



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR
DE LA CORTEZA Y HOJAS DE MOLLE (*Schinus molle*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial

Autora:

Guamushig Chuquitarco Sandy Elizabeth

Tutor:

Quím. Rojas Molina Jaime Orlando Mg.

Latacunga- Ecuador

Febrero-2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo GUAMUSHIG CHUQUITARCO SANDY ELIZABETH con C.I 050423006-1, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: "Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*)" siendo el Quím. ROJAS MOLINA JAIME ORLANDO Mg, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



.....

GUAMUSHIG CHUQUITARCO SANDY ELIZABETH

C.I.: 050423006-1

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 GUAMUSHIG CHUQUITARCO SANDY ELIZABETH, identificada/o con C.C. N° 050423006-1, de estado civil Soltera y con domicilio en la Ciudad de Latacunga quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; 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. - LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*)**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico: Marzo 2013- Agosto 2013; Octubre 2018 - Febrero 2019

Aprobación HCA:

Tutor. – Quím. Jaime Orlando Rojas Molina Mg.

Tema: “Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*)”

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, LA/EL CEDENTE 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 **LA/EL**

CEDENTE, 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.
- e) 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 **LA/EL CEDENTE** declara 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 **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, 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 : tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días del mes de febrero del 2019.



Guamushig Chuquitarco Sandy Elizabeth

C.I: 050423006-1

EL CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO.

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*)”** GUAMUSHIG CHUQUITARCO SANDY ELIZABETH, de la carrera de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 07 de febrero del 2019

Tutor:



Quím. Rojas Molina Jaime Orlando

C.I.: 050264543-5

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: **GUAMUSHIG CHUQUITARCO SANDY ELIZABETH** con el título de Proyecto de Investigación “**Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*)**” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de febrero del 2019

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

Ing. Cerda Andino Edwin Fabián Mg.

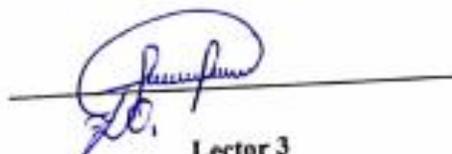
CC: 050136980-5



Lector 2

Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique Mg.

CC: 050151160-4



Lector 3

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana

CC: 050177393-1

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a esta prestigiosa Universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros como es la Universidad Técnica de Cotopaxi, donde me dieron la oportunidad de formarme como profesional y persona, preparándome para un futuro competitivo, a la Carrera de Ingeniería Agroindustrial en la cual adquirí los conocimientos teóricos y prácticos referente a mis estudios, a todos mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a mis lectores y director de tesis quiénes me ayudaron en todo momento.

Sandy Elizabeth Guamushig Chuquitarco

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis primeramente a Dios por haberme dado la vida, la fortaleza y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, a mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad. A mi hijo Ian Jesús por ser mi fuente de inspiración para salir adelante y mi pilar para velar así por su bienestar. Es por ello que soy lo que soy ahora, los amo con mi vida.

Sandy Elizabeth Guamushig Chuqitarco

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la corteza y hojas del molle (*Schinus molle*)”.

Autora:

Guamushig Chuquitarco Sandy Elizabeth

RESÚMEN

La investigación se realizó con el objetivo de obtener y caracterizar colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*), el proceso de extracción se lo realizó empleando el equipo Soxhlet de destilación simple, el colorante se lo obtuvo mediante la aplicación de hojas al 100% y corteza al 100% deshidratados con una humedad del 5%, colocándolas dentro del equipo y con la aplicación de los solventes agua 250 ml y alcohol 250 ml, posterior se hizo una filtración de la muestra para separar sólidos y finalmente la evaporación de los solventes a una temperatura de 40° C, por un tiempo de 90 minutos para que se volatilicen y se conserve únicamente el colorante.

En la presente investigación se aplicó un diseño experimental que nos permitió evaluar variables para diferenciar los tratamientos con los solvente empleados en la extracción del colorante de molle, mediante un Diseño Experimental A* B 2².

Las variables que se estudiaron fueron la caracterización fitoquímica del colorante, físico química de polifenoles totales y nivel de absorbancia presentes en cada muestra, identificando así el mejor tratamiento entre la concentración de polifenoles y absorbancia.

Con respecto al empleo de la materia prima y solventes, nos da como resultado que la combinación entre hojas y alcohol genera una mayor capacidad de absorbancia del colorante con un promedio de 1,07 ppm y con respecto a la concentración de polifenoles totales en la muestra se determina que la combinación hojas y alcohol es el mejor, con un promedio de 962,88 ppm, en el análisis fitoquímico se determinó que el colorante tiene abundante cantidad de flavonoides y taninos, los cuales ayudan a que la coloración en textiles de resultados positivos con respecto a la capacidad de coloración.

PALABRAS CLAVE: caracterizar, molle, Soxhlet, solventes, colorante, fotoquímico, polifenoles, absorbancia.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "Obtaining and characterizing natural dyes from the bark and leaves of molle (*Schinus molle*)".

Author:

Guamushig Chuquitarco Sandy Elizabeth

ABSTRACT

The research was carried out in order to obtain and characterize natural dyes from the bark and leaves of molle (*Schinus molle*), the extraction process was carried out using Soxhlet simple distillation equipment, the dye was obtained through the application of 100% leaves and 100% bark dehydrated with a humidity of 5%, placing them inside the equipment and with the application of the solvents water 250 ml and alcohol 250 ml, later a filtration of the sample was done to separate solids and finally the evaporation of the solvents at a temperature of 40 ° C for 90 minutes so that it evaporates and only the dye is preserved. In the present investigation an experimental design was applied that allowed us to evaluate variables to differentiate the treatments with the solvents used in the extraction of the molle dye, by means of an Experimental Design $A * B 2^2$. The variables studied were the phytochemical characterization of the dye, the physical chemistry of total polyphenols and the level of absorbance present in each sample, thus identifying the best treatment between the polyphenol concentration and absorbance. With respect to the use of raw materials and solvents, we find that the combination between leaves and alcohol generates a greater absorbance capacity of the dye with an average of 1.07 ppm and to respect to the concentration of total polyphenols in the sample it is determined that the combination leaves and alcohol is the best with an average of 962.88 ppm, in the phytochemical analysis it was determined that the dye has an abundant amount of flavonoids and tannins, which help the coloration in textiles of positive results with regard to the coloring ability.

KEYWORDS: characterize, molle, Soxhlet, solvents, dye, phytochemical, polyphenols, absorbance

Contenido

PROYECTO DE TITULACIÓN I	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	3
5. OBJETIVOS:	4
General	4
Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TEÓRICA	5
7.1 Antecedentes	5
7.2 Fundamentación teórica	7
7.2.1 Historia	7
7.2.2 Origen	8
7.2.3 Usos	8
7.2.5 Características del molle	9
7.2.6 Distribución	9
7.2.7 Variedades	10
7.2.8 Morfología del molle	10
7.2.9 Silvicultura	11
7.2.10 Extensión y distribución geográfica	11
7.2.11 Composición química	12
7.2.12 Propiedades de (<i>Schinus molle</i>)	12
7.2.13 Propiedades terapéuticas de (<i>Schinus molle</i>) en el Ecuador	13
7.2.14 Usos medicinales	14
7.2.15 Clasificación de los colorantes	15
7.2.16 Efectos adversos y/o tóxicos	17
7.2.17 Técnicas de extracción de colorantes naturales	17
7.2.18 Clasificación de los extractos	17
7.2.19 Métodos de extracción de colorantes	18
7.2.20 Equipo de extracción Soxhlet	19
7.2.21 Solventes	22

7.3 Marco conceptual	24
8.- HIPÓTESIS:	26
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
9.1 Diseño y modalidad de investigación.....	26
9.2 Tipos de investigación.....	26
9.2.1 Investigación Exploratoria	26
9.2.2 Investigación Descriptiva	26
9.2.3 Investigación Explicativa	27
9.2.4 Investigación Experimental.....	27
9.3 Técnicas de investigación.....	27
9.3.1 La Observación	27
9.3.2 El Fichaje.....	27
9.4 Instrumentos	28
9.5 Metodología de la extracción del colorante de molle.....	28
9.5.1 Obtención del colorante de molle (<i>Schinus molle</i>).....	28
9.5.2 Recepción de la materia prima	28
9.5.3 Preparación y lavado de la corteza y hojas.....	28
9.5.4 Deshidratado.....	28
9.5.6 Molienda	29
9.5.7 Extracción por el equipo Soxhlet	29
9.5.8 Filtración	29
9.5.9 Evaporación de solventes	29
9.5.10 Envasado	29
9.5.10 Diagrama de flujo.....	30
9.5.11 Balance de materia	31
9.5.12. Tabla de costo de producto del colorante de molle	32
9.6 Diseño experimental.....	34
9.7 Cuadro de variables.....	36
10.- ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	36
10.1 Tabla ADEVA del nivel de Absorbancia.....	36
10.1.2 Tabla referente a los solventes empleado vs el nivel de absorbancia.....	39
10.1.3 Tabla de la interacción de tratamientos vs nivel de absorbancia.....	40
10.2 Tabla ADEVA de la concentración de polifenoles totales.....	42

10.2.1	Tabla de la planta a utilizar vs concentración de polifenoles totales.....	43
10.2.2	Tabla de los solventes empleados vs concentración de polifenoles totales.....	44
10.2.3	Tabla de Interacción de tratamientos vs concentración de Polifenoles totales.....	46
10.3	Análisis físico- químico de los tratamientos respecto al contenido de Polifenoles totales.	48
10.4	Análisis físico- químico de los tratamientos respecto al nivel de absorbancia.	48
10.5	Análisis fitoquímico del colorante de molle.....	49
10.6	Extracción del colorante por el equipo Súper Crítico	50
11.-	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	50
12.-	PRESUPUESTO DE COSTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS	51
13.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
13.1	Conclusiones	53
13.2	Recomendaciones.....	54
14.-	BIBLIOGRAFÍAS:	55
15.-	ANEXOS	57
Anexo 1	Ubicación geográfica.....	57
Anexo 2	Aval de abstract	58
Anexo 2.1	Ficha del tutor.....	59
Anexo 2.2	Ficha del estudiante	60
Anexo 3	Resultados del laboratorio de concentración de Polifenoles Totales de la Universidad Estatal de Bolívar	61
Anexo 4:	Análisis de laboratorio de extracción de colorante por el equipo SFC.....	62
Anexo 5	Resultado del análisis fitoquímico realizado en la Universidad Central del Ecuador	63
Anexo 6	Fotos del procedimiento	64

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Descripción botánica del molle.....	8
Cuadro 2.	Propiedades medicinales del molle (Schinus molle).....	14
Cuadro 3.	Clasificación de los principales pigmentos como colorantes naturales.....	15
Cuadro 4.	Factores de estudio.....	35
Cuadro 5.	ANOVA.....	36
Cuadro 6.	Variables.....	37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de investigación.....	27
Tabla 2. Tratamientos de estudio.....	35
Tabla 3 ADEVA Atributo de absorbancia.....	38
Tabla 4. Partes de la planta vs el nivel de absorbancia.....	38
Tabla 5. Solvente a utilizar vs atributo de absorbancia.....	40
Tabla 6 Interacción de tratamientos vs atributo de nivel de absorbancia.....	41
Tabla 7. ADEVA atributo de concentración de Polifenoles totales.....	43
Tabla 8. Parte de la planta a utilizar vs concentración de polifenoles.....	43
Tabla 9. Solvente a utilizar vs concentración de Polifenoles.....	45
Tabla 10. Interacción de los tratamientos vs atributo de concentración de Polifenoles.....	46
Tabla 11 Contenido de Polifenoles totales en cada muestra.....	48
Tabla 12 Nivel de absorbancia de cada tratamiento.....	48
Tabla 13 Análisis fitoquímico del colorante de molle.....	49
Tabla 14 Cantidad de polifenoles obtenidos por SFC.....	50
Tabla 15. Presupuesto.....	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1 Árbol de molle (<i>Schinus molle</i>).....	25
Imagen 2. Equipo Soxhlet.....	37

ÍNDICE DE GRAFICA

Grafica 1 Partes de la planta vs absorbancia.....	39
Grafica 2. Solvente vs absorbancia.....	40
Grafica 3. Tratamientos vs absorbancia.....	42
Grafica 4. Parte de la planta vs concentración de Polifenoles.....	44
Grafica 5. Solvente vs concentración de Polifenoles.....	45
Grafica 6. Tratamientos vs concentración de Polifenoles.....	47

PROYECTO DE TITULACIÓN I

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*)”.

Fecha de inicio: Abril 2018

Fecha de finalización: Febrero 2019

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache Bajo

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: Anexo 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Ingeniera Agroindustrial

Proyecto de investigación vinculado: Optimización de Procesos Tecnológicos Agroindustriales

Equipo de Trabajo:

Químico. Rojas Molina Jaime Orlando

Guamushig Chuquitarco Sandy Elizabeth

Área de Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción

Sub área: Industria y Producción

Línea de investigación:

Procesos industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Optimización de Procesos Tecnológicos Agroindustriales

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La gran demanda que existe de colorantes químicos para el empleo en la industria textilera ha generado un impacto en la búsqueda de nuevos colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*) que nos sirvió para el estudio y la utilización como materia prima para la extracción de colorantes que han sido empleados desde la antigüedad para teñir textiles. (Guirola, 2010).

En la actualidad el molle es un árbol que crece de manera silvestre y es utilizado para teñir lana de manera artesanal, lo cual puede generar una oportunidad en la extracción de colorante natural para industrializarlo, aumentando así la productividad y competitividad, creando oportunidades tanto en el campo laboral como económico. (Gaviria Mejía, María Alejandra; Mejía Aguas; octubre de 2012).

La coloración de alimentos o textiles usando pigmentos naturales obtenidos de plantas o sus partes en la última década ha recibido especial atención, pues ha crecido el interés mundial a consumir y usar productos ecológicos y baratos. La producción de colorantes sintéticos ocasiona daños peligrosos para la salud y el medio ambiente, consumiendo los productos que los contienen cada vez en menor cantidad.

