



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS A ESCALA DE LABORATORIO**  
**PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE LA**  
**COCHINILLA (*Dactylopius coccus*)**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:** MARÍA AGUSTA TRUJILLO ZUÑIGA

**DIRECTOR:** Ing. LINDA MARIUXI FLORES FIALLOS, MsC.

Riobamba - Ecuador

2022

**© 2022, María Augusta Trujillo Zuñiga**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MARÍA AGUSTA TRUJILLO ZUÑIGA, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de marzo de 2022

MARIA  
AGUSTA  
TRUJILLO  
ZUÑIGA

Firmado  
digitalmente por  
MARIA AGUSTA  
TRUJILLO ZUÑIGA  
Fecha: 2022.03.29  
15:14:01 -05'00'

**María Agusta Trujillo Zuñiga**

**0604606376**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación, tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS A ESCALA DE LABORATORIO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE LA COCHINILLA (*Dactylopius coccus*)**, realizado por la señorita: **MARÍA AGUSTA TRUJILLO ZUÑIGA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Cesar Arturo Puente Guijarro, PhD.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

2022-03-03

Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos, MsC.  
**DIRECTORA DE TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

2022-03-03

Bq. Cristina Nataly Villegas Freire, MsC.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

2022-03-03

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación está dedicada a mis padres Silvana Zuñiga y Gustavo Trujillo por ser un pilar fundamental y apoyarme a lo largo de mi vida, ya que con sus enseñanzas y buenos valores han hecho que esto sea posible porque siempre han creído en mí. A mi abuelita Inés Zumba que me acogió con mucho amor y me enseñó a siempre seguir adelante a pesar de todo. A mi familia que han sido incondicionales en cada una de mis metas como es esta, a mis tías por ser como una segunda madre, a mi hermano Kevin que desde pequeños hemos estado juntos, por compartirme sus conocimientos y a mis primos que son como mis hermanos. A mi enamorado Joel que me ha acompañado a lo largo de mi vida estudiantil y universitaria, por ser una persona que ha estado conmigo en las buenas y en malas. A mi Tunita, mi compañera fiel durante toda esta etapa, que nada más bastaba con verte dormida junto a mí haciéndome compañía para sentirme motivada y trabajar con gusto, por estar conmigo en mis mejores y peores momento.

*María*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida y brindarme sabiduría a lo largo de esta etapa tan importante para mi vida.

A mi familia, porque cada uno puso su granito de arena en este trabajo, me han dado ánimos para seguir adelante y nunca rendirme, y han creído en mí desde el inicio de mi carrera universitaria.

A mi directora de trabajo de titulación Ing. Linda Flores y a mi colaboradora Bq. Cristina Villegas por la ayuda por medio de sus asesorías, sugerencias y el tiempo brindado en el desarrollo del trabajo.

A la Doctora Patricia Layedra por su paciencia, apoyo y buena actitud al prestarnos el laboratorio para la realización del presente estudio.

A mis amigos y especialmente a Adriana, Britt, Diego, Omar, Juan, Pao, Esthefy y Sami que han hecho que el paso por la universidad haya sido una de las mejores etapas de mi vida, desde el inicio nos hemos apoyado en las adversidades hasta alcanzar este logro tan importante para cada uno de nosotros.

Por último, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias de quien forma parte la Escuela de Ingeniería Química por acogerme en sus instalaciones y brindarme educación de calidad para ser un buen profesional y persona.

***María***

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	2
1.2. Marco conceptual o glosario.....	4
1.2.1. <i>Insectos</i> .....	4
1.2.1.1. <i>Definición</i> .....	4
1.2.1.2. <i>Insectos comestibles</i> .....	4
1.2.1.3. <i>Características nutricionales de los insectos comestibles</i> .....	5
1.2.1.4. <i>Inclusión de insectos en los alimentos</i> .....	6
1.2.2. <i>Harina</i> .....	7
1.2.2.1. <i>Definición</i> .....	7
1.2.2.2. <i>Tipos de harina</i> .....	8
1.2.2.3. <i>Características físico-químicas</i> .....	8
1.2.2.4. <i>Composición nutricional</i> .....	9
1.2.3. <i>Harina de insectos</i> .....	9
1.2.3.1. <i>Definición</i> .....	9
1.2.3.2. <i>Elaboración de harina de insectos</i> .....	9
1.2.3.3. <i>Ventajas y desventajas del consumo de harina de insectos</i> .....	11
1.2.4. <i>Cochinilla</i> .....	12
1.2.4.1. <i>Definición</i> .....	12
1.2.4.2. <i>Tiempo de ciclo de vida de la cochinilla</i> .....	12
1.2.4.3. <i>Clasificación Taxonómica</i> .....	13

1.2.4.4.	<i>Composición química de la cochinilla</i> .....	14
1.2.4.5.	<i>Clasificación de la calidad de cochinilla</i> .....	14
1.2.5.	<b><i>Carmín de cochinilla</i></b> .....	14
1.2.5.1.	<i>Definición</i> .....	14
1.2.5.2.	<i>Obtención de carmín y residuos de cochinilla</i> .....	15
1.2.5.3.	<i>Métodos para obtener los extractos de cochinilla</i> .....	16
1.2.6.	<b><i>Método por vía húmeda</i></b> .....	19
1.2.6.1.	<i>Definición</i> .....	19
1.2.6.2.	<i>Proceso por vía húmeda para la elaboración de harinas de subproductos</i> .....	19
1.2.7.	<b><i>Método por vía seca</i></b> .....	20
1.2.7.1.	<i>Definición</i> .....	20
1.2.7.2.	<i>Proceso por vía seca para la elaboración de harinas de subproductos</i> .....	20

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	22
2.1.	<b>Objetivos de la investigación</b> .....	22
2.1.1.	<i>General</i> .....	22
2.1.2.	<i>Específicos</i> .....	22
2.2.	<b>Planteamiento de la hipótesis</b> .....	22
2.2.1.	<i>Hipótesis general</i> .....	22
2.2.2.	<i>Hipótesis específicas</i> .....	22
2.3.	<b>Identificación de variables</b> .....	23
2.4.	<b>Operacionalización de variables</b> .....	24
2.5.	<b>Matriz de consistencia</b> .....	26
2.6.	<b>Tipo y diseño de la investigación</b> .....	28
2.6.1.	<i>Tipo de investigación</i> .....	28
2.6.2.	<i>Diseño de la investigación</i> .....	28
2.6.2.1.	<i>Descripción de materia prima, equipos, materiales y reactivos</i> .....	31
2.7.	<b>Unidad de análisis</b> .....	32
2.8.	<b>Población de estudio</b> .....	32
2.9.	<b>Tamaño de muestra</b> .....	33
2.10.	<b>Selección de muestra</b> .....	33
2.11.	<b>Técnicas de recolección de datos</b> .....	34

2.11.1.	<b>Cochinilla</b> .....	34
2.11.1.1.	<i>Método para la extracción del colorante</i> .....	34
2.11.1.2.	<i>Método para la determinación del contenido de humedad</i> .....	34
2.11.1.3.	<i>Método para la determinación del contenido de grasas</i> .....	35
2.11.1.4.	<i>Método para la determinación del contenido de cenizas</i> .....	36
2.11.2.	<b>Harina de cochinilla</b> .....	37
2.11.2.1.	<i>Método para extraer la grasa de los residuos de la cochinilla</i> .....	37
2.11.2.2.	<i>Método para determinar el contenido de cenizas</i> .....	38
2.11.2.3.	<i>Método para la determinación del contenido de humedad</i> .....	39

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	40
3.1.	<b>Datos</b> .....	40
3.1.1.	<b><i>Obtención, limpieza, muerte, secado y conservación de la materia prima.</i></b> .....	40
3.1.1.1.	<i>Deshidratación de cochinilla bruta</i> .....	40
3.1.2.	<b><i>Caracterización fisicoquímica de la cochinilla bruta</i></b> .....	42
3.1.2.1.	<i>Determinación de humedad</i> .....	42
3.1.2.2.	<i>Determinación de grasas</i> .....	42
3.1.2.3.	<i>Determinación de cenizas</i> .....	43
3.1.3.	<b><i>Datos para la extracción de colorante de cochinilla</i></b> .....	43
3.1.4.	<b><i>Datos para la obtención de harina de los residuos de la cochinilla mediante métodos por vía seca y húmeda</i></b> .....	44
3.1.4.1.	<i>Datos para la obtención de la harina de los residuos de la cochinilla mediante el método por vía seca</i> .....	44
3.1.4.2.	<i>Datos para la obtención de la harina de los residuos de la cochinilla mediante el método por vía húmeda</i> .....	44
3.1.5.	<b><i>Datos para la obtención del rendimiento de la harina de cochinilla mediante métodos por vía seca y húmeda</i></b> .....	45
3.1.5.1.	<i>Datos obtenidos mediante el método por vía seca</i> .....	45
3.1.5.2.	<i>Datos obtenidos mediante el método por vía húmeda</i> .....	46
3.2.	<b>Cálculos</b> .....	46
3.2.1.	<b><i>Cálculos de la cochinilla</i></b> .....	46
3.2.1.1.	<i>Cálculo del rendimiento de la extracción de colorante de cochinilla</i> .....	46

<b>3.2.2.</b>	<b><i>Cálculos para la obtención de harina de cochinilla</i></b> .....	46
<b>3.2.2.1.</b>	<i>Cálculo del porcentaje de grasa extraído de los residuos de la cochinilla mediante el método por vía seca</i> .....	46
<b>3.2.2.2.</b>	<i>Cálculo del porcentaje de rendimiento de la extracción de grasa de los residuos de la cochinilla mediante el método por vía seca</i> .....	47
<b>3.2.2.3.</b>	<i>Cálculo del porcentaje de grasa extraído de los residuos de la cochinilla mediante el método por vía húmeda</i> .....	47
<b>3.2.2.4.</b>	<i>Cálculo del porcentaje de rendimiento de la extracción de grasa de los residuos de la cochinilla mediante el método por vía húmeda</i> .....	47
<b>3.2.3.</b>	<b><i>Cálculos para la obtención del rendimiento del proceso de la harina de cochinilla</i></b> ....	48
<b>3.2.3.1.</b>	<i>Cálculo del porcentaje de rendimiento mediante el método por vía seca</i> .....	48
<b>3.2.3.2.</b>	<i>Cálculo del porcentaje de rendimiento mediante el método por vía húmeda</i> .....	48
<b>3.3.</b>	<b>Resultados</b> .....	48
<b>3.3.1.</b>	<b><i>Resultados de la caracterización y extracción de colorante de la cochinilla bruta</i></b> .....	48
<b>3.3.1.1.</b>	<i>Resultados de la caracterización de la cochinilla bruta</i> .....	48
<b>3.3.1.2.</b>	<i>Resultados del rendimiento de la extracción de colorante de cochinilla</i> .....	49
<b>3.3.2.</b>	<b><i>Resultados de extracción de grasa de la cochinilla y rendimiento para la obtención de harina</i></b> .....	50
<b>3.3.2.1.</b>	<i>Resultados del proceso de extracción de grasa de la cochinilla mediante el método por vía seca y vía húmeda</i> .....	51
<b>3.3.2.2.</b>	<i>Resultados del rendimiento del proceso de extracción de grasa de la cochinilla mediante el método por vía seca y vía húmeda</i> .....	52
<b>3.3.3.</b>	<b><i>Resultados del rendimiento de los dos procesos aplicados para la obtención de la harina de cochinilla</i></b> .....	53
<b>3.3.4.</b>	<b><i>Resultados de la caracterización de la harina de cochinilla</i></b> .....	54
<b>3.4.</b>	<b>Pruebas de hipótesis</b> .....	57
<b>3.4.1.</b>	<b><i>Prueba de hipótesis general</i></b> .....	57
<b>3.4.2.</b>	<b><i>Prueba de hipótesis general</i></b> .....	57
<b>3.4.3.</b>	<b><i>Prueba de hipótesis específica 2</i></b> .....	58
<b>3.4.4.</b>	<b><i>Prueba de hipótesis específica 3</i></b> .....	58

<b>CONCLUSIONES</b> .....	60
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	61
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Composición nutricional de los insectos comestibles.....	5
<b>Tabla 2-1:</b>	Comparación entre alimentos de consumo diario e insectos .....	7
<b>Tabla 3-1:</b>	Composición nutricional de la harina de trigo .....	9
<b>Tabla 4-1:</b>	Ventajas y desventajas de uso de insectos y sus derivados .....	11
<b>Tabla 5-1:</b>	Clasificación taxonómica de la cochinilla ( <i>Dactylopius coccus</i> ).....	13
<b>Tabla 6-1:</b>	Composición química de la cochinilla. ....	14
<b>Tabla 7-1:</b>	Calidad de la cochinilla.....	14
<b>Tabla 8-1:</b>	Métodos para la obtención de extracto alcohólico .....	17
<b>Tabla 9-1:</b>	Métodos para extractos en cristales .....	17
<b>Tabla 10-1:</b>	Métodos para extractos de carmín de cochinilla .....	18
<b>Tabla 11-1:</b>	Cantidad de colorante extraída por metodología .....	18
<b>Tabla 12-2:</b>	Identificación de variables .....	23
<b>Tabla 13-2:</b>	Operacionalización de variables.....	24
<b>Tabla 14-2:</b>	Matriz de consistencia.....	26
<b>Tabla 15-2:</b>	Método para la extracción de colorante de cochinilla .....	34
<b>Tabla 16-2:</b>	Determinación del contenido de humedad .....	34
<b>Tabla 17-2:</b>	Determinación del contenido de grasa de la cochinilla bruta .....	35
<b>Tabla 18-2:</b>	Determinación del contenido de cenizas .....	36
<b>Tabla 19-2:</b>	Extracción del contenido de grasa de los residuos de la cochinilla .....	37
<b>Tabla 20-2:</b>	Determinación del contenido de cenizas .....	38
<b>Tabla 21-2:</b>	Determinación del contenido de humedad .....	39
<b>Tabla 22-2:</b>	Deshidratación de cochinilla bruta .....	40
<b>Tabla 23-3:</b>	Determinación de humedad de cochinilla bruta .....	42
<b>Tabla 24-3:</b>	Determinación de grasas de cochinilla bruta .....	42
<b>Tabla 25-3:</b>	Determinación de cenizas de cochinilla bruta .....	43
<b>Tabla 26-3:</b>	Datos para la extracción de colorante de cochinilla .....	43
<b>Tabla 27-3:</b>	Datos para la obtención de harina de los residuos de cochinilla por el método vía seca .....	44
<b>Tabla 28-3:</b>	Datos para la obtención de harina de los residuos de cochinilla por el método vía húmeda .....	45
<b>Tabla 29-3:</b>	Datos de los pesos obtenidos mediante el método por vía seca .....	45

<b>Tabla 30-3:</b>	Datos de los pesos obtenidos mediante el método por vía húmeda .....	46
<b>Tabla 31-3:</b>	Caracterización de la materia prima .....	49
<b>Tabla 32-3:</b>	Rendimiento de la extracción de colorante de cochinilla .....	49
<b>Tabla 33-3:</b>	Resultados extracción de grasa mediante el método por vía seca y vía húmeda .....	51
<b>Tabla 34-3:</b>	Rendimiento de extracción de grasa por el método vía seca y vía húmeda .....	52
<b>Tabla 35-3:</b>	Rendimiento proceso de obtención de harina por el método vía seca y vía húmeda .....	53
<b>Tabla 36-3:</b>	Resultados caracterización harina de cochinilla .....	55
<b>Tabla 37-3:</b>	Comparación de la proteína obtenida por el método vía seca y húmeda .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Partes del trigo ( <i>Triticum</i> spp).....	8
<b>Figura 2-1:</b> Tiempo de vida de cochinilla fina de nopal .....	13
<b>Figura 3-1:</b> Comparación de la cochinilla macho y hembra. ....	13

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1:</b>	Diagrama del proceso de elaboración de harina de insectos.....	10
<b>Gráfico 2-1:</b>	Proceso para extraer carmín de cochinilla y sus residuos.....	16
<b>Gráfico 3-1:</b>	Diagrama de flujo del método por vía húmeda .....	19
<b>Gráfico 4-1:</b>	Diagrama de flujo del método por vía seca .....	21
<b>Gráfico 5-2:</b>	Diagrama de flujo de la recolección de materia prima y extracción del colorante .	29
<b>Gráfico 6-2:</b>	Diagrama de flujo de la obtención de harina por vía húmeda a nivel de laboratorio .....	30
<b>Gráfico 7-2:</b>	Diagrama de flujo de la obtención de harina por vía seca a nivel de laboratorio....	31
<b>Gráfico 8-2:</b>	Recolección de la muestra de cochinilla .....	33
<b>Gráfico 9-3:</b>	Curva de secado.....	41
<b>Gráfico 10-3:</b>	Rendimiento del proceso de extracción de colorante .....	50
<b>Gráfico 11-3:</b>	Resultados del proceso de extracción de grasa mediante las dos vías .....	51
<b>Gráfico 12-3:</b>	Rendimiento del proceso de extracción de grasa.....	52
<b>Gráfico 13-3:</b>	Rendimiento proceso de obtención de harina por medio de vía seca y húmeda .....	54
<b>Gráfico 14-3:</b>	Porcentaje de proteína promedio de los métodos por vía seca y húmeda .....	57
<b>Gráfico 15-3:</b>	Porcentaje de proteína de cada muestra de harina .....	58
<b>Gráfico 16-3:</b>	Rendimiento general del método por vía seca y húmeda .....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A:** ANÁLISIS DE LA HARINA DE COCHINILLA (*Dactylopius coccus*)

**ANEXO B:** RECOLECCIÓN Y SECADO DE LA MATERIA PRIMA

**ANEXO C:** EXTRACCIÓN DEL COLORANTE DE COCHINILLA

**ANEXO D:** PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE COCHINILLA POR VÍA SECA

**ANEXO E:** PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE COCHINILLA POR VÍA HÚMEDA

**ANEXO F:** CARACTERIZACIÓN MATERIA PRIMA BRUTA

**ANEXO G:** CARACTERIZACIÓN HARINA DE COCHINILLA

**ANEXO H:** HARINA DE COCHINILLA OBTENIDA

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como principal objetivo el evaluar dos métodos a escala de laboratorio para la obtención de harina a partir de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) como un posible alimento rico en proteína. Inicialmente se recolectó el insecto de diferentes plantaciones de tunas del cantón Guano y posteriormente se dividió en cuatro muestras de distintos pesos para la extracción del colorante que contiene, utilizando el método con carbonato de potasio, al igual que su caracterización teniendo un rendimiento entre 68,273 y 95,307% en cada extracción. Con el fin de conocer el proceso adecuado para obtener la harina, se evaluaron dos métodos, por vía seca y húmeda los cuales se basaron en la cocción de la cochinilla a 110 y 90 grados Celsius respectivamente, la extracción de grasa utilizando soxhlet, secado a 60 grados Celsius, molienda y finalmente la obtención de la harina. En cuanto a la caracterización los análisis fisicoquímicos arrojaron mejores resultados por vía seca en comparación del método por vía húmeda. El primer método mencionado su contenido de proteína fue 13,02%, humedad promedio 6,903%, cenizas 0,750%, grasa 5,577%, al igual que mayor cantidad en el producto final. En cambio, por vía húmeda el contenido de proteína fue 12,17%, humedad 8,732%, cenizas 0,683%, grasa 25,152% y menor producción de harina. Mediante la evaluación y análisis de los resultados se pudo afirmar que por los dos métodos se puede obtener harina, a pesar de que por vía seca fue el que presentó mejores características y aunque el porcentaje de proteína fue menor al esperado cumple los parámetros para ser considerado un alimento como fuente de proteínas, sin embargo, se recomienda pasar por procesos de blanqueo a la harina para que pierda el color morado.

**Palabras clave:** <VÍA SECA>, <VÍA HÚMEDA>, <HARINA DE COCHINILLA>, <COCHINILLA (*Dactylopius coccus*)>, <PROTEÍNA>, <COLORANTE>.

