



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación

**“EXTRACCIÓN ACUOSA Y SECADO DEL MUCÍLAGO DE YAUSABARA
(*Pavonia sepium* A. St.-Hil.)”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieras
Agroindustriales.

Autoras:

Chillagana Pumashunta Evelin Magaly

Veloz Guacapiña Dayanna Elizabeth

Tutor:

Ing. Franklin Molina Borja. MSc.

Asesor:

Dr. Mario A. García Pérez

Latacunga – Ecuador

Agosto 2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“**Evelin Magaly Chillagana Pumashunta**, con C.C. **055005683-2** y **Dayanna Elizabeth Veloz Guacapiña**, con C.C. **172404963-8** declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “**Extracción acuosa y secado del mucilago de Yausabara (*Pavonia sepium* A. St-Hil)**”, siendo el Ingeniero Franklin Antonio Molina MSc; tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....
Evelin Magaly Chillagana Pumashunta
C.I. 055005683-2

.....
Dayanna Elizabeth Veloz Guacapiña
C.I. 17240496-8

.....
Ing. Franklin Antonio Molina Borja Mg.
CC: 050182143-3

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Chillagana Pumashunta Evelin Magaly, identificada con C.C. N° 055005683-2, de estado civil **soltera** y con domicilio en Latacunga, y Veloz Guacapiña Dayanna Elizabeth, con C.C. N° 172404963-8, de estado civil **soltera** y con domicilio en Machachi, a quien en lo sucesivo se denominarán **LAS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LAS CEDENTES** son unas personas naturales estudiantes de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Extracción acuosa y secado del mucílago de yausabara (*pavonia sepium* A. St.-Hil.)**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - Septiembre 2014- Marzo 2015 hasta Abril – Agosto 2019

Aprobación HCD. - 04 de abril 2019

Tutor. - Ing. Franklin Molina Borja. MSc.

Tema: “**EXTRACCIÓN ACUOSA Y SECADO DEL MUCÍLAGO DE YAUSABARA (*Pavonia sepium* A. St.-Hil.)**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LAS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LAS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo a **LAS CEDENTES** podrán utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 26 días del mes de julio del 2019.

.....
Chillagana Pumashunta Evelin Magaly

LA CEDENTE

.....
Veloz Guacapiña Dayanna Elizabeth

LA CEDENTE

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EXTRACCIÓN ACUOSA Y SECADO DEL MUCILAGO DE YAUSABARA (*Pavonia sepium* A. St.-Hil)”, de Chillagana Pumashunta Evelin Magaly con cédula de ciudadanía No: 055005683-2 y Veloz Guacapiña Dayanna Elizabeth con cédula de ciudadanía No: 172404963-8, de la carrera de Ingeniería agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 23 de julio de 2019

.....
Ing. Franklin Antonio Molina Borja Mg.

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

“EXTRACCIÓN ACUOSA Y SECADO DEL MUCILAGO DE YAUSABARA *Pavonia sepium* A. St-Hil)”, de Chillagana Pumashunta Evelin Magaly con cédula de ciudadanía No: 055005683-2 y Veloz Guacapiña Dayanna Elizabeth con cédula de ciudadanía No: 172404963-8,, de la carrera , **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 26 de julio 2019

Lector 1 (Presidente)

Quim. Jaime Orlando Rojas Molina Mg.
CC: 050264543-5

Lector 2

Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal Mg.
CC: 050186485-4

Lector 3 (secretario)

Ing. Pablo Gilberto Herrera Soria Mg.
CC: 050169025-9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO:

“Extracción acuosa y secado del mucílago de yausabara (*Pavonia sepium* A. St.-Hil.)”

Autoras:

Chillaganna Pumashunta Evelin Magaly

Veloz Guacapiña Dayanna Elizabeth.

Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el proceso de extracción acuosa para la obtención del mucílago de Yausaba (*Pavonia sepium* A. St.-Hil.), la cual es una planta mucilaginoso que se encuentra en distintos terrenos húmedos. La investigación surge por la necesidad de brindar alternativas al sector agroindustrial. La obtención de los extractos acuosos del mucílago se realizó a los tallos pelados, tanto troceados como molidos, con relaciones sólido-líquido de 1:4 y 1:6, durante 6; 12 y 24 horas. A dichos extractos se les determinó su viscosidad, turbidez y contenido de sólidos totales. Se obtuvo una corrida con óptimas condiciones de extracción (tallos pelados y troceados con una relación sólido: líquido de 1:4 durante 20,42 h). Arrojo como resultado una viscosidad de 51,72; turbidez de 2600 NTU y sólidos totales de 0,87%. El mucílago se precipitó con etanol a partir del extracto acuoso, para luego realizar el secado del precipitado a 40 °C en estufa durante 3 días. Al polvo obtenido se le determinó su capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales, mediante los métodos Folin–Ciocalteu, respectivamente y FRAP respectivamente. El mucílago en polvo presentó un contenido de polifenoles totales de 0,0046 mg/g y una capacidad antioxidante expresada como Fe^{2+} , de 18,63 $\mu M/g$ de polvo, valores bajos en comparación a los reportados para extractos de origen vegetal.

Palabras claves: Yausabara, mucílago, etanol, agua destilada, extracción.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

Topic:

“Extracción acuosa y secado del mucílago de yausabara (*Pavonia sepium* A. St.-Hil.)”

Authors:

Chillaganna Pumashunta Evelin Magaly

Veloz Guacapiña Dayanna Elizabeth.

ABSTRACT

The principal objective of this research work is to evaluate getting mucilage process from MUCILAGENOUS PLANT extraction (Yausaba) (*Pavonia sepium* A. St.-Hil.), which one is placed on wet grounds. The objective appears from the necessity to improve and develop strategies for agroindustry area. The watery extraction was done to stem peeled cut up and ground with solid and liquid relation about 1:4 y 1:6, during 6; 12 y 24 hours. The investigators determined the viscosity, turbidity that the products have. A treatment called *corrida* was successful gotten with the extraction of stem peeled it gave a relation solid and liquid 1:4 for about 20, 42 h). It gave as a viscosity result of 51, 72; turbidity of 2600 NTU and total solids of 0, 87%. The mucilage was precipitated with ethanol from an aqueous product, after to the dry process to 40 °C in a stove for about 3. The powder was the product and it has and antioxidant property and polyphenols using the Folling–Ciocalteu methods and FRAP respectively. The powder mucilage has a poliphenols contents 0, 0046 mg/g and an antioxidant property expressed as Fe²⁺, de 18, 63 μM/g that is less than other products from vegetable origin

Keywords: Yausabara, mucilage, ethanol, distilled water, extraction.

DEDICATORIA

A mi padre, madre y hermana.

En especial a mis abuelos Eusebio Chillagana y Josefina Cáceres, quienes fueron personas humildes, sencillas y responsables que sin saber leer ni escribir, siempre inculcaron en mí distintos valores, los cuales me han permitido llegar a esta etapa y aunque sé que mi abuelita está ausente físicamente siempre estará guiando mis pasos con los hermosos recuerdos que guardo de ella.

(Promesa 1 de 2).

Abue.... Estoy feliz lo notas desde cielo verdad....?

Evelin.M Chillagana P.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Gracias a Dios por mi bella hija Samira que más que el motor de mi vida fue una parte muy importante de lo que hoy puedo presentar mi tesis.

A mis padres Juan Veloz, Mónica Guacapiña, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi abuelita Marcia Méndez, por sus consejos, y su amor incondicional.

A mis hermanos Deryan, Camila, Juan, por estar siempre presentes y por el apoyo moral, que me bridaron a lo largo de esta etapa.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial aquellos que compartieron sus conocimientos.

Dayanna veloz.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por darme la oportunidad de estudiar, por el sacrificio y por su constante lucha día a día, sé que sin sus consejos y constante amor no podría haberlo logrado.

A mi hermana por la paciencia y compañía brindada en cada desvelo
“TE AMO NEGRITA”

A mis docentes y Universidad por ser quienes compartieron sus conocimientos para, ser de mí una persona con ética y profesionalismo.

A mi familia: tíos, tías, primos, primas y abuelitos maternos quienes fueron personas que siempre me dieron su apoyo moral eh incondicional.

A mi mejor amiga Daya, como no hacerlo, pequeña gracias por tu amistad, gracias por todos los momentos compartidos, por todas las locuras que hemos pasado, obvio sanamente, tú y yo sabemos el cariño de hermanas que nos une a pesar de las discusiones que han existido aquí estamos unidas hasta culminar lo que un día nos propusimos.

Lo siento por no personalizar mis agradecimientos pero la lista es muy larga, ya que son innumerables y valiosas las personas que estuvieron conmigo durante esta etapa, especialmente al final FB.

MUCHAS GRACIAS POR TODO

Evelin.M Chillagana P.

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, por ser mi apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, a toda mi familia por estar siempre presentes.

Gracias a mis padres Juan y Mónica, por ser los principales promotores de este mí sueño, por confiar y creer en mí, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mi mejor amiga Magaly gracias por ser mi cómplice mi confidente, por ayudarme a crecer, pero sobre todo gracias por nunca dejarme sola.

A los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haber impartido sus conocimientos.

Dayanna Veloz.

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE

1.	INFORMACIÓN GENERAL	1
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1.	Beneficiarios directos:	3
4.2.	Beneficiarios indirectos:	3

5.	EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6.	OBJETIVOS	4
6.1.	General.....	4
6.2.	Específicos	4
7.	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
8.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
8.1.	Antecedentes	6
8.2.	Fundamentación teórica.....	8
8.2.1.	Yausabara	8
8.2.2.	Taxonomía.....	10
8.2.3.	Análisis de la yausabara	10
8.2.4.	Mucílago.....	11
8.2.5.	Proceso de extracción de mucílago	12
8.2.6.	Métodos de extracción.....	19
8.2.7.	Factores que influyen en la velocidad de la extracción	20
8.2.8.	Proceso de separación.....	21
8.2.9.	Proceso de secado.....	22
8.2.16.	Reactivo folin – ciocalteu	25
8.2.17.	Método de folin – ciocalteu	26
8.3.	Marco conceptual.....	28
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	29
9.2.	Tipos de investigación	29
9.3.	Técnicas de investigación	29
9.4.	Instrumentos.....	30

10. DISEÑO EXPERIMENTAL	30
10.1. Optimización del proceso de extracción acuosa del mucílago de yausabara	30
11. METODOLOGÍA.....	32
11.1 Extracción Del Mucilago.....	32
11.2 Materiales	35
12. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
13. EVALUACIÓN DEL MUCÍLAGO EN POLVO.....	45
14. CONCLUSIONES.....	47
15. RECOMENDACIONES.....	48
16. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	49
17. BIBLIOGRAFÍA	50
18. ANEXOS	53

Índice de imágenes.

Imagen 1 Planta de la yausabara (Pavonia sepium A. St.-Hil).....	9
Imagen 2 Clasificación botánica de la yausabara	10
Imagen 3 Composición de la planta de la Yausabara	10
Imagen 4 Densidad y la viscosidad en macerado	12
Imagen 5 Etapas de proceso de extracción de mucílago	13
Imagen 6 Método de extracción en chía	15

Imagen 7	Extracción de mucilago de nopal.....	16
Imagen 8	Rendimiento de extracción	18
Imagen 9	Condiciones óptimas empleadas para extraer el biopolímero de nopal.....	18
Imagen 10	Parámetros de extracción fijo.	20
Imagen 11	Mecanismo de acción del reactivo de Folin-Ciocalteu.....	26
Imagen 12	Núcleo estructural de los principales grupos de polifenoles	27

Índice de tablas.

Tabla 1	Condiciones para el diseño experimental	31
Tabla 2	Matriz del diseño experimental	31
Tabla 3	Indicadores medidos a los extractos acuosos crudos de yausabara en función del diseño experimental.....	36
Tabla 4	Análisis de varianza del modelo cuadrático de superficie de respuesta para la viscosidad del extracto crudo de mucílago de yausabara.	37
Tabla 5	Análisis de varianza del modelo 2FI de superficie de respuesta para el contenido de sólidos totales del extracto crudo de mucílago de yausabara	40
Tabla 6	Restricciones para la optimización del proceso de clarificación	43
Tabla 7	Soluciones resultantes de la optimización numérica del proceso de extracción acuosa del mucílago de yausabara.....	44
Tabla 8	Comprobación de la optimización numérica para el proceso de extracción acuosa del mucílago de yausabara.....	45

Índice de figuras

Figura 1	Factores que influyen en la viscosidad.	38
Figura 2	Comprobación de la normalidad	39
Figura 3	La influencia de estos factores sobre la turbidez	41
Figura 4	Comprobación de la suposición de normalidad	42

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Extracción acuosa y secado de mucílago de Yausabara (*Pavonia sepium* A.)”

Fecha de inicio:

Octubre 2018

Fecha de finalización:

Agosto 2019

Lugar de ejecución:

Salache 1

Eloy Alfaro - Latacunga - Cotopaxi - Zona 3 – Universidad Técnica de Cotopaxi.

(Anexo N° 1) Ubicación del lugar de ejecución del proyecto.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agroindustrial.

Proyecto de investigación vinculado:

Tecnologías para obtención y estabilización del mucílago de plantas para uso industrial.

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación: Ing. Franklin Molina Borja MSc. (Anexo N° 2)

Asesor: Dr. Mario A. García Pérez (Anexo N° 3)

Estudiante: Chillagana Pumashunta Evelin Magaly (Anexo N° 4)

Estudiante: Veloz Guacapiña Dayanna Elizabeth (Anexo N° 5)

Área de Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción.

Sub área: Industria y Producción.

Línea de investigación:

Desarrollo y seguridad alimentaria.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Nuevos productos agroindustriales e ingredientes bioactivos para uso alimentario.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad dar alternativas al sector productivo, basándose en la obtención de una solución mucilaginoso con opciones de cambio en la agroindustria mediante la aplicación de un proceso de extracción acuosa y secado, una vez obtenido el polvo de mucílago se podrá aplicar en diferentes alimentos ya que presenta diversos usos entre los cuales se encuentra, aumentar la viscosidad de un alimento (bebidas, flanes, postres), estabilizar espumas, sustituir grasas, clarificar agua, también sirve para el recubrimiento de quesos y frutas. El mucílago a utilizarse es la Yausabara, la cual es un arbusto que pertenece a la familia Malvaceae que comprende de flores amarillas actinomorfas, posee una estructura de 3 a 4 cm de diámetro sus frutos son pequeños esferas. La planta es conocida en el norte del país, se la encuentra en los cultivos y cercas vivas de terrenos. Para muchos agricultores es una mala hierba, contiene mucílagos en los tallos, mismos que deben ser aplastados y macerados para obtener la sustancia. La viscosidad del mucílago obtenida depende del grado de desintegración que sufran los tallos previamente cortados y deshojados, por lo que se hace necesario pasarlos por el molino y otros tallos cortarlos en trozos pequeños de 2 cm para luego ser aplastados y lavados.