Por esta razón se llevó a cabo el proyecto para aprovechar la materia prima existente en la provincia de Cotopaxi, para la obtención del colorante.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos: En el caso de que se llegará a industrializar el molle los beneficiarios directos serán las personas que generen la materia prima, es decir los pobladores del barrio Salache Bajo los cuales serán los proveedores para llevar a cabo el presente proyecto de investigación, con un total de pobladores de 40 mil personas en toda la parroquia Eloy Alfaro

Beneficiarios indirectos: Las industrias de textiles y artesanales ubicadas en el país que son: alrededor de 700 microempresas en todo el Ecuador.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

El número de colorantes aprobados para el uso en la industria a nivel mundial que podrían ser definidos como naturales son pocos y sólo unos cuantos son comercialmente importantes, como la cochinilla y el carbón. Muchos de los ingredientes naturales usados en la industria cosmética según la publicación “FAO Natural colorants and dyestuffs”, que incluye una descripción de los principales colorantes que se comercializan internacionalmente, no hace mención a ninguna producción en los países europeos, con excepción del pimentón dulce de España y de Hungría, aunque este colorante es usado en productos alimenticios (CEMUE, 2006). En el caso de los productos de higiene personal los colorantes empleados vienen de países en vías de desarrollo, que luego son procesados y vendidos por compradores en Europa, porque su producción de la UE es limitada en aceites esenciales y colorantes naturales (CEMUE, 2006)

La producción de molle en Ecuador no ha sido tan conocida. Debido a que no existe conocimiento acerca de procesos de la extracción del colorante.

En Ecuador para la extracción de colorantes se ha tomado en cuenta que para certificar los colorantes como tales, estos deben cumplir dos premisas fundamentales, que son no utilizar productos silvestres y no emplear procedimientos contaminantes. Los talleres artesanales se han industrializado e instalaron fábricas modernas para incrementar su producción. Además, introdujeron fibras sintéticas en lugar de lana de oveja, tintes sintéticos en lugar de los naturales y diseños no tradicionales. La industrialización de estos procesos textiles, incluyeron en sus procesos el uso de sustancias químicas como es el caso de las anilinas especialmente en colorantes tina, dispersos y reactivos), metales (por ejemplo, cobre, cromo, cinc, cobalto y níquel), aminas (producidas por colorantes azoicos en condiciones reductoras) y otros tintes sintéticos que han ampliado matices y 4 colores; pero han echado al abandono prácticas culturales que ligaban a la naturaleza con el hombre. PRODEPINE, 2002

Durante los años anteriores, Ecuador importó desde Estados Unidos y España los extractos curtientes o tintóreos, taninos y sus derivados, pigmentos y demás materias colorantes.

En la provincia de Cotopaxi, en el barrio Salache Bajo existe gran variedad de la planta de molle donde no ha sido aprovechada en su totalidad para la obtención de colorantes naturales, ya que únicamente ha sido utilizada como cercas de viviendas. Para esto se pretende incentivar el cultivo y la producción de árboles de molle para que sean empleados en la obtención de colorantes a partir de la corteza y hojas de molle. La iniciativa de teñir con colorantes orgánicos se basa principalmente en producir industrialmente telas de color respetando el entorno natural y recuperar las técnicas artesanales tradicionales de una región o cultura.

5. OBJETIVOS:

General

- “Obtener y caracterizar colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*)”

Específicos

- Extraer el colorante de molle mediante la utilización del equipo Soxhlet.
- Caracterizar los colorantes mediante un análisis físico-químico y fitoquímico.
- Identificar los costos de extracción en la obtención del colorante para determinar si el proyecto es factible.

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

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Extraer el colorante de molle mediante el equipo Soxhlet.	Extracción de colorante, empleando los	Colorante extraído de las hojas y corteza del molle	Mejor tratamiento extraído del colorante.

	solventes (agua y alcohol 96%.)		
Caracterizar colorantes mediante un análisis físico-químico y fitoquímico.	Análisis físico-químico y fitoquímico	Análisis del extracto	Resultado de los análisis físico-químicos: Polifenoles totales y Absorbancia Fitoquímico
Identificar los costos de extracción empleados en la obtención del colorante.	Determinar el costo empleado en la extracción del colorante	Balance de costos	Costos del mejor tratamiento, para así identificar el costo final de producción del colorante.

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

7.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TEÓRICA

7.1 Antecedentes

Según Jorge Devia y Liliana (2011) en su investigación de la “Realización de un proyecto de implementación de una planta piloto de colorante de achiote “en Medellín, Colombia Saldarriaga, concluye que para obtener el colorante de la semilla del achiote (*Bixa orellana*), pues este colorante se utiliza en las industrias de los derivados lácteos, cárnicos, pintura, tintes, jabones y teñido. La remoción del pigmento de la semilla Annatto (achiote) se realizó por medios biotecnológicos, empleando una solución acuosa de alfa-enzimas a temperatura y tiempo suficientes para la extracción

Según López y Cortez (2018) en su investigación sobre “ Evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de molle (*Schinus molle*) fase de campo, frente al gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache) de la papa en la variedad Santa Rosa “de la Universidad Técnica de Ambato, concluye que con la aplicación de aceite esencial de molle con 15% de dilución (D3), se obtuvieron los mejores porcentaje de incidencia de gusano blanco (30,07%), como el menor porcentaje de severidad de gusano blanco (17,07%), por lo que las plantas al encontrar mejores condiciones de

desarrollo, reportaron mayor diámetro del tubérculo (4,88 cm) y los más altos rendimientos (5,35 kg/tratamiento), por lo que se obtuvieron los mejores rendimientos (5,45 kg/planta); siendo el tratamiento apropiado para controlar de mejor forma el ataque de gusano blanco de la papa, contribuyendo a la obtención de mayores índices de producción y productividad del cultivo, sin afectar al medio ambiente.

Según Córdor y Glenda (2014) en su investigación de “Evaluación expectorante del molle” de la Escuela Politécnica del Chimborazo, concluye que los ensayos fotoquímicos corroboraron la existencia de los metabolitos secundarios, saponinas y aceites esenciales, entre otros, en los extractos de ISO (*Dalea coerulea*), JACARANDA (*Jacaranda mimosifolia*) JENGIBRE (*Zingiber officinale*), ROMERO (*Rosmarinus officinalis*), MARRUBIO (*Marrubium vulgare*), MOLLE (*Schinus molle*.)

Según Villacrés (2017) en su investigación de “Evaluación de la actividad insecticida del extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) frente al gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache)” de la Universidad Técnica de Ambato, concluye que los mejores resultados fueron: para la mortalidad de insectos adultos un 16,67%, con la dosis D2 (10%) a las 48 y 72 horas de aplicado el extracto, en el caso de mortalidad de larvas se registró un 16,67%, con una D3 (15%) a las 72 horas de aplicación lo contrario de los adultos, en el caso de los huevos, el índice de inhibición de eclosión larval la dosis que actuó con mayor eficacia es la D1 (5%) con un resultado de 25% a las 24 horas de aplicación, es decir que para evitar que los huevos eclosionen es necesaria una dosis baja de extracto y actúa en el menor tiempo con un efecto mecánico de deshidratación.

Según Padín, E. V. (2017) en su investigación “Obtención, caracterización y determinación de la actividad antimicrobiana de la oleorresina de las bayas de Aguaribay” (*Schinus molle*) de la Universidad Nacional de Quilmes, concluye que en función de los resultados obtenidos se puede concluir que la oleorresina extraída de las bayas de Aguaribay, (*Schinus molle*) presenta actividad antimicrobiana

El proceso de obtención de la oleorresina es rápido, económico y presenta un alto rendimiento que permite que esta sea un producto que podría ser aceptado en la industria de los alimentos. Se puede almacenar tanto en refrigeración como a temperatura ambiente, sin perder sus propiedades. Es termoestable ya que resiste el calentamiento lo que o hace que pueda ser aplicada en alimento que requieran ser cocinados antes de su consumo. Puede ser utilizada para saborizar y conservar

medallones de carne picada debido a su sabor agradable. Esta aplicación se podría extender a otros productos alimenticios de consumo humano como conservante y saborizante de origen natural.

Según Quintanilla (2005) en su investigación “Ejecutó un proyecto para realizar una guía práctica de procesamiento del Añil, basado en los conocimientos de los artesanos ubicados en diferentes zonas del país” en el Salvador concluye que la fuente vegetal fue la planta *Indigofera* spp. Que crece con facilidad en el clima subtropical del Salvador. Las pruebas de investigación se realizaron en pequeñas pruebas de laboratorio, utilizando 1 litro de agua por 50 gramos de hoja fresca.

7.2 Fundamentación teórica

7.2.1 Historia

El uso de los colorantes se remonta a ciento de años en todas las sociedades por todo el mundo. Incluso antes de que la gente empezara a hilar y a llevar ropa se aplicaban tierras coloreadas, y sabias de plantas en su piel con distintas finalidades. El color de los tejidos ha marcado históricamente diferenciación social, de autoridad, de casta, de religión, de sexos. En todas las civilizaciones existió la necesidad de dar color a los tejidos, pero cada una desarrolló diferentes técnicas con diferentes colorantes aprovechando los recursos naturales de su entorno extrayendo nuevos colores y aumentando el conocimiento de las propiedades de tinción tanto de plantas, animales como de minerales. Quizá el primer paso en la historia de la tintura fue la identificación de las potenciales plantas, animales o minerales que se podían utilizar para tinter ya que se aprendía a base de intento– error. Pero aún con este rústico método consiguieron obtener todos los colores del círculo cromático empleando las materias primas que ofrece la Madre naturaleza. La lista de civilizaciones y materiales empleados es extensa, sirva como ejemplo que la civilización china utilizaba como especies tintóreas el azafrán para los rojos y el índigo para el azul, en la cultura mesopotámica el color favorito era el rojo que obtenían del insecto Kermes, los fenicios monopolizaron la obtención y los secretos de tintura de la púrpura (Caracol Púrpura Pansa) que luego fueron aprendidos por bizantinos. Los egipcios utilizaron sales de cobre para tinter de verde, carbonatos para blanquear y no empleaban mordientes para tinter con Rubia, en Grecia utilizaron líquenes en especial Orsella tintoria, la rubia, kermes, azafrán, índigo.

Girault, (1987) señala que, el molle es una especie forestal que se desarrolló durante su primera etapa en los viveros forestales. La importancia de esta especie es que es adaptable a diversos medios, además que posee propiedades bondadosas para la salud del ser humano.

Los viveros forestales son los que albergan a especies forestales, durante la primera fase de crecimiento, en el caso del molle, la planta se mantiene en el vivero hasta que alcance una altura aproximada de unos 30 a 50 centímetros de altura. Para el desarrollo del molle se puede aplicar diferentes sustratos, sin embargo, es necesario que cuente con una cantidad de tierra del lugar, arena y turba en la preparación de sustrato.

7.2.2 Origen

(May 2008) Árbol típicamente americano, originario de los valles interandinos del centro del Perú. Es una especie arbórea americana de gran difusión como ornamental en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial. En Perú es una especie forestal típica de las estepas espinosas y de los bosques montanos bajos.

7.2.3 Usos

(May 2008) La corteza del pimiento presenta una importante cantidad de extraíbles químicos: taninos, oleorresinas, ácido linoleico, erúcido y lignocérico.

Las hojas también presentan taninos, flavonoides libres y combinados, carbohidratos, saponinas, ácido linoleico. Las hojas se utilizan para el teñido de las lanas, proporcionando un tinte amarillo que puede ser utilizado en industrias textil eras para la trituración de prendas de vestir.

7.2.4 Descripción botánica

Cuadro 1. Descripción botánica del molle

Reino: Plantae
Filo: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Sapindales
Familia: Anacardaceae
Género: Schinus
Especie: molle

Fuente: Sánchez, 2014

7.2.5 Características del molle

Imagen 1 Árbol de molle (*Schinus molle*)



Fuente: Cortez, 2018

El molle es un hermoso árbol de formas caprichosas, copa frondosa, follaje denso, coloridos frutos y diversos usos que hacen de él una especie muy productiva. Se le emplea en la reforestación de cuencas, para proteger riberas de ríos, controlar la erosión de laderas y arborizar las ciudades, tanto por su belleza como por su resistencia a la escasez de agua. Esta planta es oriunda de los valles interandinos del centro del Perú, especialmente de las regiones áridas y semiáridas de la serranía esteparia y el bosque montano bajo. Su crecimiento se da tanto de manera silvestre como cultivada en zonas secas de la costa, la serranía y parte de la Amazonía, desde el nivel del mar hasta los 3 500 msnm (Perú Ecológico, 2016).

8.2.6 Distribución

Para Demaio, et al. (2002), es originario del estado de Río Grande del Sur en Brasil, del Uruguay, y de la Mesopotamia argentina.

El mismo autor indica que el molle es una especie tolerante a la sequía y a las altas temperaturas, longeva, resistente y perenne, aunque no aguanta bien las heladas. Por estas razones se lo cultiva en todo el mundo. En Europa se lo planta en parques, paseos y avenidas. En España es frecuente su cultivo en las provincias más cálidas, especialmente en el Levante y Andalucía. Ha llegado a ser un serio problema en muchos lugares del mundo por su carácter invasor, naturalizándose en los nuevos hábitats.

Para Aguilar (1996), en África del sur, por ejemplo, *S. molle* ha invadido savanas y pastizales y se ha expandido a lo largo de cunetas y canales de riego en ambientes semidesérticos. También se considera invasiva en gran parte de Australia, desde pastizales a bosques abiertos y áreas costeras.

También en fincas abandonadas y junto a las vías del tren. En América del Norte, tanto *S. molle* como su pariente cercano *Schinus terebinthifolius* son particularmente dañinos en Florida y Hawái, y pueden encontrarse también en el sur de Arizona, sur de California, Texas, Luisiana, y Puerto Rico.

7.2.7 Variedades

Para Aguilar T. y Arauco A.R (1986), durante mucho tiempo, existe una especie similar que se distribuye desde Perú hasta el noroeste de la Argentina y Chile, estando asilvestrada en México, se la consideró sólo como una variedad de *Schinus molle*, llamándose, por lo tanto: (*Schinus molle*) variedad areira; hoy se la trata como especie plena: *Schinus areira*.

Sin embargo, existen diferentes variedades entre las que comúnmente se encuentra el *Schinus molle* variedad Rusbyi.

7.2.8 Morfología del molle

7.2.8.1 Altura

El molle alcanza una altitud entre 10 y 12 metros de alto (Perú Ecológico, 2016).

7.2.8.2 Tronco o corteza

Tiene un diámetro de 1,5 metros en la base y es muy ramificado en la parte superior. Su corteza es de color café claro, ligeramente grisáceo, su textura es un tanto áspera y agrietada (Sánchez, 2014).

7.2.8.3 Hojas

El follaje del molle es perenne, denso y tiene ramas colgantes. Las hojas son compuestas, lanceoladas, de márgenes lisos o aserrados, muy aromáticas y miden de 1,5 a 4 cm de largo (Sánchez, 2014).