LEONARDO  
FABIO MEDINA  
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO  
FABIO MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,  
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,  
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE  
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,  
serialNumber=0000621485,  
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Fecha: 2022.03.17 17:30:26 -05'00'



0496-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The main objective of this degree work was to evaluate two laboratory-scale methods for obtaining flour from cochineal (*Dactylopius coccus*) as a possible protein-rich food. Initially, the insect was collected from different prickly pear plantations in Guano canton and later it was divided into four samples of different weights for the extraction of the dye it contains, using the method with potassium carbonate, as well as its characterization, having a yield between 68.273 and 95.307% in each extraction. In order to know the appropriate process to obtain the flour, two methods were evaluated, dry and wet, which were based on cooking the cochineal at 110 and 90 degrees Celsius respectively, the extraction of fat using Soxhlet, drying at 60 degrees Celsius, grinding and finally obtaining the flour. Regarding the characterization, the physicochemical analyzes yielded better results by the dry method compared to the wet method. The first method mentioned its protein content was 13.02%, average moisture 6.903%, ashes 0.750%, fat 5.577%, as well as a greater amount in the final product. On the other hand, by wet method, the protein content was 12.17%, humidity 8.732%, ashes 0.683%, fat 25.152% and lower flour production. Through the evaluation and analysis of the results, it was possible to affirm that flour can be obtained by both methods, despite the fact that the dry method presented the best characteristics and, although the percentage of protein was lower than expected, it meets the parameters to be considered a food as a source of protein, however, it is recommended to go through bleaching processes to the flour so that it loses its purple color.

**Keywords:** <DRY METHOD>, <WET METHOD>, <COCHINEAL FLOUR>, <COCHINEAL (*Dactylopius coccus*)>, <PROTEIN>, <COLORANT>.



Firmado electrónicamente por:  
**NANCI  
MARGARITA INCA  
CHUNATA**

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial uno de los principales problemas que enfrenta el ser humano es satisfacer la demanda de alimentos de origen animal, por la razón de que la población va en aumento y como consecuencia se requiere su abastecimiento en cuanto a la alimentación como fuentes de proteínas. La Organización de las Naciones Unidas calcula que para el 2030 la población mundial alcance alrededor los 9 mil millones de personas (ONU 2019, p. 2). Así provocando un aumento de la crisis climática, de hecho, el 25% de las emisiones de metano provienen de los alimentos (IPCC 2020, p. 8).

En el país, la producción ganadera es una de las actividades agropecuarias económicamente más beneficiosas, sin embargo, aunque la producción nacional sí abastece al consumo interno, la ingesta de alimentos a base de proteína sigue creciendo por parte de los consumidores, pero el hato de ganado no crece. Entre el listado de provincias que más consume carne, Chimborazo se encuentra entre los primeros (Líderes 2015, p. 2).

Otro problema asociado al consumo en exceso de carne es el manejo de los desechos orgánicos, con el desarrollo de tecnologías limpias y nuevas fuentes de alimentos como son los insectos comestibles que ahora juegan un papel importante en el medio ambiente, la industria y la producción. Como se conoce los insectos tienen una composición nutricional que nos brindan múltiples beneficios entre esos principalmente esta la proteína. Desafortunadamente, la gente ve esta práctica con rechazo y desagrado al no estar familiarizados con el tema. Dichos antecedentes ameritan reconsiderar el uso de los residuos emitidos con el propósito de innovar nuevos productos y reducir la cantidad de desechos.

Lo que se plantea en este trabajo de titulación, es el evaluar dos métodos como son por vía seca y húmeda a escala de laboratorio proponiendo así un método correcto para obtener harina a partir de los restos de un insecto conocido como cochinilla (*Dactylopius coccus*) como un posible alimento rico en proteínas el cual es principalmente conocido por sus propiedades colorantes que posee y es muy utilizado en la industria. Para de tal forma brindar alternativas de alimentos que conforman fuentes proteicas y a su vez haciendo uso los residuos para un buen manejo de estos.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes de la Investigación

En la actualidad, el problema de satisfacer la demanda de alimentos se ha convertido en uno de los principales dilemas en el mundo, especialmente las fuentes proteicas de origen animal. A medida que la población va creciendo, se van generando propuestas en las que se utilizan insectos aptos para el consumo y así obtener alimentos como harinas y además ricos en proteínas. Son pocas las investigaciones realizadas acerca de la obtención de harina de cochinilla de la tuna, mismas que son detalladas a continuación:

A lo largo del tiempo, el ser humano ha aprovechado la naturaleza para explotar los recursos de flora y fauna. Poco se dice sobre los insectos comestibles, pero los arqueólogos han encontrado "granjas" para el cultivo de insectos en varias partes del mundo, incluidos México, Nueva Guinea y la Sabana sub-sahariana; y aunque el consumo de insectos es una práctica que se ha descuidado durante mucho tiempo, fue de vital importancia para que los humanos vivan más tiempo frente a condiciones adversas y ante una baja producción de proteínas en los animales (Sutton 1995, p 260). De hecho, la Fao (2013) declara que para el año 2030, la población mundial crecerá a 9.000 millones de personas, sin mencionar los miles de millones de animales criados cada año para satisfacer las necesidades alimentarias, es por ello que hoy la organización analiza la capacidad de manejo de la dieta y la salud alimentaria mediante el cultivo de insectos.

Es importante que al hacer un producto se tome en cuenta el método que dé los mejores resultados en términos de calidad y eficiencia. Torres (2013), en su investigación acerca del "Procesamiento en vía húmeda de subproductos de origen animal. Una alternativa para productos de mejor calidad", afirma que utilizar el método por vía húmeda o también llamado "proceso de rendering a baja temperatura" en vez del método por vía seca tiene grandes ventajas sobre el producto final. El autor hace una comparación entre los dos, donde el proceso seco básicamente utiliza el cooker o cocinador batch con temperaturas alrededor de 215 a 245 °F dependiendo la materia prima y aunque es el más usado por su facilidad de manejo, tiene algunas complicaciones debido a su difícil operación de maquinarias y elevados costos de mantenimiento, además que no hay una correcta separación de la grasa encontrándose en las harinas con niveles del 12 a 24% de esta, entre otros inconvenientes; en cambio el proceso por vía húmeda requiere una temperatura más baja de hasta 212 °F, las proteínas y las grasas se separan al principio del proceso, por lo que las harinas son bajas en grasas (máximo 10%)

y aprovecha toda la proteína en el producto, así como también mejora el rendimiento del proceso y la calidad de las harinas.

Quijano Pacheco y Vergara (2007) en su trabajo de investigación "Determinación de energía metabolizable del subproducto de cochinilla "*Dactylopius coccus costa* (1835)" y su evaluación productiva en reemplazo de harina de pescado en dietas para pollos de carne, realizado en la unidad de evaluación y análisis nutricional de los alimentos y en los laboratorios del Departamento de Nutrición de la UNALM", en Perú. A través de su estudio describe la "determinación de la energía metabolizable aparente corregida de la harina del subproducto de cochinilla para pollos por medio de nitrógeno (EMAn)", haciendo una comparación entre la ceniza insoluble en ácido y las técnicas de colección total y la evaluación en la productividad de los pollos, al reemplazar la proteína de la harina de pescado. Para esto los autores realizaron dos experimentos, en el primero utilizaron 60 pollos machos de un día de edad y por cada 10 pollos tres repeticiones cada una; en el segundo experimento usaron 90 pollos distribuidos en cinco tratamientos. En las cinco dietas reemplazaron la proteína de la harina de pescado por la de cochinilla en 0, 25, 50, 75 y 100%; en ambos experimentos hicieron análisis químicos proximales de la harina obteniendo 59.32% de proteína, 8.15% de humedad, 17.74% de extracto etéreo, 2.23% de fibra, 5.46 de ceniza y 7.1 % de nifex. Dando como conclusión que la harina a base de cochinilla es una fuente considerable de proteína, además que los resultados de rendimiento, consumo de alimento, incremento de peso y retribución económica fueron favorables.

De igual manera Reyes (2017) realizó la "Evaluación de cochinilla exhausta para su formulación como alimento balanceado para animales", en Ayacucho, Perú. El objetivo del estudio fue la caracterización de los residuos de la cochinilla que resulta del proceso de obtención de carmín y ácido carmínico, con la finalidad de crear una dieta equilibrada para los animales en el que se incluya la harina de cochinilla. La metodología empleada fue en base a los volúmenes que presentan las empresas a nivel nacional en Perú ya que cabe recalcar que es uno de los mayores exportadores del colorante de la cochinilla, con esto evaluaron su composición teniendo 44.29% de cenizas, 34.97% de proteína en total, 14.19% de grasa, 3.97% de humedad y 1.52% de fibra; luego realizaron una fórmula para el balanceado tomando una dieta referencial. Cuyo contenido tuvo resultados favorables y cumplió con los parámetros establecidos.

Por otra parte, en el país es cada vez más sonado el tema de los alimentos a base de insectos como fuentes alternativas de alimentación, especialmente en el oriente es usual ver a sus habitantes haciendo platos a base de insectos. Por tal motivo Arriaga (2020), realizó un estudio de la "Obtención de harina a base de larvas de chontacuro (*rhynchophorus palmarum*) aprovechando sus propiedades nutritivas (proteínas) para la elaboración de galletas" en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Esta investigación buscó obtener harina utilizando la piel de chontacuro como materia prima, de tal forma

que sea un producto innovador, por medio de la deshidratación a 55 °C por un tiempo de dos horas en horno de tipo bandejas. La autora efectuó el análisis fisicoquímico del polvo(harina) usando el método analítico de la AOAC Internacional, que obtuvo como resultados 24.02% de proteína, 11.58% de humedad y 2,7% ceniza, y en cuanto a las formulaciones de las galletas la más apetecible al público fue la que tenía 25% harina de chontacuro y 75% de trigo.

De acuerdo a la información recabada, se verifica de tal manera que los insectos comestibles, en este caso la harina a base de ellos, tienen un alto porcentaje de proteína en su mayoría, que es lo que se busca con mayor interés en este trabajo, además de los métodos más factibles por los cuales se podría obtener este producto, para poder brindar al consumidor alternativas alimenticias que le ofrezcan grandes beneficios.

## **1.2. Marco conceptual o glosario**

### ***1.2.1. Insectos***

#### *1.2.1.1. Definición*

Los insectos son el grupo de animales invertebrados más grande del planeta Tierra, se sabe que hay alrededor de un millón de especies. Generalmente poseen dos antenas, dos alas y seis patas. Su cuerpo consta de cabeza, tórax y abdomen; en la etapa adulta pasan por un cambio conocido como metamorfosis (Ortega 2019, p.1).

#### *1.2.1.2. Insectos comestibles*

Los insectos se consumen desde hace mucho tiempo, pero no era considerado un alimento que forme parte de la dieta diaria sino como una alternativa alimenticia en periodos donde otras fuentes de alimentos eran escasas. Actualmente este concepto ha cambiado debido al crecimiento poblacional y lo que esto conlleva, por este motivo en varias partes del mundo especialmente en Europa y Estados Unidos se analiza el uso de insectos para la alimentación humana como animal, puesto que tienen altos porcentajes de proteína, entre otros beneficios lo que supone una alternativa a la proteína animal (Ortega 2019, p.1). A la práctica de consumir insectos por parte de los humanos se la conoce como entomofagia, se realiza en distintas partes del mundo como África, Asia, América y Oceanía; es alrededor de 2.000 millones de personas las que consumen insectos a nivel mundial (Fao 2013, p.1).

Entre la lista de insectos que más son consumidos por humanos están: Escarabajos (Coleoptera) 31%, orugas (Lepidoptera) 18%, abejas, avispas y hormigas (Hymenoptera) 14%, saltamontes, langostas y grillos (Orthoptera) 13%, cigarras, fulgoromorfos, saltahojas, cochinillas y chinches (Hemiptera) 10%, termitas (Isoptera) 3%, libélulas (Odonata) 3%, moscas (Diptera) 2% y otros 5% (Avendaño, Sánchez y Valenzuela 2020, p. 1030).

### 1.2.1.3. Características nutricionales de los insectos comestibles

La siguiente tabla muestra en base seca la composición nutricional y el contenido energético de las distintas ordenes de insectos. En la que se incluye el contenido de proteínas, grasa, fibra, extracto libre de nitrógenos (ELN), ceniza y el contenido energético (Rumpold y Schlüter 2013; citado en Ortega 2019, p. 7).

**Tabla 1-1:** Composición nutricional de los insectos comestibles

<b>Insectos comestibles</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>ELN (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Conten. Energético (Kcal/100g)</b>
<b>COLEOPTERA</b>	<b>40±15</b>	<b>30±20</b>	<b>10±6</b>	<b>14±13</b>	<b>6±5</b>	<b>495±115</b>
Tenebrio molitor (larva)	47,18	43,08	7,44	0,26	3,08	577,44
Tenebrio molitor (adulto)	60,20	20,80	16,30	0,00	2,70	427,90
Zophobas morio	46,79	42,04	9,26	2,61	2,38	575,53
<b>DIPTERA</b>	<b>50±13</b>	<b>23±9</b>	<b>14±3</b>	<b>9±5</b>	<b>10±7</b>	<b>410±173</b>
Musca doméstica (larva)	63,99	24,31	-	1,25	5,16	552,40
Musca doméstica (pupa)	63,10	15,50	-	-	5,30	-
Ephydra hians	35,87	35,87	9,75	6,56	12,25	216,84
<b>HEMIPTERA</b>	<b>47±16</b>	<b>34±18</b>	<b>13±5</b>	<b>5±4</b>	<b>4±3</b>	<b>497±91</b>
Pachilis gigas (nimfa)	63,00	26,00	5,00	2,00	4,00	498,00
Pachulis gigas (adulto)	65,00	19,00	10,00	2,00	3,00	445,00
Edessa ap	33,00	54,00	11,00	-	1,00	622,00
<b>HYMENOPTERA</b>	<b>50±11</b>	<b>30±11</b>	<b>6±4</b>	<b>14±9</b>	<b>3±2</b>	<b>505±60</b>
Polybia sp	57,73	19,22	1,78	20,56	0,71	482,93
Atta mexicana (hormiga)	46,00	39,00	11,00	0,00	4,00	555,00
Apis mellifera (larva)	42,00	19,00	1,00	35,00	3,00	475,00
<b>ISOPTERA</b>	<b>38±21</b>	<b>27±7</b>	<b>5±3</b>	<b>25±22</b>	<b>3±1</b>	<b>-</b>
Termes sp	42,63	36,55	6,14	12,34	2,34	-
Macrotermes bellicosus	20,40	28,20	1,70	43,30	2,90	-
<b>LEPIDOPTERA</b>	<b>45±14</b>	<b>26±17</b>	<b>7±6</b>	<b>20±19</b>	<b>5±3</b>	<b>501±114</b>
Galleria mellonella	33,98	60	19,52	3,37	1,45	650,13
Anaphe venata (caterpillars)	25,7	23,21	2,3	55,6	3,2	-

Anaphe venata (larva)	60,03	23,22	-	-	3,21	610
Bombyx mori (larva)	53,76	8,09	6,36	25,43	6,36	389,6
<b>ODANATA</b>	<b>55±1</b>	<b>20±4</b>	<b>12±3</b>	<b>5±3</b>	<b>9±6</b>	<b>431±0</b>
Aeschna multicolor	54,24	16,72	9,96	6,23	12,85	-
Anax sp.	56,22	22,93	13,62	3,02	4,21	431,33
<b>ORTHOPTERA</b>	<b>64±10</b>	<b>14±12</b>	<b>10±4</b>	<b>8±7</b>	<b>4±2</b>	<b>430±71</b>
Acheta domesticus (adulto)	66,56	22,08	22,08	2,6	3,57	455,19
Brachytrupes sp	61,2	18,7	7,42	7,8	5,05	-
Brachytrupes spp	6,25	3,24	1,01	8,3	1,82	-
Acheta domesticus (ninfa)	67,25	14,41	15,72	3,93	4,8	414,41
<b>BLATTODEA</b>	<b>60±11</b>	<b>23±12</b>	<b>6±3</b>	<b>8±5</b>	<b>5±2</b>	-
Blaberus sp.	43,90	34,20	8,44	10,09	3,33	-
Periplaneta americana L.	65,60	28,20	3,00	0,78	2,48	-
Periplaneta australasiae F.	62,40	27,30	4,50	2,73	3,00	-

Fuente: (Ortega 2019, p 7).

Además, los insectos cuentan con una considerable fuente de aminoácidos esenciales, para el orden Ortóptera, Coleóptera, Lepidóptera y Diptera: ácidos glutámico y aspártico, fenilalanina y alanina; orden Hymenoptera: ácido glutámico, leucina y alanina; el orden Hemiptera cuenta con: prolina, leucina, tirosina, alanina, valina y metionina (Avendaño, Sánchez y Valenzuela 2020, p. 1030).

#### 1.2.1.4. Inclusión de insectos en los alimentos

Los insectos se pueden ingerir de varias formas entre esos enteros, esta práctica es común en los países occidentales, donde su procesamiento consiste en sacrificarlos, vaciar los residuos de su intestino y eliminando las bacterias. Las harinas de insectos son una de las más utilizadas para aumentar el porcentaje de proteína principalmente en los alimentos y también porque es una alternativa a la aceptación del consumo de insectos comestibles. El último es a través de extractos de grasa y quitina de insectos que al igual que las harinas sirven para mejorar la aprobación de las personas a la ingesta de insectos (Pombo Losada 2018, pp. 12-13).

A continuación se muestra la figura, en la que se refleja un estudio realizado por (Kourimská y Adámková 2016, pp. 22-26), comparando distintos sabores de insectos con alimentos que comúnmente consumimos.

**Tabla 2-1:** Comparación entre alimentos de consumo diario e insectos

<b>Insectos comestibles</b>	<b>Sabor</b>
<b>Hormigas, termitas</b>	Dulce, casi de nuez
<b>Larvas de escarabajos oscuros</b>	Pan integral
<b>Escarabajos que destruyen la manera</b>	Pechuga grasa con piel
<b>Larvas de libélula y otros insectos acuáticos</b>	Pescado
<b>Cucarachas</b>	Setas
<b>Insectos de escudo rayado</b>	Manzanas
<b>Avispas</b>	Semillas de pino
<b>Orugas de carámbanos ahumados</b>	Maíz crudo
<b>Cochinillas</b>	Patatas fritas
<b>Huevos de barquero de agua</b>	Caviar
<b>Orugas de polillas</b>	Arenque

Fuente: (Kourimská y Adámková 2016, pp 22-26).

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

## **1.2.2. Harina**

### **1.2.2.1. Definición**

Es el producto resultante de la molienda del trigo blando (*Triticum aestivum*), en algunas ocasiones mezclado en una proporción de 4:1 con trigo duro (*Triticum durum*). Para la producción de harina el grano debe estar sano, seco, maduro y limpio. Es la materia principal para preparar galletas, pan, snacks, entre otros (Rodríguez García 2015a, p. 68).

- **Trigo blando:** También conocido como trigo harinero se compone del 73.04% de almidón, 14.55% de agua y 9.92% de gluten.
- **Trigo duro:** Llamado también trigo candeal, contiene 66.07% de almidón, 18.97% de gluten y 12.56% de agua.



**Figura 1-1:** Partes del trigo (*Triticum spp*)

**Fuente:** (Rodríguez García 2015, p 68).

#### 1.2.2.2. Tipos de harina

En la producción de harina se encuentran de varios tipos:

- **Harina fuerte:** Son hechas con granos duros (contenido celular compacto e interacción proteína-almidón fuerte), al ser producidas con este tipo de trigo son más secas y tienen mayor contenido de gluten, por este motivo se necesitan mayor cantidad de agua y son masas más elásticas.
- **Harina floja:** Son a base de granos blandos, concentran menos humedad por lo que su elasticidad es menor. Al tomar un puñado de esta harina y apretarlo con la mano, al momento de abrirla no se derrumba, lo que no sucede con las harinas fuertes.
- **Sémola:** Se forma de la molienda del endospermo del trigo.
- **Salvado:** Es el producto de la trituración de la cascara del trigo.
- **Fécula y almidones:** No son más que harinas procedentes de rizomas, tubérculos o sus raíces, cereales y leguminosas (Rodríguez García 2015b, p.69).