La obtención de mucílago en polvo será una opción importante dentro de la elaboración de un alimento pues comprende varios aspectos importantes que ayudan a mejorar la calidad y durabilidad de un producto con el fin de proporcionar un alimento más saludable y con características organolépticas adecuadas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La obtención de mucílago presenta varias aplicaciones en diferentes industrias como farmacéutica, alimenticia entre otras pues contiene distintos atributos. En la actualidad los consumidores tienen mayor interés en comprar alimentos más saludables, con ingredientes orgánicos o naturales, es por ello que surge la necesidad de investigar fuentes alternativas que aporten en la calidad de un producto alimenticio, ya que el mucílago al llegar al estómago, fija agua, gelatifica e inhibe la sensación de hambre; los mucílagos permiten que la persona que los consume se sienta satisfecha durante más tiempo y reduzca la ingesta total de alimentos a lo largo del día. Son recomendados para personas con exceso de peso, para llegar a un peso saludable sin pasar hambre.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El proyecto beneficiará a la población especialmente en el sector alimenticio, ya que se realizará la extracción y secado de mucilago de Yausabara.

4.1. Beneficiarios directos:

Las principales personas beneficiarias serán aquellas que mantienen gustos extravagantes, pues el mucílago se utilizara en la industria farmacéutica y alimenticia como excipiente, para lograr que los preparados medicinales y alimenticios adquirieran estabilidad y consistencia, así como también entre los que se incluyen a niños, jóvenes adultos y adultos mayores.

4.2. Beneficiarios indirectos:

Las personas beneficiarias indirectamente serán los estudiantes de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, ya que de la investigación que se realizará, se podrá implementar el producto al mercado tanto local como al mercado nacional, siendo un conservante para alimentos.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A lo largo del tiempo se han ido desarrollando en todo el mundo una enorme variedad de productos alimenticios elaborados o semielaborados con diferentes características gustativas.

Colorantes, conservantes, clarificantes o aromatizantes son algunos de los aditivos que más se utilizan en la industria alimentaria para realzar cualidades particulares o para prolongar la vida útil de un alimento, existe un condimento más como lo es los estabilizantes, los cuales son responsables de dar y mantener una textura determinada en alimentos como batidos, helados o salsas. La esencia de este aditivo reside en su capacidad para mezclar ingredientes que no lo harían de forma natural, como la grasa y el agua. Espesantes o gelificantes forman parte del grupo de estabilizadores más utilizados. Como todos los aditivos, antes de ser aprobados, se someten a rigurosos controles que acreditan su inocuidad, es por eso que el obtener mucílago en polvo permitirá aplicar en un alimento para que este permanezca por más tiempo y sobre todo de manera natural.

6. OBJETIVOS

6.1.General

- ❖ Evaluar el proceso de extracción acuosa para la obtención del mucílago de Yausabara (*Pavonia sepium* A. St.-Hil) y posterior secado en estufa.

6.2.Específicos

- ❖ Optimizar el proceso de extracción acuosa del mucílago de Yausabara en función del contenido de sólidos totales y viscosidad del extracto crudo.
- ❖ Comprobar los resultados de la optimización numérica del proceso de extracción.
- ❖ Analizar el contenido de sólidos totales, viscosidad y turbidez del extracto crudo optimizado.
- ❖ Analizar el contenido de poli fenoles totales y capacidad antioxidante del mucílago en polvo obtenido mediante secado en estufa.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Optimizar el proceso de extracción acuosa del mucílago de Yausabara en función del contenido de sólidos totales y viscosidad del extracto crudo.	Indicar cuál es el mejor recorrido teniendo en cuenta la cantidad de solidos totales.	Consecuencia de la mejor combinación entre grado de trituración y relación solido líquido.	Se aplicó el método de la gravimetría y brookfield en los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador.
Comprobar los resultados de la optimización numérica del proceso de extracción.	Analizar mediante los resultados de los 10 recorridos.	Mediante una serie de análisis se comprobó los resultados numéricos de las diferentes extracciones.	Se empleó un programa llamado Design Expert 8.0.6 (Stad-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.)
Analizar el contenido de sólidos totales, viscosidad y turbidez del extracto crudo optimizado.	Se preparó una y llevados analizar con 500ml c/u.	Análisis de los resultados proporcionados por el laboratorio.	Se aplicó el método de la gravimetría y brookfield en los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador.
Analizar el contenido de poli fenoles totales y capacidad antioxidante del mucílago en polvo obtenido mediante secado en estufa.	Realizar pruebas físico- químicas.	Determinación de la capacidad de antioxidantes y contenido de poli fenoles.	Aplicación del MÉTODO DE FOLIN – CIOCALTEU Y MÉTODO DE FRAP. En la universidad de Cotopaxi.

--	--	--	--

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. ANTECEDENTES

Angamarca y Morales, (2011) indican en su artículo científico acerca de “Determinación del mejor tiempo de clarificación utilizando yausabara (*Pavonia sepium* A. St.-Hil) y sábila (Aloe vera) en el vino artesanal de uvilla (*Physalis peruviana*. L.)” Afirma:

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis organoléptico, dentro del cual se evaluaron las características de color, olor, sabor, y aceptabilidad, se determinó que el tratamiento T6 (yausabara, 1,5% de clarificante y 15 días de clarificación) tuvo mayor aceptación por parte del panel de degustación, el cual presenta un sabor agradable propio de un vino ausente de sabores amargos y desagradables, seguido de los tratamientos T5 (yausabara, 1,5% de clarificante y 10 días de clarificación) y T3 (yausabara, 1% de clarificante y 15 días de clarificación).

Maldonado y Puetate, (2012) en su investigación sobre: “Elaboración de jabones de tocador sólidos tales como sulfuroso, humectante y exfoliante a partir de gel de yausabara (*Pavonia sepium* A. St.-Hil).”, como conclusiones indica:

La viscosidad del mucílago de yausabara varía de acuerdo a la cantidad de tallos que se emplea varía en una determinada cantidad de agua. Significa que a mayor cantidad de tallos mayor viscosidad, es decir es directamente proporcional la viscosidad a la masa de tallos utilizados. No obstante, es inversamente proporcional con el rendimiento o cantidad de solución mucilaginoso que se obtiene. Además, los geles con aspecto transparente se logran en procesos donde los tallos sean lavados y separados de la corteza, debido a que la corteza contiene la mayor cantidad de pigmentos, especialmente clorofila. Para mezclas de 120 g de

tallos libres de corteza en 500 ml de agua, se logra una viscosidad de 23,2 cP, evaluadas a 30 min⁻¹.

Jiménez (2014) en su trabajo “Obtención del mucílago de la cáscara de la tuna (*Opuntia ficus indica*) a partir de diferentes métodos de extracción” afirma:

Las características físicas y químicas de ambos mucílagos fueron las siguientes: El mucílago extraído de cáscaras de tunas no escaldadas presenta 12,9% de humedad, 9,64% de cenizas, 0,73% de grasas, 7,8 % proteínas y 68.93% de carbohidratos más fibra. El mucílago extraído de cáscaras de tunas escaldadas presenta 14,6% de humedad, 7,4% de cenizas, 1,03% de grasa, 9,11% de proteínas y 67,86% de carbohidratos más fibra. Respecto al color, ambos presentaron una luminosidad cercana a la tonalidad blanca, con tonos verdes y amarillos. La actividad de agua de ambos mucílagos mostró un valor bajo 0,45, siendo considerados estables microbiológicamente. El pH de cada mucílago fue de valor inferior al pH neutral. Según el ángulo de reposo, los mucílagos analizados se consideran cohesivos. Respecto al tamaño de partícula, el mucílago extraído de cáscaras de tunas no escaldadas corresponde a un tamaño de malla de 40 mesh, mientras que el mucílago extraído de cáscaras de tunas escaldadas, a un tamaño de malla de 45 mesh

Quezada, Quezada y Gallardo, (2015) explica en su artículo científico de: “Plantas mucilaginosas en la clarificación del jugo de la caña de azúcar” que:

Las variables evaluadas tanto de concentración, temperatura y porcentaje de mucílago incorporado al jugo de caña y monitoreadas bajo la variable respuesta turbidez, se logra mejores resultados (jugos claros y brillantes) clarificados con las plantas de Yausabara, seguido de la Yausa, Cadillo, Falso Joaquín y Malva silvestre. Por los resultados obtenidos técnicamente los mucilagos son una alternativa de clarificación natural viable en jugos de caña y correspondería establecerse la sostenibilidad de este procedimiento en industrias paneleras mediante acciones ejecutivas.

Arias y Delgado (2016) en su investigación “Efecto de tres condiciones de extracción en las propiedades físico-químicas del mucílago de chía (*Salvia hispánica* L.)” en sus conclusiones:

El tratamiento más efectivo es la extracción con 25 C de temperatura, sin aplicación de ácido cítrico y semilla sin tratamiento, al ser el que mayor consistencia presentó, tomando en cuenta que esta es la propiedad que le otorga su valor industrial. Sin embargo, fue el que menor rendimiento alcanzó y no se necesitó incurrir en gastos adicionales para obtener los resultados deseados. Este es el caso de otros tratamientos que a pesar de tener gastos más elevados el rendimiento de igual manera fue bajo.

Becerra (2017) mediante su investigación de “Optimización del secado por aspersion del mucilago de linaza (*Linum Usitatissimum* L.) Y evaluación de sus propiedades reológicas” indica que:

El mucílago de linaza fresca y reconstituida tiene un comportamiento pseudoplástico ($n < 1$), el mucilago fresco fue estudiado a las diluciones de 1:16 y 1:20 kg/kg, mientras que el mucilago reconstituido fue analizado a temperaturas de 10; 30 y 60 °C y concentraciones de 1; 3 y 6 % (m/m). Los parámetros óptimos de secado por aspersion se dieron a una temperatura de entrada de 180 °C, dilución 1:20 kg/kg y una velocidad 0,9 min⁻¹ en la bomba para el caudal de alimentación.

Chuma (2018) de acuerdo a su investigación: “Evaluación del proceso de clarificación de vino de uva, artesanal e industrial, utilizando látex de papaya *Papaína* y gel de yausabara *Pavonia sepium*” explica que:

El látex de papaya mostro mejor poder clarificante para los dos tipos de vinificación tanto licuado como macerado. Se confirma la hipótesis alternativa planteada, ya que los clarificantes naturales látex de papaya y gel de yausabara, lograron estabilizar el color y reducir la turbidez brindando mayor estabilidad en los vinos.

8.2.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

8.2.1. YAUSABARA

De la Torre, Navarrete, Muriel, Macías y Balslev (2008). Indican que la yausabara (*Pavonia sepium* A. St.-Hil) es una planta silvestre, que tiene una propiedad clarificante, esta se la encuentra en la zona norte de Imbabura entre cultivos y cercas vivas de terrenos que hayan

sido ya trabajados. Para muchos agricultores es una mala hierba, sin embargo, esta planta en su composición contiene una gran cantidad de gomas y mucílagos, por esta razón se ha convertido en una planta de gran importancia para la industria panelera del norte del país, gracias a su capacidad de atrapar impurezas, los paneleros la utilizan como medio clarificante en los jugos de caña. Por lo que produce una inflorescencia abundante y vistosa, que generalmente están en todo el follaje del arbusto.

Para su uso se extrae la sustancia clarificante de la planta a través de un molino o trapiche, en donde el trapiche tritura los tallos, con el fin de que al mezclarse con el agua, tenga una forma más asequible y facilite la salida de gomas y sustancias mucílagos.

De acuerdo a Freire y Landázuri (2007) es un arbusto perenne, con flores de color amarillo puro, muy luminosas y poseen una estructura aterciopelada de 3 a 4 cm de diámetro, en la cual es muy evidente la presencia del gineceo. Sus frutos son pequeñas esferas divididas en 5 partes de las cuales asoman pequeños arpones que son los encargados de prenderse del pelaje de cualquier animal que pase cerca de ellos, de esta manera la planta se asegura la dispersión de sus semillas.

Imagen 1 Planta de la yausabara (Pavonia sepium A. St.-Hil)



Fuente: Quezada (2007)

Según Quezada (2007), esta planta es “conocida comúnmente en el norte del país, se la encuentra en los cultivos y cercas vivas de los terrenos. Para muchos agricultores es una mala hierba, sin embargo, por su gran contenido en gomas y mucílagos es de gran importancia para la agroindustria panelera de la región norte”. Contiene mucílagos en los tallos, mismos que deben ser aplastados y macerados para obtenerlos. La viscosidad del mucílago obtenida

depende del grado de desintegración que sufran los tallos previamente lavados y deshojados, por lo que se hace necesarios pasarlos por el molino o trapiche.

8.2.2. TAXONOMÍA

Imagen 2 Clasificación botánica de la yausabara

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliophyta
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Malvoideae
Tribus	Hisbisceae
Género	Pavonia Cav.
Especie	<i>Pavonia sepium</i> A. St.-Hil.
Nombre común	Yausabara

Fuente: De la Torre, Navarrete, Muriel, Macías y Balslev (2008).

Para De la Torre, Navarrete, Muriel, Macías y Balslev (2008). Explica que el nombre de la yausabara (*Pavonia sepium* A) como yausa-vara y que es utilizada en infusión para estimular el crecimiento del cabello. (p. 415). Los mismos, no especifican en que grupo de etnia la utilizan, pero si determinan que lo utilizan en el Carchi y Pichincha.

8.2.3. ANÁLISIS DE LA YAUSABARA

De acuerdo a Quezada (2007)

Imagen 3 Composición de la planta de la Yausabara

Constituyente	Concentración (%)
Humedad	8,90
Proteína	11,00
Grasa	0,97
Fibra	45,71
Cenizas	11,96

Fuente: Quezada (2007)

Esta composición aún es muy limitada. Ya que los estudios deben de enfocarse a realizarse análisis de materia prima en diferentes estados de madurez y de las diferentes partes de la planta.

8.2.4. MUCÍLAGO

Para Puatate y Maldonado, (2013). Expone que es una sustancia vegetal viscosa, producto de su normal metabolismo, que se acumulan en células especiales dentro de los tejidos por ejemplo, en el tegumento externo de las semillas y en distintos órganos (raíces, bulbos, tubérculos, flores o semillas). Posee la propiedad de hincharse con el agua y formar disoluciones coloidales o geles.

A diferencia de las gomas, no salen de forma espontánea de los vegetales, sino que hay que recurrir en muchas ocasiones a la molturación y a la utilización de disolventes para su extracción. Con el agua dan disoluciones viscosas o se hinchan en ellas para formar una pseudodisolución gelatinosa. Su estructura química general corresponde a polisacáridos heterogéneos, formados por diferentes azúcares. Con un bajo contenido en galactosa, manosa, glucosa y derivados de osas (principalmente ácidos).