7.2.8.4 Flores

Sus flores son pequeñas, hermafroditas o unisexuales, y están dispuestas en panículas alargadas (Perú Ecológico, 2016).

7.2.8.5 Frutos

Los frutos del molle tienen un color rojizo muy llamativo, están agrupados en racimos, poseen un mesocarpio de sabor dulce y contienen con una semilla (Perú Ecológico, 2016).

7.2.8.6 Semillas

Las semillas poseen un color negruzco, de textura rugosa, forma redondeada y su tamaño varía entre los 3 y 5 mm de diámetro (Sánchez, 2014).

7.2.9 Silvicultura

Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto, Universidad Nacional de Quilmes

Este árbol se reproduce fácilmente por semillas. Un kilo de semillas presenta aproximadamente entre 15.000 y 60.000 unidades de las mismas, con alrededor del 80% de capacidad germinativa. Los frutos se recolectan del árbol cuando han adquirido una tonalidad rosada. Luego de un período de exposición al sol, los frutos son escarificados mecánicamente por frotación con arena, lija o esmeril, con el objeto de eliminar la cubierta externa. Enseguida se siembran en cajones con arena o turba húmeda y se almacenan a 4°C.

Otro procedimiento es el almacenaje en lugares fríos y secos y el posterior remojo de las semillas ya escarificadas en agua durante 48 horas a temperatura ambiente. Se recomienda sacar las semillas del frío en el mes de agosto para comenzar su germinación a una temperatura entre 18 y 22°C. La semilla tarda en germinar entre 20 y 35 días, pero es posible reducir este período a 7 días con inmersión en solución de hormonas o con siembra directa en sitios de buena calidad. Cuando las plántulas han alcanzado una altura de 10-15 cm, se trasplantan a envases o macetas individuales, con una mezcla de arena, suelo y materia orgánica. El sistema radicular es abundante y profundo, pudiendo ser repicadas entre las 4 y las 6 semanas.

Una vez en la tierra, presenta rápido crecimiento dependiendo de la calidad de los suelos. En vivero crece entre 50 cm y 1.20 m de altura en el primer año de vida y a los 3-4 años los arbolitos pueden medir entre 2-2.5 m de altura y presentar un diámetro de 10 cm.

A los 10 años pueden alcanzar un tamaño de 5 a 6 metros. Al momento de la plantación, se debe considerar que requiere de amplios espacios debido a su vasta cobertura.

7.2.10 Extensión y distribución geográfica

La planta de molle (*Schinus molle*) se ha extendido por la región andina de Sudamérica, principalmente Perú, aunque se ha encontrado de Ecuador a Chile y Bolivia. Vive en los Andes Peruanos a altitudes de hasta 3,650 m. Ampliamente distribuido en México, Centroamérica, sur de California y oeste de Texas- Estados Unidos (Ojeda, 2008). En el Ecuador la distribución altitudinal de molle, ha variado de 1500 a 3000 msnm. Teniendo gran capacidad de rebrote, a la vez progresa

en terrenos secos y rocosos gracias a sus raíces bien desarrolladas, que pueden llegar hasta 20 a 30 m de profundidad para buscar agua, además requieren suelos arcillosos o arenosos, tolera texturas pesadas, suelos muy compactados y pedregosos (Muñoz, 1999). Ésta especie ha sido muy exigente en luz, ligeramente resistente a las heladas, resistente a las termitas y a la sequía (Palacios, 2012).

El área de distribución en el Ecuador de molle, principalmente ha sido en la región interandina, constituida por 3 ramales montañosos: Cordillera Occidental, Central y Oriental, las cuales forman nudos encerrando en su interior hoyas caracterizadas por ser áreas secas (Ayala, Nielsen & Bravo, 1980). Ha crecido en bosque natural o intervenido, en las provincias de Loja, Azuay, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Galápagos, creciendo en un tipo de bosque pluvioestacional y bosque seco interandino. La especie *S. terebinthifolius*, solo ha sido reconocida en el parque La Merced de la ciudad de Ibarra (Aguñada, 2012), (Ministerio de Ambiente Ecuador, 2012), (Palacios, 2012).

7.2.11 Composición química

7.2.11.1 Hoja: flavonoides (quercetina, rutina, quercetina e isoquercetina, triterpenos, antocianinas, β - sitosterol, taninos, ácido gálico, ácido protocatéquico, glucosa, fructosa, aceites esenciales (0,5%). Ácido linolénico, linoleico, lignocérico, y esteárico.

7.2.11.2 Corteza y semillas: ácido esteárico.

7.2.11.3 Frutos: aceites esenciales (2,4 %); α - bergamotranseno, bourboneno, α y δ - canadino, α y δ - calacoreno, calameneno, canfeno, carvacrol, β - cariofileno, γ -copaenocroweacina, γ -cubebeno, p-cimeno, butirato de geraniol, hexanoato de nerol, α y β -felandreno, α y β -pineno, α -terpineol, γ -terpineno, α y γ -muroleno, etc. Además: cianidina-3-galactósido, cianidina-3-rutinósido y peonidina-3-glucósido.

7.2.12 Propiedades de (*Schinus molle*)

Se le ha atribuido el poder antiséptico, propiedades antiespasmódicas y sedantes, estimulan la secreción gástrica por lo que son digestivos, además de estimulación uterina, antiinflamatorio en casos de cervicitis y vaginitis. (González, 2009). En la medicina actual su resina blanquecina ha sido usada en América del Sur como goma de mascar, ya que se dice que fortalece las encías y sana las úlceras de la boca. Además, la cocción de la corteza se usa como remedio en pies hinchados y

como purgante para animales domésticos; mezclada la corteza junto con las hojas, se utiliza para combatir la hinchazón y dolor en el tratamiento de enfermedades venéreas. (Batis, 1999).

La emulsión de la goma se ha usado para tratar cataratas y manchas de las córneas de los ojos. Además, el fruto se utiliza para el tratamiento de la gonorrea y jarabe para la bronquitis. Por otro lado, las semillas se usan para adulterar la pimienta por su sabor semejante llamándola “pimienta blanca” (Ayala, Nielsen & Bravo, 1980). El “molle” a la vez se emplea en las llamadas “limpias” o “barridos”, para curar el mal de aire, susto y espanto en algunas culturas (CONAFOR, 2012). En la industria textil las hojas, ramas, corteza y raíz se han empleado para el teñido amarillo pálido de tejidos de lana.

Por otro lado, se considera que las semillas contienen aceites de los cuales se obtiene un fijador que se emplea en la elaboración de perfumes, lociones, talcos y desodorantes. Su ceniza rica en potasa se ha usado como blanqueador de ropa.

Además, en la industria maderera esta especie se ha utilizado para fabricar implementos de trabajo, tales como mangos de herramientas, estacas, enseres rurales y fustes de sillas de montar. Además, la resina se ha empleado en la fabricación de barnices (Batis, 1999).

7.2.13 Propiedades terapéuticas de (*Schinus molle*) en el Ecuador

El fruto procesado se ha empleado como antimicótico (Etnia no especificada Carchi). El jugo blanco extraído de la corteza se usa como purgante y aplicado externamente, reduce la inflamación de tumores, en especial de los ojos (Kichwa de la Sierra- Chimborazo). La infusión de la planta se ha utilizado para tratar la artritis y 40 prevenir el resfrío (Mestiza, Etnia no especificada- Chimborazo). La planta ha sido empleada para tratar golpes (Etnia no especificada, Kichwa de la Sierra-Loja). Las hojas se han utilizado en baños o infusión para trastornos menstruales y cólicos fracturas e inflamaciones (Kichwa de la Sierra-Chimborazo). Las hojas en infusión, se han manipulado para tratar dolores en el riñón (Etnia no especificada-Chimborazo) (de la Torre et al. 2008).

Varios estudios han demostrado que el aceite esencial de las hojas frescas de (*Schinus molle*) posee actividad antibacterial, antiviral, antifúngica y antimicrobial de ahí sus usos en distintas áreas de la medicina, de igual manera en el área de odontología, de las hojas se extrae un aceite aromatizante que se usa en enjuagues bucales y como dentífrico en algunos países, (CONAFOR, 2012). En el

Ecuador se ha usado por distintas culturas y su uso prácticamente es de origen ancestral como: El jugo de las ramas es purgante y se usa como purgante para las muelas (Etnia no especificada Azuay, Cañar). Las hojas y frutos machacados, calman el dolor de piernas y de muelas.

7.2.14 Usos medicinales

Las bayas junto con el jugo de las hojas y la savia del tronco son las tres partes más utilizadas del árbol en la industria farmacológica para la cura de diferentes afecciones (Kramer, 1957).

En medicina tradicional se emplean corteza, follaje y frutos, aunque la especie no se halla inscrita en la Farmacopea nacional de nuestro país.

El uso más popular que se le da al Aguaribay es una infusión realizada con las hojas para tratar resfriados, tos y bronquitis. Según Roig (2002) además de ser benéfica para el catarro tiene propiedad como antivenérea, emenagogo, antiinflamatorio, etc.

Para enfermedades de los riñones se realiza el cocimiento de 10 gramos de la raíz por cada litro de agua. La corteza de la raíz seca y pulverizada se emplea para enfermedades de la piel.

La resina que produce el árbol, seca y pulverizada, es utilizada para la desinfección de heridas. (Carrere, 2009). El aceite esencial suministrado en cápsulas es útil para la blenorragia.

Cuadro 2. Propiedades medicinales del molle (*Schinus molle*)

PARTE DE LA PLANTA	PROPIEDAD CURATIVA
HOJAS	Antirreumático, cicatrizante, en la limpieza de los dientes, digestivo, antimicrobiano.
FRUTOS	Antirreumático, en la retención urinaria, emenagogo, expectorante, antiparasitario.
CORTEZA Y RESINAS	Antirreumático, cicatrizante, en dientes careados.
ACEITES ESENCIALES	Antimicrobiano, antiséptico, antiespasmódico y sedantes, digestivo; estimulación uterina, antiinflamatorio

Fuente: http://www.peruecologico.com.pe/flo_molle_1.htm

Cuadro 3. Clasificación de los principales pigmentos como colorantes naturales

FUENTE	AGENTE ACTIVO
Achiote, Bixa Orellana	Bixia (carotenoide)
Cochinilla, Dactylopius coccus	Ac. Carminico
Cúcuta. Cúrcuma longa	Curcumina
Mortiño, Vaccinium mytillus L.	Antocianinas
Remolacha,	Betanina
Plantas verdes	Clorofila
Enocianina	Polímeros de antocianinas
Zanahoria, Daucus carota	β -caroteno (carotenoide)

Fuente: (Badui 2005)

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

7.2.15 Clasificación de los colorantes

7.2.15.1 Colorantes naturales

Se denominan colorantes o tintes naturales a aquellas sustancias coloreadas extraídas de plantas y animales aptas para la tintura o coloración de las fibras textiles. Y no solo de textiles, ya que aún antes de la existencia de ellos fueron una herramienta de expresión artística. Como resulta fácil imaginar, fueron las sustancias pioneras en la coloración de las primeras piezas de construcción textil.

Entre los colorantes de origen vegetal tenemos los siguientes.

Flavonoideos:

El resto de los flavonoides no-antocianínicos, se caracterizan por su color amarillo, como se desprende de la etimología del nombre (Del latín flavus: amarillo). Los flavonoides en general se caracterizan por ser polifenoles solubles en agua, algunos con una estructura de glucósidos (azúcares) y otros de polímeros naturales.

Tanínicos:

Los taninos son colorantes naturales extraídos de plantas superiores. Son compuestos fenólicos coloreados en una gama que va desde colores amarillos hasta el castaño oscuro. Los taninos tienen olor característico, sabor amargo y son muy astringentes. Se agrupan en: taninos hidrolizables y taninos condensados (vistos anteriormente en el grupo de Flavonoides).

Clorofila:

Son los procesos fotosintéticos de las plantas responsables de su color verde. Están constituidas por un anillo de porfirina y una cadena denominada fitol. (Perú Ecológico, 2016).

Antocianinas:

Son glúcidos cuyos aglicones son las antocianidinas estas son las responsables del color rojos, azulados o violetas de las flores y frutas. Son empleados poco en la alimentación de lácteos, helados, caramelos, confiterías y conservantes vegetales. (Badui 2005)

Curcumina:

Se trata de un polifenol de color amarillo extraído de la cúrcuma y utilizado en la gastronomía.

Carotenoides:

Son los responsables del color amarillo y naranja de las plantas y animales, su uso se está extendiendo frente a algunos colorantes artificiales los cuales serán reemplazados por este.

7.2.15.2 Colorantes sintéticos

En el siglo pasado los colorantes sintéticos se impusieron definitivamente en el mercado textil, debido al el impulso dado por la moda informal y la expansión del color en la ropa fememina, entre otros factores. Pero recién es en el siglo XIX cuando se produce la investigación de colorantes sintéticos y posteriormente la incipiente producción a nivel industrial en los países centrales de Europa.

Los colorantes sintéticos pueden dividirse de acuerdo con su composición química en dos grupos principales: productos inorgánicos y productos orgánicos.

Colorantes inorgánicos

También se denominan colorantes térreos o minerales y se obtienen por vía natural (minas) o artificial (síntesis química). Se trata de compuestos metálicos de diferente color (por ejemplo, ocre, rojo de óxido de hierro, amarillo de cromo, azul de ultramar, azul cobalto, etc).

Colorantes orgánicos

Se presentan en forma de pigmentos o de colorantes. Su obtención natural ha sido casi completamente desplazada por la fabricación por síntesis química. Los colorantes y pigmentos sintéticos, como productos de reacción del enorme sector de la química orgánica, constituyen el grupo de los productos coloreados más utilizados en la industria textil

7.2.16 Efectos adversos y/o tóxicos

Ocasionalmente se han observado algunas reacciones alérgicas en la piel. La ingestión de los frutos puede provocar náuseas, vómitos, gastritis, cefalea y diarrea, especialmente en niños.

7.2.17 Técnicas de extracción de colorantes naturales

El proceso de extracción de colorantes provenientes de fuentes naturales representa uno de los procesos más importantes que influye posteriormente en el proceso de tintura en términos de intensidad y rendimiento. Además, la normalización y la optimización de las variables del proceso de extracción de los colorantes naturales tienen importancia técnica y comercial en el rendimiento del colorante y en el coste de los procesos de extracción y tintura. Los colorantes naturales pueden ser extraídos utilizando diferentes métodos, por ejemplo empleando agua como solvente de extracción, añadiendo o no sal/acido/álcali/alcohol en el baño de extracción, extracción con fluidos supercríticos, extracción asistida por enzimas, extracción con solvente alcohólico/orgánico, empleando equipos relevantes o el método Soxhlet con empleo de alcoholes y mezclas de benceno para que al final se filtra, evapora y seca utilizando equipos de filtración o bombas rotatorias de vacío, centrifugas/ o extracción a bajo presión.