#### 1.2.2.3. Características físico-químicas

Cuanta más proteína tiene la harina mayor cantidad de agua acepta la mezcla, hay que tomar en cuenta que su tasa de hidratación es de 60%. La gliadina y glutenina son proteínas insolubles que forman el gluten, la primera le otorga elasticidad y maleabilidad a la masa, mientras que la segunda es la

encargada de la firmeza y estructura de la masa, así como el almidón que junto con el gluten tienen la función de integrar la extensibilidad y flexibilidad de la masa (Rodríguez García 2015c, p. 69).

#### 1.2.2.4. Composición nutricional

La harina de trigo posee un valor calórico de 350 calorías por cada 100 gramos aproximadamente.

**Tabla 3-1:** Composición nutricional de la harina de trigo

<b>Nutrientes</b>	<b>Rango (%)</b>
<b>Hidratos de carbono</b>	62-72
<b>Agua</b>	12-16
<b>Proteínas</b>	8-12
<b>Grasas</b>	1.3-1.5
<b>Sales</b>	0.5-1.5

**Fuente:** (Rodríguez García 2015, p 69).

**Realizado por:** Trujillo, María, 2021.

#### 1.2.3. Harina de insectos

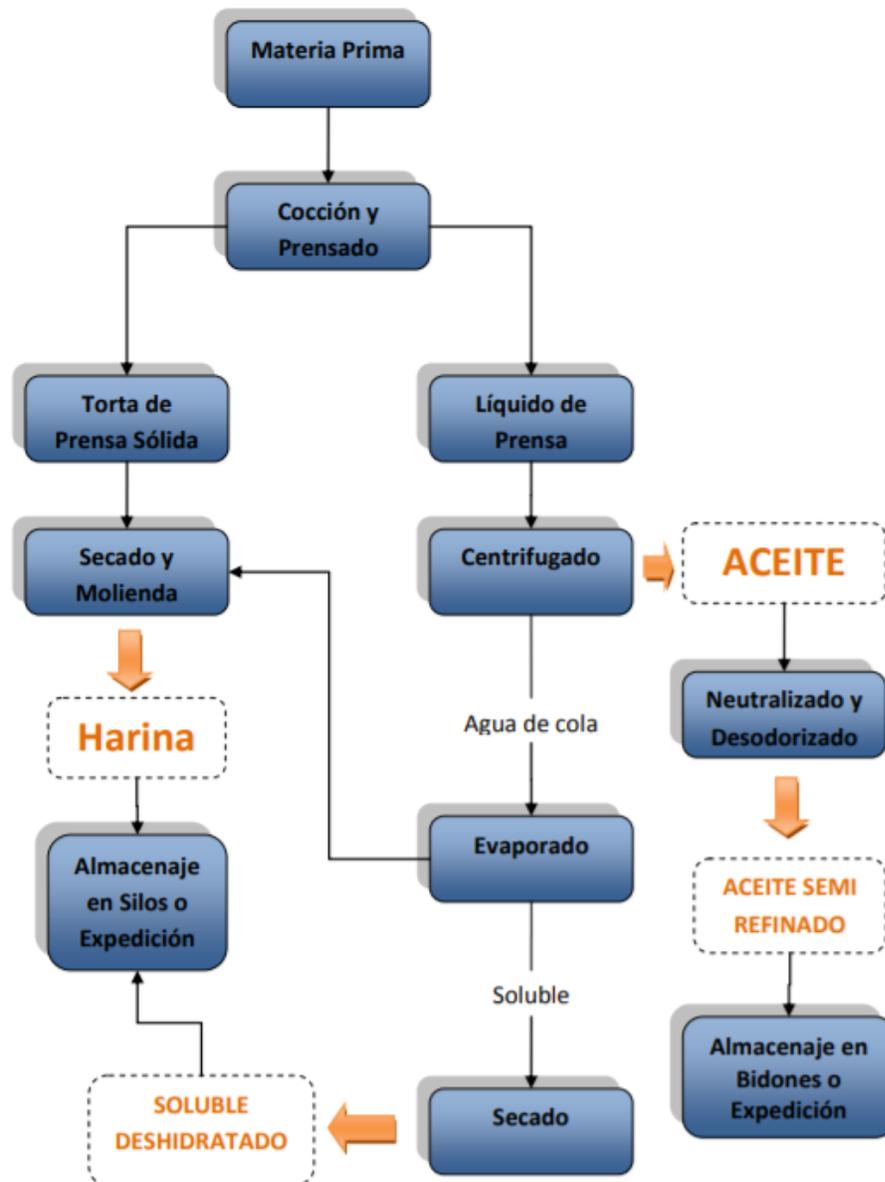
##### 1.2.3.1. Definición

Es una alternativa al consumo de insectos como una estrategia para su aprobación, principalmente en países no familiarizados con el consumo de estos animales. En los últimos años la entomofagia ha tomado principal interés en los investigadores y empresas debido a la cantidad de beneficios que los insectos tienen como es su porcentaje de proteína, es por esto que las harinas a base de insectos son utilizadas para incrementar el valor proteico y la fibra de algunos alimentos, tales como pan, snacks, galletas, barras energéticas, etc. (Pombo Losada 2018, p. 12). Además de producir la harina de insectos también se puede obtener harina desgrasada de insecto, que contiene una mayor cantidad de proteína (Avendaño, Sánchez y Valenzuela 2020, p. 1032).

##### 1.2.3.2. Elaboración de harina de insectos

Según (Ramón 2014, p. 78), afirma que el procedimiento para obtener harina de insectos es el mismo que el de elaboración de harina de pescado. Para esto primero a la materia prima se somete a un proceso

de cocción y prensado, de ahí resulta una fase sólida y líquida que contiene agua, proteína, aceite, vitaminas y minerales. Se centrifuga el líquido de la prensa y se retira el agua de cola del aceite, a esta agua se realiza un concentrado y posteriormente se mezcla en la torta de prensa, para después ser deshidratada, entonces lo que queda que es materia seca se molutura y se forma la harina.



**Gráfico 1-1:** Diagrama del proceso de elaboración de harina de insectos

Fuente: (Ramón 2014).

### 1.2.3.3. Ventajas y desventajas del consumo de harina de insectos

El uso de insectos y derivados tales como harina en la alimentación tienen múltiples beneficios como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4-1:** Ventajas y desventajas de uso de insectos y sus derivados

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los insectos son alternativas saludables y nutritivas a los alimentos cárnicos básicos. Muchos insectos son ricos en proteínas y grasas buenas y altos en calcio, hierro y zinc.	La legislación es escasa para los productos en base a insectos, en muchos países no aparece en los Reglamentos de Alimentos.
Producen menos gases de efecto invernadero que el ganado (según la FAO, los cerdos producen entre 10 y 100 veces más gases por kilogramo de peso que las moscas soldado negras).	Una gran parte de la población rechaza el consumo de insectos.
Las emisiones de amoníaco asociadas a la cría de insectos también son mucho menores que las del ganado convencional, como los cerdos.	Patógenos tales como <i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter</i> o <i>E.coli</i> pueden contaminar alimentos con insectos no procesados.
Tienen una alta eficiencia de producción (según la FAO, los insectos pueden convertir 2 kg de alimento en 1 kg de masa de insecto, mientras que los bovinos requieren 8 kg de alimento para producir 1 kg de aumento de peso corporal).	Las personas alérgicas a los crustáceos pueden ser susceptibles de ser alérgicas a los insectos, por lo que deberían etiquetarse en el envoltorio que los insectos pueden causar alergias.
Los grillos necesitan 12 veces menos alimento que el ganado, 4 veces menos que las ovejas, y la mitad de alimento que los cerdos y los pollos de engorde para producir la misma cantidad de proteínas.	Es posible que algunos contaminantes estén presentes en los insectos. Sin embargo, se desconocen defectos son y en qué cantidades, por lo que se requiere mayor investigación.
Los insectos pueden alimentarse de residuos biológicos y agropecuarios para transformarlos en nutrientes de alta calidad. Utilicen menos agua y tierra que el ganado tradicional.	
La cría de insectos no es siempre una actividad terrestre. Los principales requisitos son alimento y agua.	
La cosecha y la cría de insectos requiere de inversiones de baja tecnología y capital. Los insectos pueden procesarse como alimento para humanos y animales con relativa facilidad.	
Tienen un riesgo reducido de transmisión de enfermedades zoonóticas, en comparación con los alimentos de origen animal.	
Y ofrece oportunidades de subsistencia tanto para la población urbana como para la rural.	

Fuente: (Avenida, Sánchez y Valenzuela 2020, p 1035).

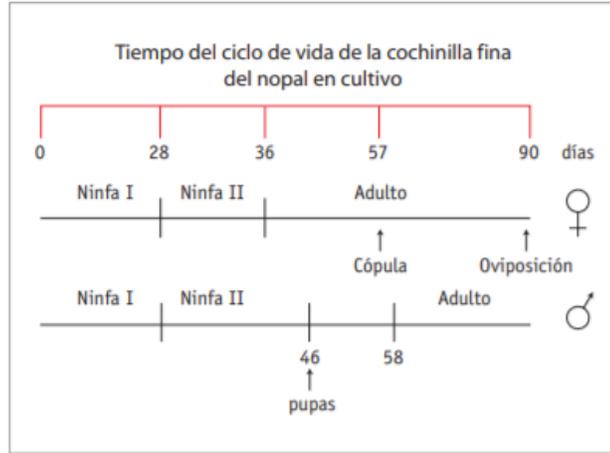
#### **1.2.4. Cochinilla**

##### *1.2.4.1. Definición*

La cochinilla es un insecto oriundo de México, pero esta se extendió por diferentes partes del mundo, se aloja como parásitos en las pencas de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) o también llamado nopal, del cual absorben los jugos de esa planta por medio de un estilete bucal que poseen; prácticamente todo su ciclo de vida vive en esta, incluyendo su reproducción donde forman colonias ubicadas generalmente sobre los tallos con corteza y se protegen de los depredadores u amenazas del medio segregando una especie de polvo blanco. Se encuentran dos tipos de cochinilla, la silvestre del género *Dactylopius*, entre las más representativas de América están *D. confertus*, *D. confusus* y *D. opuntiae*. Las cochinillas silvestres tienen gran capacidad de dispersión y crecimiento por lo que son capaces de destruir los cultivos de tuna, por otra parte, está la cochinilla de grana fina perteneciente a la especie *Dactylopius coccus*, la cual es cultivada para obtener colorante rojo natural, muy utilizado en diferentes industrias textiles, alimentos cárnicos y lácteos, productos farmacéuticos, entre otros (Hernández et al. 2005a, pp.78-80).

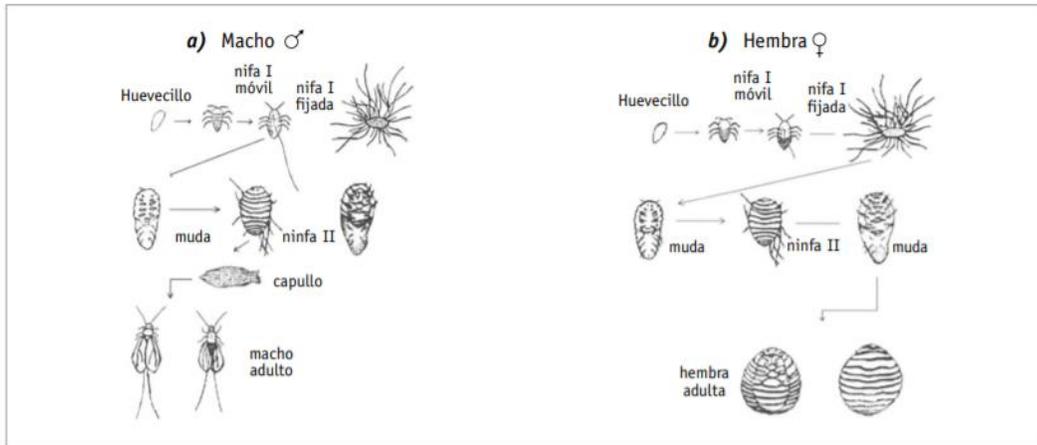
##### *1.2.4.2. Tiempo de ciclo de vida de la cochinilla*

El tiempo de vida de cada sexo en las cochinillas es distinto ya que hembra y macho tiene su desarrollo propio. Su ciclo inicia cuando sale una larva pequeña denominada ninfa con apariencia a una araña pequeña del huevo de la cochinilla, se instala en las pencas de tuna, después de pasar por varias etapas las ninfas procrean hembras y machos. En las hembras su metamorfosis es incompleta y su ciclo de vida es alrededor de 80 a 90 días, donde pone sus huevecillos y mueren. En este tiempo atraviesan dos estados ninfales, donde llegan a su madurez sexual alrededor de los 60 días y realizan la copulación con un macho. Los machos en cambio nacen por ninfas que realizan una metamorfosis completa, su tiempo de vida es más corto, al igual que las hembras atraviesan dos estados ninfales, a los 46 días pasan de ser larvas a adultos y a los 58 días alcanzan su madurez sexual, después de eso buscan pareja para procrear y aproximadamente en una semana mueren (Hernández et al. 2005b, pp.78-80). Cabe recalcar que la grana de cochinilla solo se obtiene de las hembras y la manera de diferenciar entre un sexo de otro es por su tamaño puesto que las hembras miden entre 5-6.5 mm y no tiene alas, el macho es mucho más pequeño entre 2.2 mm y posee alas (Gobierno de Canarias 2019).



**Figura 2-1:** Tiempo de vida de cochinilla fina de nopal

**Fuente:** (Hernández et al. 2005, p 78).



**Figura 3-1:** Comparación de la cochinilla macho y hembra.

**Fuente:** (Hernández et al. 2005, p 80).

#### 1.2.4.3. Clasificación Taxonómica

**Tabla 5-1:** Clasificación taxonómica de la cochinilla (*Dactylopius coccus*).

<b>Reino</b>	Animal
<b>Orden</b>	Hemípteros
<b>Familia</b>	Dactilopidae
<b>Género</b>	Dactylopius
<b>Especie</b>	Dactylopius Coccus
<b>Nombre Común</b>	Cochinilla

**Fuente:** (Reyes 2017, p 12).

**Realizado por:** Trujillo, María, 2021.

#### 1.2.4.4. Composición química de la cochinilla

**Tabla 6-1:** Composición química de la cochinilla.

Componentes	Rango (%)
Ácido carmínico	19-25
Grasas	6-10
Ceras	0.5-2
Agua	10-20
Cenizas	5
Sustancias nitrogenadas	15-30

Fuente: (Reyes 2017, p 14).

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

En lo que respecta a la producción del carmín de cochinilla, para que el insecto sea considerado de calidad tiene que tener entre el 19 y 25% de ácido carmínico.

#### 1.2.4.5. Clasificación de la calidad de cochinilla

Para clasificar la cochinilla según su calidad, se toma en cuenta factores como el color, madurez, forma y tamaño. El método que se utiliza es el sistema de tamizado posterior al secado.

**Tabla 7-1:** Calidad de la cochinilla.

Características	Primera calidad (%)	Segunda calidad (%)	Tercera calidad (%)
Humedad	8-10	11-12	13-15
Ceniza	0-10	0-10	0-10
Ácido carmínico	16-23	9-15	1-8
Tamaño de malla	1/16''	1/32''	1/44''
Impurezas	3	8	10

Fuente: (Bernilla Carillo 1998, p 14).

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

#### 1.2.5. Carmín de cochinilla

##### 1.2.5.1. Definición

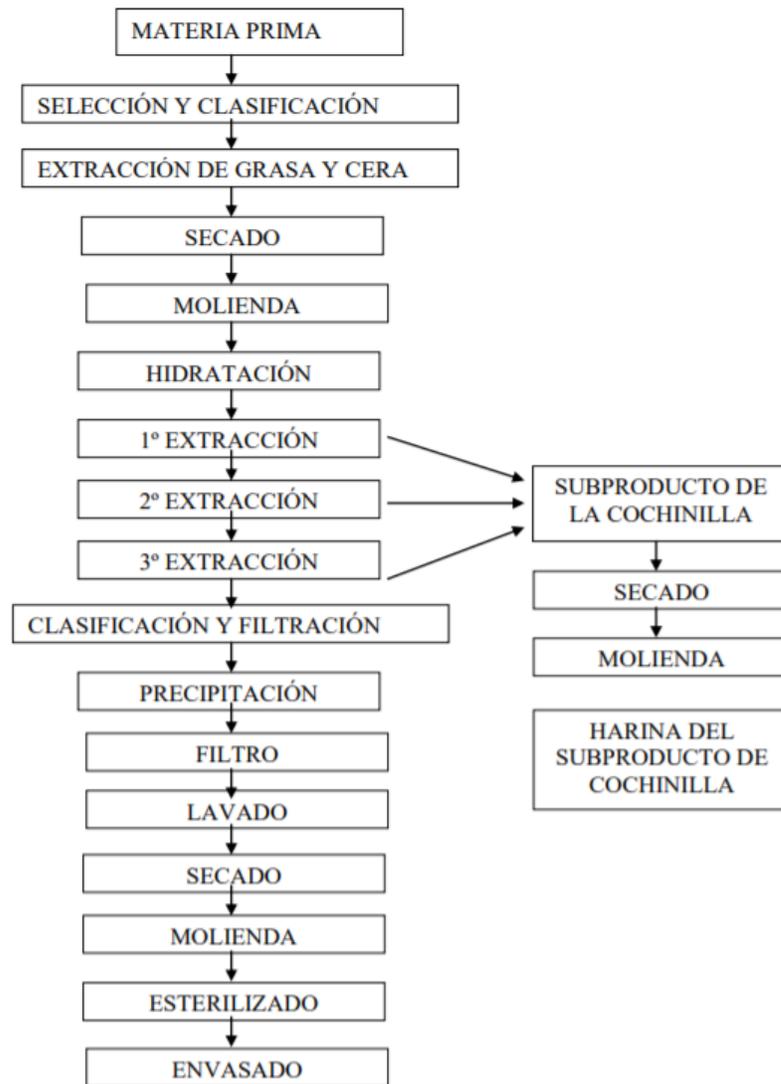
El carmín es un compuesto complejo que compone el ácido carmínico con iones aluminio y calcio, uniéndose de igual forma con compuestos proteicos. Es un colorante de color rojo natural con múltiples aplicaciones en la industria farmacéutica para darle color a algunas cápsulas, tabletas, de tal forma que se pueda identificar su funcionalidad; en la cosmética principalmente para labiales rojos;

en la textil es muy poco utiliza, pero en la antigüedad fue uno de los más usados y en la alimenticia es en donde se emplea más este colorante, por ejemplo para darle color a los embutidos, en bebidas alcohólicas, lácteos, mermeladas, dulces, entre otros. Cabe recalcar que el color del colorante de cochinilla varía según su pH, por debajo de 5 su color es anaranjado o rojo (4,8) y por encima de este con un pH de 6 es violeta (Reyes 2017).

#### *1.2.5.2. Obtención de carmín y residuos de cochinilla*

Para obtener el carmín de cochinilla primero se recolecta a las hembras adultas de 3 a 4 veces al año, preferentemente en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre. Existen varios métodos para obtener este colorante, pero la mayor parte consiste en cocinar la cochinilla con agua en una solución acuosa de carbonato de sodio, después del filtrado se precipita el colorante mediante la adición de sulfato doble de aluminio y potasio o alumbre, cloruro estañoso, entre otros. Se deja sedimentar y posteriormente se separa los residuos del colorante (Aparicio Vásquez et al. 2000; citados en Reyes 2017).