Estos compuestos, en contacto con el agua se hinchan formando soluciones altamente viscosas y geles no adherentes. Algunos de estos mucílagos son capaces de absorber más de cien veces su peso en agua.

8.2.5. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MUCÍLAGO

Quezada (2007) señala que, la mayor cantidad de geles, se logra en plantas en estado de floración. El proceso se inicia con la recolección de tallos maduros, separación de hojas, lavado, pesado y triturado. Pues, existen otras técnicas de obtención de mucílago con fines de clarificación de jugos, que únicamente se omite el proceso de lavado y separación de hojas. Para obtener mucílagos con mayor pureza, a parte de los pasos anteriores se debe de separar la corteza del tallo y realizar lavados profundos.

De acuerdo a FUNACH (2010). La planta fue previamente triturada, y se empleó 100 gramos de especie vegetal por cada 1000 y 1500 mL de agua, 100 y 66,6 g/L, respectivamente. Se hicieron experimentos a otras concentraciones que fueron rechazadas ya que con valores de agua inferior se dificulta la extracción del mucílago de la planta y a concentraciones menores son muy diluidas.

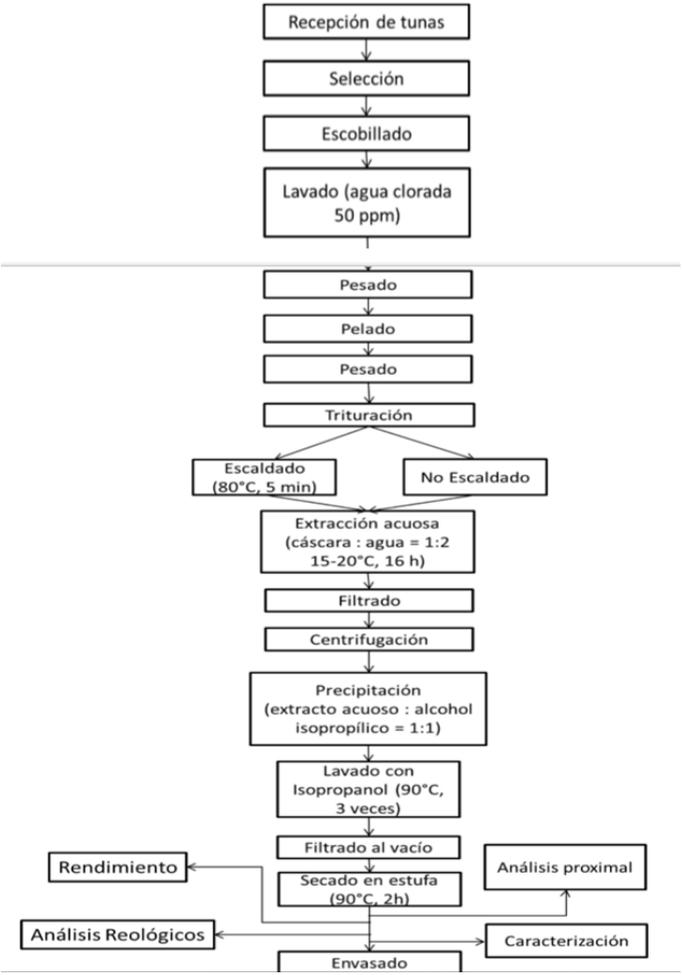
Para preparar las soluciones se hizo en agua tibia (50 °C) y la corteza o hierba macerada, primeramente, manualmente y de acuerdo a los resultados con las concentraciones y con agitación mecánica a 60 rpm en tiempos de uno y dos minutos. Estos extractos se obtuvieron según trabajos preliminares realizados con otras plantas clarificadoras. El mismo autor indica que: por cada 500 L de jugo, o sea, el 1,5 % de volumen de jugo que se va a limpiar; mezclar con el remellón el jugo y el aglutinante.

Imagen 4 Densidad y la viscosidad en macerado

Planta	Concentración del extracto g/L	Densidad (Kg/m ³)	Manual	Viscosidad (Cp)	
				60 rpm 1 min	60 rpm 2 min
Yausabara (<i>Pavonia sepium A</i>)	100	999,63	5,20	7,10	12,50
(Yb)	66,6	999,01	4,55	-	-

Fuente: Quezada, (2013).

Imagen 5 Etapas de proceso de extracción de mucílago



Fuente: Jiménez, (2014)

El mucílago proveniente del Opuntia se considera un hidrocoloide natural ya que, tal como las gomas comerciales Carragenina y goma Guar, tiene su origen en extractos de plantas. Es

una sustancia gomosa, espesa y proporciona al cactus la capacidad natural de almacenar grandes cantidades de agua. Al momento de entrar en contacto con el agua, el mucílago se hincha, presentando propiedades tensioactivas similares a diversas gomas naturales, dándole al mucílago una habilidad para precipitar partículas e iones de soluciones acuosas.

Las condiciones de cada una de las etapas del proceso fueron las siguientes:

Las pencas se cosecharon siempre por la mañana, ya que la acidez de éstas varía según la hora de cosecha por tratarse de plantas con Metabolismo Ácido de las Crasuláceas (CAM) (Corrales-García et al., 2004; Goldstein y Nobel, 1991).

El lavado se realizó con agua potable y las pencas se cepillaron para eliminar las espinas y facilitar su manipulación.

El pelado se hizo manualmente con cuchillo, tratando de eliminar la menor cantidad de pulpa junto con la piel.

Se mezclaron partes iguales de nopal y agua destilada para facilitar la molienda. Se utilizó una licuadora industrial de acero inoxidable (Modelo LI-17) a 3500 rpm hasta la total molienda de las pencas.

El escaldado del producto molido se hizo a 80°C durante 5 min, mientras que la cocción del producto troceado (piezas de aproximadamente 5 cm de lado) en agua destilada (proporción 1:5, nopal: agua) se realizó a ebullición durante 30 min.

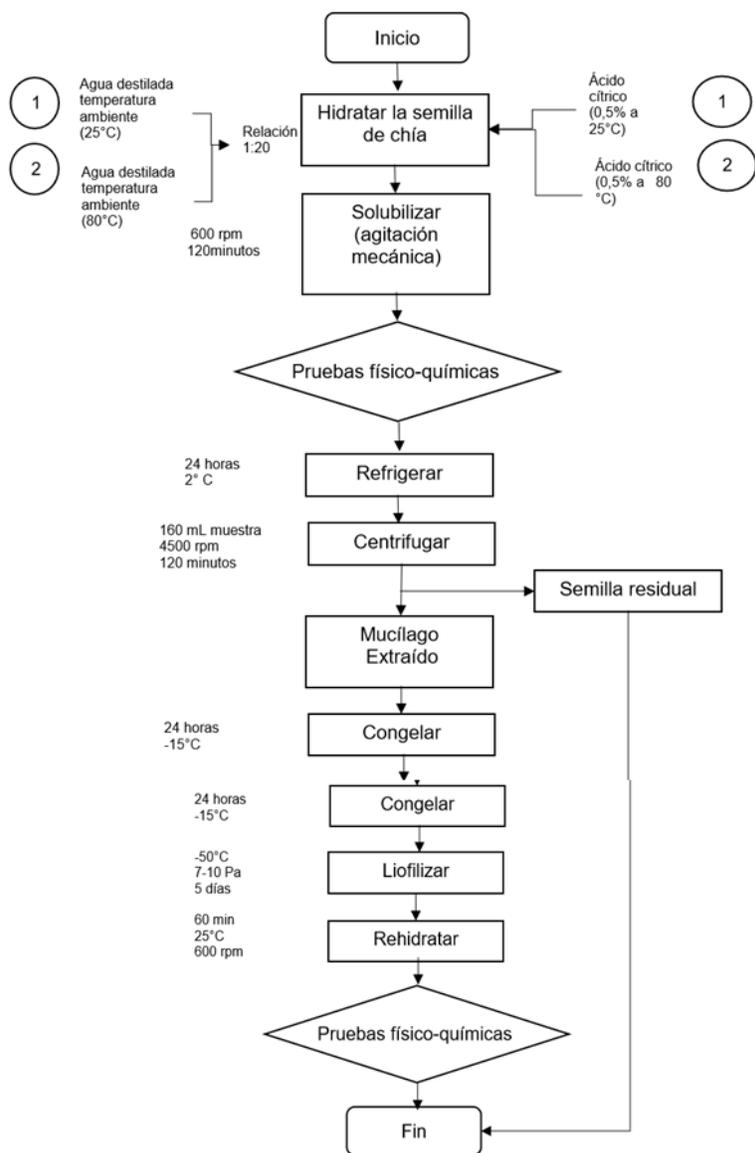
Las condiciones de centrifugado para la fase acuosa de la extracción fueron 5000 rpm, 30 min.

La precipitación del mucílago de la fase acuosa de la extracción se llevó a cabo por incorporación de acetona en una relación 1:3 (solución acuosa: solvente) que provoca la insolubilización de los polímeros. El precipitado del mucílago se separó por filtración.

La decoloración en el caso del extracto no escaldado se realizó dispersando el precipitado en la mínima cantidad posible de una solución de hipoclorito de sodio al 12% con agitación suave durante 1h. Posteriormente se separó de nuevo el precipitado por filtración y se lavó con etanol para eliminar el exceso de agua y facilitar el secado.

El secado del precipitado consistió en la eliminación del solvente orgánico por aplicación de vacío en un desecador.

Imagen 6 Método de extracción en chíá

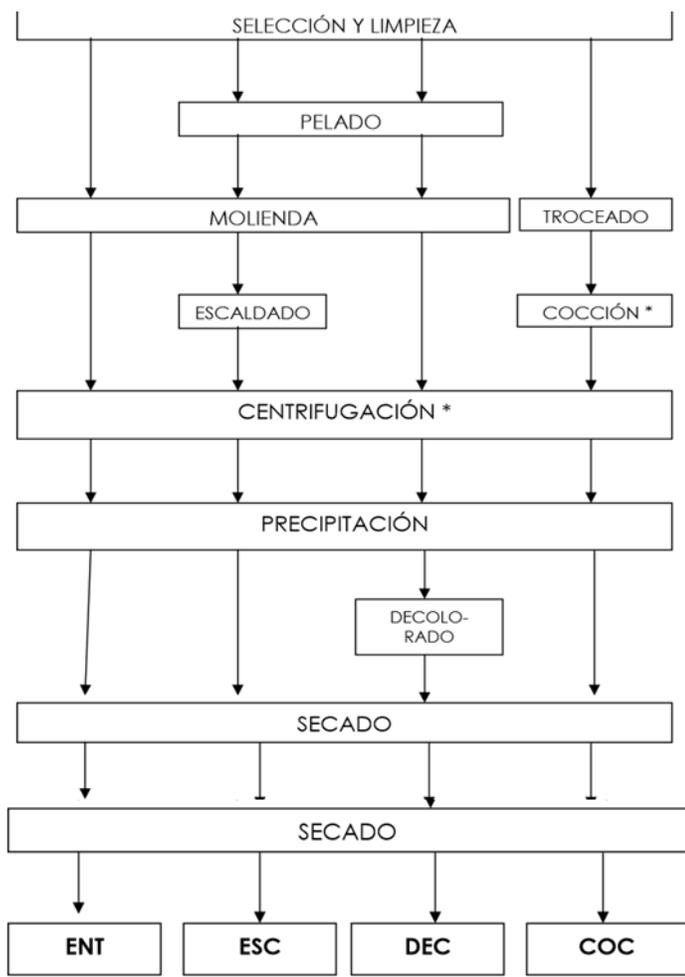


Fuente: Arias y Delgado, (2016)

La semilla de chíá desangrada se obtuvo mediante el proceso de extracción de aceite por medio de un equipo Soxhlet (250ml), utilizando como solvente n-Hexano (CAS# 110-54-3, pureza: mínimo 96%, punto de ebullición: 67-69°C), según el método de análisis de la

asociación de comunidades analíticas. La muestra fue molida previamente en un molino de piedra de manera artesanal, 20g durante 10 minutos, hasta obtener una semilla parcialmente triturada.

Imagen 7 Extracción de mucilago de nopal



Fuente: Chiralt y Martínez, (2008)

Con el fin de utilizar el mucilago del nopal y extender su vida útil una vez extraído de la planta, se emplean métodos de extracción y secado, puesto que en fresco es susceptible al ataque microbiano debido a la alta actividad de agua ($> 0,8$) y a su composición, con lo que se reduce su vida útil en 2-3 días a 25 °C. Existen diversos métodos de extracción del mucilago de nopal, la mayoría de ellos utiliza solventes orgánicos, como etanol, isopropanol o acetona (Medina-Torres et al., 2000; Sepúlveda et al., 2007; Cai et al., 2008; Rodríguez-González et al., 2014; Otálora et al., 2015).

Sin embargo, dependiendo del solvente tiene distintas características físicas y químicas del producto obtenido. Después de la extracción, el mucílago se seca, mediante diversos métodos como secado por atomización y/o liofilización (León-Martínez et al., 2010 y León-Martínez et al., 2011). Uno de los métodos más utilizados para la extracción del mucílago desde el nopal es la combinación de agua fría con etanol y/o isopropanol y/o acetona.

El detalle de los procedimientos reportados en la literatura utilizados en la extracción del mucílago de cladodios de tuna (*O. ficus-indica*) se presenta en el Anexo 1. Se observa que se obtienen diversos rendimientos, dependiendo de la edad del cladodio, del proceso de extracción, de la relación nopal/agua y mucílago/solvente, tiempo, temperatura de extracción, pH y humedad de los cladodios. Sepúlveda et al. (2007) sugieren aumentar la cantidad de agua de la relación nopal/agua para lograr mayor rendimiento de mucílago.

Los mismos autores señalan que el contenido de mucílago en los cladodios podría variar dependiendo de las condiciones climáticas, como temperatura y lluvias, debido a la capacidad de estos polisacáridos para absorber el agua; ya que, cuando hay sequía se sintetizaría más mucílago que cuando no la hay. Por otra parte, la temperatura a la que se realiza la extracción con agua tiende a aumentar el rendimiento de extracción de mucílago (García-Cruz et al., 2013; Medina-Torres et al., 2013; León-Martínez et al., 2010).

Por lo tanto, en investigaciones futuras la relación nopal/agua y/o la temperatura a la que se realiza la extracción deberían estudiarse, ya que esto podría conducir a un aumento en el rendimiento de mucílago (Sepúlveda et al., 2007; León-Martínez et al., 2010). Yahia et al. (2009) al comparar distintos solventes obtuvieron un rendimiento de 0,7 % de mucílago de nopal utilizando acetona (Anexo 1).