7.2.18 Clasificación de los extractos

Hay tres tipos de extractos: fluidos (preparaciones líquidas), blandos (de consistencia intermedia) y secos (de consistencia sólida).

7.2.18.1 Extractos fluidos

También conocidos como extractos líquidos, son preparaciones de material vegetal que contiene alcohol como disolvente o como preservante, o ambos, preparados de tal manera que cada mililitro

contiene los constituyentes extraídos de 1 g del material crudo que representa, a menos que se especifique lo contrario en la monografía individual. Los extractos fluidos también pueden ser preparados a partir de extractos apropiados y pueden contener antimicrobianos y otros preservantes apropiados.

Los extractos fluidos son preparados por percolación, generalmente después de un período de maceración. El disolvente requerido está especificado en la monografía individual. El procedimiento de manufactura más común incluye la concentración de la porción más diluida por evaporación o destilación al vacío a temperaturas por debajo de los 60. El tiempo de maceración y la tasa de flujo durante la percolación pueden variar para ajustar la cantidad y naturaleza del material vegetal bajo extracción, siempre y cuando la composición de los constituyentes de interés extraídos no se vea comprometida.

7.2.18.2 Extractos semisólidos o blandos

Los extractos semisólidos, se conocen también como extractos blandos. Estas son preparaciones que tienen consistencias entre aquellas de los extractos fluidos y los extractos pulverizados, son obtenidos por evaporación parcial del disolvente (agua, alcohol o mezcla hidroalcohólica) utilizada en la extracción. Puede tener algún antimicrobiano apropiado u otro preservante.

7.2.18.3 Extractos pulverizados o secos

Los extractos pulverizados son preparaciones sólidas con consistencia de polvo obtenidas por la evaporación del disolvente utilizado para la extracción. Puede contener sustancias apropiadas añadidas, tales como excipientes, estabilizantes y preservantes. (Voigt, 1982)

7.2.19 Métodos de extracción de colorantes

7.2.19.1 Maceración

(Voigt, 1982) (García, 2010, pág.28) Es el procedimiento de extracción más simple, al conjunto de droga más solvente se lo protege de la luz, para evitar posibles reacciones y debe agitarse continuamente (tres veces por día, aproximadamente); el tiempo de maceración es diverso, las distintas farmacopeas prescriben tiempos que oscilan entre cuatro y diez días. A partir de este método no se consigue el agotamiento de las sustancias extraídas.

7.2.19.2 Aparato de Soxhlet

(Carlos Eduardo Núñez. 2008) La extracción es una de las operaciones básicas del laboratorio, se define como la acción de separar con un líquido una fracción específica de una muestra, dejando el resto lo más íntegro posible.

Se puede realizar desde los tres estados de la materia prima, y son los siguientes:

- 1.- extracción líquido sólido-líquido
- 2.- extracción líquido – líquido
- 3.- extracción gas líquido

La primera es la más utilizada y es sobre la que trata este escrito de la extracción con el equipo Soxhlet, la segunda tiene usos especialmente en química analítica cuando se extrae el producto de una reacción efectuada en fase líquida con un solvente específico para separar uno o algunos de los componentes y la tercera gas – líquido, que ordinariamente se llama “lavado de gases” es el burbujeo por una fase líquida de un gas que se quiere lavar o purificar.

7.2.20 Equipo de extracción Soxhlet

7.2.20.1 Origen

Desde el año 3500 A.C, en Mesopotamia se extraía materia orgánica con un extractor de agua caliente. Este principio se conoce como la extracción sólido-líquido y ha sido útil desde la antigüedad para obtener infusiones y perfumes. Posteriormente, en 1830 el químico francés Anselmo Payen implementó su operación de forma automatizada y finalmente, en 1879 el químico alemán Franz Ritter Von Soxhlet propuso el método para la determinación de grasa.

7.2.20.2 Utilización del Método

El método de Soxhlet es uno de los análisis básicos que se llevan a cabo en los laboratorios de alimentos. Es un método clásico, pues con base en una propiedad de la sustancia que nos interesa, en este caso la grasa, permite cuantificar de forma indirecta su presencia en los alimentos. A este análisis también se le conoce como gravimétrico, denominación que proviene del latín gravis = con peso, y del griego antiguo metria = medir. De esta manera, el método registra el peso de la muestra de alimento en dos momentos clave: al inicio, cuando el alimento aún contiene a la sustancia que nos interesa; y al final, cuando ha perdido parte de su composición, que bien puede ser el

componente que queremos cuantificar o, por el contrario, toda la materia que no lo contenga. Así, por diferencia de peso, es posible estimar el porcentaje del compuesto que investigamos.

Este método, se aplica en los laboratorios de análisis de alimentos, que están certificados para generar la tabla de valor nutrimental de un producto alimentario, lo emplean de forma rutinaria para determinar el contenido de grasa en muestras sólidas. Y en la industria de alimentos, se aplica en el control de calidad, al verificar que los productos se elaboren con un mismo contenido de grasa en todos sus lotes. El método se emplea con fines pedagógicos o de investigación, en las carreras técnicas y universitarias, que estudian la composición de alimentos, como nutrición, química, bioquímica e ingenierías orientadas al área de alimentos.

Recientemente, también se aplica a nivel investigación para evaluar su funcionamiento en otro tipo de muestras, como es la extracción de grasas o aceites a partir de muestras líquidas, o para extraer cafeína, lo cual requiere adaptaciones al procedimiento original, bien en los materiales y/o en la operatividad.

7.2.20.3 Fenómenos físico-químicos fundamentales del método

Aunque por su operación o manejo, el tiempo prolongado y el volumen elevado de disolvente, son algunas de sus desventajas. Desde un punto de vista pedagógico, el método de Soxhlet presenta la ventaja de poder comprender algunos conceptos fundamentales: A) evaporación, B) extracción sólido-líquido y C) condensación. Con este método se observan estos fenómenos hasta la obtención de una muestra sin grasa y del aceite extraído.

Soxhlet fue el hombre que ingeniosamente inventó un método que creativamente conjuga fenómenos físico-químicos fundamentales, de los que podemos ser testigos presenciales por mucho que avance la hoy llamada era de la virtualidad. A casi catorce décadas de su creación se mantiene vigente, pues nos permite obtener resultados confiables, como anteriormente se mencionó, el método de Soxhlet se emplea en investigación, en el control de calidad de alimentos y en docencia, este equipo es muy utilizado por su fácil utilización y sus resultados finales.

7.2.20.4 Componentes del Equipo Soxhlet

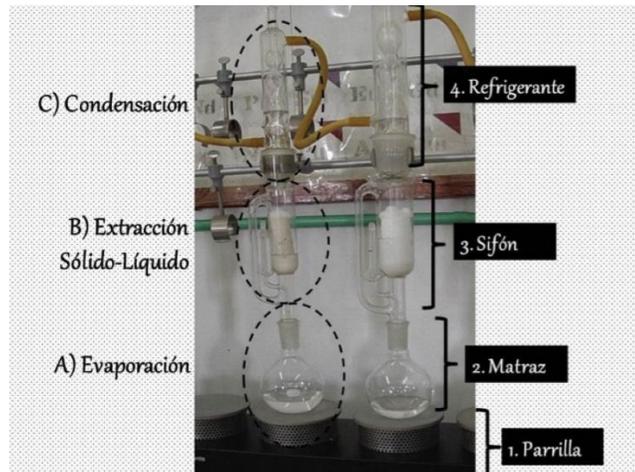
En el método de Soxhlet, el componente de interés son las grasas, y su solubilidad es la propiedad en la que se basa. Sabemos que las grasas se disuelven en disolventes no polares, como el cloroformo, el hexano y el éter de petróleo. Cuando un alimento está en contacto con este tipo de

disolventes, las grasas muestran tal afinidad que al disolverse se separan del resto de los componentes, a este principio se le conoce como extracción sólido-líquido.

El equipo está integrado de abajo hacia arriba por:

1. Parrilla. Fuente de calor para evaporar el disolvente.
2. Matraz. Contiene el disolvente y el aceite extraído.
3. Sifón. Contiene la muestra dentro de un dedal de celulosa y donde ocurre la extracción sólido-líquido.
4. Refrigerante. Provee un ambiente frío en el que se condensa el disolvente.

Imagen 2. Equipo Soxhlet



Fuente: López, 2018

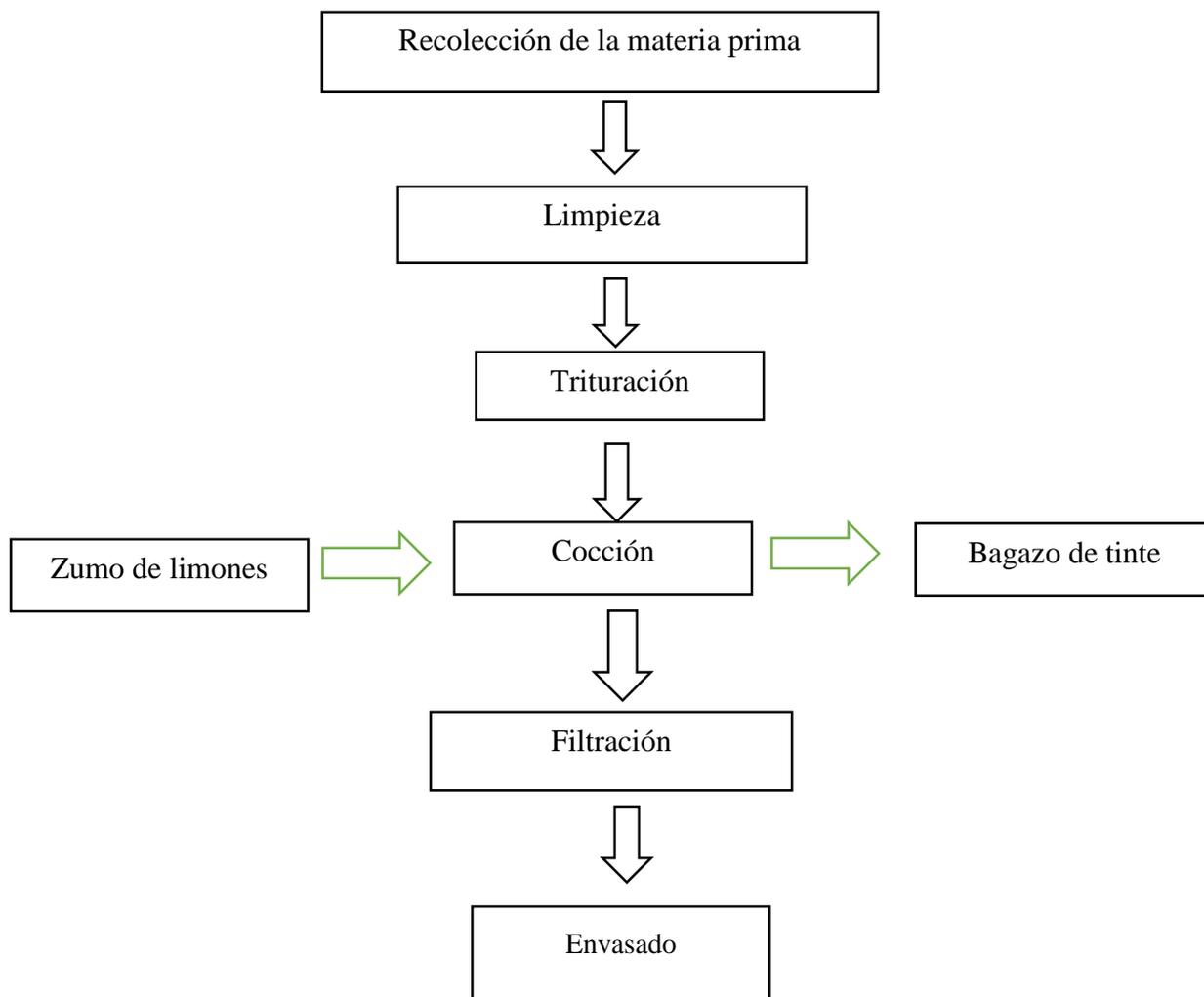
7.2.20.5 Proceso de extracción del colorante de molle

La extracción Soxhlet se fundamenta en las siguientes etapas:

- 1) colocación del solvente en un balón.
- 2) ebullición del solvente que se evapora hasta un condensador a reflujo.
- 3) el condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior.
- 4) ascenso del nivel del solvente cubriendo el cartucho hasta un punto en que se produce el reflujo que vuelve el solvente con el material extraído al balón.

5) Se vuelve a producir este proceso la cantidad de veces necesaria para que la muestra quede agotada. Lo extraído se va concentrando en el balón del solvente.

Diagrama de flujo de extracción del colorante



Elaborado por: Guamushig S. (2019)

7.2.21 Solventes

Solano, Pérez E., Tomas E., (2005), Solvente orgánico, el cual refluye a través de la muestra con una porción fresca de solvente, simplicidad, bajo coste de adquisición y la posibilidad de procesar grandes cantidades de muestra.

Dentro de sus limitaciones, nos encontramos el tiempo necesario para la extracción y los volúmenes de disolvente, en general muy elevados frente otras técnicas, lo que implica la necesidad de concentrar los extractos orgánicos obtenidos.

Según la publicación de química orgánica (2010) manifiesta que este funciona de la siguiente forma: cuando se evapora el solvente sube hasta el área donde es condensado; aquí al caer y regresar a la cámara de solvente, va separando los compuestos, hasta que se llega a una concentración deseada. Esto puede ocasionar problemas con algunos compuestos, que con los ciclos llevan a la ruptura del balón, como lo es en la extracción del ámbar.

Etanol

Según el IICA 2004 menciona que el alcohol etílico o etanol, cuya fórmula química es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$, es el componente esencial de las bebidas alcohólicas. Puede obtenerse a través de dos procesos de elaboración: la fermentación o descomposición de los azúcares contenidos en distintas frutas y la destilación, consistente en la depuración de las bebidas fermentadas.

Sus usos más comunes son industriales, domésticos y medicinales. La industria emplea mucho el alcohol etílico como disolvente para lacas, barnices perfumes y condimentos.

Usos medicinales:

De las hojas se obtiene un aromatizante que se usa por ejemplo en enjuagues bucales.

Usos domésticos:

La semilla contiene aceites de los cuales se obtiene un fijador de perfumes que se emplea en la elaboración de lociones, talcos y desodorantes.