Con lo que respecta a la obtención de los residuos de la cochinilla como se puede ver en el diagrama de la figura 8-1 sucede desde la primera extracción hasta la tercera, aquí el material sólido se lava y filtra hasta cuando el sólido no presenta ácido carmínico, en esta etapa se retira los residuos con una humedad casi del 60% por lo que se seca de forma natural al sol o en secadores hasta conseguir una humedad del 10% y moler para obtener la harina de cochinilla.



**Gráfico 2-1:** Proceso para extraer carmín de cochinilla y sus residuos

**Fuente:** (Arévalo, Cuadra y Chávez 1999; citado en Reyes 2017, p 21).

### 1.2.5.3. Métodos para obtener los extractos de cochinilla

Existen varios métodos para obtener el colorante de cochinilla entre los más comunes tenemos extractos acuosos, alcohólico y soluciones de carmín, donde en los dos primeros existe un 50% de ácido carmínico dependiendo las condiciones del medio y el último teniendo un 5% de ácido extraído. A continuación, se muestra de manera detallada las formas de obtener el colorante de cada método:

➤ **Método para extracto alcohólico de cochinilla:**

Usado para tinturar alimentos como yogures, bebidas, jugos, entre otros; para extraer el colorante se utiliza carbonato de potasio o carbonato de sodio.

**Tabla 8-1:** Métodos para la obtención de extracto alcohólico

<b>Extracto Colorante</b>	<b>Metodología</b>
<b>Carbonato de potasio</b>	Se trabaja con agua, carbonato de potasio, alcohol y cochinilla. Se calienta la mezcla por 7 min y se reposa, después es decantado el líquido, filtrado y se mezcla con un jarabe hecho con azúcar y agua.
<b>Carbonato de sodio</b>	La solución acuosa de carbonato de sodio se le añade la cochinilla, de igual forma se calienta, pero por 15 min, se reposa, decanta y filtra la mezcla. Por último, se agrega alcohol etílico y se deja en reposo por una semana.

**Fuente:** (Rodríguez 2009, pp. 13-14).

**Realizado por:** Trujillo, María, 2021.

➤ **Métodos para extractos en cristales:**

Estos métodos se basan en su cristalización con la ayuda de una extracción acuosa de la cochinilla que un complejo metálico precipitado, entre los que tenemos:

**Tabla 9-1:** Métodos para extractos en cristales

<b>Métodos</b>	<b>Metodología</b>
<b>Japonés</b>	Se utiliza una autoclave a 150 °C y 10 lb de presión se calienta por 10 ml agua destilada, ácido tartárico, gelatina y cochinilla molida, después la solución se reposa, filtra y se destila hasta tener el extracto de ácido carmínico.
<b>Alemán</b>	Se agrega cochinilla a un recipiente con agua destilada y se calienta por 8 min, de la misma forma se reposa, decanta y filtra el líquido para después añadir la solución laqueada que es agua con sulfato doble de aluminio y potasio, se calienta por 8 min nuevamente y se deja reposar por 24 horas se vuelve a decantar y filtrar la laca.

**Fuente:** (Rodríguez 2009, p. 14).

**Realizado por:** Trujillo, María, 2021.

➤ **Métodos para extractos de carmín o laca de cochinilla:**

Para estos tenemos dos métodos el de Carré y el Inglés como se muestra a continuación.

**Tabla 10-1:** Métodos para extractos de carmín de cochinilla

<b>Métodos</b>	<b>Metodología</b>
<b>Carré</b>	Se calienta agua destilada, carbonato de sodio, ácido cítrico y cochinilla molida por 8 min, al igual que todos los procesos anteriores se reposa, decanta y filtra. Se agrega la solución laqueada y se calienta por unos 8 min, se decanta el líquido sedimentado, se filtra y se tiene un colorante rojo intenso
<b>Inglés</b>	Se hace la misma solución y proceso que el método anterior, pero se agrega gelatina y se deja reposar por 24 horas para que la laca se sedimente; se decanta y filtra el líquido y queda un colorante de color violeta.

**Fuente:** (Rodríguez 2009, pp. 14-15)

**Realizado por:** Trujillo, María, 2021.

Según (Rodríguez 2009), el método que cumple con las normas de calidad para tintes orgánicos es el de la extracción de colorante con carbonato de potasio, al igual que tiene un buen rendimiento como se muestra en la siguiente figura.

**Tabla 11-1:** Cantidad de colorante extraída por metodología

<b>Método</b>	<b>R1 (ml)</b>	<b>R2 (ml)</b>	<b>R3 (ml)</b>	<b>R4 (ml)</b>	<b>R5 (ml)</b>	<b>Promedio (ml)</b>	<b>Total (ml)</b>
Carbonato de Potasio	50	40	45	38	40	43	300
Carbonato de Sodio	60	50	43	42	40	47	213
Método Japonés	38	35	36	33	40	36	235
Método Alemán	36	36	34	38	37	36	182
Método de carré	39	43	40	49	44	43	181
Método Inglés	39	41	45	47	47	44	215

**Fuente:** (Rodríguez 2009, p. 32).

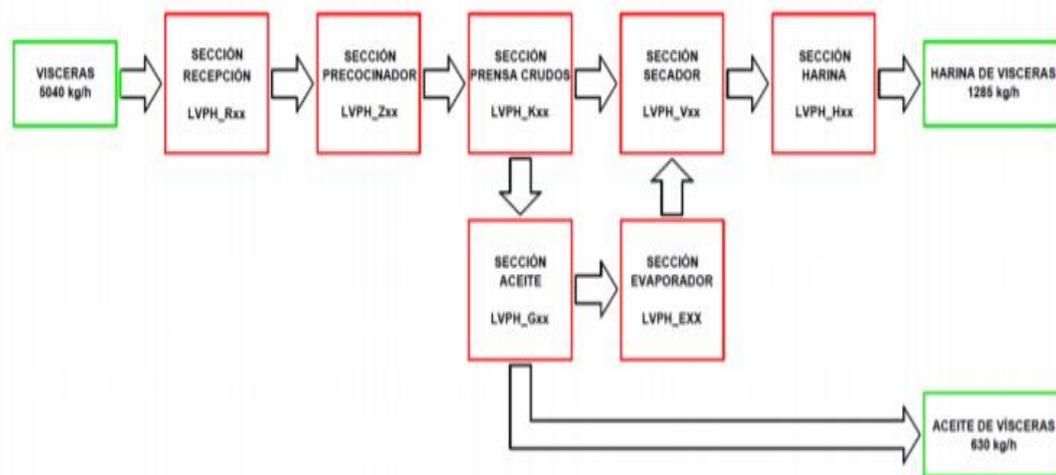
### 1.2.6. Método por vía húmeda

#### 1.2.6.1. Definición

Este método se basa básicamente en administrar a la materia prima vapor suministrado por un pre-cocinador o digestor, lo que a su vez ayuda a la esterilización de la materia prima (Fimaco 2020). En el procesado para la obtención de harina de vísceras este proceso es el más usado ya que es económico, rápido y reflejan buenos resultados para separar la harina de la grasa que contiene, menor energía utilizada, un mejor aprovechamiento de las proteínas, entre otros (Parzanese 2018, p.13).

#### 1.2.6.2. Proceso por vía húmeda para la elaboración de harinas de subproductos

El proceso inicia con la recepción de la materia prima, pasa por un pre-cocinador por un tiempo estimado de 15 a 20 min a una temperatura de 90 a 100 °C, para de esta forma coagular proteínas, eliminar las impurezas, la carga bacteriana y quitar los lípidos contenidos. Después se realiza el prensado de forma mecánica para eliminar el agua y aceite de los sólidos, este residuo compuesto de agua, aceite y sólidos se somete al equipo de tridecanter o centrifugador para separar cada uno de los componentes, en la planta evaporadora se da la recuperación de sólidos y en el secado se elimina la humedad, para luego pasar a la molturación y por último ser empacado (Strack, Cobre y Brun 2020, p. 16-18).



**Gráfico 3-1:** Diagrama de flujo del método por vía húmeda

Fuente: (Strack, Cobre y Brun 2020, p 18).

### ***1.2.7. Método por vía seca***

#### ***1.2.7.1. Definición***

En el procesamiento de harinas de subproductos de origen animal por vía seca la materia prima ingresa en el digestor o batch continuo hasta que el agua se evapora casi en su totalidad, además se realiza procesos de prensado y centrifugado al material sólido hasta obtener la harina deseada (Fimaco 2020). Este es uno de los métodos más utilizados en la industria ya que su manejo es fácil sin embargo el consumo energético es mayor que el de vía húmeda, presenta inconvenientes al separar la grasa de los sólidos, etc. (Torres 2013, p 1). Los rangos de temperatura que se utilizan en el proceso son los siguientes:

- **En batch:**

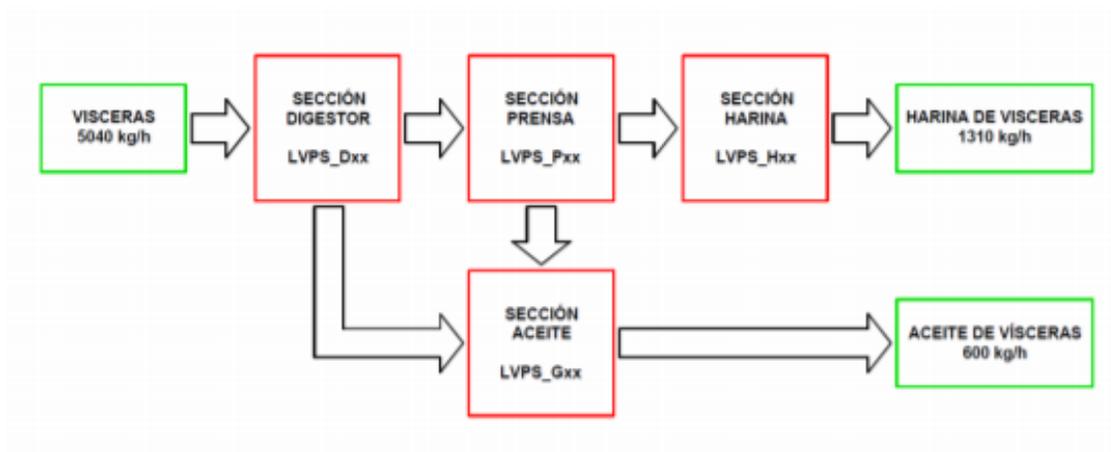
Temperatura salida producto: Harina carne y Hueso 230-245°F (110-118°C) estas condiciones dependen de la granulometría, harina de pollo 220-230°F (105-110°C), harina de pescado 215-230°F (102-110°C) (Torres 2013, p 1).

- **En cooker continuo:**

Temperatura salida producto: Harina carne y hueso 250-270 (120-132°C), harina de pollo 220-235°F (105-112°C), harina de pescado 215-230°F (102-110°C) (Torres 2013, p 1).

#### ***1.2.7.2. Proceso por vía seca para la elaboración de harinas de subproductos***

Al igual que el método por vía húmeda se receipta la materia prima para posteriormente pasar al digestor donde se cocinan por un tiempo de 2 a 3 horas con una presión atmosférica hasta que la materia prima alcance unos 100 a 110 °C, una vez que sale de este equipo se separa el aceite de sólidos mediante un percolador e ingresa a la prensa para extraer la mayor cantidad de aceite de la harina, los líquidos del percolador y la prensa se llevan a un decanter centrífugo para separar cada uno de los componentes sólidos, líquidos y aceites. Finalmente, lo sólidos que se obtienen pasan a ser molidos de tal forma que quede un polvo homogéneo y se empaca (Strack, Cobre y Brun 2020, pp. 14-15).



**Gráfico 4-1:** Diagrama de flujo del método por vía seca

**Fuente:** (Strack, Cobre y Brun 2020, p 15).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Objetivos de la investigación

##### 2.1.1. *General*

Evaluar dos métodos a escala de laboratorio para la obtención de harina a partir de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) como un posible alimento rico en proteína.

##### 2.1.2. *Específicos*

- Obtener harina a base de la cochinilla por los métodos de vía seca y húmeda.
- Realizar mediante análisis la caracterización físico-química de la harina de cochinilla.
- Diseñar el proceso de elaboración de harina de cochinilla para la determinación del método más eficiente.

#### 2.2. Planteamiento de la hipótesis

##### 2.2.1. *Hipótesis general*

Utilizando dos métodos a nivel de laboratorio se podrá evaluar cuál es el adecuado para obtener harina a partir de cochinilla (*Dactylopius coccus*) como un posible alimento rico en proteína.

##### 2.2.2. *Hipótesis específicas*

- La obtención de la harina de cochinilla por vía seca ayudará aprovechar de mejor manera sus propiedades proteicas que el método por vía húmeda.
- Mediante los análisis físico- químicos será posible caracterizar la harina de cochinilla (*Dactylopius coccus*) que contenga alto contenido de proteína.
- Se espera alcanzar un rendimiento del proceso superior al 50% para de esta forma definir el método adecuado para la elaboración de harina de cochinilla.

### 2.3. Identificación de variables

**Tabla 12-2:** Identificación de variables

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Variables independientes</b>	<b>Variables dependientes</b>
Obtención de la harina mediante métodos por vía seca y húmeda	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cantidad de materia prima</li> <li>✓ Temperatura de cocción</li> <li>✓ Tiempo de cocción</li> <li>✓ Tiempo de extracción de grasa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cantidad de harina obtenida</li> <li>✓ Extracción de grasa</li> </ul>
Caracterización físico-química de la harina de cochinilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contenido de proteínas</li> <li>✓ Propiedades de la harina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proteínas</li> <li>✓ Humedad</li> <li>✓ Cenizas</li> <li>✓ Grasas</li> <li>✓ Fibra</li> </ul>
Determinación de la eficiencia de cada método	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempo de producción</li> <li>✓ Peso de la harina final</li> <li>✓ Peso de la harina inicial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rendimiento</li> </ul>

**Realizado por:** Trujillo, María, 2021.

## 2.4. Operacionalización de variables

**Tabla 13-2:** Operacionalización de variables

<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Categorización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de medición</b>
Cantidad	Independiente	Es una porción medible de materia utilizada.	-	Peso	Balanza analítica
Temperatura	Independiente	Magnitud que mide el nivel de calor o frío de un cuerpo o ambiente	Temperatura de cocción	Calor	Estufa de aire caliente Estufa eléctrica
Proteínas	Independiente	Moléculas compuestas por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos.	-	% de proteína	Materiales y reactivos de laboratorio.
Humedad	Dependiente	Contenido de agua que se encuentra presente en un cuerpo.	-	% de humedad	Balanza de humedad
Cenizas	Dependiente	Cantidad de residuo inorgánico que resulta de la calcinación del material orgánico	Temperatura de calcinación	Peso	Balanza analítica, mufla
Grasas	Dependiente	Nutrientes que se encuentran en los alimentos y dan energía	-	% de grasas	Equipo Soxhlet
Fibra	Dependiente	Nutriente presente en los	-	% de fibra	Materiales y

		alimentos, especialmente de origen vegetal			reactivos de laboratorio.
Rendimiento	Dependiente	Relación entre la cantidad inicial con la final para medir la eficiencia del proceso.	-	% de rendimiento	Balanza analítica, formula.

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

## 2.5. Matriz de consistencia

**Tabla 14-2:** Matriz de consistencia

<b>ASPECTOS GENERALES</b>				
<b>Problema General</b>		<b>Objetivo General</b>		<b>Hipótesis General</b>
Uno de los principales problemas en la actualidad que enfrenta el mundo es satisfacer la demanda de alimentos, especialmente las fuentes de proteínas de origen animal, debido al aumento de habitantes. Es por esto que se está optando por buscar fuentes alimenticias que supla las necesidades de la población como es los insectos que, al ser ricos en proteínas y nutrientes son un alimento alternativo a la ingesta de carne, además de ser menos contaminantes para el medio ambiente y son fáciles de criar.		Evaluar dos métodos a escala de laboratorio para la obtención de harina a partir de la cochinilla ( <i>Dactylopius coccus</i> ) como un posible suplemento proteico.		Utilizando dos métodos a nivel de laboratorio se podrá evaluar cuál es el adecuado para obtener harina a partir de cochinilla ( <i>Dactylopius coccus</i> ) como un posible alimento rico en proteína.
<b>ASPECTOS ESPECIFICOS</b>				
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>Variables</b>	<b>Técnicas</b>
No existe un método empleado por vía húmeda y seca para la obtención de harina de cochinilla	Obtener harina a base de la cochinilla aprovechando sus propiedades proteicas mediante métodos por vía seca y húmeda	La obtención de la harina de cochinilla por vía seca ayudará aprovechar de mejor manera sus propiedades proteicas que el método por vía húmeda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cantidad</li> <li>✓ Tiempo</li> <li>✓ Temperatura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Obtención de harina por vía húmeda</li> <li>✓ Obtención de harina por vía seca</li> <li>✓ Medición del tiempo de secado</li> </ul>

<p>¿La harina de cochinilla obtenida contiene el porcentaje de proteínas adecuado para ser un alimento con alto contenido de proteína?</p>	<p>Realizar mediante análisis la caracterización físico-química de la harina de cochinilla.</p>	<p>Mediante los análisis físico- químicos será posible caracterizar la harina de cochinilla (<i>Dactylopius coccus</i>) que contenga alto contenido de proteína.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proteínas</li> <li>✓ Humedad</li> <li>✓ Cenizas</li> <li>✓ Grasas</li> <li>✓ Fibra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Análisis físicos y químicos</li> </ul>
<p>Se desconoce si el método por vía húmeda y seca será efectivo para la obtención de harina de cochinilla</p>	<p>Diseñar el proceso de elaboración de harina de cochinilla para la determinación del método más eficiente.</p>	<p>Se espera alcanzar un rendimiento del proceso superior al 50% para de esta forma definir el método adecuado para la elaboración de harina de cochinilla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempo</li> <li>✓ Peso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Obtención del rendimiento de cada método.</li> </ul>

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

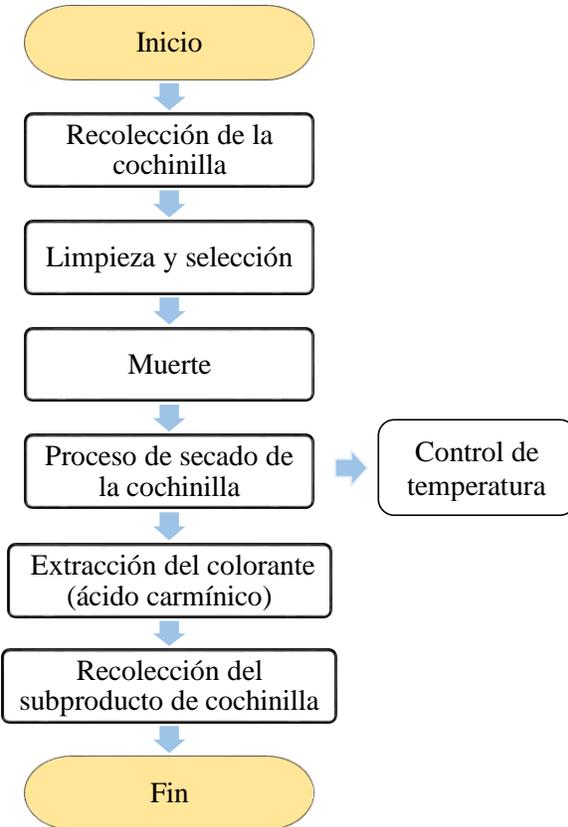
## **2.6. Tipo y diseño de la investigación**

### **2.6.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación del presente trabajo es de tipo aplicada ya que se basa en la obtención y análisis de la materia prima como es la cochinilla (*Dactylopius coccus*), mismos que permitirán la obtención de la harina de este insecto por medio de la evaluación de métodos para su elaboración, los cuales pueden servir en un futuro para posteriores investigaciones.