Por su parte León-Martínez et al. (2010) en extracciones acuosas sin el uso de solventes orgánicos, a temperaturas entre 86 y 80 °C obtuvieron un 0,70 y 0,85 % respectivamente, con un contenido de sólidos solubles de 1-3 °Brix. Cai et al. (2008) al estudiar rangos de temperatura de 70 a 90 °C y relaciones nopal/agua de 1/2 - 1/4, señalan que el factor de mayor influencia en la extracción del mucílago es la temperatura, siendo 86,1 °C a una relación nopal/agua de 1/3,71 valores óptimos para ambos factores.

El proceso de extracción de mucílago consistió en lavar minuciosamente las semillas con agua clorada, luego se acondicionaron de dos maneras: semillas enteras (A1), semillas molidas (A2).

El material se colocó en un recipiente de acero inoxidable y se agregó agua desionizada a 25 °C, se utilizaron dos relaciones linaza: agua (kg/kg) 1:16 (B1) y 1:20 (B2). La temperatura y tiempo de extracción fue de 95 °C por 20 minutos. Una vez obtenido el mucílago, se separó del material sólido por decantación y filtrado con un filtro de malla N° 100, luego se almacenó en recipientes de vidrio en refrigeración a 5 °C para su posterior análisis. Las muestras de extracto de mucílago, obtenidas se secaron en un rango de temperatura entre 160 a 200 °C. El método y las condiciones de extracción se seleccionaron de acuerdo al rendimiento de mucílago fresco, al rendimiento de los polvos y la viscosidad del mucílago.

El rendimiento de extracción se obtuvo al calcular el porcentaje de mucílago extraído con relación al peso de semillas y de agua empleados para llevar a cabo la extracción.

Imagen 8 Rendimiento de extracción

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso de mucílago extraído}}{\text{peso de linaza} + \text{peso de agua}} \times 100$$

Fuente: Chiralt y Martínez, (2008)

Se determinaron los grados Brix del extracto de mucílago alimentado al secador, el contenido de humedad y el pH del mucílago fresco.

Imagen 9 Condiciones óptimas empleadas para extraer el biopolímero de nopal

Autores	Edad nopal (años/meses)	Proceso (trozado o molido)	Relación (paleta/agua)	Temperatura (°C)	Tiempo (h/min)	Relación (mucilago/solvente)	pH / °Brix	Rend.	Fin / propósito
Otálora et al., 2015	-----	Cortado solo médula 2mm espesor	1/2	20	24 h	1/3 Etanol	-----	0,61 %	Microencapsulación de betalainas obtenidas de tuna purpura
Rodríguez et al., 2014	Nopalitos frescos	Cortado 2cm	1/8 1/2 Macerado en etanol 1/1	83 22	2 h	1/4 Etanol 96 % 1/1 Etanol 1%	4,45 pH	0,5 – 0,6%	Optimización de la extracción
García - Cruz et al., 2013	12 meses	12,5 cm largo - 2 mm ancho	1 / 4	80	1 h	-----	1 °Brix	0,85 %	Propiedades reológicas y físicas de mucilago
Medina - Torres et al., 2013	6 Meses	Molido y macerado	2/1	-----	24 h	-----	4,8 pH / 1 ° Brix	Microencapsulación mediante secado por A.
Rodríguez-González et al., 2011	-----	-----	1/2	80	1h	1/4 Etanol	4,5 pH	0,5 – 0,6 %	Optimización extracción mucilago nopal
León-Martínez et al., 2010	-----	0,00375 m ² / 2 mm espesor	1/3	86	3,6 h	-----	3 °Brix	0,70 %	Secado por pulverización
Yahia, et al., 2009	-----	Homogenizado	-----	80	2 h	1/ 1,5	-----	0,7 %	Extracción y características químicas del mucilago
Sepúlveda et al., 2007	2-3 Años	Molido	1/7	40	4 h	1/3 etanol y 1/4 alco isopropílico	-----	1,5%	Extracción y caracterización
Cai et al., 2008	-----	Molido	1/3,72 Eter de petróleo y luego extracción de agua	86,01	3.61 h	1/4 Etanol 95 °C por 48 h 4 °C	-----	0,698%	Extracción, purificación y caracterización
Abraján, 2008	1 año	Molido	1/ 5	-----	1 h	1 / 3	-----	0,85 %	Efecto del método de extracción.
Medina Torres et al., 2000	-----	Molido	-----	-----	-----	1/2 Acetona	-----	-----	Propiedades reológicas

Fuente: Chiralt y Martínez, (2008)

8.2.6. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

El primer paso fundamental en el método de extracción es la humectación con el solvente de extracción, en este caso agua desionizada. La humectación se realizó guardando una relación entre la masa del material vegetal y el volumen de agua, para extraer de 1:10, la cual permitió que el material vegetal se mojara totalmente. En todos los casos, el material vegetal se pesó y se agregó lentamente sobre el agua desionizada, el recipiente se tapó y se dejó en reposo a temperatura ambiente durante 60 min; después se dispuso del material y se realizó el procedimiento de extracción. Con el objetivo de perfilar un método con un rendimiento apropiado en la extracción se aplicaron 5 procedimientos de extracción, en todos se utilizó calor y se mantuvieron fijos los parámetros descritos en la tabla 1, las especificaciones de cada procedimiento se describen a continuación. (Sepúlveda, Sáenz, Aliaga y Aceituno, 2007)

- Extracción por ebullición: se colocó el material en un vaso de precipitados y bajo agitación magnética se calentó hasta ebullición, una vez alcanzado este punto se permitió la extracción del mucílago.

- Extracción por ultrasonido: la muestra humectada se llevó a un erlenmeyer y se sometió a sonicación en un equipo de ultrasonido BRANSON 3510R-DTH, cuyo baño se programó a una temperatura de 60 °C.

- Extracción por microondas: el polvo hidratado se colocó en un beaker que fue sellado con papel plástico y se dejó a temperatura ambiente por 1 h; después se llevó a un microondas SHARP Carousel R-230KW-W, en el cual se sometió el producto a irradiación por 3 min.

- Extracción por reflujo: en un balón fondo plano se agregó la muestra humectada y se realizó el reflujo.

- Extracción en baño maría: la muestra preparada fue llevada a un Erlenmeyer y se montó sobre un baño María a 60 °C.

Finalmente, luego del desarrollo de la maceración, se continuó con la separación del material vegetal residual por medio de centrifugación a 4 000 rpm por 20 min, y la posterior decantación para obtener el mucílago. (Gallardo, Pazmiño y Enríquez, 2013)

Imagen 10 Parámetros de extracción fijo.

Parámetro	Valor
Cantidad de muestra	30 g
Volumen de agua	300 mL
Tiempo de humectación a temperatura ambiente	60 min
Tiempo de extracción	60 min

Fuente: Gallardo, Pazmiño y Enríquez. (2013)

8.2.7. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE LA EXTRACCIÓN

Para Farela, (2013) los factores influyentes: en la velocidad de la extracción de mucílago son:

- 1) Tamaño de las partículas sólidas:** cuánto más pequeñas son las partículas, mayor es la superficie interfacial y más corta la longitud de los poros, lo que hace que la velocidad

de transferencia sea mayor, pero un tamaño excesivamente pequeño dificulta la separación.

- 2) **Tipo de solvente:** debe ser selectivo y de baja viscosidad.
- 3) **Temperatura:** mayor temperatura favorece la solubilidad y aumenta el coeficiente de transferencia de materia.
- 4) **Agitación:** favorece la transferencia por aumento de coeficientes de transferencia de materia en la interface sólido-líquido.

8.2.8. PROCESO DE SEPARACIÓN

En cuanto a la metodología de extracción existe diferencias de purificación del mucílago, Sáenz y Sepúlveda, (1993). Nos dice que estas diferencias podrían estar afectando la variabilidad en los resultados de identificación de compuestos presentes. La mayoría utiliza como primer paso una molienda de los cladodios y una extracción acuosa, posteriormente usan diferentes solventes (etanol, acetona, éter de petróleo) y equipos de purificación (filtros, centrífugas, etc.).

Se necesita la primera parte, comenzaremos lavando los cladodios en chorros de agua utilizando un cepillo de cerdas plásticas, luego se cortarán los cladodios en trozos pequeños de 34 aproximadamente 0.2 cm³. Posteriormente se usarán como base las condiciones de extracción recomendadas por Cai; temperatura de extracción= 86°C, tiempo de extracción=3.6 h y proporción agua-cladodio= 3.73:1.32 El mucílago extraído se obtiene por decantación, separándola de la masa sólida.

Existe una diversidad de métodos de separación de fases que se basan en su mayoría en la diferencia de densidades, tales como la decantación que según (Rios, 1984) es un método que se emplea en su mayoría para la separación de mezclas de fase sólida y una líquida, siendo grande el tamaño de la partícula sólida para el caso.

Así también se puede emplear en fases con diferencia de densidad es notorias (suele combinarse con filtración) o bien para la separación de dos fases líquidas, no miscibles de distinta densidad. Es importante resaltar que este método se ve influenciado únicamente por la fuerza de la gravedad.

La centrifugación por su parte es una operación que acelera el proceso de decantación. Este consiste en la separación de fases, únicamente por la fuerza de la centrifuga que resulta de un sistema de rotación. A diferencia de la decantación, la fuerza aquí empleada, puede llegar a ser miles de veces mayor y es utilizado cuando el grado de división de las partículas en suspensión es muy grande.

Por otra parte, existe también la filtración que es empleada para la separar dos fases de una suspensión de un sólido, finamente dividido, en un líquido.

8.2.9. PROCESO DE SECADO

Vásquez, (2004). Denomina secado, al proceso que involucra la eliminación de sustancias volátiles (humedad) para producir un producto sólido y seco. Dentro del mismo se da una transferencia de energía de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie del sólido, así como una transferencia de la humedad interna hacia la superficie del sólido.

El secado de productos alimenticios líquidos a menudo se logra en un secador por pulverización. Eliminación de la humedad de un alimento líquido se produce después de que el líquido se atomiza o se pulveriza en el aire calentado dentro de una cámara de secado (Singh y Heldman, 2014b).

La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por vaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. (Nollet, 1996). El método de termobalanza se basa en evaporar de manera continua la humedad de la muestra y el registro continuo de la pérdida de peso, hasta que la muestra se sitúe a peso constante. El error de pesada en este método se minimiza cuando la muestra no se expone constantemente al ambiente (Nollet, 1996).

8.2.10. Extracto hidroalcohólico

Para Quirós, Albertin y Blázquez, (2004) explican en su artículo:

Son extractos líquidos concentrados, obtenidos de la extracción de una planta o parte de ella, utilizando como solvente alcohol puro de 96 grados y agua. Los extractos pueden actuar como insecticidas, fungicidas, nematocidas, o repelentes, dependiendo de la planta que uno utiliza para su elaboración. La función del alcohol es de extraer las sustancias, o las propiedades, de las plantas. A este tipo de extracto de alcohol con agua, se le llama una tintura.

Presentan sedimento, color y aroma característicos de la planta de la cual se obtienen. Su concentración es 1:1, es decir, de un kilo de planta, se obtiene 1 litro de extracto.

8.2.11. Procedimiento para elaborar un extracto hidroalcohólico

- Pique finamente la planta a utilizar y colóquela dentro de un recipiente plástico de boca ancha. Agregue el alcohol y el agua y asegúrese que los trozos de planta queden apenas tapados por el líquido.
- Agregue las partes de la planta, alcohol de 96 grados y agua en un recipiente de boca ancha. La planta debe quedar apenas tapada por la mezcla de alcohol y agua.
- El recipiente se tapa en forma hermética, es decir que quede bien sellado, sin que entre aire. Para hacer esto se puede poner un plástico entre la tapa y el recipiente. Se deja en reposo por 8 días. La mayor extracción de las sustancias de la planta va a ocurrir en estos días. Pasados los 8 días, se destapa y se cubre con una manta o franela para que se evapore el exceso de alcohol. Se deja así en reposo por 22 días.
- El extracto se puede almacenar hasta por 2 años en un lugar donde no le pegue directamente la luz. Por esta razón también es mejor guardarlo en un recipiente de vidrio oscuro, tapado. A la hora de usar el extracto, cuele la cantidad que se ocupa y deje el
- resto en el recipiente con los trozos de planta
- Extractos de plantas en agua se pueden hacer de la misma forma utilizando agua en lugar de alcohol. Simplemente se pica o se machaca la planta, se mezcla con agua y se aplica dentro de 3 días.

- Es importante experimentar con las dosis de los extractos hidroalcohólicos, porque depende de cada cultivo. Si la dosis se excede, puede producir quemaduras o pérdidas totales de plantaciones.

8.2.12. Etanol

Compuesto químico conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78,4 °C. Al mezclarse con agua en cualquier proporción, da una mezcla azeotrópica. Es un líquido transparente e incoloro, con sabor a quemado y un olor agradable característico. Es conocido sencillamente con el nombre de alcohol. Su fórmula química es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$, principal producto de las bebidas alcohólicas (Uyazán, Gil, Aguilar, Rodríguez, & Caicedo, 2004).

8.2.13. Obtención de etanol al 99%

Argote, Cuervo, Osorio, Delgado y Villada, (2015) en su artículo científico afirma:

La concentración en alcohol se expresa:

- De preferencia en porcentaje de alcohol en volumen (% v/v). Por ejemplo, 1000 ml de alcohol al 95% v/v contienen 950 ml de alcohol absoluto.
- A veces en porcentaje de alcohol en peso (% w/w). Este % no es igual al % en volumen (v/v) porque la mezcla de agua y alcohol provoca una reducción del volumen.
- A veces en *grados* (°). Esta forma de expresión debe abandonarse porque es una fuente de errores. Existen 3 definiciones de grado: la utilizada en el antiguo sistema británico (° british proof), la utilizada en Estados Unidos (° proof) y la utilizada en países francófonos ($1^\circ = 1\%$ v/v). Por ejemplo: 40% v/v = 70° proof (sistema británico) = 80° proof (sistema americano) = 40° en países francófonos.

Preparación

Para obtener 1 litro de etanol al 70% v/v:

- Tomar 785 ml de etanol al 90% v/v o 730 ml de etanol al 95% v/v, o 707 ml de etanol al 99% v/v;
- Completar hasta 1 litro con agua destilada o, en su defecto, con agua filtrada;

- Dejar enfriar y reajustar hasta 1 litro con agua (al mezclarlo, se reduce el volumen).

8.2.14. FRAP

De acuerdo a Palomino, García, Gil, Durango y Rojano (2009) comenta una técnica microscópica donde los fluoróforos de una región seleccionada de la célula son blanqueados usando luz láser para inactivarlos. Cualquier regreso de la fluorescencia al área “blanqueada” sobre el tiempo se debe a la difusión o transportación de moléculas incorporando fluoróforos sin blanquear. La técnica puede, por lo tanto, ser usada para medir dinámicas moleculares. Se usa para obtener imágenes y medir promedios de dinámicas moleculares intracelulares. Se ha usado, por ejemplo, para imágenes de microtúbulos y dinámicas del citoesqueleto y la movilidad de las proteínas de la membrana.