Usos en la industria textilera:

De las hojas, ramas, corteza y raíz se emplea para el teñido (amarillo pálido) de tejidos de lana y algodón; además como dentífrico

7.3 Marco conceptual

- **Carbohidratos:** Hidrato de carbono
- **Cocción:** Procedimiento que consiste en elevar la temperatura de un alimento, que modifica sus propiedades originales de modo que lo hace más fácil de digerir, en especial cuando se somete a un líquido en ebullición, generalmente agua.
- **Colorante.** Los colorantes, también conocidos como anilinas, son sustancias con color, las cuales presentan la característica de ser solubles en agua o disolventes orgánicos y tener grupos reactivos capaces de fijarse a los diversos sustratos, a los cuales se unen de una cierta forma química, comunicándoles color.
- **Ecológico:** Que no es perjudicial para el medio ambiente
- **Erosión:** Desgaste producido en la superficie de un cuerpo por el roce o frotamiento de otro.
- **Extracción:** Acción de extraer.
- **Fermentación:** Proceso bioquímico por el que una sustancia orgánica se transforma en otra, generalmente más simple, por la acción de un fermento.
- **Glucósidos:** Es cualquier molécula en la cual un glúcido se enlaza a través de su carbono anomérico a otro compuesto de diferente naturaleza química
- **Humedad:** Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire.
- **Índigo:** Arbusto de tallo derecho, hojas compuestas, flores rojizas, agrupadas en racimos o espigas, y fruto en vaina arqueada con granillos lustrosos, de color pardusco, verdoso o gris, y muy duros.
- **Kermes:** Mezcla de óxido y sulfuro de antimonio, de color rojizo, empleada como medicamento en las enfermedades del aparato respiratorio.
- **Linoleico:** Cuya semilla es la linaza y aceite) es un ácido graso esencial de la serie omega 6 (ω -6)
- **Maceración:** Procedimiento de blanqueo de las telas de lino y cáñamo.
- **Molle:** Arbusto espinoso siempre verde de 2 a 7 m de altura; tiene hojas simples y alternas, y flores amarillentas de 4 a 5 mm de diámetro; su fruto es una drupa globosa de color violeta

oscuro o negro azulado; crece en América Central y del Sur; en Perú se emplea para fabricar una especie de chicha.

- **Oleorresina:** Jugo líquido, procedente de algunas plantas, formado por resina disuelta en aceite volátil.
- **Pigmentos naturales:** Los pigmentos naturales son extraídos de plantas y animales; sólo que en la mayoría de los casos estos dependen de las condiciones externas del medio ambiente para su cultivo y extracción
- **Pigmentos sintéticos:** Los pigmentos de origen sintético presentan altos rendimientos y bajos costos de producción
- **Planta piloto:** Es obtener información sobre un determinado proceso físico o químico, que permita determinar si el proceso es técnica y económicamente viable, así como establecer los parámetros de operación óptimos de dicho proceso para el posterior diseño.
- **Quercetina:** Es un flavonol que se encuentra presente generalmente como O - glicósidos en altas concentraciones tanto en frutas como en verduras en especial en la cebolla
- **Saponinas:** Son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón.
- **Soxhlet:** Es un aparato de extracción continua para materias sólidas
- **Taninos:** Sustancia astringente que se encuentra en algunos tejidos vegetales, como la corteza de los árboles y el hollejo de la uva, y que se emplea, entre otros usos, para curtir pieles.
- **Terebinthifolius:** Es un arbusto o pequeño árbol de 7 a 10 m de altura
- **Triterpenos:** Son hidrocarburos complejos de forma general C_nH_{2n-4} , de la serie del isopreno, el que está formado por dos dobles enlaces y que unidos por cadenas orgánicas forman un grupo de compuestos con características propias
- **Solvente.** Las Soluciones son sistemas homogéneos (iguales propiedades físicas y químicas en toda su masa), que están constituidas básicamente por dos componentes llamados Solvente y Soluta. Solvente básicamente es la cantidad mayoritaria de la solución, es aquello que contiene al soluto.

8.- HIPÓTESIS:

Ho: La utilización del equipo Soxhlet, y los solventes (agua y alcohol) en la extracción del colorante de molle (*Schinus molle*) no afecta a las características físico-químicas y fitoquímicas del colorante

Hi: La utilización del equipo Soxhlet, y los solventes (agua y alcohol) en la extracción del colorante de molle (*Schinus molle*) si afecta a las características físico-químicas y fitoquímicas del colorante.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Diseño y modalidad de investigación

De acuerdo a las características de la investigación y los objetivos planteados se determinó un estudio de tipo experimental, “in vitro”, transversal, prospectivo, analítico y bibliográfico.

El tipo de investigación que se empleó fue experimental ya que nos permitió evaluar variables que nos permitió diferenciar los tratamientos con solvente de agua y alcohol al 96% en la extracción del colorante de molle, fue mediante un Diseño Experimental A* B 2².

9.2 Tipos de investigación

9.2.1 Investigación Exploratoria

Las investigaciones de tipo exploratorias ofrecen un primer acercamiento al problema que se pretende estudiar y conocer. Los resultados de este tipo de investigación nos dan un panorama o conocimiento superficial del tema, pero es el primer paso inevitable para cualquier tipo de investigación posterior que se quiera llevar a cabo.

En esta investigación se basó principalmente en la obtención del colorante a partir de las hojas y corteza de molle, empleando los solventes agua y alcohol 96%.

9.2.2 Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva es la que se utiliza, tal como el nombre lo dice, para describir la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades que se estén abordando y que se pretenda analizar. En este tipo de investigación la cuestión no va mucho más allá del nivel descriptivo; ya que consiste en plantear lo más relevante de un hecho o situación concreta.

Los aspectos que se tomaron principalmente en cuenta son: los solventes que se emplearon (agua y alcohol), el equipo de extracción Soxhlet, la capacidad de absorbancia, nivel de concentración de polifenoles totales en cada muestra y un análisis fitoquímico del colorante para evaluar los componentes presentes en el mismo.

9.2.3 Investigación Explicativa

La investigación de tipo explicativa ya no solo describe el problema o fenómeno observado, sino que se acerca y busca explicar las causas que originaron la situación analizada.

Esta investigación se la realizó con el fin de obtener un colorante natural para su posterior aplicación en textiles, debido a la gran cantidad de materia prima existente en la región.

9.2.4 Investigación Experimental

Este tipo de investigación se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado.

Este tipo de investigación se utilizó para establecer diferentes hipótesis y contrastarlas a través de un método científico.

La investigación experimental es aquella que evalúa variables y ayuda a definir análisis y procesos que se involucraran en el mismo, en la presente investigación de la extracción del colorante de molle se utilizó para identificar los métodos y procedimientos a emplearse en el mismo y así se identificó su mejor tratamiento.

9.3 Técnicas de investigación

9.3.1 La Observación

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

Se basó en analizar cada extracto obtenido para la identificación de las variables que son: concentración y absorbancia.

9.3.2 El Fichaje

El fichaje es una técnica auxiliar de todas las demás técnicas empleada en investigación científica; consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales,

debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación por lo cual constituye un valioso auxiliar en esa tarea, al ahorra mucho tiempo, espacio y dinero.

Se registra todos los instrumentos y materia prima que se empleó, en este caso las hojas y corteza de molle y los solventes utilizados (agua y alcohol).

9.4 Instrumentos

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de investigación

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Experimental	Laboratorio (Anexo 6)
2	Observación	Resultados de Laboratorio (Anexos 3-4-5)

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

9.5 Metodología de la extracción del colorante de molle

9.5.1 Obtención del colorante de molle (*Schinus molle*)

9.5.2 Recepción de la materia prima

Las hojas y corteza de molle fueron recolectadas en la Provincia de Cotopaxi, en el barrio Salache Bajo, con el propósito de generar ingresos adicionales a sus pobladores si el proyecto llegara a ser viable.

9.5.3 Preparación y lavado de la corteza y hojas

Una vez recolectada la materia prima se procedió a su lavado con agua para eliminar todas las impurezas presentes en las mismas. Separando las partes secas o en mal estado.

9.5.4 Deshidratado

Se procedió a deshidratar las hojas y corteza de la planta de molle, colocándolas dentro de una estufa por 2 horas a una temperatura de 70 ° C. El deshidratado se lo hizo a esas temperaturas para evitar que ocurran cambios celulares importantes.

9.5.6 Molienda

Una vez deshidratada las hojas y corteza se procedieron a colocar en un porcelanato por separado la materia prima para machucarla, para esto se pesó 10 g de hojas y 10 g de corteza de molle.

9.5.7 Extracción por el equipo Soxhlet

Dentro del equipo se colocó 10 g de hojas machucadas con 250 ml de solvente (agua y alcohol), durante un tiempo de 90 minutos, este procedimiento se lo repitió colocando de igual manera la corteza y aplicando rotativamente los solventes.

9.5.8 Filtración

Con un papel filtro se procedió a filtrar las muestras de colorante para separar las impurezas que pasaron durante la extracción del mismo.

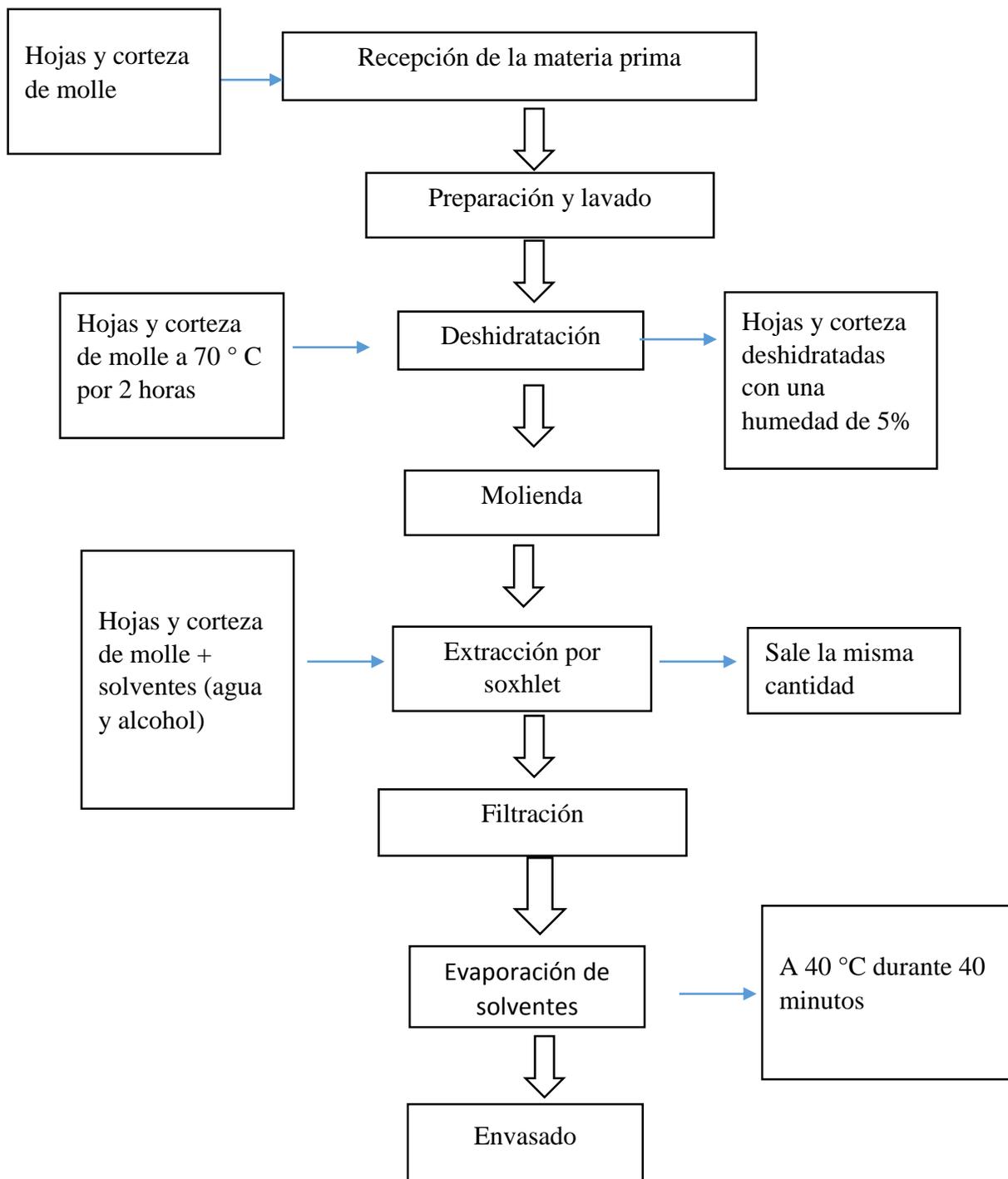
9.5.9 Evaporación de solventes

Una vez filtrada la muestra se procedió a evaporar los solventes alcoholes a una temperatura de 40 ° C, a baño María por un tiempo de 40 minutos.

9.5.10 Envasado

Después de haber volatilizado el alcohol, colocamos el colorante dentro de un envase de vidrio y bien sellado.

9.5.10 Diagrama de flujo

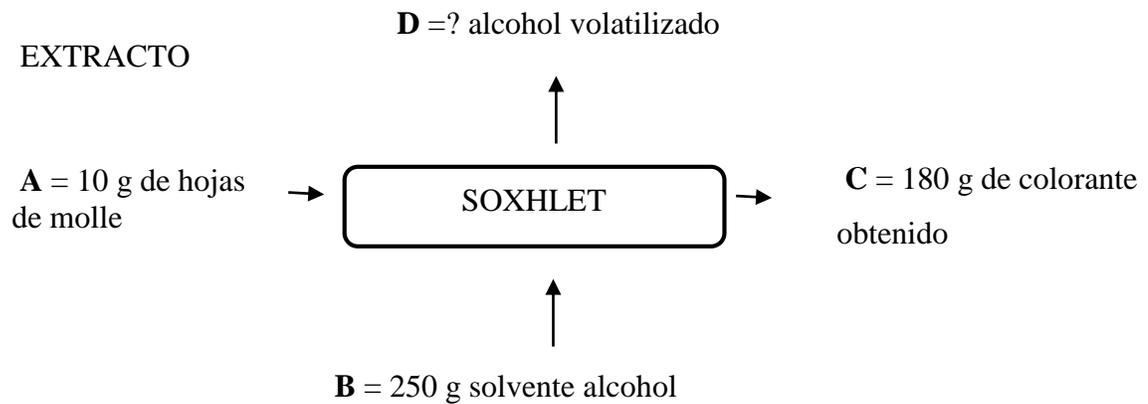


Elaborado por: Guamushig S. (2019)

9.5.11 Balance de materia

Balance del tratamiento (T2) colorante de molle + solvente alcohol

Para el balance de materia se tomó en cuenta la cantidad de materia prima que ingreso al equipo con la cantidad de solvente que se empleó, determinado finalmente el alcohol volatilizado y la cantidad de colorante que se obtuvo.