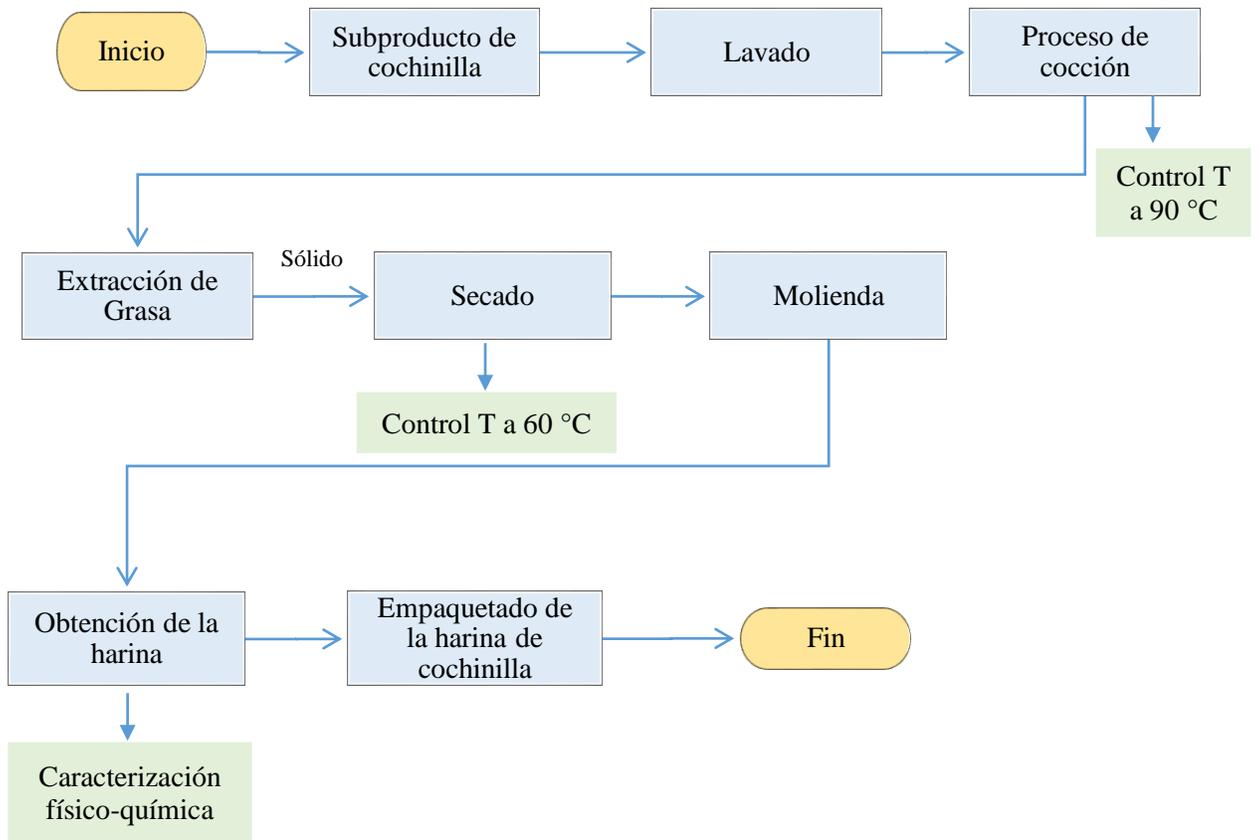
### **2.6.2. Diseño de la investigación**

El tipo de diseño de la investigación es experimental cuantitativa ya que para obtener la harina de cochinilla se deben realizar ciertos procedimientos y controlar variables como la temperatura, el tiempo, entre otros. Además, al tratarse de una evaluación de dos métodos se necesita controlar el proceso para determinar cuál es el adecuado y así mismo caracterizar el producto. En la figura se muestra de manera general el proceso de obtención de harina de cochinilla que se llevará a cabo en este trabajo de investigación:



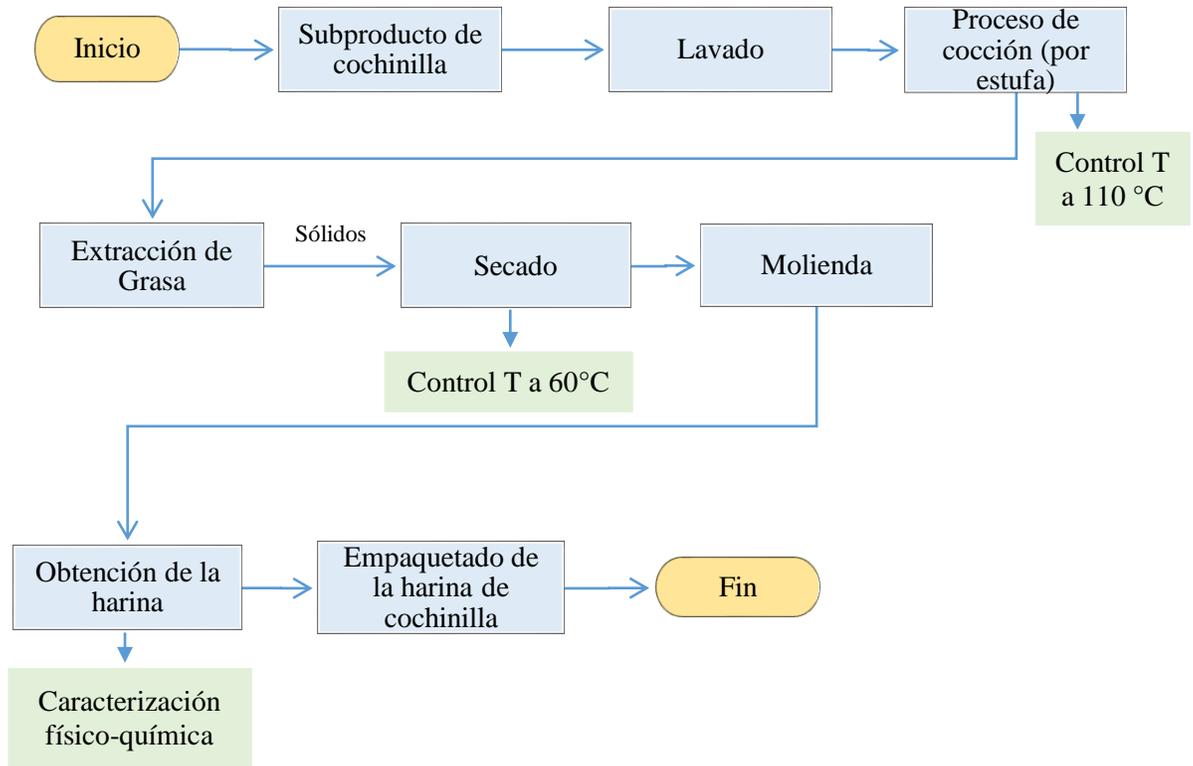
**Gráfico 5-2:** Diagrama de flujo de la recolección de materia prima y extracción del colorante

Realizado por: Trujillo, María, 2021.



**Gráfico 6-2:** Diagrama de flujo de la obtención de harina por vía húmeda a nivel de laboratorio

Realizado por: Trujillo, Marfa, 2021.



**Gráfico 7-2:** Diagrama de flujo de la obtención de harina por vía seca a nivel de laboratorio

Realizado por: Trujillo, Marfa, 2021.

#### 2.6.2.1. Descripción de materia prima, equipos, materiales y reactivos

Para esta investigación la materia prima como es la cochinilla se recolectó en el cantón Guano ubicado en la provincia de Chimborazo. Además, los equipos, materiales y reactivos de los cuales se hace uso en la la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo son proporcionados por los distintos laboratorios de la Facultad de Ciencia. A continuación, se detalla cada uno:

- **Equipos:**

- Balanza analítica
- Termo balanza
- Estufa
- Mufla

- Desecador
- Equipo soxhlet
- Molino

- **Materiales**

- Vasos de precipitación 250 ml, 1000 ml
- Probeta de 100 ml, 250 ml
- Vidrio reloj
- Espátula
- Reverbero
- Mortero y pistilo
- Crisoles
- Termómetro
- Papel aluminio
- Papel filtro

- **Reactivos**

- Agua destilada
- Alcohol al 96°
- Carbonato de potasio

## **2.7. Unidad de análisis**

La unidad de análisis de la presente investigación es la harina de cochinilla (*Dactylopius coccus*), que será obtenida por dos métodos para posteriormente realizar la caracterización físico-química y determinar la eficiencia de cada método.

## **2.8. Población de estudio**

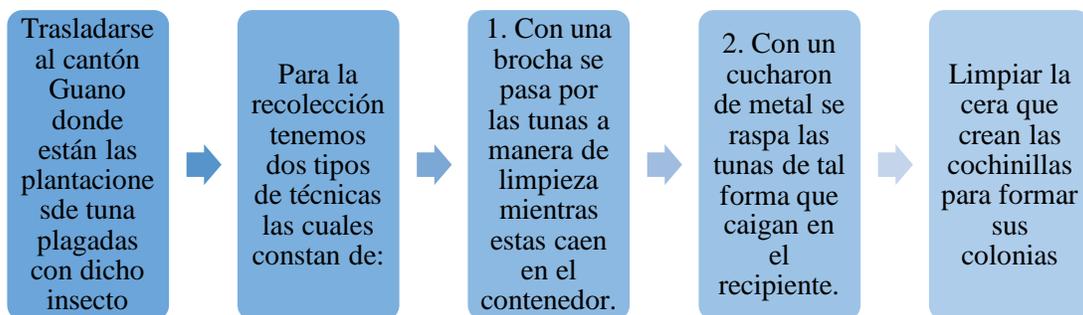
La población de estudio corresponderá a la materia prima como es la cochinilla (*Dactylopius coccus*), la cuál será obtenido de diferentes plantaciones de tunas del cantón Guano, para esto se necesita una recolección exhaustiva que me permita desarrollar los análisis de manera correcta.

## 2.9. Tamaño de muestra

Para la elección del tamaño de la muestra se tendrá en cuenta la cantidad necesaria de materia prima, con la cual podremos realizar los análisis con sus respectivas repeticiones y a su vez obtener una cantidad considerable de harina para esto se utilizará alrededor de 2 kg de cochinilla, considerando también las pérdidas por errores aleatorios.

## 2.10. Selección de muestra

Para la selección de la muestra de cochinilla se tendrá en cuenta algunos parámetros como es el tamaño de la cochinilla, su procedencia y tomando en cuenta su género (hembra). A continuación, se muestra el proceso de su recolección.



**Gráfico 8-2:** Recolección de la muestra de cochinilla

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

## 2.11. Técnicas de recolección de datos

### 2.11.1. Cochinilla

#### 2.11.1.1. Método para la extracción del colorante

**Tabla 15-2:** Método para la extracción de colorante de cochinilla

<b>EXTRACCIÓN DE COLORANTE CON CARBONATO DE POTASIO</b>	
<b>Reactivos</b>	<b>Materiales y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Agua destilada</li><li>▪ Carbonato de potasio</li><li>▪ Alcohol etílico al 96°</li><li>▪ Jarabe (mezcla de azúcar y agua)</li><li>▪ Cochinilla seca</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Probeta</li><li>▪ Vasos de precipitación</li><li>▪ Estufa</li><li>▪ Papel filtro</li><li>▪ Embudo Büchner</li><li>▪ Bomba al vacío</li></ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ En un vaso de precipitación se añade 15.62 ml de agua destilada, 0.17 g de carbonato de potasio, 9.37 ml de alcohol y 3.12 g de cochinilla.</li><li>➤ En una estufa eléctrica se calienta hasta ebullición por 7 min, se reposa por un tiempo.</li><li>➤ El líquido se filtra en una bomba al vacío.</li><li>➤ El extracto se mezcla al jarabe.</li></ul>	
<b>Fórmula para el cálculo</b>	
Se utiliza la operación de la regla de tres para obtener las proporciones adecuadas en base a la cantidad de cochinilla que se utiliza	

Fuente: (Rodríguez 2009).

#### 2.11.1.2. Método para la determinación del contenido de humedad

**Tabla 16-2:** Determinación del contenido de humedad

<b>MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD</b>	
<b>Sustancias</b>	<b>Materiales y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cochinilla bruta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Termo balanza</li></ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Encender la termo balanza.</li><li>➤ Colocar alrededor de 2 gramos de la cochinilla previamente pesado en la balanza analítica.</li><li>➤ Esperar el tiempo en el que el equipo se demora en obtener el porcentaje de humedad.</li><li>➤ Retirar el contenido y limpiar el equipo.</li></ul>	
<b>Fórmula para el cálculo</b>	
La termo balanza emite calor lo que hace que el agua contenida en la muestra se evapore y el equipo mida la humedad y a su vez el peso final de la muestra.	

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

2.11.1.3. Método para la determinación del contenido de grasas

**Tabla 17-2:** Determinación del contenido de grasa de la cochinilla bruta

<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA</b>	
<b>Reactivos y sustancias</b>	<b>Materiales y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cochinilla bruta</li> <li>▪ Alcohol etílico al 96%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Matraz de fondo plano</li> <li>▪ Extractor soxhlet</li> <li>▪ Mangueras</li> <li>▪ Estufa</li> <li>▪ Rotavapor</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pesar la muestra con el capuchón hecho con papel filtro y colocar en el sifón.</li> <li>➤ En el matraz de fondo plano añadir 130 ml de alcohol etílico (tomando en cuenta el tamaño del equipo).</li> <li>➤ Armar el equipo soxhlet con las mangueras unidas a una fuente de agua corriente para que el refrigerante funcione correctamente.</li> <li>➤ Prender la estufa y a su vez controlar la entrada y salida de agua, esto durante 3 horas.</li> <li>➤ Retirar el matraz con el contenido de grasa y alcohol, para llevarlo al rotavapor en donde se destila para recuperar el solvente y solo tener la grasa.</li> <li>➤ Finalmente se enfría y pesa.</li> </ul>	
<b>Fórmula para el cálculo</b>	
<p>La fórmula para determinar el porcentaje de grasa extraída es la siguiente:</p> $\%Ex. E = \frac{P1 - P}{m} * 100\%$ <p style="text-align: center;"><b>Ecuación 1-2.</b> Porcentaje de grasa</p> <p>Donde:</p> <p>%Ex.E= Porcentaje de grasa bruta.</p> <p>P1= Masa de balón más la grasa bruta extraída (gr).</p> <p>P= Masa de balón vacío (gr).</p> <p>m= Masa de la muestra (gr)</p>	

Fuente: (Ortega Cifuentes 2012).

2.11.1.4. Método para la determinación del contenido de cenizas

**Tabla 18-2:** Determinación del contenido de cenizas

<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS</b>	
<b>Sustancias</b>	<b>Materiales y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cochinilla bruta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crisoles</li> <li>▪ Mufla</li> <li>▪ Pinzas</li> <li>▪ Balanza analítica</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Colocar los crisoles limpios en la estufa a 120 °C por 30 minutos.</li> <li>➤ Poner en el desecador los crisoles hasta que se enfríen para posteriormente pesar junto con 1 gramos de muestra por cada repetición.</li> <li>➤ Con la mufla encendida a 550 °C se introducen las muestras con la ayuda de guantes y pinzas.</li> <li>➤ Se controla el peso de las muestras cada 2 horas hasta que alcance un peso constante.</li> </ul>	
<b>Fórmula para el cálculo</b>	
<p>La fórmula para determinar el porcentaje de cenizas es la siguiente:</p> $\%cenizas = \frac{mi - mc}{m} * 100\%$ <p style="text-align: center;"><b>Ecuación 2-2.</b> Porcentaje de cenizas de la muestra</p> <p>Donde:</p> <p>% cenizas= Porcentaje de cenizas de la muestra.</p> <p>mi= Peso de la muestra calcinada más peso del crisol.</p> <p>mc= Peso del crisol.</p> <p>m= Peso de la muestra.</p>	

**Fuente:** (Reyes 2017, pp. 117-118).

## 2.11.2. Harina de cochinilla

### 2.11.2.1. Método para extraer la grasa de los residuos de la cochinilla

**Tabla 19-2:** Extracción del contenido de grasa de los residuos de la cochinilla

<b>EXTRACCIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA</b>	
<b>Reactivos</b>	<b>Materiales y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cochinilla exhausta</li> <li>▪ Alcohol etílico al 96%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Matraz de fondo plano</li> <li>▪ Extractor soxhlet</li> <li>▪ Mangueras</li> <li>▪ Estufa</li> <li>▪ Rotavapor</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pesar 2 g con el capuchón hecho con papel filtro y colocar en el sifón.</li> <li>➤ En el matraz de fondo plano añadir 50 ml de alcohol etílico (tomando en cuenta el tamaño del equipo).</li> <li>➤ Armar el equipo soxhlet con las mangueras unidas a una fuente de agua corriente para que el refrigerante funcione correctamente.</li> <li>➤ Prender la estufa y a su vez controlar la entrada y salida de agua, esto durante 3 horas.</li> <li>➤ Retirar el matraz con el contenido de grasa y alcohol, para llevarlo al rotavapor en donde se destila para recuperar el solvente y solo tener la grasa.</li> <li>➤ Finalmente se enfría y pesa.</li> </ul>	
<b>Fórmula para el cálculo</b>	
<p>La fórmula para determinar el porcentaje de grasa extraída es la siguiente:</p> $\%Ex. E = \frac{P1 - P}{m} * 100\%$ <p style="text-align: center;"><b>Ecuación 3-2.</b> Porcentaje de grasa</p> <p>Donde:</p> <p>%Ex. E= Porcentaje de grasa bruta.</p> <p>P1= Masa de balón más la grasa bruta extraída (gr).</p> <p>P= Masa de balón vacío (gr).</p> <p>m= Masa de la muestra (gr)</p>	

Fuente: (Ortega Cifuentes 2012)

2.11.2.2. Método para determinar el contenido de cenizas

**Tabla 20-2:** Determinación del contenido de cenizas

<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS</b>	
<b>Sustancias</b>	<b>Materiales y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Harina de cochinilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crisoles</li> <li>▪ Mufla</li> <li>▪ Pinzas</li> <li>▪ Balanza analítica</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Colocar los crisoles limpios en la estufa a 120 °C por 30 minutos.</li> <li>➤ Poner en el desecador los crisoles hasta que se enfríen para posteriormente pesar junto con 1 gramos de muestra por cada repetición.</li> <li>➤ Con la mufla encendida a 550 °C se introducen las muestras con la ayuda de guantes y pinzas.</li> <li>➤ Se controla el peso de las muestras cada 2 horas hasta que alcance un peso constante.</li> </ul>	
<b>Fórmula para el cálculo</b>	
<p>La fórmula para determinar el porcentaje de cenizas es la siguiente:</p> $\%cenizas = \frac{mi - mc}{m} * 100\%$ <p>Donde:</p> <p>% cenizas= Porcentaje de cenizas de la muestra.</p> <p>mi= Peso de la muestra calcinada más peso del crisol.</p> <p>mc= Peso del crisol.</p> <p>m= Peso de la muestra.</p>	

**Fuente:** (Reyes 2017, pp. 117-118).

### 2.11.2.3. Método para la determinación del contenido de humedad

**Tabla 21-2:** Determinación del contenido de humedad

<b>MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD</b>	
<b>Sustancias</b>	<b>Materiales y Equipos</b>
▪ Harina de cochinilla	▪ Termo balanza
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Encender la termo balanza.</li><li>➤ Colocar alrededor de 2 gramos de la harina de cochinilla previamente pesado en la balanza analítica.</li><li>➤ Esperar el tiempo en el que el equipo se demora en obtener el porcentaje de humedad.</li><li>➤ Retirar el contenido y limpiar el equipo.</li></ul>	
<b>Fórmula para el cálculo</b>	
La termo balanza emite calor lo que hace que el agua contenida en la muestra se evapore y el equipo mida la humedad y a su vez el peso final de la muestra.	

**Realizado por:** Trujillo, María, 2021.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Datos

##### 3.1.1. *Obtención, limpieza, muerte, secado y conservación de la materia prima.*

La materia prima como es la cochinilla (*Dactilopius Coccus*) fue recolectada de forma manual el 08 de junio y 11 de julio del 2021 en el barrio Santa Teresita y el sector Alacao, cantón Guano, provincia de Chimborazo; para posteriormente eliminar los espinos, la cera que contienen estos insectos e impurezas con la ayuda de mallas de diferentes tamaños, teniendo de esta manera un total de 1342.35 g. La muerte de los mismos se dio por asfixia en bandejas metálicas con una funda negra completamente sellada alrededor de 12 horas. Después se procede a la deshidratación de la cochinilla ya que contiene grandes cantidades de agua y se conserva en frascos de vidrio.