8.2.15. Solución FRAP

El reactivo FRAP (2,5 mL de la solución 2, 4,6-tripiridil-s-triazina a una concentración de 10 μM en HCl 40 mM; 2,5 mL de FeCl_3 20 μM y 25 mL de buffer acetato 0,3 μM a un pH de 3.6). La absorbancia fue leída a 593 nm después de 7 minutos. Se utilizó una curva de calibración de ácido ascórbico (AA) y las actividades de los extractos de propóleo se expresaron como μmol de equivalentes de ácido ascórbico (AAE)/g de EEP (AEAC).

Está basado en la habilidad de los compuestos fenólicos para reducir Fe^{3+} a Fe^{2+} (42). En presencia de 2, 4,6-tripiridil-s-triazina, la reducción se encuentra acompañada de la formación de un complejo coloreado de Fe^{2+} . Los valores de la actividad antioxidante FRAP se encontraron entre $40,9 \pm 13,3$ y $338,4 \pm 22,4$ μmol de AAE/g de EEP.

8.2.16. Reactivo Folin – Ciocalteu

Es una mezcla de fosfomolibdato y fosfotungstato, usado para: La determinación de antioxidantes fenólicos y polifenólicos. Funciona midiendo la cantidad de sustancia analizada que se necesita para inhibir la oxidación del reactivo.

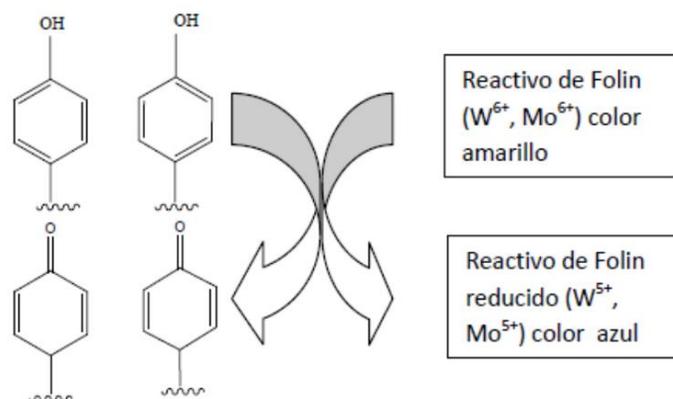
Sin embargo, este reactivo no sólo mide los fenoles totales, sino que reaccionará con cualquier sustancia reductora. En consecuencia, el reactivo mide la capacidad reductora total de una muestra, no sólo el nivel de compuestos fenólicos. Este reactivo forma parte del ensayo de proteínas de Lowry, y también reaccionará con algunos compuestos que

contienen nitrógeno, como la hidroxilamina y la guanidina. (Ikawa, Shaper, Dollard, & Sasner, 2003)

8.2.17. Método de Folin – Ciocalteu

El ensayo Folin-Ciocalteu se utiliza como medida del contenido en compuestos fenólicos totales en productos vegetales. Se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 765 nm. Este reactivo contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido), de color amarillo, al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que medimos para evaluar el contenido en polifenoles (García, Fernández y Fuentes, 2005)

Imagen 11 Mecanismo de acción del reactivo de Folin-Ciocalteu



Fuente: (García, Fernández y Fuentes, 2005)

8.2.18. Polifenol

(Quiñones, Villalobos, & Andrango, 2012) Explican que:

La naturaleza existe una amplia variedad de compuestos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos. Estos compuestos podemos denominarlos polifenoles. Se originan principalmente en las plantas, que los sintetizan en gran cantidad, como producto de su metabolismo secundario. Algunos son indispensables para las funciones fisiológicas vegetales. Otros participan en funciones de defensa ante situaciones de estrés y estímulos diversos (hídrico, luminoso, etc.). Existen

varias clases y subclases de polifenoles que se definen en función del número de anillos fenólicos que poseen y de los elementos estructurales que presentan estos anillos. Los principales grupos de polifenoles son: ácidos fenólicos (derivados del ácido hidroxibenzoico o del ácido hidroxicinámico), estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides.

Imagen 12 Núcleo estructural de los principales grupos de polifenoles

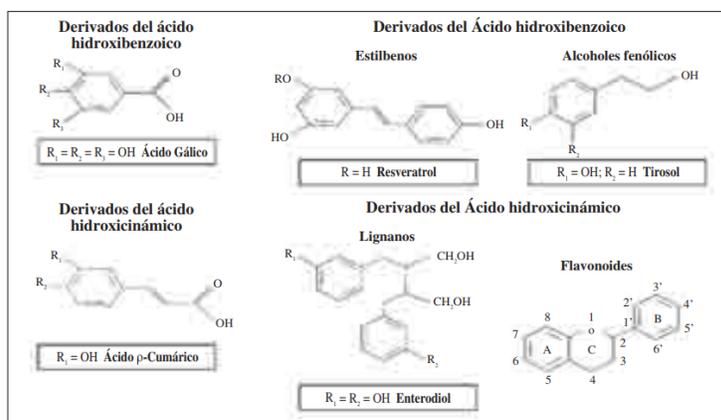


Fig. 1.—Núcleo estructural de los principales grupos de polifenoles. Se señalan los sustituyentes que corresponden a la estructura concreta de algunos compuestos. Se numeran los átomos de carbono del núcleo estructural de los flavonoides. En la figura 3 se presentarán asimismo los distintos núcleos estructurales de los flavonoides que derivan del núcleo principal que aparece en esta figura.

Fuente: (Quiñones, Villalobos, & Andrango, 2012)

La biosíntesis de los polifenoles como producto del metabolismo secundario de las plantas tiene lugar a través de dos importantes rutas primarias: la ruta del ácido siquímico y la ruta de los poliactatos.

8.2.19. Propiedades polifenoles

La capacidad de los polifenoles para modular la actividad de diferentes enzimas, y para interferir consecuentemente en mecanismos de señalización y en distintos procesos celulares, puede deberse, al menos en parte, a las características fisicoquímicas de estos compuestos, que les permiten participar en distintas reacciones metabólicas celulares de óxido-reducción. Sus propiedades antioxidantes justifican muchos de sus efectos beneficiosos. (Quiñones, Villalobos, & Andrango, 2012)

Algunos polifenoles son específicos de determinados alimentos (flavanonas en cítricos, isoflavanos en soja). Otros, como la quercetina, se pueden encontrar en un gran número de plantas (frutas, vegetales, cereales, leguminosas, té, vino, etc.). Generalmente, los alimentos contienen una mezcla compleja de polifenoles. Además, numerosos factores medioambientales como la luz, el grado de madurez o el grado de conservación, pueden

afectar al contenido total de polifenoles. El clima (exposición al sol, precipitaciones, etc.) o factores agronómicos (diferentes tipos de cultivos, producción de fruta por el árbol, etc.) juegan un papel fundamental. La exposición a la luz es, en particular, uno de los principales condicionantes para determinar el contenido de la mayoría de los polifenoles. El grado de conservación puede también determinar el contenido en polifenoles fácilmente oxidables, permitiendo la formación de más o menos sustancias polimerizadas que afectan al color y a las características organolépticas de los alimentos. La conservación en frío, sin embargo, no afecta al contenido de polifenoles¹¹. El contenido de polifenoles en los alimentos está también influenciado por los métodos culinarios de preparación; así, el contenido de polifenoles de las frutas y de los vegetales pueden disminuir por el simple hecho de pelar estos alimentos, ya que estas sustancias están a menudo presentes en altas concentraciones en las partes externas de los mismos. La cocción de los alimentos puede disminuir hasta un 75% el contenido inicial de polifenoles. El contenido cualitativo y cuantitativo de polifenoles es diferente en cada especie vegetal (Van der Sluis, Dekker, De Jager, & Jongen, 2001)

8.3.MARCO CONCEPTUAL

Yausabara: es una planta silvestre, que tiene una propiedad clarificante, esta se la encuentra en la zona norte de Imbabura entre cultivos y cercas vivas de terrenos que hayan sido ya trabajados.

Mucilago: es una sustancia vegetal viscosa, producto de su normal metabolismo, que se acumulan en células especiales dentro de los tejidos, por ejemplo, en el tegumento externo de las semillas y en distintos órganos (raíces, bulbos, tubérculos, flores o semillas). Posee la propiedad de hincharse con el agua y formar disoluciones coloidales o geles. **Extracción de mucílago:** proceso que inicia con la recolección de tallos maduros, separación de hojas, lavado, pesado y triturado. Pues, existen otras técnicas de obtención de mucílago con fines de clarificación de jugos, que únicamente se omite el proceso de lavado y separación de hojas. Para obtener mucílagos con mayor pureza, a parte de los pasos anteriores se debe de separar la corteza del tallo y realizar lavados profundos.

Agua destilada: sustancia compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno que es incolora, insípida e inodora recibe el nombre de agua. Destilar, por otra parte, es el acto de

filtrar o de separar una sustancia volátil de otra fija a través de la aplicación de calor para luego enfriar su vapor y convertirla otra vez en un líquido.

Etanol: El etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) es un líquido transparente e incoloro. También se conoce como alcohol etílico, alcohol de grano y EtOH, tiene la misma fórmula química independientemente de si se produce a partir de materias primas a base de almidón y azúcar, grano de maíz, o de materias primas celulósicas (como astillas de madera o residuos de cultivos).

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación descriptiva: Es el tipo de estudio que se utiliza con más frecuencia en los proyectos de investigación para la formación académica, con el fin de describir las características de lo que va a ser investigado puede ser fenómeno, individuo o población. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de incógnitas y se recolecta o a su vez se mide la información sobre cada una de las series.

Investigación exploratoria: En esta investigación el objetivo es enfocar un estudio de investigación para determinar un tema y problemática que no han sido estudiados o poco estudiados, en el cual se encuentren una serie de dudas, las cuales se podrán solucionar mediante la utilización del marco teórico.

Investigación explicativa: Es aquel estudio que sobrepasa la descripción de conceptos, definiciones y fenómenos, la cual se encarga en plantear las causas de los acontecimientos o sucesos ya sean físicos y sociales.

Investigación cuantitativa: Es aquella que implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados, la cual se utilizará para analizar datos numéricos en relación a unas determinadas variables, que serán previamente establecidas.

9.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La observación: Es la técnica que se basa en la observación del fenómeno, hecho o situación, la cual permite obtener información, plantearla claramente y poder realizar su análisis.

El Fichaje: Esta técnica se emplea en la indagación científica, consiste en registrar datos, que se van obteniendo durante el desarrollo de la investigación.

9.4. INSTRUMENTOS

La ficha: en aquel instrumento que permite al investigador registrar datos bibliográficos del hecho o acontecimiento que suscitan.

Este instrumento servirá para registrar las bibliografías planteadas en el marco teórico.

La observación de laboratorio: es un elemento esencial en la investigación ya que su objetivo es observar atentamente algún fenómeno, hecho o acontecimiento para luego registrarlo.

Se utilizará este instrumento para observar, determinar y establecer el mejor tratamiento.

10. DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN ACUOSA DEL MUCÍLAGO DE YAUSABARA

Se empleó el programa Design Expert 8.0.6 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.) para el diseño experimental y procesamiento de los resultados, de forma tal que el extracto acuoso crudo del mucílago de yausabara presentara una viscosidad adecuada y mayores contenidos de sólidos totales. Se utilizó el método de optimización numérica a través de un diseño de superficie de respuesta IV Óptimo, generando un modelo matemático que describiera las variaciones de las variables en cada corrida experimental.

Los factores evaluados fueron tiempo de extracción (A), grado de trituración de los tallos de yausabara (B) y relación sólido/líquido (C), mientras que la viscosidad y contenido de sólidos

totales fueron las variables de respuesta. El número total de combinaciones definidas por el software fue 10 corridas, entre las que se incluyeron 2 réplicas.

La Tabla 1 muestra el intervalo evaluado para cada uno de los factores y la Tabla 2 la matriz del diseño experimental.

Tabla 1 Condiciones para el diseño experimental

Factor	Nomenclatura	Unidad	Tipo	Subtipo	Mínimo	Máximo
Tiempo de extracción	A	h	Numérica	Discreta	6	24
Grado de trituración ^a	B	-	Catagórica	Nominal	1	2
Relación sólido/líquido ^b	C	-	Catagórica	Nominal	1	2

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

^a: 1, troceado (tallo pelado de 2 cm y macerado); 2, molido (tallo pelado y triturado y cortado 10 cm).

^b: 1, relación sólido/agua de 1/4; 2, relación sólido/agua de 1/6.

Tabla 2 Matriz del diseño experimental

Corrida	Tiempo de extracción (h)	Grado de trituración ^a	Relación sólido/líquido ^b
1	12	1	1
2	24	1	1
3	24	2	2
4	12	2	2
5	12	2	2
6	24	2	1
7	12	1	1
8	6	1	2
9	6	2	1

10	24	1	2
----	----	---	---

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

^a: 1, troceado (tallo pelado de 2 cm y macerado); 2, molido (tallo pelado y triturado y cortado 10 cm).

^b: 1, relación sólido/agua de 1/4; 2, relación sólido/agua de 1/6.

10.2. Obtención de la mezcla óptima

Para la optimización numérica del diseño, se establecieron restricciones de las variables dependientes en base a los criterios recomendados para aplicaciones del extracto acuoso crudo del mucílago. Finalmente, se seleccionó una de las soluciones sugeridas, la cual se consideró como el extracto crudo optimizado.

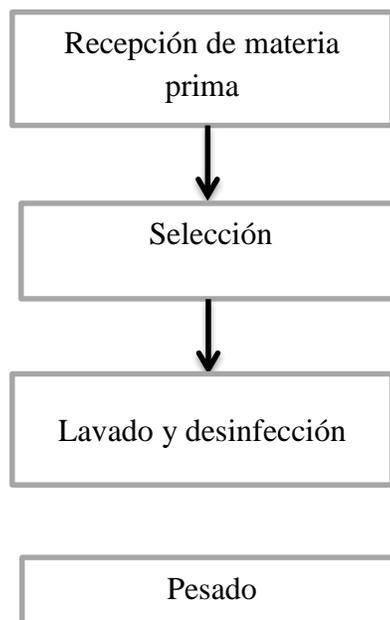
10.3. Comprobación experimental de la optimización

Para comprobar la validez de la optimización, se determinó por triplicado el contenido de azúcares totales, osmolalidad y aceptación sensorial de la bebida optimizada y los resultados se compararon con los valores predichos por la optimización numérica del diseño.

11. METODOLOGÍA

11.1 EXTRACCIÓN DEL MUCILAGO

Recepción de la materia prima en condiciones apropiadas y adquisición de insumos.