BALANCE GENERAL

$$A + B = C + D$$

$$10 + 250 = 260 \text{ g}$$

$$D = 260 - 180$$

$$D = 80 \text{ g alcohol volatilizado}$$

Rendimiento del tratamiento (t2)

Hojas de molle + alcohol.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso fina g}}{\text{peso inicial g}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{180 \text{ g}}{260 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 0.6923 \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 69,23 \%$$

Discusión:

De los 260 gr de extracto (hojas de molle y alcohol), se obtuvo un rendimiento del 69,23 %.

9.5.12. Tabla de costo de producto del colorante de molle

MATERIA PRIMA Y SOLVENTES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Hojas de molle	1	Kilogramo	\$ 1,00	\$ 1,00
Corteza de molle	1	Kilogramo	\$ 1,00	\$ 1,00
Alcohol 95%	1	Galón	\$ 10,00	\$ 10,00
Agua destilada	1	Galón	\$ 7,00	\$ 7,00
Envases de vidrio	4	-----	\$ 1,50	\$ 6,00
Papel filtro	1	-----	\$ 1,50	\$ 1,50
TOTAL \$ 26,50 (4 tratamientos)				
TOTAL POR TRATAMIENTO \$ 6,63				

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

COSTO DEL COLORANTE DE MOLLE (t2)

El colorante tiene un costo de 6 dólares con 63 centavos cuesta la producción de 100 ml del extracto de hojas de molle sin tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- 10% de suministros
- 5% equipos y materiales
- 10% mano de obra

Parámetros	Costo de T 2	Porcentaje	Total
Suministros	\$ 6,63	10 %	\$ 0,66
Equipo y materiales	\$ 6,63	5 %	\$ 0,33
Mano de obra	\$ 6,63	10 %	\$ 0,66
Total			\$ 1.65

Costo total

Costos de tratamiento + costos de parámetros

$$Ct = \$ 6,63 + \$ 1,65$$

$$Ct = \$ 8,28$$

Costo unitario en 45 ml por envase

$$CU = \$ 8,28 / 4$$

$$CU = \$ 2,07$$

Utilidad del 45%

$$U = CU * 45 \%$$

$$U = \$ 2,07 * 45\% \quad U = \$ 0,93$$

Precio de venta al público de 45 ml = Costo unitario + la utilidad

$$PVP = CU + utilidad$$

$$PVP = \$ 2,07 + \$ 0,93$$

$$PVP = \$ 3,00$$

Discusión de costos

El colorante de molle tiene un costo de venta al público de \$ 3,00 por envase de 45 ml, para esto se tomó en cuenta el proceso industrial, la materia prima, la mano de obra y la utilidad respectiva

del 45 %, pero se puede indicar que este costo puede disminuir debido a que algunos materiales ya se los tendría; en esto se puede mencionar los envases de vidrio, papel filtro, alcohol y las hojas de molle.

9.6 Diseño experimental

Cuadro 4. Factores de estudio

FACTORES	NIVELES
Factor A (Parte a utilizar de la planta de molle)	a1 hojas a2 corteza
Factor B (solvente a emplear)	b1 agua b2 alcohol (96%)

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Tabla 2. Tratamientos de estudio

REPETICIONES	N° DE TRATAMIENTOS	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
R1	t1	a1b1	hojas de molle + solvente (agua)
	t2	a1b2	hojas de molle + solvente (alcohol 96%)
	t3	a2b1	corteza de molle + solvente (agua)
	t4	a2b2	corteza de molle + solvente (alcohol 96%)

R2	t3	a2b1	corteza de molle + solvente (agua)
	t2	a1b2	hojas de molle + solvente (alcohol 96%)
	t4	a2b2	corteza de molle + solvente (alcohol 96%)
	t1	a1b1	hojas de molle + solvente (agua)

Elaborado por: Guamushig S (.2019)

9.7 Cuadro ANOVA

Cuadro 5. ANOVA

Fuentes de variación	Grados de libertad
TOTAL	7
REPETICIONES	1
FACTOR A	1
FACTOR B	1
INTERACCION FACTOR A*FACTOR B	1
E.E	3

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

9.7 Cuadro de variables

Cuadro 6. Variables

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	DIMENSIONES
Colorante de molle	<ul style="list-style-type: none"> • Parte a utilizar del molle (hojas 100% y corteza 100%) • Solvente empleado (agua y alcohol 96%) 	Características fitoquímicas.	Cualificación fitoquímica del colorante
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación de polifenoles totales 	Características físico-químicas	Cantidad de polifenoles totales y nivel de absorbancia

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

10.- ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

10.1 Tabla ADEVA del nivel de Absorbancia

Tabla 3 ADEVA Atributo de absorbancia

F.V.	S.C	G.L	CM	F calculado	p- valor	F crítico
REPETICIÓN	0,00005	1	5,00E-05	3,0000	0,1817	10,1279645
Parte de la planta	1,1401	1	1,1401	68403,0000	< 0,0001	10,1279645

Solvente	0,0338	1	0,0338	2028,0000	< 0,0001	10,1279645
P. de la planta *						
Solvente	0,0968	1	0,0968	5808,0000	< 0,0001	
Error	1,00E-04	3	1,70E-05			
Total	1,2708	7				
C.V	0,7966					

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Análisis e interpretación de la tabla 3 ADEVA del nivel de absorbancia

De los datos obtenidos de la tabla ADEVA del atributo de absorbancia se puede concluir que el F calculado es mayor al F crítico por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa es decir que existe diferencia significativa entre los tratamientos analizados, por lo que se realiza la prueba estadística de Tukey al 0,05 % , además se puede evidenciar que el ensayo fue realizado con el mínimo error posible ya que de 100 observaciones el 0,7966 % son erróneos y el 99,20% son confiables.

En conclusión, se determina que tanto el factor A y B junto con la interacción son significativamente diferentes.

10.1.1 Tabla referente a las partes de la planta vs el nivel de absorbancia.

Tabla 4. Partes de la planta vs el nivel de absorbancia

Parte de la planta	Medias	E.E.
Hojas	0,8900	0,0020 A
Corteza	0,1350	0,0020 B

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

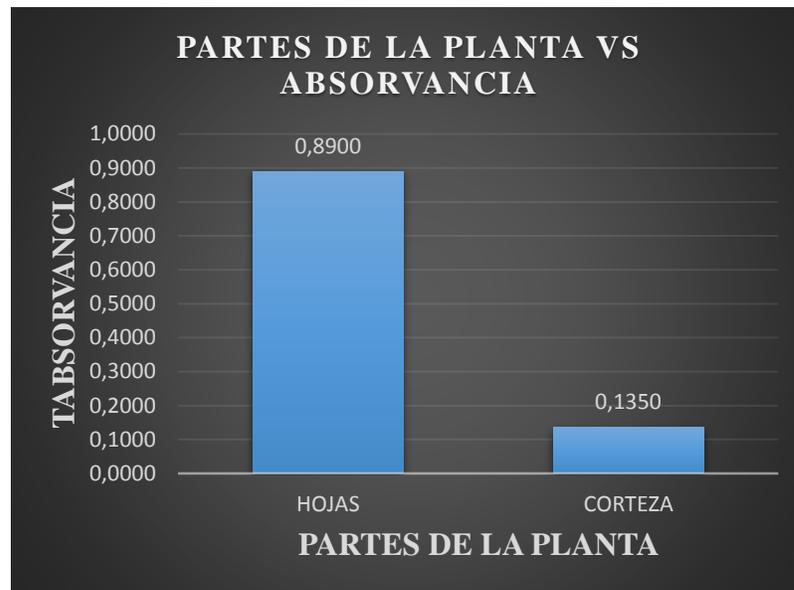
Análisis e interpretación de la tabla 4 referente a las partes de la planta vs nivel de absorbancia

De acuerdo al análisis, en relación de la parte de la planta a utilizar vs el nivel de absorbancia, se determina que donde existe mayor nivel de absorbancia es en las hojas, tomándolo como mejor factor.

Se obtuvo un valor de 0,8900 en medias para hojas y de 0,1350 para corteza lo cual existe una diferencia de 0,7966 resultando como mejor tratamiento el factor hojas.

Gráfica de representación de las partes de la planta vs el nivel de absorbancia

Grafica 1 Partes de la planta vs absorbancia



Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Interpretación del gráfico 1

De acuerdo a la interpretación del gráfico 1, de las partes de la planta a utilizar vs el nivel de absorbancia se determina que las hojas tienen un índice de absorbancia mayor que es de 0,8900 mientras que de la corteza tiene un índice de absorbancia menor de 0,1350 En conclusión, se determina que la parte de la planta donde existe mayor índice de absorbancia esta en las hojas, por lo cual se lo escoge como mejor factor para determinar el mejor tratamiento.

10.1.2 Tabla referente a los solventes empleado vs el nivel de absorbancia.

Tabla 5. Solvente a utilizar vs atributo de absorbancia

Solvente	Medias	E.E.
Alcohol	0,5775	0,0020 A
Agua	0,4475	0,0020 B

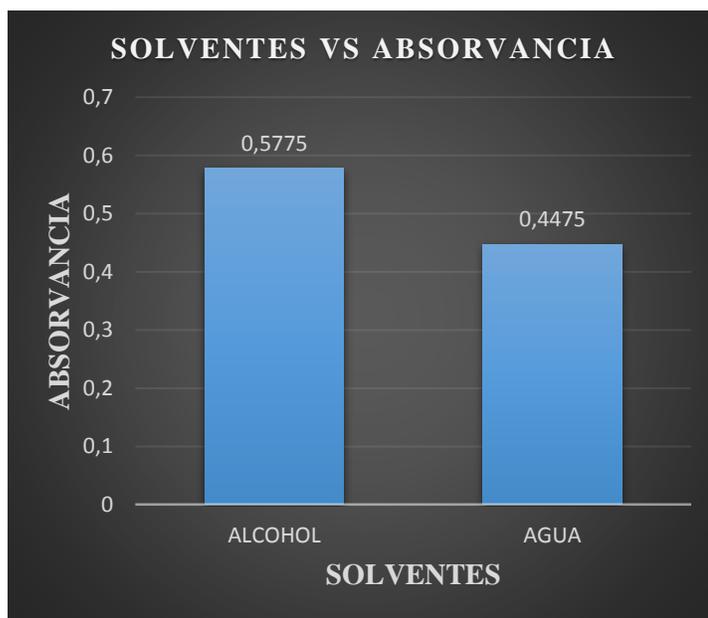
Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Análisis e interpretación de la tabla 5 referente a los solventes empleados vs nivel de absorbancia

De acuerdo al análisis, en relación del solvente a utilizar vs el atributo de absorbancia, se determina que el solvente alcohol tiene mayor absorbancia con una media de 0,5775 mientras que el solvente agua tiene una media de 0,4475, lo cual se determina que el solvente alcohol tiene mayor índice de absorbancia.

Gráfica de representación de los solventes vs el nivel de absorbancia

Grafica 2. Solvente vs absorbancia



Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Interpretación del gráfico 2

De acuerdo a la intervención del gráfico 2, en relación del solvente a emplear vs el nivel de absorbancia, se determina que el alcohol genera un índice de absorbancia mayor de 0,5775 mientras que el solvente agua genera un índice de absorbancia menor de 0,4475.

En conclusión, se determina que el solvente a utilizar que actúa de mejor manera para el nivel de absorbancia es el alcohol, lo cual se escoge como el mejor factor, para determinar el mejor tratamiento.

10.1.3 Tabla de la interacción de tratamientos vs nivel de absorbancia

Tabla 6 Interacción de tratamientos vs atributo de nivel de absorbancia

Parte de la planta	Solvente	Medias	E.E.
Hojas	Alcohol	1,0650	0,0029 A
Hojas	Agua	0,7150	0,0029 B
Corteza	Agua	0,1800	0,0029 C
Corteza	Alcohol	0,0900	0,0029 D

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

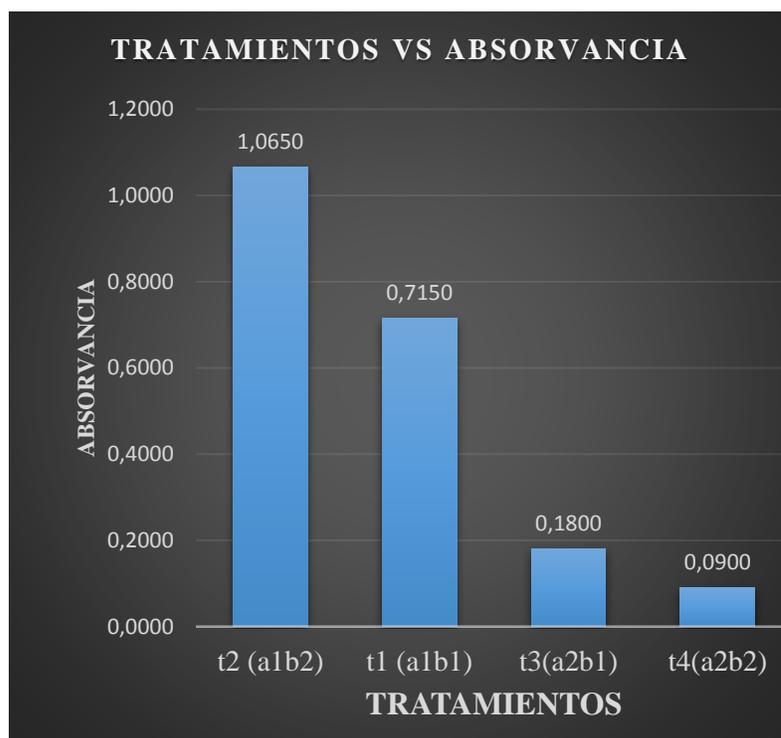
Análisis e interpretación de la tabla 6 referente a los tratamientos vs nivel de absorbancia.

En la interacción de los tratamientos vs el nivel de absorbancia se determina que, el t2 perteneciente a las partes a utilizar de la planta (hojas) más el solvente a utilizar (alcohol), son los que demuestran donde existe mayor índice de absorbancia.

En conclusión, se determina que el tratamiento (a1b2), es el más adecuado con relación a la capacidad de absorbancia del colorante de molle, con una media de 1,0650 ya que tiene gran diferencia entre todos los tratamientos.