##### 3.1.1.1. *Deshidratación de cochinilla bruta*

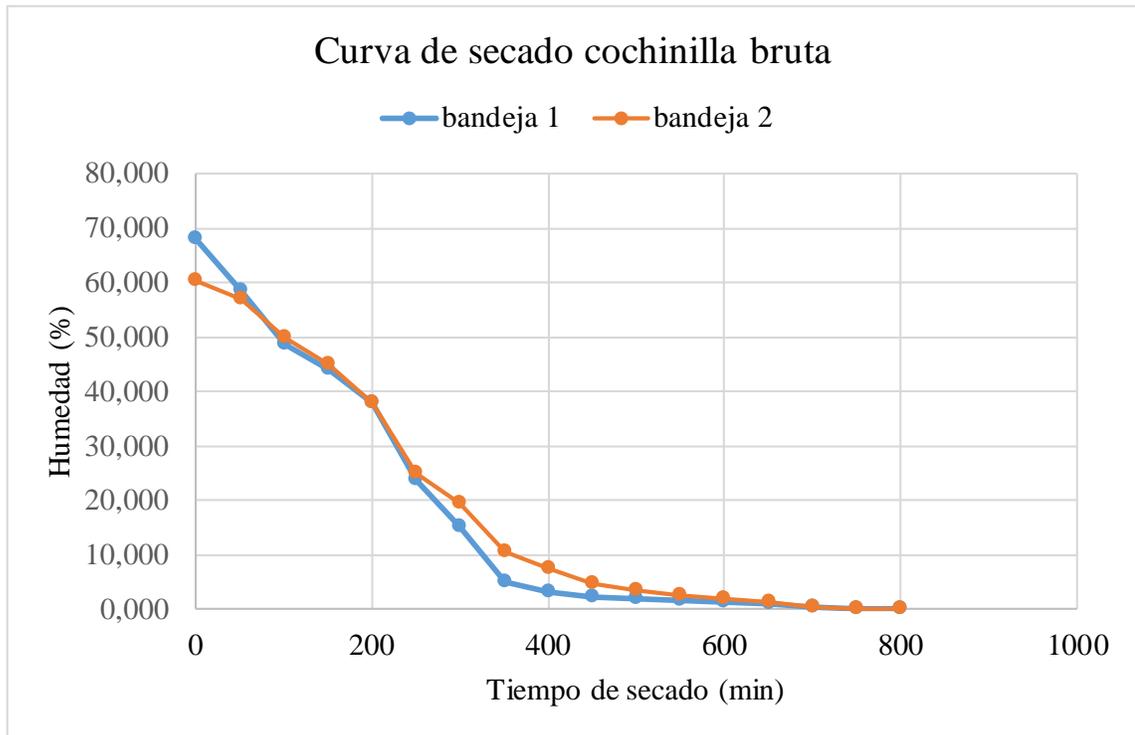
En el secado de la cochinilla bruta se mantuvo una temperatura de 60 °C en la estufa de aire caliente durante 800 min lo que da un tiempo de 13 horas aproximadamente y se pesó las bandejas cada 50 min hasta obtener un peso constante de la cochinilla, misma que se refleja en la tabla siguiente con su curva de secado respectiva.

**Tabla 22-2:** Deshidratación de cochinilla bruta

Tiempo (min)	Pesos muestras de cochinilla (g)		Humedad bandeja 1 (%)	Humedad bandeja 2 (%)
	bandeja cochinilla 1	bandeja cochinilla 2		
0	5,001	5,006	68,026	60,547
50	3,867	4,602	58,650	57,084
100	3,12	3,936	48,750	49,822
150	2,857	3,596	44,032	45,078
200	2,576	3,189	37,927	38,068
250	2,103	2,64	23,966	25,189
300	1,883	2,456	15,082	19,585

350	1,685	2,211	5,104	10,674
400	1,654	2,132	3,325	7,364
450	1,638	2,07	2,381	4,589
500	1,629	2,05	1,842	3,659
550	1,626	2,026	1,661	2,517
600	1,619	2,013	1,235	1,888
650	1,614	2,002	0,929	1,349
700	1,604	1,986	0,312	0,554
750	1,599	1,975	0,000	0,000
800	1,599	1,975	0,000	0,000

Realizado por: Trujillo, María, 2021.



**Gráfico 9-3:** Curva de secado

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

### 3.1.2. Caracterización fisicoquímica de la cochinilla bruta

A la cochinilla bruta se realizó 3 repeticiones por cada una de las pruebas fisicoquímicas y se calculó el promedio de estos.

#### 3.1.2.1. Determinación de humedad

Para la determinación de humedad se tomaron 2 g de muestra de cochinilla bruta por cada repetición, pasándola al equipo llamado termo balanza a una temperatura de 120 °C y tomando el tiempo en el que se demora el equipo en calcular la humedad presente en la muestra, de esta forma a cada una de las muestras obteniendo un promedio, como se ve en la siguiente tabla.

**Tabla 23-3:** Determinación de humedad de cochinilla bruta

<b>Cochinilla Bruta</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Promedio</b>
Repetición 1	68,026	19:30	63,384
Repetición 2	60,547	16:26	
Repetición 3	61,58	39:06	

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

#### 3.1.2.2. Determinación de grasas

Para la determinación de grasas se toma la muestra seca por lo que se lleva a secado, de acuerdo el peso de la muestra se puede hacer una relación para cargar el equipo de acuerdo a la técnica basada para esta investigación, realizando 3 repeticiones.

**Tabla 24-3:** Determinación de grasas de cochinilla bruta

<b>Cochinilla Bruta</b>	<b>Porcentaje de grasa (%)</b>	<b>Promedio</b>
Repetición 1	9,784	10,223
Repetición 2	12,236	
Repetición 3	8,649	

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

### 3.1.2.3. Determinación de cenizas

Para la determinación de cenizas se tomaron 2 g de muestra por cada repetición, los cuales fueron llevados a la mufla a una temperatura de 550 °C hasta obtener un peso constante, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 25-3:** Determinación de cenizas de cochinilla bruta

Cochinilla Bruta	Porcentaje de cenizas (%)	Promedio
Repetición 1	2,142	2,321
Repetición 2	2,216	
Repetición 3	2,605	

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

### 3.1.3. Datos para la extracción de colorante de cochinilla

Para obtener las cantidades adecuadas de reactivos en la extracción del colorante se utilizó la metodología descrita en la tabla 11-2 y posteriormente se realizaron las relaciones correspondientes, como se ve en la siguiente tabla. Las muestras por el método por vía seca son representadas con la letra s y el método por vía húmeda con la letra h, de los cuales después de la extracción de colorante el subproducto se dividió tanto para él un método como para el otro.

**Tabla 26-3:** Datos para la extracción de colorante de cochinilla

Muestras	Peso materia prima inicial (g)	Carbonato de potasio (g)	Etanol (ml)	Agua destilada (ml)	Peso subproducto de cochinilla húmeda (g)
Muestra 1 vía seca y húmeda	30	1,63	90	150	20,482
Muestra 2 vía seca y húmeda	30	1,63	90	150	21,245
Muestra 3 vía seca y húmeda	201,498	10,979	605,139	1008,781	196,007
Muestra 4 vía seca y húmeda	166,406	9,067	499,751	833,097	158,596

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

### 3.1.4. Datos para la obtención de harina de los residuos de la cochinilla mediante métodos por vía seca y húmeda

Se realizaron varias experimentaciones con distintos pesos para obtener la harina de la cochinilla tanto con el método por vía seca y húmeda, datos que se detallan a continuación.

#### 3.1.4.1. Datos para la obtención de la harina de los residuos de la cochinilla mediante el método por vía seca

En la cocción por el método por vía seca las muestras después de ser extraídas se someten a un proceso de cocción a una temperatura de 110 °C de 2 a 3 horas para que se dé una pérdida de humedad entre el 60 y 70 % y posteriormente llevarlo al proceso de extracción de grasa utilizando el equipo soxhlet colocando el volumen de etanol de acuerdo al peso de la muestra que ingresa al equipo y por último para determinar el contenido de grasa extraído se ingresó al rotavapor el contenido de alcohol mezclado con la grasa, teniendo los datos que se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla 27-3:** Datos para la obtención de harina de los residuos de cochinilla por el método vía seca

<b>Muestras</b>	<b>Peso después de la cocción (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Peso muestra con capuchón (g)</b>	<b>Volumen etanol (ml)</b>	<b>Peso balón vacío (g)</b>	<b>Peso balón con grasa (g)</b>	<b>Peso residuos secos (g)</b>
Muestra 1s	4,506	6,796	4,316	100	304,13	304,63	4
Muestra 2s	2,633	5,921	2,121	50	304,13	304,55	2,025
Muestra 3s	30,25	7,236	24,70	250	287,14	291,15	20,012
Muestra 4s	40,26	6,235	34,809	250	287,14	292,27	30,96

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

#### 3.1.4.2. Datos para la obtención de la harina de los residuos de la cochinilla mediante el método por vía húmeda

En la cocción por el método por vía húmeda los residuos se someten a un proceso de cocinado con 200 ml de agua destilada a una temperatura de 90 °C por alrededor de unos 20 min, para después llevarlo a un proceso de filtrado y pre secado. Una vez esto al igual que se hizo con las muestras por vía seca, se lleva al equipo para extraer la grasa de los residuos de la cochinilla, datos que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 28-3:** Datos para la obtención de harina de los residuos de cochinilla por el método vía húmeda

<b>Muestras</b>	<b>Peso después de la cocción (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Peso muestra con capuchón (g)</b>	<b>Volumen etanol (ml)</b>	<b>Peso balón vacío (g)</b>	<b>Peso balón con grasa (g)</b>	<b>Peso residuos secos (g)</b>
Muestra 1h	10,546	62,581	9,967	120	304,13	304,70	4,865
Muestra 2h	8,463	61,481	8,082	120	304,13	304,63	3,265
Muestra 3h	88,124	68,338	87,75	350	304,13	305,45	25,38
Muestra 4h	58,145	65,564	57,271	350	287,14	289,36	15,90

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

### **3.1.5. Datos para la obtención del rendimiento de la harina de cochinilla mediante métodos por vía seca y húmeda**

Para obtener el rendimiento de la harina producida se tomó el peso de los residuos después de la cocción y el peso de la harina de cochinilla, como se ve en las tablas siguientes.

#### **3.1.5.1. Datos obtenidos mediante el método por vía seca**

**Tabla 29-3:** Datos de los pesos obtenidos mediante el método por vía seca

<b>Muestras</b>	<b>Peso después de la cocción (g)</b>	<b>Peso harina de cochinilla (g)</b>
Muestra 1s	4,506	3,256
Muestra 2s	2,633	1,354
Muestra 3s	30,25	19,699
Muestra 4s	40,26	25,265

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

### 3.1.5.2. Datos obtenidos mediante el método por vía húmeda

**Tabla 30-3:** Datos de los pesos obtenidos mediante el método por vía húmeda

Muestras	Peso después de la cocción (g)	Peso harina de cochinilla (g)
Muestra 1h	10,546	2,714
Muestra 2h	8,463	2,014
Muestra 3h	88,124	17,598
Muestra 4h	58,145	10,034

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

## 3.2. Cálculos

### 3.2.1. Cálculos de la cochinilla

#### 3.2.1.1. Cálculo del rendimiento de la extracción de colorante de cochinilla

Para obtener el rendimiento de la extracción del colorante se tomó el peso subproducto de cochinilla y el peso inicial de la materia prima para cada una de las muestras, utilizando la siguiente ecuación.

$$\%Rendimiento = \frac{\text{Peso subproducto cochinilla}}{\text{Peso inicial materia prima}} * 100 \%$$

**Ecuación 5-3.** Rendimiento extracción colorante

$$\%Rendimiento = \frac{20,482 \text{ g}}{30 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\%Rendimiento = 68,273 \%$$

### 3.2.2. Cálculos para la obtención de harina de cochinilla

#### 3.2.2.1. Cálculo porcentaje de grasa extraído de los residuos de cochinilla por el método vía seca

$$\%Ex. E = \frac{P1 - P}{m} * 100\%$$

$$\%Ex. E = \frac{304,63 \text{ g} - 304,13 \text{ g}}{4,316 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%Ex. E = 11,585 \%$$

3.2.2.2. *Cálculo porcentaje de rendimiento de la extracción de grasa de los residuos de la cochinilla por el método vía seca*

$$\%Rendimiento = \frac{\text{Peso residuos secos}}{\text{Peso muestra del capuchón}} * 100 \%$$

**Ecuación 6-3.** Rendimiento de la extracción de aceite

$$\%Rendimiento = \frac{4 \text{ g}}{4,316 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\%Rendimiento = 92,678\%$$

3.2.2.3. *Cálculo porcentaje de grasa extraído de los residuos de cochinilla por el método vía húmeda*

$$\%Ex. E = \frac{P1 - P}{m} * 100\%$$

$$\%Ex. E = \frac{304,70 - 304,13}{9,967} * 100\%$$

$$\%Ex. E = 5,718 \%$$

3.2.2.4. *Cálculo porcentaje de rendimiento de la extracción de grasa de los residuos de la cochinilla por el método vía húmeda*

$$\%Rendimiento = \frac{\text{Peso residuos secos}}{\text{Peso muestra del capuchón}} * 100 \%$$

$$\%Rendimiento = \frac{4,865}{9,967} * 100 \%$$

$$\%Rendimiento = 48,811 \%$$

### 3.2.3. Cálculos para la obtención del rendimiento del proceso de la harina de cochinilla

#### 3.2.3.1. Cálculo del porcentaje de rendimiento mediante el método por vía seca

$$\%Rendimiento = \frac{\text{Peso harina de cochinilla}}{\text{Peso después de cocción}} * 100 \%$$

**Ecuación 7-3.** Rendimiento del producto final

$$\%Rendimiento = \frac{3,256}{4,506} * 100 \%$$

$$\%Rendimiento = 72,259 \%$$

#### 3.2.3.2. Cálculo del porcentaje de rendimiento mediante el método por vía húmeda

$$\%Rendimiento = \frac{\text{Peso harina de cochinilla}}{\text{Peso después de cocción}} * 100 \%$$

**Ecuación 7-3.** Rendimiento del producto final

$$\%Rendimiento = \frac{2,714}{10,546} * 100 \%$$

$$\%Rendimiento = 25,735 \%$$

## 3.3. Resultados

### 3.3.1. Resultados de la caracterización y extracción de colorante de la cochinilla bruta

#### 3.3.1.1. Resultados de la caracterización de la cochinilla bruta

De cada repetición hecha se muestra a continuación de manera general el promedio en cada prueba realizada a la materia prima de humedad, grasa y cenizas.

**Tabla 31-3:** Caracterización de la materia prima

<b>Composición</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Datos bibliográficos (%)</b>
Humedad	63,384	10-20
Grasa	10,223	6-10
Cenizas	2,321	5

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

En base a los resultados obtenidos se observa que la humedad se encuentra fuera de los valores de la investigación bibliográfica esto debido a que la cochinilla tiene gran cantidad de agua contenida y la humedad se tomó de las muestras sin haberlas llevado a un proceso de secado, es por esto que Ortega Cifuentes (2012) compara los datos bibliográficos con los resultados de las muestras secadas previamente. Con lo que respecta a la grasa y cenizas están dentro de los valores investigados en bibliografía.

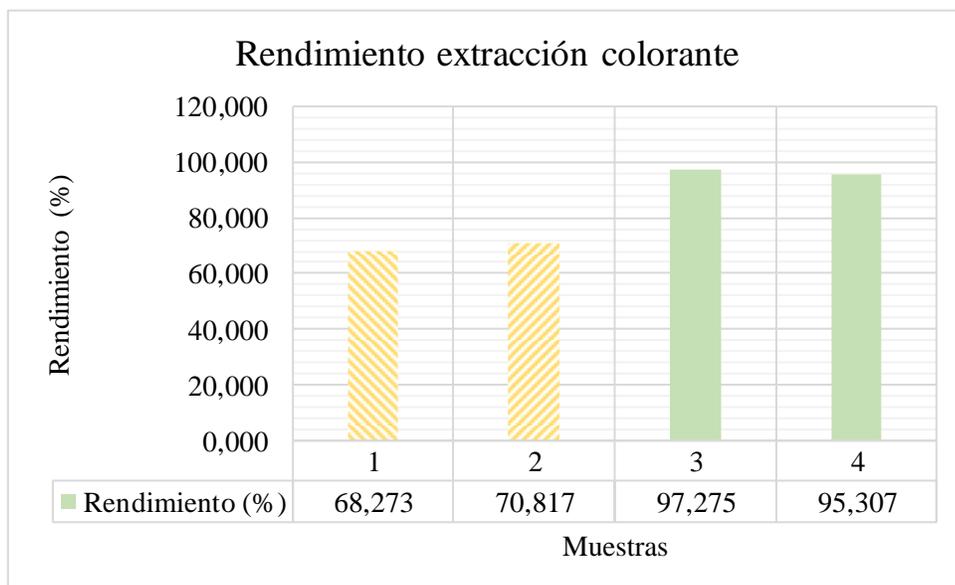
#### *3.3.1.2. Resultados del rendimiento de la extracción de colorante de cochinilla*

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de rendimiento de la técnica utilizada para extraer el colorante de cochinilla.

**Tabla 32-3:** Rendimiento de la extracción de colorante de cochinilla

<b>Muestras</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
Muestra 1	68,273
Muestra 2	70,817
Muestra 3	97,275
Muestra 4	95,307

Realizado por: Trujillo, María, 2021.



**Gráfico 10-3:** Rendimiento del proceso de extracción de colorante

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

Como se puede ver en el gráfico 2-3 las muestras 1 y 2 tienen un porcentaje de rendimiento menor a las muestras 3 y 4, esto se dio debido a que las dos primeras fueron filtradas directamente en una bomba al vacío teniendo pérdidas en los residuos de la materia prima, en cambio las dos muestras restantes fueron previamente filtradas con tela de lino lo que facilitaba el proceso de la filtración para posteriormente llevarlas a un filtrado al vacío con esto las pérdidas fueron menores, así como también se optimizó tiempo. El método por el cual se optó fue una extracción alcohólica con carbonato de potasio ya que basándonos en los resultados de Rodríguez (2009) con su trabajo de titulación "Evaluación de seis métodos para la extracción de ácido carmínico obtenida a partir de cochinilla (*Dactylopius coccus costa*) según condiciones de laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala" es el método con mayor efectividad para extraer el ácido carmínico de la cochinilla y además de que a comparación de otros métodos este utiliza menos reactivos que son fáciles de encontrar, su extracción requiere menor tiempo y arroja rendimientos buenos sin grandes pérdidas de residuos.