Extracción acuosa
(Agua destilada)



Filtrado



Precipitación del
mucílago



Filtrado



11.2 MÉTODO DE FOLIN – CIOCALTEU

PROCEDIMIENTO

En un tubo de ensayo de aproximadamente 15 mL de capacidad adicionar:

1. 50 uL de extracto de la muestra o de la solución de trabajo.
2. 2500 uL (2,5mL) de solución diluida de Folin-Ciocalteu (1+9H₂O)
3. Agitar y esperar cinco minutos
4. Adicionar 2000 uL (2mL) de solución 7,5% de Na₂CO₃. Agitar nuevamente
5. Dejar en reposo durante 2h
6. Leer la Abs a 765 nm

11.3 TÉCNICA FRAP

REACTIVO (PREPARACIÓN DE SOLUCIONES FRAP)

1. Solución de HCl 40 mM: Añadir 3,3 mL de HCl (c) a 1 L de agua destilada.
2. Solución de FeCl₃ 20 mM: Pesar 0,81 g de FeCl₃ anhidro y disolver en 250 mL de agua destilada. Añadir algunas gotas (3) de HCl concentrado.
3. Solución buffer de acetato 300 mM (pH 3,6): Pesar 3,1 g de acetato de sodio trihidratado (NaAc.3H₂O), disolver en agua. Adicionar 16 mL de ácido acético glacial. Completar el volumen hasta 1L con agua destilada. Comprobar el pH final con un pHmetro. Ajustar pH si es necesario con NaOH o HAc.
4. Solución TPTZ 10 mM: Pesar 0,0312 g del reactivo TPTZ y disolverlo en un matraz de 10 mL con HCl 40 mM.
5. Reactivo FRAP:

- Preparar la solución de trabajo a diario FRAP, esta solución de trabajo deberá prepararse a diario. Mezclar 900 uL de solución TPTZ con 2,5 mL de solución $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 20mM y 25 mL de tampón acetato (mantener en baño a 37°C x 15 min)

11.4 REACCION DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTES ENSAYO FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

PROCEDIMIENTO

En tubos de ensayo de 10 mL de capacidad adicionar:

- 50 uL de extracto de la muestra (o soluciones patrones Fe^{2+})
- 1,5 mL del Reactivo FRAP.
- Incubar a 37°C durante 30 minutos y leer absorbancia a 593nm.

Nota: En el caso de la curva de calibración no es necesario esperar los 30 minutos para realizar las lecturas de Abs.

11.5 Técnica de determinación de polifenoles

PREPARACIÓN CON SOLUCIONES F.C.

1. Solución de carbonato de sodio 7,5%: Pesar 75 g de Na_2CO_3 anhidro y disolver en 1L de agua destilada.
2. Solución diluida de Folin – Ciocalteu: Tomar 10 mL del reactivo Folin – Ciocalteu y diluir a 100 mL con agua destilada.

11.6 MATERIALES

Materia prima

- Yausabara

Reactivos

- Agua destilada
- Etanol
- Folin-ciocalteu
- Carbonato de sodio
- TPTZ

Equipos

- Tijeras de podar
- Molino
- Vasos de precipitación
- Balanza
- Termómetro
- Estufa
- Frascos de vidrio
- Frascos de plástico
- Cuchillos
- Bandejas de aluminio
- Refrigerador – Cuarto Frío
- Tela lienzo
- Papel filtro
- Estufa

12. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

12.1. EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO DE YAUSABARA

Tabla 3 Indicadores medidos a los extractos acuosos crudos de yausabara en función del diseño experimental

Corrida	Viscosidad (mPa.s)	Sólidos totales (%)	Turbidez (NTU)
1	80,8	0,75	1400
2	41,58	0,61	1350
3	30,36	0,89	2070

4	13,5	0,55	1060
5	20,1	0,49	1080
6	28,26	0,74	1650
7	76,7	0,84	2020
8	14,28	0,41	910
9	11,7	0,46	1120
10	14,94	0,47	1470

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

En la Tabla 3 se observa que a menor tiempo de extracción, la viscosidad del extracto crudo fue baja, lo que pudiera deberse al grado de trituración y a la relación sólido líquido.

Las 10 corridas muestran que a menor tiempo de extracción menor fue la cantidad de sólidos totales, se debió al grado de trituración y su relación sólido líquido.

En la turbidez de estas corridas se observaron rangos similares la 1, 2 y 10 teniendo tiempos diferentes mientras que en el grado de trituración es igual la corrida 1 y 2 y relación sólido líquido las 3 corridas son iguales. La corrida 3 y 7 prestan valores altos entre 2070 NTU y 2020 NTU. La corrida número 8 fue la que menos turbidez tuvo, 910 NTU se debió al grado de trituración ya que esta se la realizó por troceado.

12.2. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN, GRADO DE TRITURACIÓN Y RELACIÓN MASA/AGUA EN LA VISCOSIDAD DEL EXTRACTO CRUDO DE MUCÍLAGO DE YAUSABARA

La Tabla 4 muestra la significación del análisis de varianza de la regresión y de los coeficientes estimados para la variable de respuesta viscosidad del extracto crudo de yausabara. Se observa que el modelo cuadrático de superficie de respuesta resultó significativo con un nivel de confianza del 95,0 %. El estadígrafo R^2 indicó que el modelo ajustado explicó el 99,49 % de la variabilidad de la viscosidad.

Tabla 4 Análisis de varianza del modelo cuadrático de superficie de respuesta para la viscosidad del extracto crudo de mucílago de yausabara.

Fuente	Valor p
Modelo	0,0176

A	0,1570
B	0,0130
C	0,0084
AB	0,0186
AC	0,0420
BC	0,0659
A ²	0,0539
R ²	0,9949

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

A: tiempo de extracción; B: grado de trituración; C: relación sólido/líquido.

Se observa que tanto el grado de trituración (B) como la relación sólido/líquido (C) incidieron ($p \leq 0,05$) sobre la viscosidad del extracto crudo de mucílago de yausabara. La ecuación del modelo obtenido es:

$$V = 44,218125 + 4,305 A - 10,974375 B - 13,659375 C + 11,499375 AB + 7,524375 AC + 7,185 BC - 19,738125 A^2 \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

V: Viscosidad (mPas).

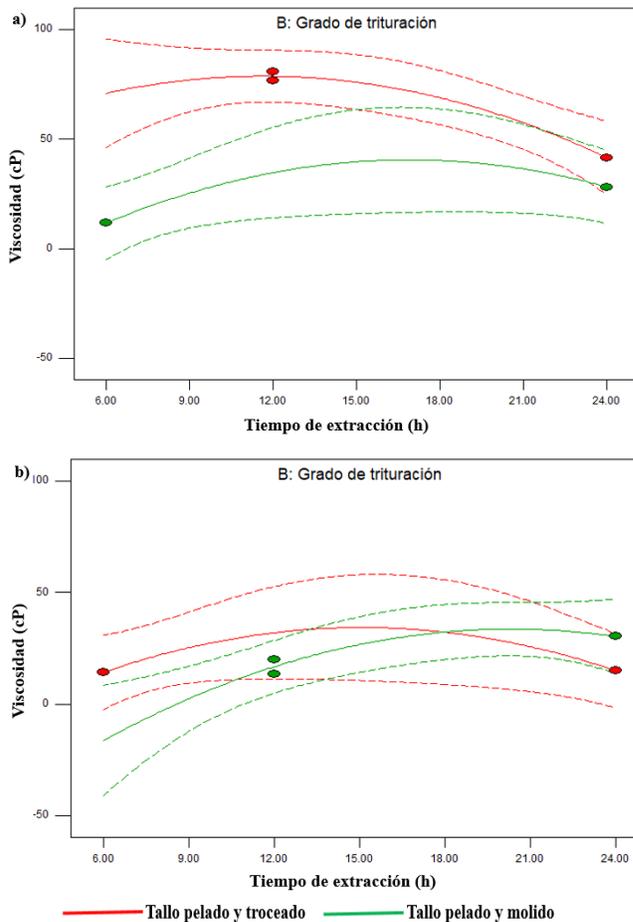
A: tiempo de extracción (h).

B: grado de trituración.

C: relación sólido/líquido.

Al analizar los coeficientes de la ecuación se observa que el término del grado de trituración (B) tuvo mayor influencia sobre la variable dependiente, seguido por el término de la interacción entre el tiempo de extracción y grado de trituración (AB). La influencia de estos factores sobre la viscosidad se observa en la Fig. 1.

Figura 1 Factores que influyen en la viscosidad.

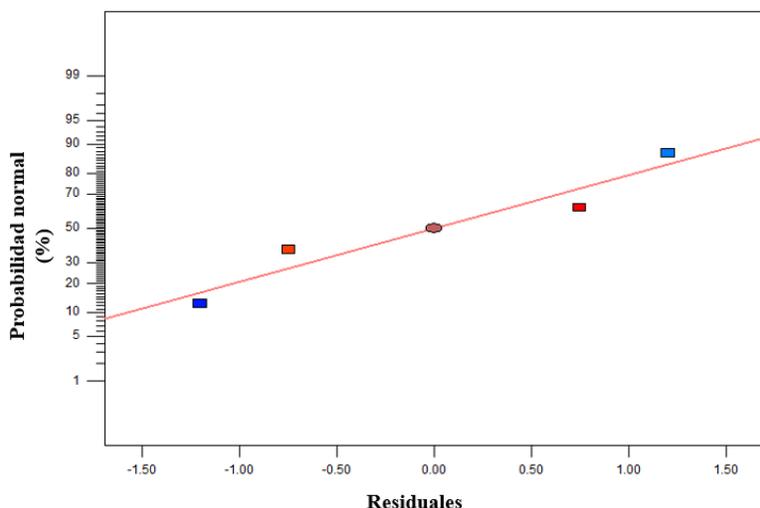


Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

Fig. 1. Influencia del tiempo de extracción, grado de trituración y relación sólido/agua en la viscosidad del extracto crudo de mucílago de yausabara. a) Relación sólido/agua de 1/4; b) relación sólido/agua de 1/6.

La comprobación de la suposición de normalidad se realizó analizando la probabilidad normal de los residuos mediante un análisis de varianza (Fig. 2). Se observa que los valores de los residuos estudentizados internamente se ajustaron a una recta como resultado de la distribución normal de los errores, por lo que se cumple la hipótesis de normalidad.

Figura 2 Comprobación de la normalidad



Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

Fig. 2. Probabilidad normal de los residuos estudentizados internamente para el análisis de varianza de la viscosidad del extracto crudo de yausabara.

12.3. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN, GRADO DE TRITURACIÓN Y RELACIÓN MASA/AGUA EN EL CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES DEL EXTRACTO CRUDO DE MUCÍLAGO DE YAUSABARA

La Tabla 5 muestra la significación del análisis de varianza de la regresión y de los coeficientes estimados para la variable de respuesta contenido de sólidos totales del extracto acuoso crudo de yausabara. Se observa que el modelo 2FI de superficie de respuesta resultó significativo con un nivel de confianza del 95,0 %. El estadígrafo R^2 indicó que el modelo ajustado explicó el 97,67 % de la variabilidad de la turbidez.

Tabla 5 Análisis de varianza del modelo 2FI de superficie de respuesta para el contenido de sólidos totales del extracto crudo de mucílago de yausabara

Fuente	Valor p
Modelo	0,0151
A	0,0219
B	0,7148
C	0,0153
AB	0,0059

AC	0,0262
BC	0,0123
Falta de ajuste	0,7582
R ²	0,9767

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

A: tiempo de extracción; B: grado de trituración; C: relación sólido/líquido.

Se observa que tanto el tiempo de extracción (A) como la relación sólido/líquido (C) incidieron ($p \leq 0,05$) sobre el contenido de sólidos totales del extracto crudo de mucílago de yausabara. La ecuación del modelo obtenido es:

$$ST = 0,59976744 + 0,07918605 A + 0,0059375 B - 0,0740625 C + 0,1315625 AB + 0,0765625 AC + 0,07976744 BC \quad (\text{Ec. 2})$$

Dónde:

ST: sólidos totales (%).

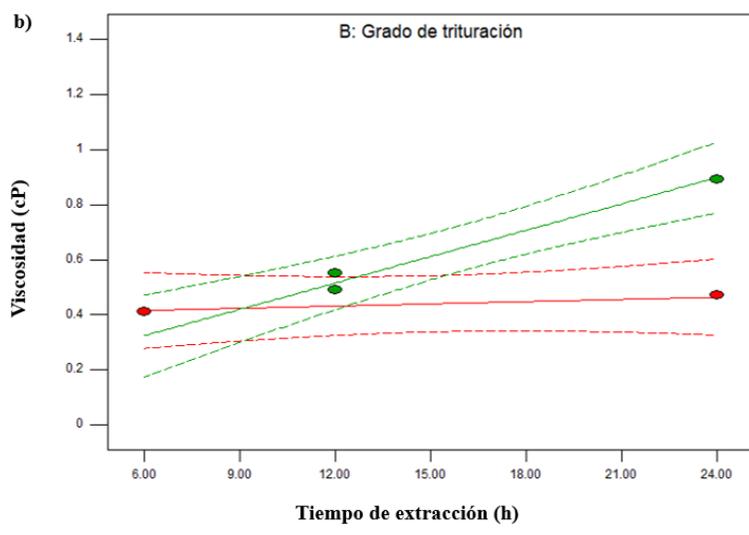
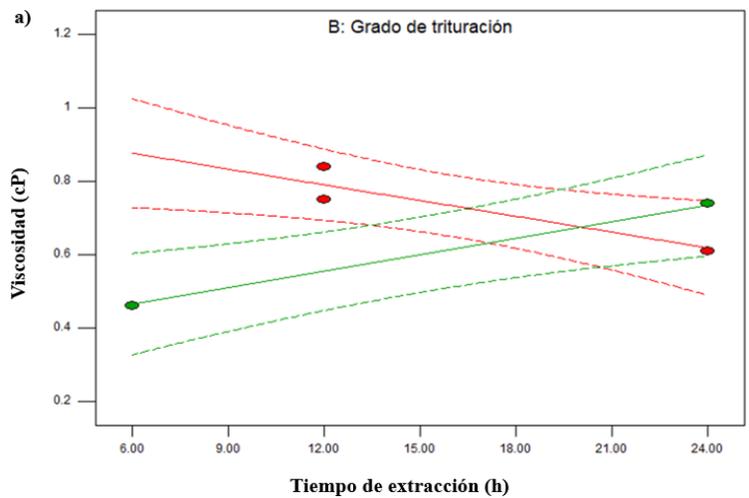
A: tiempo de extracción (h).

B: grado de trituración.

C: relación sólido/líquido.

Al analizar los coeficientes de la ecuación se observa que el término de la interacción entre el tiempo de extracción y grado de trituración (AB) tuvo mayor influencia sobre la variable dependiente. La influencia de estos factores sobre la turbidez se observa en la Fig. 3.