Gráfica de los tratamientos vs nivel de absorbancia

Grafica 3. Tratamientos vs absorbancia



Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Interpretación del gráfico 3

De acuerdo al grafico 3, se define que el tratamiento más adecuado corresponde al (a1b2), perteneciente a las partes a utilizar de la planta (hojas) más el solvente utilizado (alcohol), dándonos como resultado un nivel de absorbancia de 1,065 ppm.

En conclusión, se determina que la combinación hojas de molle más solvente alcohol son los correctos para obtener un índice de absorbancia mayor que los demás tratamientos.

10.2 Tabla ADEVA de la concentración de polifenoles totales

Tabla 7. ADEVA atributo de concentración de Polifenoles totales

F.V	SC	G.L	C.M	F calculado	p - valor	F crítico
REPETICIÓN	0,0000	1	0,0000	0,0000	< 0,9999	10,1279645
Parte de la planta	865493,7745	1	865493,7745	1,46945E+16	< 0,0001	10,1279645
Solvente	105942,6481	1	105942,6481	1,79871E+15	< 0,0001	10,1279645
Parte de la planta *						
Solvente	141538,6013	1	141538,6013	2,40306E+15	< 0,0001	
Error	1,80E-10	3	5,90E-11			
Total	1112975,024	7				
C.V	0,000001989					

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Análisis e interpretación de la tabla 7 ADEVA de concentración de polifenoles totales

De los datos obtenidos de la tabla ADEVA del atributo de concentración de polifenoles se puede concluir que el F calculado es mayor al F crítico por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa es decir que existe diferencia significativa entre los tratamientos analizados, por lo que se realiza la prueba estadística de Tukey al 0,05 % , además se puede evidenciar que el ensayo fue realizado con el mínimo error posible ya que de 100 observaciones el 0,000001989 % son erróneos y el 99,99% son confiables.

En conclusión, se determina que tanto el factor A y B junto con la interacción son significativamente diferentes.

10.2.1 Tabla de la planta a utilizar vs concentración de polifenoles totales

Tabla 8. Parte de la planta a utilizar vs concentración de Polifenoles

Parte de la planta	Medias	E.E.
Hojas	0,8900	0,0020 A
Corteza	0,1350	0,0020 B

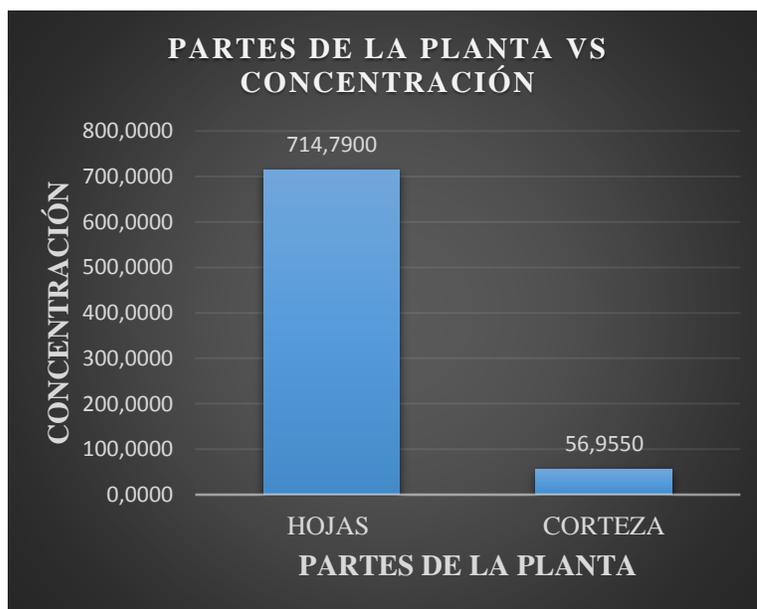
Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Análisis e interpretación de la tabla 8 en referencia de la parte de la planta a utilizar vs concentración de polifenoles totales

De acuerdo al análisis de la tabla, en relación a la parte de la planta a utilizar vs el atributo del nivel de concentración, se determina que en las hojas de molle existe mayor índice de concentración de polifenoles totales con un valor de 0,8900 ppm, mientras que en la corteza tiene un valor de 0,1350 ppm, lo cual se determina que existe gran diferencia significativa.

Gráfica de las partes de la planta a utilizar vs concentración de polifenoles totales

Grafica 4. Parte de la planta vs concentración de polifenoles



Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Interpretación del gráfico 4

De acuerdo al gráfico 4 con relación a la concentración de polifenoles totales, se determina que existe mayor índice de concentración en las hojas con una cantidad de 714,7900 ppm. En conclusión, se determina que en las hojas es donde existe mayor concentración de polifenoles en el colorante, el cual se escoge como el mejor factor, para determinar el mejor tratamiento.

10.2.2 Tabla de los solventes empleados vs concentración de polifenoles totales

Tabla 9. Solvente a utilizar vs concentración de Polifenoles

Solvente	Medias	E.E.
Alcohol	500,9500	0,000 A
Agua	270,7950	0,0000 B

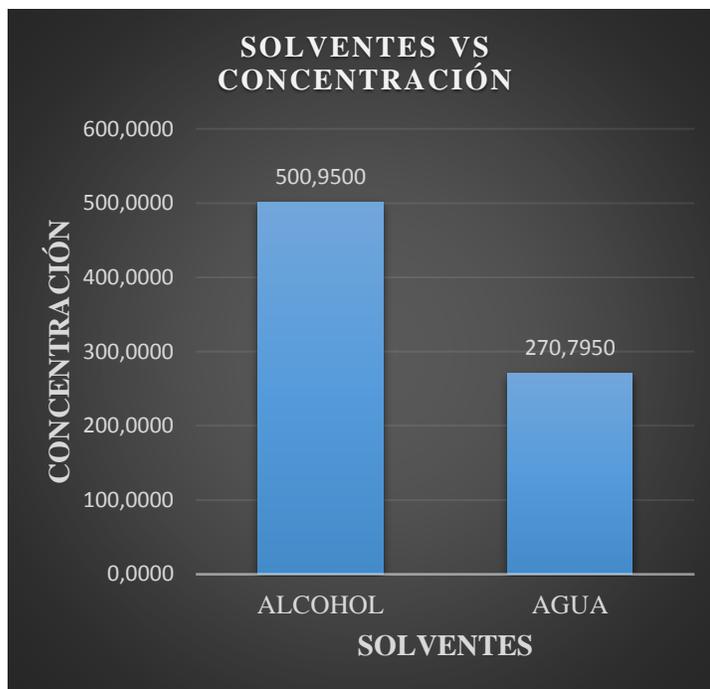
Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Análisis e interpretación de la tabla 9 en referencia a los solventes empleados vs concentración de polifenoles totales

En el análisis de la tabla, en relación del solvente a emplear vs el nivel de concentración, se determina que el solvente alcohol es el mejor tratamiento, para la cuantificación de polifenoles totales con un valor de 500,9500 ppm, mientras que el solvente agua tiene una concentración de polifenoles de 270,7950 ppm.

Gráfica de solventes empleados vs concentración de Polifenoles

Grafica 5. Solvente vs concentración de Polifenoles



Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Interpretación del gráfico 5

De acuerdo al gráfico 5, con relación al nivel de concentración y solvente a utilizar se determina que el solvente alcohol con un promedio de 500,9500 ppm, tiene mayor concentración de polifenoles a diferencia que el solvente agua con un valor de 270,79 ppm, lo cual demuestra que tiene gran diferencia significativa.

En conclusión, el solvente alcoholes el más adecuado para identificar el índice de polifenoles totales presentes en el colorante, lo cual se escoge como el mejor factor, para determinar el mejor tratamiento.

10.2.3 Tabla de Interacción de tratamientos vs concentración de Polifenoles totales

Tabla 10. Interacción de los tratamientos vs atributo de concentración de Polifenoles

Parte de la planta	Solvente	Medias	E.E.
Hojas	Alcohol	962,8800	0,0000 A
Hojas	Agua	466,7000	0,0000 B
Corteza	Agua	74,8900	0,0000 C
Corteza	Alcohol	39,0200	0,0000 D

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

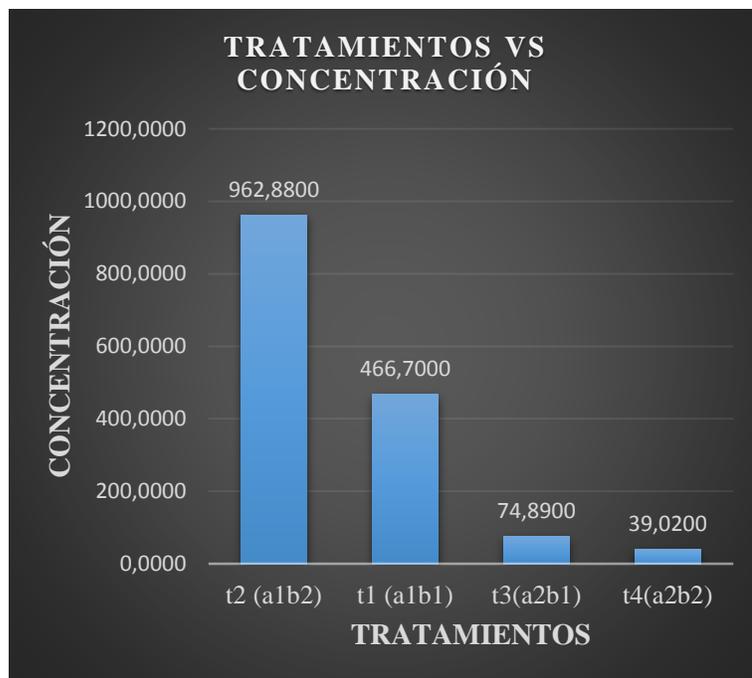
Análisis e interpretación de la tabla 10 en referencia de los tratamientos vs concentración de polifenoles totales

En la interacción de los tratamientos vs el nivel de concentración se determina que, el t2 perteneciente a las partes a utilizar de la planta (hojas) más el solvente a utilizar (alcohol), son los que nos demuestran donde existe mayor índice de concentración de polifenoles totales.

En conclusión, se determina que el tratamiento (a1b2), es el más adecuado con un promedio de 962,8800 ppm de concentración de polifenoles totales.

Gráfica de los tratamientos vs concentración de Polifenoles totales

Grafica 6. Tratamientos vs concentración de Polifenoles



Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Interpretación del gráfico 6

Se presencia en el gráfico 6, que el tratamiento más adecuado corresponde al (a1b2), perteneciente a las partes a utilizar de la planta (hojas) más el solvente utilizado (alcohol), dándonos como resultado un nivel de concentración de polifenoles de 962,88 ppm, ya que tiene gran diferencia significativa entre los demás tratamientos.

En conclusión, se determina que la combinación hojas de molle más solvente alcohol, son los correctos para obtener un índice de concentración de polifenoles totales, mayor que los demás tratamientos.

10.3 Análisis físico- químico de los tratamientos respecto al contenido de Polifenoles totales.

Tabla 11 Contenido de Polifenoles totales en cada muestra

Tratamientos	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
t2	Extracto de molle (hojas + alcohol)	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	962,88
t3	Extracto de molle (corteza + agua)	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	74,89
t4	Extracto de molle (corteza + alcohol)	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	39,02
t1	Extracto de molle (hojas + agua)	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	644,70

Fuente: Laboratorio de análisis de la Universidad Estatal de Bolívar

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Discusión:

De acuerdo a la tabla 11, el resultado de laboratorio obtenidos se determina que la muestra de hojas de molle más alcohol es el que tiene mayor concentración de polifenoles totales en el colorante. Con un porcentaje de 962,88 en dilución 1:1 (ppm).

10.4 Análisis físico- químico de los tratamientos respecto al nivel de absorbancia.

Tabla 12 Nivel de absorbancia de cada tratamiento

Código de laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
t1	Extracto de molle (hojas + agua)	Absorv	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	0,72
t3	Extracto de molle (corteza + agua)	Absorv	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	0,17
t4	Extracto de molle (corteza + alcohol)	Absorv	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	0,10

t2	Extracto de molle (hojas + alcohol)	Absor	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	1,07
----	---	-------	-----	---------------------------	------

Fuente: Laboratorio de análisis de la Universidad Estatal de Bolívar

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Discusión:

De acuerdo a la tabla 12, los resultados de laboratorio obtenidos se determinan que la muestra de hojas de molle más alcohol es el que tiene mayor nivel de absorbancia del colorante. Con un porcentaje de 1,07 (ppm).

10.5 Análisis fitoquímico del colorante de molle

Tabla 13 Análisis fitoquímico del colorante de molle

Metabolito analizado	Resultado	Observaciones
Alcaloides	Moderado	N/A
Triterpenos/ esteroles Liebermann	Moderado	N/A
Flavonoides	Abundante	N/A
Antraquinonas	Ligeramente	N/A
Taninos	Abundante	N/A
Saponinas	Ligeramente	N/A
Heterósidos cardiotónicos	Negativo	N/A
Cumarinas	Negativo	N/A

Fuente: Laboratorio de análisis de la Universidad Estatal de Bolívar

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Discusión:

De acuerdo a la tabla 13, correspondiente al análisis fitoquímico de laboratorio obtenidos se determina que el colorante de molle tiene mayor concentración de flavonoides y taninos en su composición.

10.6 Extracción del colorante por el equipo Súper Crítico

Tabla 14 Cantidad de polifenoles obtenidos por SFC

Código de laboratorio	Muestra	Parámetro	unidad	Método	Resultado
INV 061	Colorante de molle	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin-Ciocalteu	1550,00

Fuente: Laboratorio de análisis de la Universidad Estatal de Bolívar

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

Discusión:

El resultado de análisis de la tabla 14, obtenidos del laboratorio nos indica que al extraer un colorante mediante el equipo Súper Crítico permite tener una mayor concentración de polifenoles totales con un valor de 1550 ppm, a diferencia de la extracción de la misma muestra por el equipo Soxhlet que nos da una concentración de polifenoles totales de 962,88 ppm lo que nos demuestra que el método más adecuado para la extracción de un colorante con mayor cantidad de polifenoles es por el equipo Súper Crítico.

11.- IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Impacto técnico

El impacto técnico es bueno para tomarlo en cuenta dentro del procesamiento tecnológico de colorantes, el mismo que permitirá identificar algunas deficiencias dentro de los colorantes químicos que son aplicados en la mayoría de industrias textiles, con el propósito a futuro que puedan ser reemplazados por colorantes naturales aprovechando materia prima existente para su extracción.