### 3.3.2. *Resultados de extracción de grasa de la cochinilla y rendimiento para la obtención de harina*

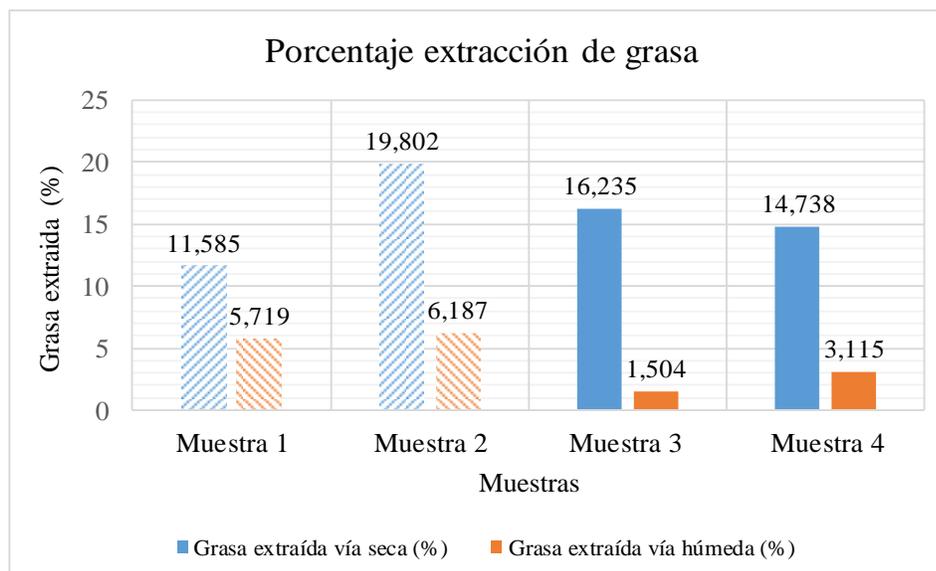
En los siguientes apartados se muestra los resultados del proceso de extracción de grasa con la muestra seca y con la húmeda, así como sus respectivos rendimientos de cada proceso, como se ve en la tabla.

3.3.2.1. Resultados del proceso de extracción de grasa de la cochinilla mediante el método por vía seca y vía húmeda

**Tabla 33-3:** Resultados extracción de grasa mediante el método por vía seca y vía húmeda

Muestras	Grasa extraída vía seca (%)	Grasa extraída vía húmeda (%)
Muestra 1	11,585	5,719
Muestra 2	19,802	6,187
Muestra 3	16,235	1,504
Muestra 4	14,738	3,115

Realizado por: Trujillo, María, 2021.



**Gráfico 11-3:** Resultados del proceso de extracción de grasa mediante las dos vías

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

Los resultados como se muestra en la tabla 29-3, indica que los porcentajes de grasa extraídos en el método por vía seca son mayores que en el método por vía húmeda esto debido a que la muestra del primer método mencionado entró al equipo seca y de acuerdo a BUCHI (2021) la muestra se debe encontrar deshidratada para que las trazas de humedad no afecten en la disolución de la grasa con el solvente y también si la muestra presenta una humedad considerable requiere de mayor tiempo de extracción, por este motivo se puede decir que al introducir la muestra sin haber realizado un secado previo el porcentaje de grasa extraída no fue alto, al igual que el tiempo de extracción influyó en estos resultados porque para los dos métodos se utilizó un tiempo de 3 horas. Sin embargo, como se

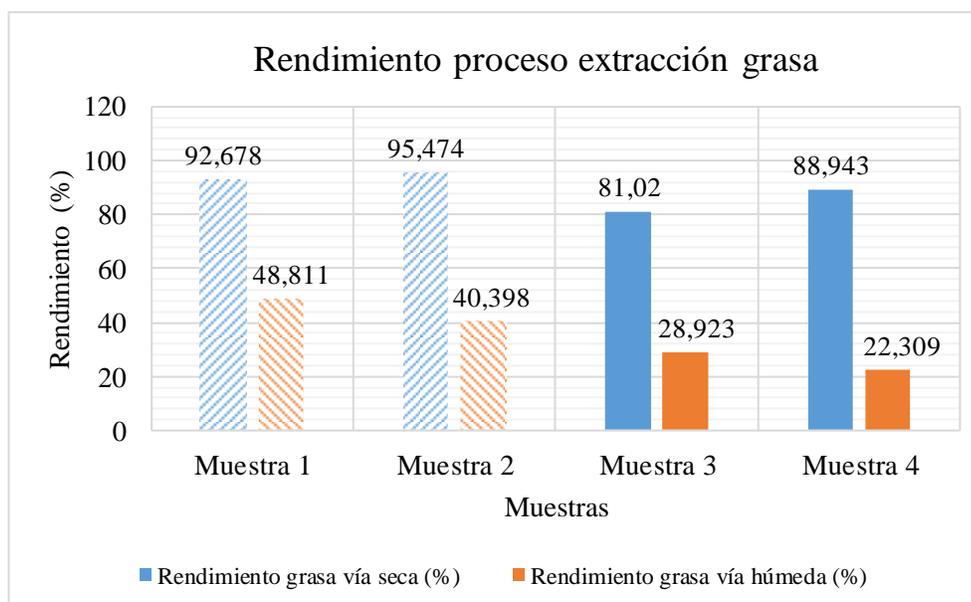
aprecia en el gráfico superior para la muestra 1 y 2 por vía húmeda se realizó un pre-secado de los residuos y como consecuencia hubo mayor cantidad de grasa extraída que en las muestras 3 y 4 por vía húmeda donde no se efectuó el pre-secado.

3.3.2.2. *Resultados del rendimiento del proceso de extracción de grasa de la cochinita mediante el método por vía seca y vía húmeda*

**Tabla 34-3:** Rendimiento de extracción de grasa por el método vía seca y vía húmeda

Muestras	Rendimiento grasa vía seca (%)	Rendimiento grasa vía húmeda (%)
Muestra 1	92,678	48,811
Muestra 2	95,474	40,398
Muestra 3	81,020	28,923
Muestra 4	88,943	22,309

Realizado por: Trujillo, María, 2021.



**Gráfico 12-3:** Rendimiento del proceso de extracción de grasa

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

El proceso de extracción de grasa con el equipo soxhlet arrojó mejores resultados cuando la muestra se ingresa seca rondando rendimientos entre el 80 al 95%, mientras que cuando la muestra está húmeda y no se realiza un pre-secado previo se tiene valores entre 20 y 30%, estos resultados difieren

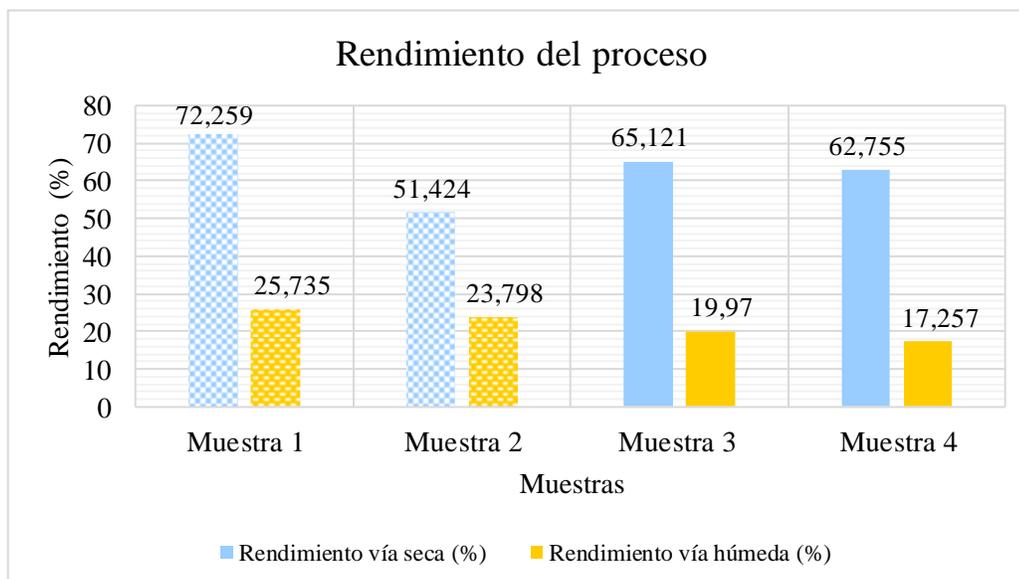
con lo expuesto en la revisión de la literatura científica puesto que los autores afirman que el método por vía seca presenta inconvenientes al separar la grasa de los sólidos. Además, como se puede verificar en el gráfico 4-3 las muestras 1 y 2 por vía húmeda tienen rendimientos superiores a las muestras restantes, esto ya que el hacer un pre-secado facilita la manipulación de los residuos de cochinilla ocasionando que no se den pérdidas significativas de la materia, del mismo modo, como las muestras 3 y 4 por vía húmeda presentaron porcentajes de humedad mayores del 65% antes de ingresar al equipo, cuando se sometieron al secado después de la extracción de grasa su peso se redujo pasando de 87,75 g y 71,271 g a 25,38 g y 15,9 g respectivamente, en cambio las dos primeras muestras no sufrieron una pérdida mayor que de entre 5 a 6 gr de su peso inicial porque al someterse al proceso de extracción estas no se encontraban completamente húmedas por esta razón al llevarlas al secado su peso no disminuyó sustancialmente.

### 3.3.3. *Resultados del rendimiento de los dos procesos aplicados para la obtención de la harina de cochinilla*

**Tabla 35-3:** Rendimiento proceso de obtención de harina por el método vía seca y vía húmeda

<b>Muestras</b>	<b>Rendimiento harina vía seca (%)</b>	<b>Rendimiento harina vía húmeda (%)</b>
Muestra 1	72,259	25,735
Muestra 2	51,424	23,798
Muestra 3	65,121	19,970
Muestra 4	62,755	17,257

Realizado por: Trujillo, María, 2021.



**Gráfico 13-3:** Rendimiento proceso de obtención de harina por medio de vía seca y húmeda

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

Con los rendimientos del proceso se puede ver que el método por vía seca para la producción de harina de cochinilla es el óptimo en comparación del método por vía húmeda que presenta porcentajes bajos en su rendimiento. Estos resultados difieren a los encontrados en estudios previos ya que según Torres (2013) en su investigación "Procesamiento en vía húmeda de subproductos de origen animal. Una alternativa para productos de mejor calidad" el método por vía húmeda es más efectivo, además de ser económico y rápido. Sin embargo, al no contar con la suficiente información sobre la producción de harinas de insectos por estos métodos la metodología basada para este trabajo de titulación fue adaptada a nivel de laboratorio en base a los métodos por vía seca y húmeda para el procesamiento de harinas de subproductos de animales por tal motivo al tratarse de la obtención de harina proveniente de un insecto el método idóneo es por vía seca.

### 3.3.4. Resultados de la caracterización de la harina de cochinilla

Se realizó la caracterización de la harina de cochinilla obtenida tanto para el método por vía seca como para el método por vía húmeda, para la humedad se utilizó la termo balanza a una temperatura de 120 °C para posteriormente calcular el promedio de cada método, con lo que respecta a la grasa y fibra para las muestras 1 y 2 por vía seca y húmeda no se efectuaron las pruebas respectivas ya que se obtuvo poca cantidad de harina lo que dificultó su caracterización, para la determinación de proteína y fibra de todas las muestras se mandaron hacer los análisis en un laboratorio (anexo A).

**Tabla 36-3:** Resultados caracterización harina de cochinilla

Muestras		Peso harina	Humedad (%)	Prom.	Cenizas	Prom.	Grasa	Prom. Grasa	Fibra	Prom.	Proteína
Método vía		cochinilla (g)		Humedad	(%)	Ceniza	(%)		(%)	Fibra	(%)
<b>Muestra 1</b>	Seca	3,256	7,461	6,903±0,96	0,616	0,750±0,12	-	5,577±1,64	-	4,135±0,30	13,02
<b>Muestra 2</b>	Seca	1,354	6,471		-		-				
<b>Muestra 3</b>	Seca	19,699	7,901		0,841		4,419				
<b>Muestra 4</b>	Seca	25,265	5,777		0,794		6,734				
<b>Muestra 1</b>	Húmeda	2,714	9,312	8,732±0,80	0,632	0,683±0,22	-	25,152±0,54	-	6,525±0,62	12,17
<b>Muestra 2</b>	Húmeda	2,014	8,951		0,805		-				
<b>Muestra 3</b>	Húmeda	17,598	9,109		0,400		25,533				
<b>Muestra 4</b>	Húmeda	10,034	7,555		0,895		24,771				

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

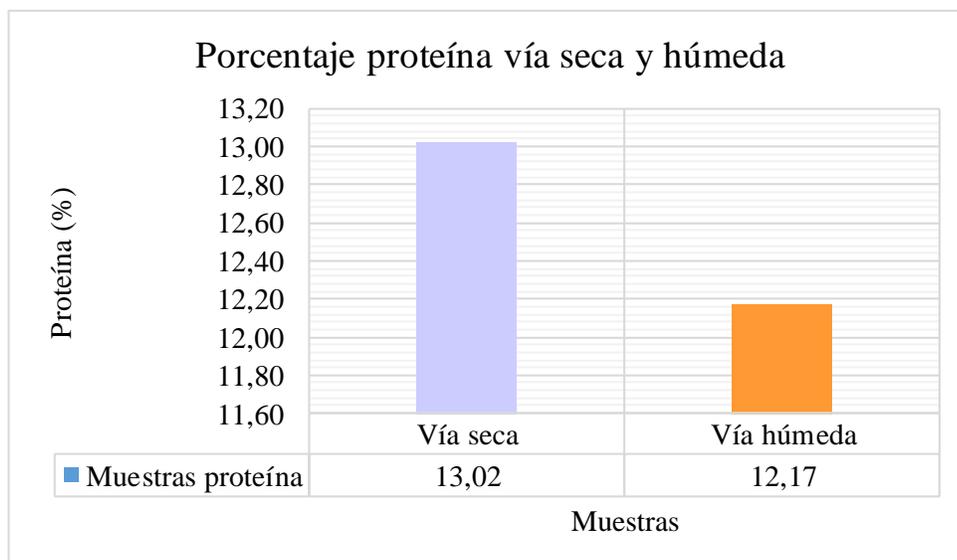
En la tabla 32-3 se muestra los análisis físico químicos de los productos obtenidos mediante diferentes pruebas, al momento de moler la cochinilla se trató de realizar un correcto secado de las mismas para que el contenido de humedad no sea alto basándonos en la norma para la harina de trigo estipulado por (CODEX 2019) donde el contenido máximo de humedad es 15,5%, de la misma manera que coincide con los datos obtenidos por Quijano Pacheco y Vergara (2007) en su trabajo "Determinación de energía metabolizable del subproducto de cochinilla "*Dactylopius coccus costa* (1835)" y su evaluación productiva en reemplazo de harina de pescado en dietas para pollos de carne", para los valores de la fibra de la harina por el método por vía seca estos datos guardan de igual forma relación con la investigación. En cuanto a la grasa las muestras 3 y 4 por vía seca tienen porcentajes bajos debido a que la mayor cantidad de grasa fue extraída en anteriores procesos, lo que difiere con Torres (2013) esto debido a que en su estudio no realizó la extracción de la grasa, sin embargo en las muestras 3 y 4 por vía húmeda si existe una cantidad considerable de grasa presente en la harina. Los valores de cenizas fueron menores a los de Quijano Pacheco y Vergara (2007), no obstante en la normativa NTE INEN 616 (2006) el porcentaje máximo es 0,8%.

A continuación, se muestra los porcentajes de proteína arrojados en los análisis de la harina por los métodos propuestos, notando claramente que el producto con mayor cantidad de proteína es el obtenido mediante el método por vía seca, aunque la diferencia no es significativa para que un alimento sea considerado como "fuente de proteína" debe aportar un 12% mínimo del valor energético y 20% para ser denominado como "alto contenido de proteínas" según lo señala el Reglamento (CE) N° 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables (Pombo Losada 2018, p. 34). En los trabajos de Reyes (2017) y Quijano Pacheco y Vergara (2007) el porcentaje de proteínas que obtuvieron fue de 34,97% y 59,32% de cada uno, esto puede deberse a el lugar donde se recolectaron las cochinillas y también debido a que la harina fue mezclada con otros ingredientes para su formulación.

**Tabla 37-3:** Comparación de la proteína obtenida por el método vía seca y húmeda

Muestras	proteína vía seca (%)	proteína vía húmeda (%)
Muestra 1	13,02	12,17
Muestra 2		
Muestra 3		
Muestra 4		

Realizado por: Trujillo, María, 2021.



**Gráfico 14-3:** Porcentaje de proteína promedio de los métodos por vía seca y húmeda

Realizado por: Trujillo, María, 2021.

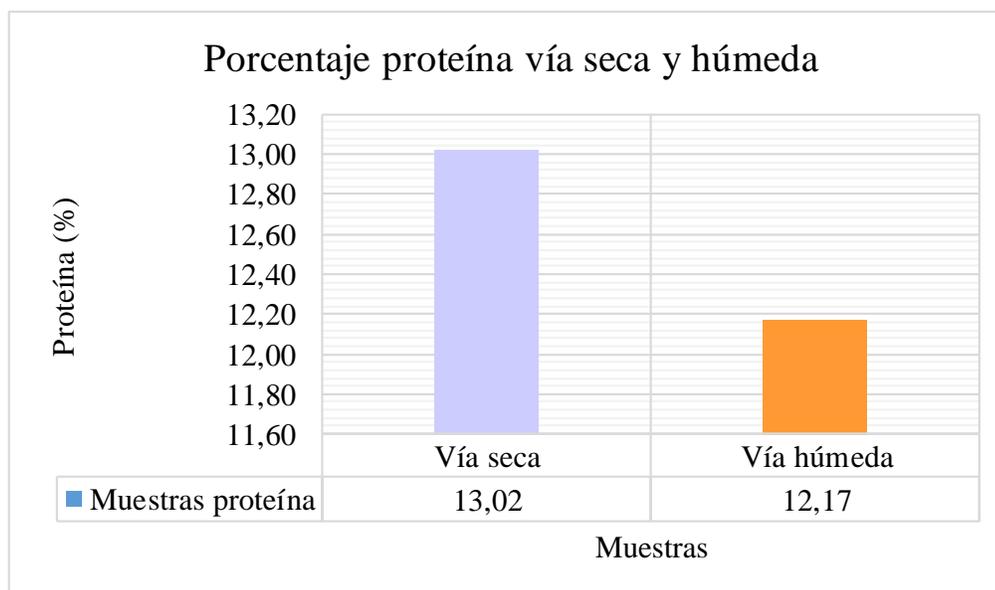
### 3.4. Pruebas de hipótesis

#### 3.4.1. Prueba de hipótesis general

Es posible obtener harina a partir de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) por medio de la evaluación y la adaptación a nivel de laboratorio de los métodos por vía seca y vía húmeda para harinas de subproductos de origen animal. Mediante la ejecución de análisis se comprueba que la harina de cochinilla por el método por vía seca es el adecuado a pesar de que por el de vía húmeda también se puede producir harina, pero el primer método mencionado cuenta con contenido proteico aceptable para ser considerado fuente de proteína, aunque no se logró alcanzar el porcentaje de proteína esperado para ser catalogado como rico en proteína.

#### 3.4.2. Prueba de hipótesis general

La obtención de harina de cochinilla es posible por ambos procesos utilizando los métodos por vía seca y húmeda, sin embargo, el proceso para aprovechar las propiedades proteicas que presenta este insecto es por vía seca ya que tiene un porcentaje de proteína mayor con respecto a la vía húmeda. En el gráfico se puede ver el porcentaje de proteína presente en las muestras, lo que verifica que el método adecuado para obtener harina de cochinilla es la vía seca.