Figura 3 La influencia de estos factores sobre la turbidez



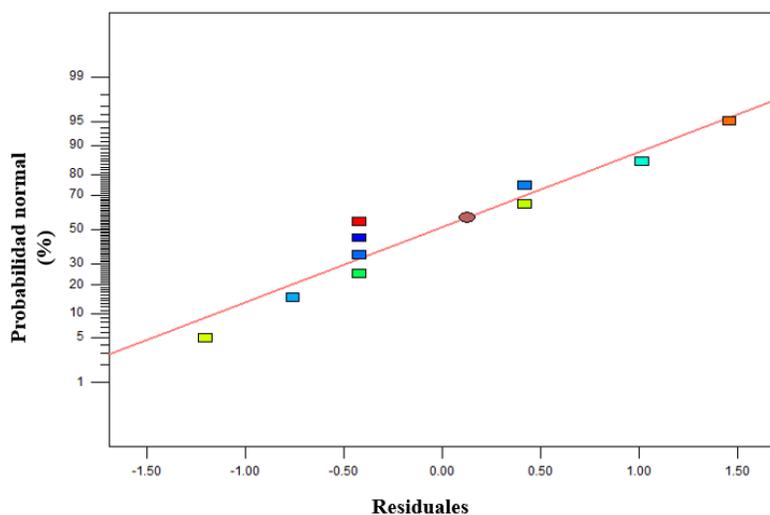
—●— Tallo pelado y troceado
 —●— Tallo pelado y molido

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

Fig. 3. Influencia del tiempo de extracción, grado de trituración y relación sólido/agua en el contenido de sólidos totales del extracto crudo de mucílago de yausabara. a) relación sólido/agua de 1/4; b) relación sólido/agua de 1/6.

La comprobación de la suposición de normalidad se realizó analizando la probabilidad normal de los residuos mediante un análisis de varianza (Fig. 4).

Figura 4 Comprobación de la suposición de normalidad



Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

Fig. 4. Probabilidad normal de los residuos estudentizados internamente para el análisis de varianza del contenido de sólidos totales del extracto crudo de yausabara.

Se observa que los valores de los residuos estudentizados internamente se ajustaron a una recta como resultado de la distribución normal de los errores, por lo que se cumple la hipótesis de normalidad.

12.4. COMPROBACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN NUMÉRICA DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN ACUOSA DEL MUCÍLAGO DE YAUSABARA

Para la optimización numérica del proceso de extracción acuosa del mucílago de yausabara se emplearon como restricciones los intervalos evaluados de las variables independientes (tiempo de extracción, grado de trituración y relación sólido/líquido) para obtener la una viscosidad de 60 mPas y mayor contenido de sólidos totales en el extracto crudo (Tabla 6).

Tabla 6 Restricciones para la optimización del proceso de clarificación

Parámetro	Límite inferior	Límite superior	Criterio

Tiempo de extracción (h)	6	24	En el intervalo
Grado de trituración ^a	1	2	En el intervalo
Relación sólido/líquido ^b	1	2	En el intervalo
Viscosidad (cP)	11,7	80,8	60
Sólidos totales (%)	0,41	0,89	Maximizar

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

^a: 1, troceado (tallo pelado de 2 cm y macerado); 2, molido (tallo pelado y triturado y cortado 10 cm).

^b: 1, relación sólido/agua de 1/4; 2, relación sólido/agua de 1/6.

La Tabla 7 muestra las 6 soluciones optimizadas para el proceso de extracción acuosa del mucílago de yausabara en función de las restricciones anteriores. Se seleccionó la solución 1, que cumplió con la restricción para la viscosidad, que coincidió además, con la que presentó mayor conveniencia estadística.

Tabla 7 Soluciones resultantes de la optimización numérica del proceso de extracción acuosa del mucílago de yausabara

Solución	Tiempo de extracción (h)	Grado de trituración ^a	Relación sólido/líquido ^b	Viscosidad (mPas)	Sólidos totales (%)	Conveniencia estadística
1	20,42	1	1	60,0001	0,669962	0,73592617
2	6,00	1	1	71,0175	0,876599	0,67615198
3	23,16	2	2	31,7	0,871793	0,63116768
4	19,97	2	1	38,2786	0,674029	0,55017094
5	18,04	1	2	32,2112	0,448163	0,18374751
6	17,93	1	2	32,3695	0,447862	0,18372797

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

^a: 1, troceado (tallo pelado de 2 cm y macerado); 2, molido (tallo pelado y triturado y cortado 10 cm).

^b: 1, relación sólido/agua de 1/4; 2, relación sólido/agua de 1/6.

La Tabla 8 muestra los resultados de las determinaciones realizadas al extracto crudo en las condiciones óptimas, el cual fue obtenido mediante la aplicación de relación sólido/líquido 1:4, con grado de trituración troceado y tiempo de 20,42 h, dando como resultado una

viscosidad que se encuentra en el rango mínimo en comparación de un mucilago de nopal. Medina, Brito, Torrestiana & Katthain (2000).

Tabla 8 Comprobación de la optimización numérica para el proceso de extracción acuosa del mucílago de yausabara

Indicador	Media (desviación estándar)
Viscosidad (mPas)	51,72
Sólidos totales (%)	0,87
Turbidez (NTU)	2600

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

Los sólidos totales se encuentran en intervalo medio entre las corridas 3 y 7. Y la turbidez de esta corrida supera al de las corridas principales, debido a que el tiempo de reposo fue menor.

13. EVALUACIÓN DEL MUCÍLAGO EN POLVO

Contenido poli fenoles totales

$$CF = \frac{(A-a)/b \times V \times fd / 1000}{PM}$$

$$Foling = \frac{(0,151 - 0,0039)}{0,0016} \times 0,05 \times \frac{1}{1000}$$

$$Foling = 0,0046 \text{ mg/g}$$

Capacidad Antioxidante:

$$\text{FRAP} = \frac{\frac{(A - a)}{b}}{PM} \times V \times fd$$

$$\text{FRAP} = \frac{\frac{(0,375 - 0,0395)}{0,0009}}{1g} \times 0.05 \times 1$$

$$\text{FRAP} = 18,63\mu\text{M de Fe}^{2+} / \text{g muestra}$$

13.1. CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL MUCÍLAGO EN POLVO

El mucílago en polvo presentó un contenido de polifenoles totales de 0,0046 mg/g y una capacidad antioxidante expresada como Fe^{2+} , determinada mediante el método FRAP, de 18,63 $\mu\text{M/g}$ de polvo, valores bajos en comparación a los reportados para extractos de origen vegetal. Estos valores están relacionados posiblemente con restos de polifenoles que quedaron remanentes del proceso de extracción y precipitación del mucílago a partir del extracto acuoso crudo.

El *Aloe vera* es una especie xerofita y suculenta, originaria del África; se le ha identificado 75 principios activos; presenta compuestos fenólicos, principalmente cromonas y antroquinonas, ubicados en la capa interna de las células epidermales; el parénquima gelatinoso e incoloro está constituido principalmente por agua, mucilagos, ácidos y sales orgánicas, enzimas, saponinas, taninos, trazas de alcaloides y vitaminas .

Los compuestos fenólicos presentes en *A. vera* actúan como interruptores de radicales libres o quelantes de metales, provocando un efecto antioxidante.

Rahda y col. y Lucini y col. refieren alto contenido de compuestos flavonoides y antroquinonas del *A. vera*. Los anillos de flavonoides poseen un gran potencial para inhibir la generación de especies reactivas de oxígeno; los flavonoides glicosilados se encuentran con frecuencia en hojas sanas y poseen actividad reductora.

De todos los metabolitos secundarios, los compuestos fenólicos muestran una correlación lineal entre la concentración y la capacidad antioxidante expresada en equivalentes de trolox y ácido ascórbico; en especial los flavonoides.

Adrianzén, G.Y. (2018), quien determinó la capacidad antioxidante mediante el método ORAC y contenido de polifenoles totales a través del método de Folin-Ciocalteu, de la cáscara y mucílago de la especie *Coffea arábica* L., reportó valores de capacidad antioxidante, expresada como Trolox, de 0,0412 $\mu\text{M/g}$ y polifenoles totales, expresados como ácido gálico, de 17,21 mg/g de extracto del mucílago empleando como disolvente al metanol. Ambas determinaciones se correspondieron con valores bajos de ambos indicadores, resultados similares a los del presente trabajo. Sin embargo, debe señalarse que la diferencia de las matrices a partir de las cuales se obtuvieron los extractos mucilaginosos (yausabara y café), además de la diferencia en los métodos de análisis, específicamente en la determinación de la capacidad antioxidante, limitan las comparaciones.

14. CONCLUSIONES

- ❖ Para la optimización y obtención de resultados, se aplicó un proceso simple de extracción el cual consistió en trocear y moler tallos de Yausabara con el fin de conocer que tan viscoso es el mucílago de la planta ya mencionada, así como también que cantidad de sólidos totales que presenta. Los análisis de las 10 corridas de extracto crudo de viscosidad y sólidos totales fueron: 1) 80,8mPa.s y 0,75 (%); 2) 41,58mPa.s y 0,61%; 3) 30,36mPa.s y 0,89%; 4) 13,5mPa.s y 0,55%; 5) 20,1 y 0,49%; 6) 28,26mPa.s y 0,74; 7) 76,7mPa.s y 0,84%; 8) 14,28mPa.s y 0,41%; 9) 11,7mPa.s y 0,46% y 10) 14,94mPa.s y 0,47%
- ❖ Para la comprobación de la optimización numérica del proceso de extracción de mucílago, se emplearon como restricciones los intervalos evaluados de las variables independientes (tiempo de extracción, grado de trituración y relación sólido/líquido) para obtener la una viscosidad de 60 mPas y mayor contenido de sólidos totales en el extracto crudo.
- ❖ De acuerdo a la práctica y el análisis de resultados de las 10 corridas se puede concluir que gracias al sistema Design Expert 8.0.6 (Stad-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.) aplicado para el diseño experimental se puede obtener una mejor corrida la cual

cumplía con condiciones óptimas de extracción tallos pelados y troceados con relación sólido: líquido de 1:4 y durante 20,42 h, Arrojando como resultado una viscosidad de 51,72; turbidez de 2600 NTU y sólidos totales de 0,87%.

- ❖ Con la aplicación de las técnicas tanto de FOLIN – CIOCALTEU para polifenoles y FRAP para antioxidantes se puede concluir que el contenido de polifenoles totales dio como resultado 0,0046 mg/g y una capacidad antioxidante expresada como Fe²⁺, de 18,63 µM/g de polvo, lo que significa que son contenidos súper bajos en los extractos de mucílago; el secado en estufa no perjudica al mucílago ya que este fue obtenido a temperaturas y tiempo adecuado con el fin de no cambiar sus propiedades.

15. RECOMENDACIONES

- Se recomienda se realicen estudios de cultivos de yausabara, para que esta planta pueda ser cultivada en varios terrenos, y ser usada con fines productivos como de productos de limpieza; ya que esta con el tiempo va desapareciendo.
- Revisar mediante estudios de extracción de mucilagos de yausabara, considerando plantas antes, durante y después del estado de floración, utilizando tallos de igual diámetro y/o tallos únicamente principales o secundarios, con el fin de establecer rendimientos de mucílago por determinada cantidad de agua.
- Emplear nuevas técnicas de extracción para que no existan desperdicios de mucílago.
- Realizar estudios de clarificación del mucílago de yausabara, utilizando equipos de filtración y bombas de vacío, como también tierras filtrantes. Ya que una vez extraído el mucílago este es muy oscuro por su alto contenido de clorofila.

16. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	Valor unitario \$	Valor total \$

Transporte y salida de campo				
Combustible	200	Galones	\$1,90	\$380,00
Peaje	15	-	\$1,00	\$15,00
Autobús (pasaje)	10	-	\$5,00	\$50,00
Materiales y reactivos				
Yausabara	3.960	Gramos	-	-
Agua destilada	15	Galones	\$6,00	\$90,00
Etanol al 99%	1	Litro	\$75,00	\$75,00
Folin-ciocalteu	2,5	ml	\$0.80	\$2.00
Carbonato de sodio	2	ml	\$1.40	\$2.80
TPTZ	0,0312	Gramos	\$4.99	\$4,99
Material Bibliográfico y fotocopias				
Copias	300	-	\$0,15	\$45,00
Impresiones	200	-	\$0,10	\$20,00
Anillados	6	-	\$2,00	\$12,00
Consulta en bibliotecas	7	-	\$0,60	\$4,20
Internet	20	-	\$0,90	\$18,00
Gastos varios				
Análisis de laboratorio	20	-	\$30,58	\$611,20
Sub Total				1330,19
10%				\$133.019
TOTAL				\$1463.20

Elaborado por: Chillagana y Veloz (2019)

17. BIBLIOGRAFÍA

- Ikawa, M., Shaper, T. D., Dollard, C. A., & Sasner, J. J. (2003). *Utilization of Folin-Ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds*. J. Agric. Food Chem.
- Quiñones, M., Villalobos, M., & Andrango, A. (2012). *Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular*. Madrid - España: ISSN 0212-1611 • CODEN NUH0EQ.
- Uyazán, A. M., Gil, I. D., Aguilar, J. L., Rodríguez, G., & Caicedo, L. A. (2004). *Deshidratación del etanol*. . Ingeniería e Investigación.
- Van der Sluis, A. A., Dekker, M., De Jager, A., & Jongen, W. M. (2001). *Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions*. . J Agric Food Chem.
- linaza (*Linum Usitatissimum L.*) y evaluación de sus propiedades reológicas.
- Chiralt Boix, A., y Martínez Navarrete, N., (2008). Efecto del método de extracción En las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia Ficus-Indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible.
- Chuma Barrigas, W. M. (2018). Evaluación del proceso de clarificación de vino de uva, artesanal e industrial, utilizando látex de papaya papaína y gel de yausabara pavonia sepium.
- De La Torre, L.; Navarrete, H.; Muriel, P.; Macías, M.; Balslev, H. (2008). Enciclopedia de las plantas útiles del ecuador. Universidad católica y Universidad AARHUS. Primera Edición. Quito Ecuador.
- Arias Jaramillo, A. E. y Delgado Moreira, D. C. (2016). Efecto de tres condiciones de extracción en las propiedades físico-químicas del mucílago de chía (*Salvia hispánica L.*)
- FUNACH, (2010). Guía para la elaboración de Panela. Capacitación en obtención de nuevos productos derivados de la caña y el manejo adecuado de la agroindustria panelera, Municipio de MOCOYA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. p. 11.

