0.2125 gl: 16

factor B	Medias	n	E.E.	
1.00	36.90	9	0.15	A
2.00	50.02	9	0.15	B
0.00	53.58	9	0.15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.56072

Error: 0.2125 gl: 16

factor B	Medias	n	E.E.	
1.00	36.90	9	0.15	A
2.00	50.02	9	0.15	B
0.00	53.58	9	0.15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.54880

Error: 75.2086 gl: 16

factor B	Medias	n	E.E.	
0.00	18.34	9	2.89	A
2.00	28.24	9	2.89	A
1.00	28.34	9	2.89	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Pruebas de Múltiple Rangos para gr de rendimiento por Repeticiones AxB.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.33898

Error: 0.2125 gl: 16

factor A	factor B	Medias	n	E.E.	
2.00	1.00	0.03	3	0.27	A
2.00	0.00	0.07	3	0.27	A
2.00	2.00	0.07	3	0.27	A
1.00	1.00	10.33	3	0.27	B
1.00	2.00	49.67	3	0.27	C
1.00	0.00	60.33	3	0.27	D
0.00	1.00	100.33	3	0.27	E
0.00	0.00	100.33	3	0.27	E
0.00	2.00	100.33	3	0.27	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.33898

Error: 0.2125 gl: 16

factor A	factor B	Medias	n	E.E.	
2.00	1.00	0.03	3	0.27	A
2.00	0.00	0.07	3	0.27	A
2.00	2.00	0.07	3	0.27	A
1.00	1.00	10.33	3	0.27	B
1.00	2.00	49.67	3	0.27	C
1.00	0.00	60.33	3	0.27	D
0.00	1.00	100.33	3	0.27	E
0.00	0.00	100.33	3	0.27	E
0.00	2.00	100.33	3	0.27	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=25.19000

Error: 75.2086 gl: 16

factor A	factor B	Medias	n	E.E.	
0.00	0.00	0.37	3	5.01	A
0.00	1.00	0.37	3	5.01	A
0.00	2.00	0.40	3	5.01	A
1.00	0.00	9.67	3	5.01	A
1.00	2.00	10.33	3	5.01	A
1.00	1.00	10.33	3	5.01	A
2.00	0.00	45.00	3	5.01	B
2.00	2.00	74.00	3	5.01	C
2.00	1.00	74.33	3	5.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)