**Gráfico 15-3:** Porcentaje de proteína de cada muestra de harina

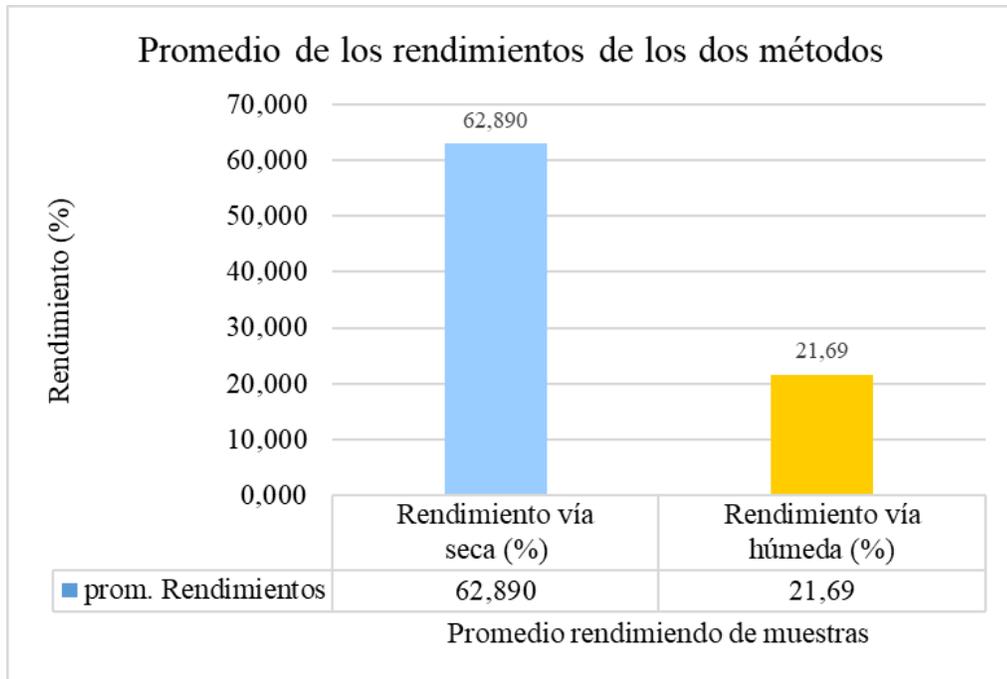
Realizado por: Trujillo, María, 2021.

### 3.4.3. Prueba de hipótesis específica 2

La harina obtenida por el método por vía seca posee una composición nutricional de buena calidad y la harina por el método por vía húmeda presenta características nutricionales un tanto desfavorables, esto se pudo comprobar mediante los análisis físico- químicos realizados al producto final. Con las pruebas de humedad, cenizas, grasa, fibra y proteína es posible caracterizar la harina de cochinilla, además los resultados de estas se rigen en base a algunas investigaciones científicas sobre este insecto y normativas de la harina de trigo por ser la comúnmente usada.

### 3.4.4. Prueba de hipótesis específica 3

Para la elaboración de harina de cochinilla el método que alcanza rendimientos superiores al 50% es el por vía seca, a pesar de poder obtener harina por la vía húmeda los rendimientos no cumplen con la hipótesis planteada. Así mismo dentro del proceso la extracción de grasa con las muestras secas tiene mejor eficiencia en comparación que con las muestras húmedas. En el gráfico se puede ver el promedio del rendimiento de los dos métodos, lo que afirma que el método adecuado para obtener harina de cochinilla notablemente es la vía seca.



**Gráfico 16-3:** Rendimiento general del método por vía seca y húmeda

**Realizado por:** Trujillo, María, 2021.

## CONCLUSIONES

- Por medio de la evaluación para obtener harina a partir de la cochinilla se pudo optar por los métodos por vía seca y húmeda adaptando el proceso a escala de laboratorio, mismos que obtuvieron resultados favorables en cuanto a su procesamiento, sin embargo, el método por vía seca fue el que presentó mejores características en cuanto a calidad y aunque el porcentaje de proteína fue menor al esperado para ser considerado un alimento rico en proteína, cumple los parámetros de ser considerado un alimento como fuente de proteínas y da paso para futuras investigaciones.
- Luego de los dos procesos realizados mediante los métodos por vía seca y húmeda se obtuvo satisfactoriamente la harina a base de la cochinilla la cual presentó una coloración morada, para los dos se extrajo primero el colorante que contiene la cochinilla, teniendo buenos rendimientos de extracción, de las 4 muestras obtenidas todas se realizaron por los dos métodos la diferencia al momento de aplicar cada método fue en el proceso de cocción y en la extracción de grasa donde se tuvo un mejor porcentaje de grasa extraída alrededor del 10 al 20% por vía seca y del 1 al 6% por vía húmeda, teniendo finalmente una harina más suelta por el primer método y otra más compacta en el segundo método.
- La harina de cochinilla obtenida por medio de dos métodos para la caracterización presenta resultados favorables que se encuentran dentro de las diferentes investigaciones en las que se basó este estudio. Los parámetros analizados fueron humedad, cenizas, grasa, fibra y proteína sin embargo la harina obtenida por el método por vía seca presentó características superiores que el método por vía húmeda. En cuanto al primer método mencionado sus resultados fueron alrededor del 4 al 6% de grasa, el porcentaje de fibra vario del 3 al 4%, así mismo para la proteína se obtuvo 13,02%; en lo que respecta al otro método empleado se presentó del 6 al 7% de fibra y un 12,17% de proteína, la humedad de la harina fue 6,903% y 8,732% de cada proceso con lo cual se encuentran dentro de la norma CXS 152-1985 para harina de trigo.
- Mediante el diseño del proceso para el método por vía seca y el método por vía húmeda para la elaboración de harina de cochinilla y calculando el rendimiento de ambos procesos con los pesos después de extraer el colorante de cochinilla y la cantidad de harina obtenida, se llegó a la conclusión que el método idóneo para la elaboración del mismo es por vía seca teniendo un porcentaje que ronda del 50 al 75% en cambio por vía húmeda es del 15 al 25%.

## RECOMENDACIONES

- En el proceso de obtención de la harina de cochinilla su color es morado por lo que se puede optar por procesos de blanqueo de la harina con peróxido de nitrógeno o peróxido de benzoilo para que esta pierda ese color tan intenso y sea más apetecible al público.
- En la extracción del colorante de cochinilla según bibliografía se deben realizar 3 extracciones, pero se recomienda hacer un lavado previo a la materia prima para de estar formar eliminar todas impurezas restantes y hacer alrededor de 4 a 5 extracciones ya que retirar la mayor parte de colorante sería lo óptimo, así mismo si se quiere utilizar los residuos para la elaboración de harina lo mejor sería lavar los residuos por varias ocasiones para que el producto casi no contenga colorante.
- Para la extracción de grasa cuando la muestra no ingresa completamente seca es recomendable que el tiempo de extracción sea más prologando que lo que dice la técnica ya que la humedad de la muestra interfiere en la efectividad del proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO VÁSQUEZ, E., E., B.A., MANCHAY JIMÉNEZ, R. y VILLANUEVA QUISPE, R.,** 2000. *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de carmín de cochinilla*. S.l.: s.n.
- ARÉVALO, P., CUADRA, E. y CHÁVEZ, N.,** 1999. *Estudio de Prefactibilidad para la instalación de una planta de obtención de carmín de cochinilla en Arequipa*. S.l.: UNALM.
- ARRIAGA, V. del C.,** 2020. *OBTENCIÓN DE HARINA A BASE DE LARVAS DE CHONTACURO (Rhynchophorus palmarum) APROVECHANDO SUS PROPIEDADES NUTRITIVAS (PROTEÍNAS) PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS* [en línea]. Guayaquil-Ecuador: UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. [Consulta: 6 mayo 2021]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARREAGA BARAHONA.pdf>.
- AVENDAÑO, C., SÁNCHEZ, M. y VALENZUELA, C.,** 2020. Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Rev Chil Nutr* [en línea], vol. 47, no. 6, pp. 1029-1037. DOI 10.4067/S0717-75182020000601029. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>.
- BERNILLA CARILLO, N.,** 1998. *Cultivo de la Tuna y crianza de la cochinilla*. 1998. Lima: s.n.
- BUCHI,** 2021. 8 Pasos para Optimizar la Extracción de Grasas en Alimentos | buchi.com. [en línea]. [Consulta: 22 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.buchi.com/es-es/content/8-pasos-para-optimizar-la-extraccion-de-grasas-en-alimentos>.
- CODEX,** 2019. Norma para la harina de trigo. *CODEX ALIMENTARIUS* [en línea]. [Consulta: 23 agosto 2021]. Disponible en: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS\\_152s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf).
- FAO,** 2013. La contribución de Los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. [en línea]. S.l.: [Consulta: 28 abril 2021]. Disponible en: [www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/](http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/).

**FIMACO**, 2020. Rendering – Fimaco. [en línea]. [Consulta: 27 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://fimaco.com.ar/rendering/>.

**GOBIERNO DE CANARIAS**, 2019. Cochinilla. *CanariWiki* [en línea]. [Consulta: 14 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/wiki/index.php?title=Cochinilla>.

**HERNÁNDEZ, F. de la C., GARCÍA, F., DUEÑAS, I. del R. y LANZ MENDOZA, H.**, 2005. La cochinilla fina del nopal, colorante mexicano para el mundo. [en línea]. S.l.: [Consulta: 12 mayo 2021]. Disponible en:  
[https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/56\\_4/cochinilla.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/56_4/cochinilla.pdf).

**IPCC**, 2020. Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, a degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres. *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. S.l.:

**KOURIMSKÁ, L. y ADÁMKOVÁ, A.**, 2016. Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS*, vol. 4, pp. 22-26.

**LÍDERES**, 2015. En ocho provincias se concentra el mayor consumo de cárnicos. *Revista Líderes* [en línea]. Disponible en: <https://www.revistalideres.ec/lideres/consumo-carnicos-ecuador.html#:~:text=El ecuatoriano consume cada año,corresponde a res y pescado>.

**NTE INEN 616**, 2006. Harina de trigo. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*

**ONU**, 2019. Una población en crecimiento. *Naciones Unidas* [en línea]. Disponible en:  
<https://www.un.org/es/global-issues/population>.

**ORTEGA CIFUENTES, V.**, 2012. Comparación del Rendimiento del Acido Carmínico entre Dos Procesos de Deshidratación de la Cochinilla de Tunas Cultivadas en Guano. *Facultad de Ciencias* [en línea], vol. Bachelor, pp. 1-153. Disponible en:  
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1580>.

- ORTEGA, L.**, 2019. Seguridad alimentaria y calidad nutricional del uso de insectos en la dieta. .  
Valencia:
- PARZANESE, M.**, 2018. Tecnologías para la Industria Alimentaria PROCESAMIENTO DE SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS. [en línea]. S.l.: [Consulta: 27 mayo 2021]. Disponible en: [www.alimentosargentinos.gob.ar](http://www.alimentosargentinos.gob.ar).
- POMBO LOSADA, A.**, 2018. *Desarrollo de un snack de pan incorporando harina de Alphitobius diaperinus*. S.l.: Universidad Pública de Navarra.
- QUIJANO PACHECO, W. y VERGARA, V.**, 2007. Determinación de energía metabolizable del subproducto de cochinilla “*dactylopius coccus costa* (1835)” y su evaluación productiva en reemplazo de harina de pescado en dietas para pollos de carne. - Engormix. *Avicultura* [en línea]. [Consulta: 5 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/determinacion-energia-metabolizable-subproducto-t27141.htm>.
- RAMÓN, J.**, 2014. *CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINA DE INSECTOS PARA CONSUMO ANIMAL*. S.l.: Universidad Politécnica de Valencia.
- REYES, Y.**, 2017. *EVALUACIÓN DE COCHINILLA EXHAUSTA PARA SU FORMULACIÓN COMO ALIMENTO BALANCEADO PARA ANIMALES* [en línea]. Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA. [Consulta: 6 mayo 2021].  
Disponible en: [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3399/TESIS/AI164\\_Rey.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3399/TESIS/AI164_Rey.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- RODRÍGUEZ GARCÍA, J.**, 2015. La harina. *PublicacionesDidacticas N°65*, pp. 68-71.
- RODRÍGUEZ, M.**, 2009. *Evaluación de seis métodos para la extracción de ácido carmínico obtenida a partir de cochinilla ( Dactylopius coccus costa ) según condiciones de laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala* [en línea]. S.l.: Universidad de san Carlos de Guatemala. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2467.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2467.pdf).

**RUMPOLD, B.A. y SCHLÜTER, O.K.**, 2013. *Nutritional composition and safety aspects of edible insects* [en línea]. 1 mayo 2013. S.l.: John Wiley & Sons, Ltd. [Consulta: 20 mayo 2021]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mnfr.201200735>.

**STRACK, F., COBRE, F. y BRUN, A.**, 2020. *Determinación De La Mejor Tecnología Disponible Para El Procesamiento De Subproductos (Sangre, Plumaz, Vísceras) De Una Planta De Faena Avícola*. S.l.: Universidad Tecnológica Nacional.

**SUTTON, M.Q.**, 1995. Archaeological aspects of insect use. *Journal of Archaeological Method and Theory* [en línea], vol. 2, no. 3, pp. 253-298. [Consulta: 28 abril 2021]. ISSN 10725369. DOI 10.1007/BF02229009. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02229009>.

**TORRES, F.**, 2013. Procesamiento en vía húmeda de subproductos de origen animal. Una alternativa para productos de mejor calidad . *Engormix* [en línea]. [Consulta: 11 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/procesamiento-via-humeda-subproductos-t30535.htm>.

## ANEXOS

### ANEXO A: ANÁLISIS DE LA HARINA DE COCHINILLA (*Dactylopius coccus*)



**INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

Fecha: 20 de Agosto del 2021  
Análisis solicitado por: Srta. María Augusta Trujillo  
Tipo de muestras: Harina de Cochinilla (*Dactylopius coccus*)  
Localidad: Riobamba

**Análisis Químico**

Determinaciones	Unidades	Método	Harina Via Húmeda	Harina Via Seca
Proteína Bruta	%	Kjeldhal	12.17	13.02
Fibra	%	Digestión ácida básica	6.09	3.92

Observaciones:

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
Contactanos: 0998580374 - 032942322 ó 0984648617  
Riobamba - Ecuador

## ANEXO B: RECOLECCIÓN Y SECADO DE LA MATERIA PRIMA



a.



b.



c.



d.

### NOTAS:

- a. Recolección materia prima
- b. Muerte de cochinilla
- c. Pesaje de la materia prima limpia
- d. Determinación de humedad

### CATEGORIA DEL DIAGRAMA:

- Aprobado
- Preliminar
- Certificado
- Por aprobar
- Información
- Por calificar

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA INGENIERIA QUÍMICA

REALIZADO POR:  
María Augusta Trujillo

### RECOLECCIÓN Y SECADO DE LA MATERIA PRIMA

LÁMINA	ESCALA	FECHA
01	1:10	28/08/2021

**Continuación**

**ANEXO B: RECOLECCIÓN MATERIA PRIMA**



e.



f.



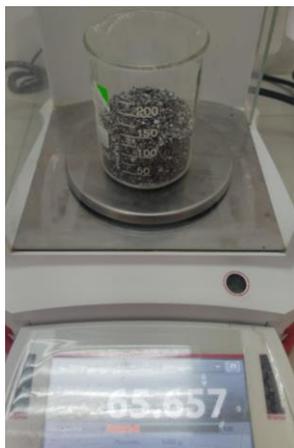
g.



h.

<b>NOTAS:</b>		<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA INGENIERIA QUÍMICA</b>  REALIZADO POR: María Augusta Trujillo	<b>RECOLECCIÓN Y SECADO DE LA MATERIA PRIMA</b>		
e. Muestras en la estufa				<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
f. Control del peso de secado de la materia prima				02	1:10	28/08/2021
g. Determinación de humedad después del secado						
h. Envasado de cochinilla						

### ANEXO C: EXTRACCIÓN DEL COLORANTE DE COCHINILLA



a.



b.



c.



d.

NOTAS:		<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA INGENIERIA QUÍMICA</b>  REALIZADO POR: María Augusta Trujillo	EXTRACCIÓN DEL COLORANTE DE COCHINILLA		
				LÁMINA	ESCALA	FECHA
a.	Pesaje de la cochinilla seca				03	1:10
b.	Extracción de colorante					
c.	Filtrado del colorante					
d.	Peso de los residuos de cochinilla					

**ANEXO D: PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE COCHINILLA POR VÍA SECA.**



a.



b.



c.



d.

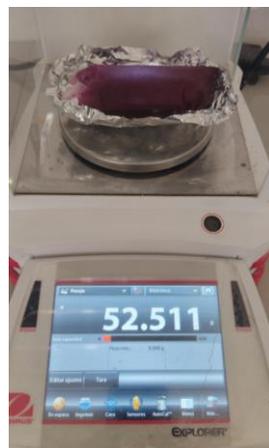
<b>NOTAS:</b>		<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA INGENIERIA QUÍMICA</b>  REALIZADO POR: María Augusta Trujillo	<b>COCCIÓN, EXTRACCIÓN DE GRASA Y OBTENCIÓN DE HARINA DE LOS RESIDUOS DE COCHINILLA POR VÍA SECA</b>		
a.	Pesaje de la cochinilla después de la cocción			<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
b.	Peso del capuchón con cochinilla			04	1:10	28/08/2021
c.	Extracción de grasa					
d.	Separación de etanol en el rotavapor					

**Continuación**

**ANEXO D: PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE COCHINILLA POR VÍA SECA.**



e.



f.



g.



h.

<b>NOTAS:</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA INGENIERIA QUÍMICA</b>  REALIZADO POR: María Augusta Trujillo	<b>COCCIÓN, EXTRACCIÓN DE GRASA Y OBTENCIÓN DE HARINA DE LOS RESIDUOS DE COCHINILLA POR VÍA SECA</b>				
e.	Pesaje balón con grasa		<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
f.	Pesaje capuchón después de extracción		05	1:10	28/08/2021		
g.	Pesaje después del secado						
h.	Pesaje harina cochinilla						

**ANEXO E: PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE COCHINILLA POR VÍA HÚMEDA.**



a.



b.



c.



d.

NOTAS:		<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA INGENIERIA QUÍMICA</b>  REALIZADO POR: María Augusta Trujillo	<b>COCCIÓN, EXTRACCIÓN DE GRASA Y OBTENCIÓN DE HARINA DE LOS RESIDUOS DE COCHINILLA POR VÍA HÚMEDA</b>		
				LÁMINA	ESCALA	FECHA
a.	Pesaje de la cochinilla después de la cocción				06	1:10
b.	Pesaje del capuchón con cochinilla					
c.	Extracción de grasa					
d.	Separación del etanol de la grasa					

**Continuación**

**ANEXO E: PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE COCHINILLA POR VÍA HÚMEDA.**



e.



f.



g.



h.

<b>NOTAS:</b>			<b>COCCIÓN, EXTRACCIÓN DE GRASA Y OBTENCIÓN DE HARINA DE LOS RESIDUOS DE COCHINILLA POR VÍA HÚMEDA</b>			
e. Pesaje balón con grasa	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA INGENIERIA QUÍMICA</b>  REALIZADO POR:  María Augusta Trujillo	<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	
f. Pesaje del capuchón después de extracción	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar					07
g. Pesaje después del secado						
h. Pesaje harina de cochinilla						

## ANEXO F: CARACTERIZACIÓN MATERIA PRIMA BRUTA



a.



b.



c.

NOTAS:		<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA INGENIERIA QUÍMICA</b>  REALIZADO POR: María Augusta Trujillo	<b>CARACTERIZACIÓN MATERIA PRIMA BRUTA</b>		
a. Determinación de cenizas  b. Determinación de grasa  c. Determinación de humedad	<b>LÁMINA</b>			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	
				08	1:10	28/08/2021

## ANEXO G: CARACTERIZACIÓN HARINA DE COCHINILLA



a.



b.



c.



d.

<b>NOTAS:</b>		<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>CARRERA INGENIERIA QUÍMICA</b>  REALIZADO POR: María Augusta Trujillo	<b>CARACTERIZACIÓN HARINA DE COCHINILLA</b>		
a.	Pesaje de la harina para los análisis de fibra y proteína			<b>LÁMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
b.	Determinación de cenizas de la harina			09	1:10	28/08/2021
c.	Determinación de humedad					
d.	Pesaje del balón con grasa para la determinación de grasa					

ANEXO H: HARINA DE COCHINILLA OBTENIDA





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

*UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL*

*REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA*

Fecha de entrega: 28 / 03 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Maria Augusta Trujillo Zuñiga</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Ciencias</i>
<b>Carrera:</b> <i>Ingeniería Química</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniera Química</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

LEONARDO  
FABIO MEDINA  
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO  
MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, o=BANCO  
CENTRAL DEL ECUADOR, ou=ENTIDAD DE  
CERTIFICACION DE INFORMACION-ECIBCE,  
l=QUITO, serialNumber=0000621485,  
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Fecha: 2022.03.28 08:35:57 -05'00'



0496-DBRA-UTP-2022