- Freire Reyes, A. E., y Landázuri Ortiz, R. K. (2007). Determinación de requisitos mínimos de calidad para Panela, Azúcar Orgánico y Miel Hidrolizada en la Provincia de Imbabura.
- Gallardo Cabrera, C., Pazmió Arteaga, J. D., y Enríquez Benavides, I. S. (2013). Extracción y caracterización reológica del mucílago de *Malvaviscus penduliflorus* (San Joaquín).
- Jiménez Fernández, E. E., (2014) en su “Obtención del mucílago de la cáscara de la tuna (*Opuntia Ficusindica*) a partir de diferentes métodos de extracción.
- Ortiz, R. K. L. (2007). Facultad De Ingeniería En Ciencias Agropecuarias Y Ambientales (Doctoral dissertation, Universidad Técnica Del Norte).
- Pacheco y otro, (2003). Estructuras mucilaginosas en helechos y plantas afines con énfasis en el género *Diplazium* (Woodsiaceae) Págs. 56-60.
- Pérez, (2004). Mucílago pulverizado obtenido a partir de cáscara de cacao, una alternativa en la clarificación de jugos en la industria panelera. Trabajo Final Especialización en Gestión de Proyectos de Desarrollo Agroindustrial. Universidad Nacional. Manizales. Pág. 52,
- Puetate Castro, E. y Maldonado Ponce, O. (2013). Elaboración de jabones de tocador sólidos tales como sulfuroso, humectante y exfoliante a partir De gel de yausabara (*pavonia sepium*).
- Quezada Moreno, W. F. (2012). Determinación de parámetros de proceso para la producción y aromatización de miel hidrolizada, panela y azúcar natural.
- Quezada Moreno, W. F., Quezada Torres, W. D., & Gallardo Aguilar, I. (2016). Plantas mucilaginosas en la clarificación del jugo de la caña de azúcar. Centro Azúcar, 1-11.
- Quezada-Moreno, W., & Gallardo-Aguilar, I. (2014). Clarificación del jugo de caña mediante el empleo de plantas mucilaginosas. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 41-48.
- Quezada-Moreno, W. F., y Gallardo-Aguilar, I. (2014). Obtención de extractos de plantas mucilaginosas para la clarificación de jugos de caña. Tecnología Química, 114-123.
- Ríos, E. (1984). Química (1a ed.). Barcelona. Editorial: Reverte.

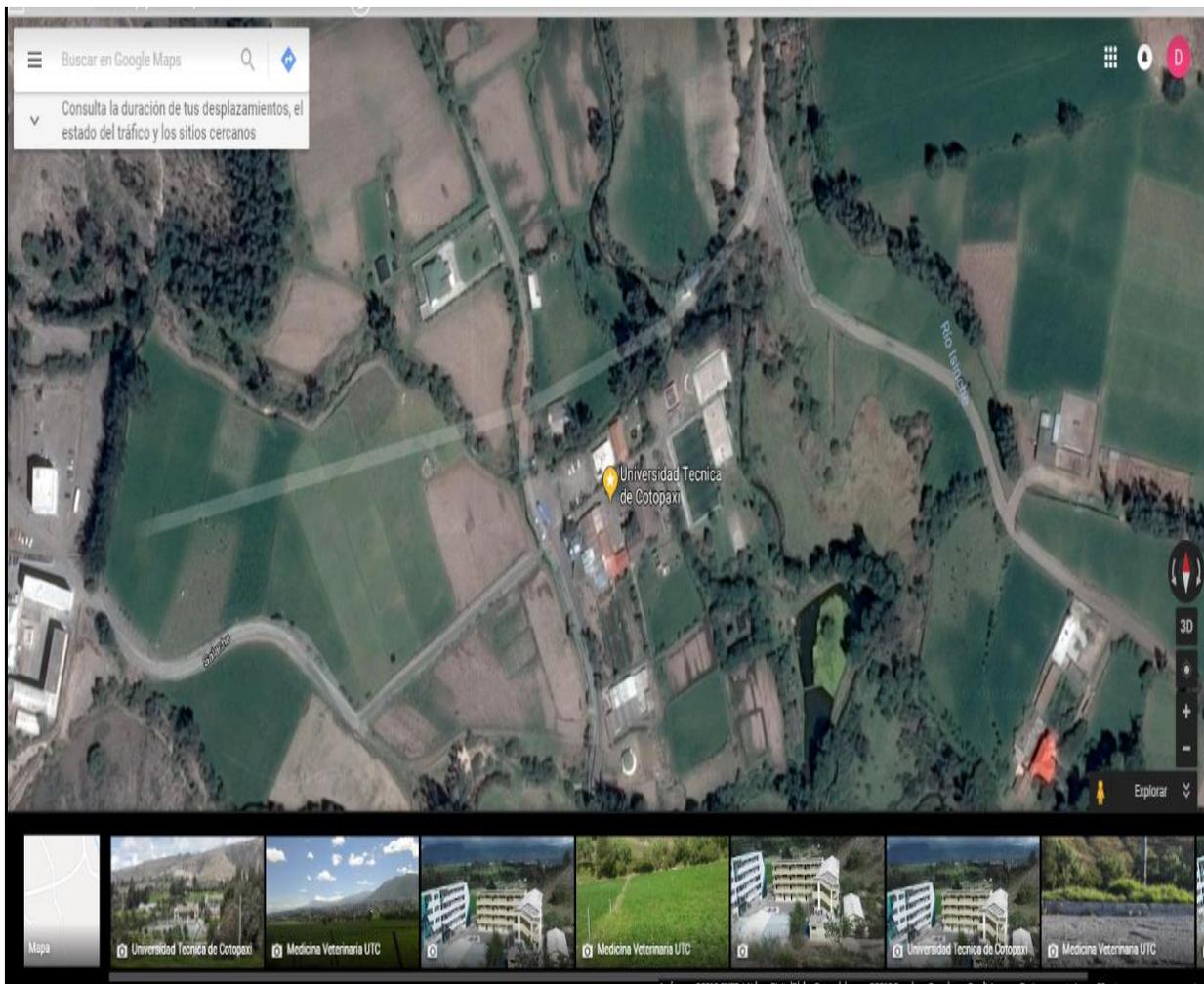
- Sáenz. C. y Sepúlveda, E., (1993). Alternativas de industrialización de la tuna (*Opuntia ficus indica*) alimentos 18 (3), 29-32.
- Sepúlveda E, Sáenz C, Aliaga E, Aceituno C. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. *J Arid Environments*. 2007; 68: 534-45.
- Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2014b). Chapter 12 – Dehydration Introduction to Food Engineering (Fifth Edition) (pp. 675-710). San Diego: Academic Press.
- Vásquez, A. (24 de 06 de 2004). El efecto de la temperatura de operación sobre el proceso de secado en un lecho fluidizado a vacío empleando vapor sobrecalentado para diferentes tipos de partículas. Recuperado el 24 de 10 de 2016, de Universidad de las Américas Puebla: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/cabrera_v_a/capitulo5.pdf
- Rahda m, laxmipriya n. Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of aloe vera: a systematic review. *J trad complem med*. 2015;5:21-6.
- Lucini L, Pellizzoni M, Pellegrino R, Mollinari g, colla g. Phytochemical constituents and in vitro radical scavenging activity of different aloe species. *Food chemistry*. 2015;170:5017.
- Domínguez R, Arzate I, Chanona J, Welti J, al- varado j, calderón g, et al. El gel de aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Rev mex ingeniería quím*. 2012;11(1):23-43.
- Lee Ky, weintraud st, yu bp. Isolation and identification of phenolic antioxidant from aloe barba- densis. *Free radic biol med*. 2000;28(2):261-5.
- Agati G, Azzarello e, Pollastri S, Tattinin M. Flavonoids as antioxidant in plants: location and functional significance. *Plant science*. 2012;196:67-76.
- Velásquez, H., García, P. Evaluación fitoquímica y de actividad antioxidante de los rizomas de tres especies del género *Cyperus*. *Momentos de ciencia*. 2012;9(1):15-21.
- sumczynski d, bubelova z, sneyd j, erbweber s, lcek, j. Total phenolics, flavonoids, antioxidant activity, crude fibre and digestibility in non-traditional wheatflakes and muesli. *Food chemistry*. 2015;174:319-25.
- Adrianzén, G.y. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales de la cáscara y mucílago de la especie *coffea arábica* L. Y sus posibles usos,

San Ignacio, Cajamarca – 2018. Tesis para optar el título profesional de ingeniero químico, universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.

18. ANEXOS

(Anexo N° 1)

Ubicación del lugar de ejecución del proyecto de investigación



(Anexo 2)

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: MOLINA BORJA **NOMBRES:** FRANKLIN ANTONIO

ESTADO CIVIL: CASADO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0501821433

Nº DE CARGAS FAMILIARES: DOS

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LATACUNGA, 28 DE ENERO DE 1971

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: LATACUNGA, BARRIO SAN SEBASTIÁN, PLAZA CENTRAL.

TELEFONO CONVENCIONAL: 032813546

TELÉFONO CELULAR: 0992982440

CORREO ELECTRÓNICO: franklin.molina@utc.edu.ec / frankmolina@yahoo.es



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE RESGITRO EN EL SENESCYT	CODIGO DEL REGISTRO DEL SENSCT
TERCER	INGENIERO AGROINDUSTRIAL	27/09/2012	1020-02-179998
TERCER	ENTRENADOR DE FUTBOL	19/04/2005	2219-05-58990
CUARTO	DIPLOMA SUPERIOR EN AUDITORÍA Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD PARA EL SECTOR ALIMENTICIO.	26/06/2019	1010-09-693979
CUARTO	MAGISTER EN INDUSTRIAS PECUARIAS, MENCIÓN DE LÁCTEOS.	23/01/2013	1002-13-86031945

HISTORIA PROFESIONAL:

FACULTAD EN LA QUE LABORA: CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA A LA QUE PERTENECE: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ÁREA CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN. PROCESAMIENTO DE LÁCTEOS.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 05 DE OCTUBRE DEL 2004

(Anexo 3)

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: GARCÍA PÉREZ

NOMBRES: MARIO ANTONIO

ESTADO CIVIL: CASADO

PASAPORTE: J865542



Nº DE CARGAS FAMILIARES: DOS

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LA HABANA, CUBA / 11 DE MAYO DE 1982

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: LATACUNGA, BARRIO LA MERCED

TELEFONO CONVENCIONAL: 03 280 2455 **TELÉFONO CELULAR:** 0995537689

CORREO ELECTRÓNICO: mario.garcia5542@utc.edu.ec / marioifal@gmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FICHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CODIGO DEL REGISTRO DEL SENESCYT
TERCER	Licenciado en Ciencias Alimentarias	27/09/2002	No registrado
CUARTO	Master en Ciencia y Tecnología de los Alimentos	26/06/2009	No registrado
CUARTO	Doctor en Ciencias de los Alimentos	23/01/2013	1921133943

HISTORIA PROFESIONAL

FACULTAD EN LA QUE LABORA: CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA A LA QUE PERTENECE: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ÁREA CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 07 DE DICIEMBRE DE 2018

(Anexo 4)

HOJA DE VIDA DE LA ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

NOMBRE: EVELIN MAGALY

APELLIDO: CHILLAGANA PUMASHUNTA

FECHA DE NACIMIENTO Y LUGAR: 14 DE DICIEMBRE 1995

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

CEDULA D IDENTIDAD: 055005683-2

ESTADO CIVIL: SOLTERA

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: LATACUNGA “BARRIO LA COCHA”

TELÉFONO CELULAR: 0998577894

CORREO PERSONAL: magalychillagana@gmail.com

CORREO INSTITUCIONAL: evelin.chillagana2@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS:

PRIMARIA: ESCUELA “ELVIRA ORTEGA”

SECUNDARIA: COLEGIO “VICTORIA VAZCONEZ CUVI”

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Ingeniería Agroindustrial.

IDIOMAS: Inglés nivel B1.

(Anexo 5)

HOJA DE VIDA DE LA ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

NOMBRE: DAYANNA ELIZABETH

APELLIDO: VELOZ GUACAPIÑA

FECHA DE NACIMIENTO Y LUGAR: 15 DE ENERO 1996

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

CEDULA DE IDENTIDAD: 1724049638

ESTADO CIVIL: SOLTERA

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: MACHACHI AV. FERNANDEZ

TELÉFONO CELULAR: 0984331636

CORREO PERSONAL: dayaeliza@hotmail.com

CORREO INSTITUCIONAL: dayanna.veloz8@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS:

PRIMARIA: ESCUELA “Jose Mejía Lequerica”

SECUNDARIA: COLEGIO “Técnico Agropecuario Genoveva German”

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Ingeniería Agroindustrial.

IDIOMAS: Inglés nivel B1.

<p>1. Recolección de materia prima</p>	<p>2. Desprendimiento de flores, hojas y corteza</p>
 <p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>	 <p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>
<p>3. Selección de la materia prima</p>	<p>4. Tallos limpios para el proceso</p>
 <p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>	 <p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>
<p>5. División de tallos para el proceso</p>	<p>6. Selección de tallos para troceado</p>
 <p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>	 <p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>

7. Selección de tallos para molido



Elaborado por: Chillagana y Veloz

8. Tallos molidos



Elaborado por: Chillagana y Veloz

9. Tallos troceados



Elaborado por: Chillagana y Veloz

10. Corte de tallos molidos



Elaborado por: Chillagana y Veloz

11. Peso de los tallos troceado y molido



Elaborado por: Chillagana y Veloz

12. Peso de las diferentes relaciones 1:4 y 1:6



Elaborado por: Chillagana y Veloz

13. Macerado de tallos troceados



Elaborado por: Chillagana y Veloz

14. Macerado de tallos molidos



Elaborado por: Chillagana y Veloz

15. Colación de la mezcla macerada tanto troceada como molida



Elaborado por: Chillagana y Veloz

16. Reposo de las mezclas a diferentes tiempos



Elaborado por: Chillagana y Veloz

17. Filtración de la muestra 9 y 10 (6horas)



Elaborado por: Chillagana y Veloz

18. Filtración de la muestra 1, 5, 6 y 8 (12horas)



Elaborado por: Chillagana y Veloz

<p>19. Filtración de la muestra 2, 3, 4, 7 y 11 (24horas)</p>	<p>20. Medición la cantidad de extracto crudo</p>
	
<p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>	<p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>
<p>21. Obtención de la corrida con características óptimas. Relación 1:4, troceado y tiempo:20,24 horas</p>	<p>22. Mezcla de etanol con el mejor extracto crudo</p>
	
<p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>	<p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>
<p>23. Separación de mucilago</p>	<p>24. Mucílago colocado a la estufa 40°C por 3 días.</p>
	
<p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>	<p>Elaborado por: Chillagana y Veloz</p>

25. Mucílago seco



Elaborado por: Chillagana y Veloz

26. Trituración del mucílago en polvo



Elaborado por: Chillagana y Veloz

27. Peso del mucílago en polvo



Elaborado por: Chillagana y Veloz

28. Evaluación de la cantidad de polifenoles.



Elaborado por: Chillagana y Veloz

29. Evaluación de antioxidantes



Elaborado por: Chillagana y Veloz