Impacto social

El proyecto de investigación “Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la corteza y hojas de molle (*Schinus molle*)” tuvo como finalidad generar colorantes que no sean perjudiciales al momento de su aplicación y también motivando el ámbito social a través de los

pobladores del barrio de Salache Bajo a concientizar y dar un uso adecuado a las plantas nativas que se encuentran en su sector.

Impacto ambiental

Al momento que se realizó el proyecto, se tomó en cuenta el aspecto ambiental, de no generar ningún tipo de contaminación empleando solventes de extracción que sean perjudiciales tanto para la salud como para el ambiente, el solvente principal que se utilizó fue el alcohol al 96%, lo cual al momento de volatilizarlo no generó contaminación al ambiente.

Impacto económico

Si el proyecto llegara a ser viable a futuro generaría fuentes de ingresos adicionales a los pobladores del sector, debido a que existe gran cantidad de árboles de molle los cuales serían utilizados para la extracción de colorantes naturales.

12.- PRESUPUESTO DE COSTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

Tabla 15. Presupuesto

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
HUMANOS				
Tutor	1	-----	-----	-----
Lectores	3	-----	-----	-----
Postulante	1	-----	-----	-----
EQUIPO				
Soxhlet	1	Precio/ tiempo de vida útil	\$ 23,00	\$ 2,30
Estufa	1	Precio/ tiempo de vida útil	\$ 200,00	\$ 20,00
Balanza digital	1	Precio/ tiempo de vida útil	\$ 8,50	\$ 4,25

SUBTOTAL				\$26,55
MATERIALES/ SUMINISTROS				
Vaso de precipitación	2	Unidad	\$10,00	\$20,00
Mortero	1	Unidad	\$10,00	\$10,00
Papel filtro	1	Metro	\$ 4,00	\$ 4,00
Probeta 250ml	2	Unidad	\$ 8,00	\$16,00
SUBTOTAL				\$50,00
MATERIA PRIMA				
Molle(hojas)	3	Libras	\$ 1,00	\$ 3,00
Molle(corteza)	3	Libras	\$ 1,00	\$ 3,00
Agua destilada	1	Galón	\$15,00	\$15,00
Alcohol 96%	1	Galón	\$20,00	\$20,00
SUBTOTAL				\$41,00

MATERIAL DE OFICINA				
Impresiones	600	Unidad	\$ 0,10	\$ 60,00
Copias	400	Unidad	\$ 0,02	\$ 8,00
Anillados/ empastado	6	Unidad	\$10,00	\$ 60,00
Cuaderno	5	Unidad	\$2,00	\$ 10,00
Esferos	6	Unidad	\$ 0,60	\$ 3,60
Horas de internet	360	Horas	\$0,60	\$216,00
SUBTOTAL				\$357,60
ANALISIS DE LABORATORIO				

Sensorial	2	Unidad	\$ 60,00	\$120,00
Fotoquímico	2	Unidad	\$300,00	\$600,00
SUBTOTAL				\$720,00
GASTOS VARIOS				\$100,00
TOTAL				\$1295,15

Elaborado por: Guamushig S. (2019)

13.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- Se determinó que la extracción del colorante natural de molle mediante la utilización del equipo Soxhlet no fue tan adecuada debido a que por este método no se pueden medir temperaturas y presiones determinadas para una mejor obtención del extracto. Entre el equipo de extracción Simple y el Equipo de extracción Súper Crítico existe una notable diferencia debido a que para la extracción por el equipo Soxhlet es necesario emplear un solvente y al hacerlo se degradan los principios existentes en la materia prima, mientras que la extracción realizada mediante el Súper Crítico no se emplea ningún solvente y por ende el extracto sale puro, para esto el equipo necesita presiones y temperaturas exactas.
- Se determinó mediante el análisis físico-químico realizados a los 4 tratamientos del colorante de molle pertenecientes a la corteza y hojas, empleando solventes agua y alcohol, se concluyó que el mejor tratamiento correspondiente al nivel de absorbancia y con mayor concentración de polifenoles totales fue el t2 (hojas + alcohol), con un porcentaje de polifenoles de 962,68 ppm.

El análisis fitoquímico realizado al mejor tratamiento que es (hojas + alcohol), nos dio como resultado que contiene una gran cantidad de taninos y flavonoides en su composición, lo cual al emplear el colorante a un textil genera mayor predominación del color.

- El costo de colorante será de \$ 3,00 por 45 ml de colorante, pero cabe recalcar que el costo de producción puede disminuir por la abundancia de materia prima existente en la Provincia, lo cual nos generaría menos inversión en la extracción del colorante.

13.2 Recomendaciones

- Se debe realizar la extracción del colorante mediante la utilización del equipo Súper Crítico debido a que es un método mediante el cual, al someter la materia prima dentro de este, no se necesita solventes lo cual es una ventaja para obtener un mejor estudio de todos los principios presentes en la planta sin que desaparezcan, lo cual no dio un resultado al 100%, mientras que mediante el equipo Soxhlet ya que aquí no se puede medir temperaturas y tiempo de extracción.
- Es necesario que se haga un estudio con patrones cromatógrafos para determinar cuantitativamente todos los compuestos presentes en el colorante de molle, lo cual no se lo pudo realizar debido a la usencia de patrones para cromatografías
- Es recomendable que una vez extraído el colorante lo apliquen en diferentes textiles para verificar la reacción o fuerza del color dependiendo el tipo de lana o algodón a la que va hacer aplicado.

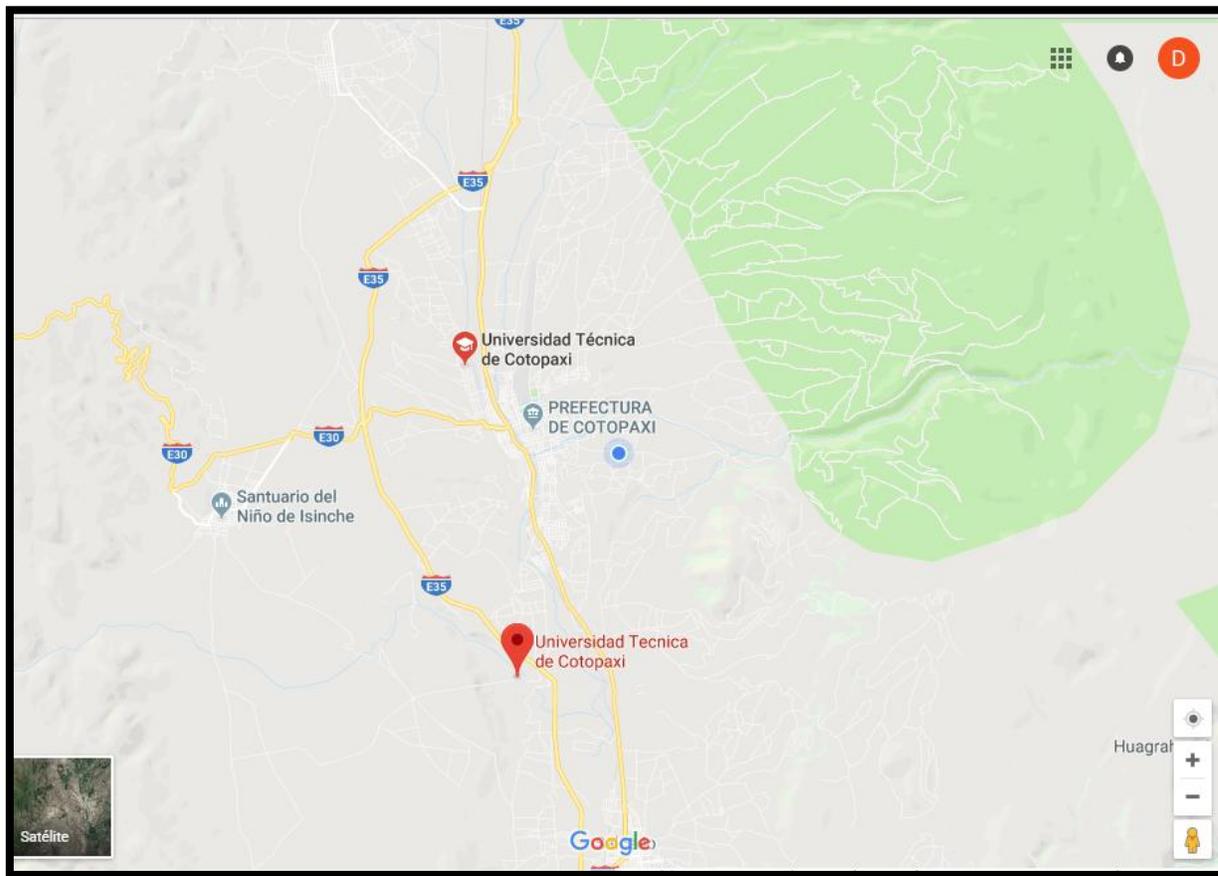
14.- BIBLIOGRAFÍAS:

- Abad, G.; Piedra, A. 2011. “Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agentes para el control de plagas en cultivos hortícolas”.
- Academia.edu. 2017. “Evaluación de la actividad repelente del molle”. En línea. Consultado el 11 de noviembre del 2017.
- ATI, Alfredo. 2009. ” *Técnica de Tinturado de la Fibra de Alpaca con Tintes Naturales*”, Chimborazo-Ecuador.
- Cedamano, E. & Mejía, I. (2014). “Efecto inhibitorio in vitro del aceite esencial de *shinus molle* l. “molle” sobre streptococcus mutans atcc 25175. V norte verano 2014. Universidad Privada Antenor Orrego, 5, 22.
- Cegarra, José; fundamentos científicos y aplicados de la tintura de materias textiles; Editorial Terraza2, España 1981.
- Cevallos Suárez, J., & Guerrero Carriel, J. (2017). “EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COLORANTE NATURAL A PARTIR DE LA BORRA DE CAFÉ.” (ingeniero). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Delgado F. Jiménez A y Paredes O. (2000). Natural pigment: carotenoids, anthocyanins and betalainas. Characteristics, biosíntesis and stability. Crit. Rev. Food Sci.
- Gualtieri, M. (2012). “Actividad antimicrobiana de *Shinus Molle*”cultivado en Italia.
- Ibarra, S. (2014). “Estudio in vitro del efecto antimicrobiano del aceite esencial de *eucalyptus globulus* l. (*eucalipto*) en comparación al hipoclorito de sodio al 2,5% gluconato de clorhexidina al 2% sobre cepas de (*enterococcus faecalis*)”. Tesis de grado, Odontología, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Martínez, L. (2009) “Teñido de colorantes naturales, sobre lana” Buenos Aires- Argentina.
- Orozco, M. A. (2013). Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de molle (*shinus molle*), cola de caballo (*equisetum arvense*) linasa (*linum usitatissimum*) en ratones. Estudio in vivo. Tesis de grado, Bioquímica y Farmacia. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

- Páez, O., 2012 “Diseño de un sitio web y su incidencia en la difusión de la empresa Molle Estudio de Diseño ubicada en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua” Universidad Técnica de Ambato.
- Pérez, S., y Valdivieso. 2007. Colección y caracterización morfológica In situ del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). (en línea). Sangolquí, Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército.
- Ponce, G., & Morales, D. (2011). “Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales “Nogal” (*Junglans neotropica*) y “Guarango” (*Caesalpinia spinosa*) y propuesta de revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas “Wuarmi Maki” comunidad de Peguche en el Cantón Otavalo (ingeniería). universidad tecnica del norte.
- Pontón, R. MANUAL TÉCNICO DE TINTORERÍA (TINTES NATURALES) PARA FIBRAS VEGETALES EN PANAMÁ) Revista Evolución de las artesanías.
- Ramirez, M., Gonzalez, A y Correa, L.2007. Actividad antimicrobiana, conservante y obtención de un colorante natural a partir de plantas de la región de Boyacá. (en línea). Pereira, Colombia.
- USOS TRADICIONALES DE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS EN EL ECUADOR, TOMO II; CATALOGO DE ESPECIES, programa de Reforestación de los Recursos naturales en Áreas Marginales de la Sierra Ecuatoriana, CESA, Intercorporación Suiza.

15.- ANEXOS

Anexo 1 Ubicación geográfica



Fuente: APP google maps

Anexo 2 Aval de abstract



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la Srta. Egresada de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **GUAMUSHIG CHUQUITARCO SANDY ELIZABETH**, cuyo título versa, **“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE LA CORTEZA Y HOJAS DE MOLLE (*Schinus molle*)”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, 25 febrero del 2019

Atentamente,

DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
Lic. WILMER PATRICIO COLLAGUAZO VEGA Mg
C.C.172241757-1



CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2.1 Ficha del tutor**DATOS PERSONALES****CEDULA DE CIUDADANIA:** 0502645435**FECHA DE NACIMIENTO:** 15/10/1984**ESTADO CIVIL:** Soltero**CIUDAD:** Latacunga**DOMICILIO:** La Merced, Quijano y Ordoñez y Juan Abel Echeverría 7-60**TELÉFONO:** 032802455/0999084592**LUGAR Y OCUPACIÓN ACTUAL:** DOCENTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**CORREO ELECTRÓNICO:** rojas_orlando1984@hotmail.com**FORMACIÓN ACADÉMICA****GRADO ACADÉMICO:**

2007, Químico de Alimentos en la Universidad Central del Ecuador

2015, Maestría en Sistemas de Gestión de Calidad en la Universidad Central del Ecuador

EXPERIENCIA PROFECIONAL:

2015- Docente Actual Universidad Técnica de Cotopaxi

2014- 2015 Fuentes San Felipe S.A

2013– 2014 Ministerio de Industrias y Productividad. Técnico de Control de Calidad

Mayo 2013-Septiembre 2013 Mondel - EQF el Queso Francés CIA. LTDA. Responsable de Técnico



Anexo 2.2 Ficha del estudiante**GUAMUSHIG CHUQUITARCO SANDY ELIZABETH**

CÉDULA DE CIUDADANÍA : 0504230061

FECHA DE NACIMIENTO : 17/01/1994

ESTADO CIVIL : Soltera

CIUDAD : Latacunga

DOMICILIO : Latacunga barrio Santán

TELÉFONO : 032242215/ 0983496489

ESTUDIOS SECUNDARIOS : Instituto Tecnológico Victoria Vásquez Cuví”
Titulo en Químico Biólogo

ESTUDIOS SUPERIORES : Egresada de la Universidad Técnica de Cotopaxi
Ing. Agroindustrial

CORREO ELECTRÓNICO : sandy.guamushig1@utc.edu.ec

CURSOS : Inocuidad Alimentaria



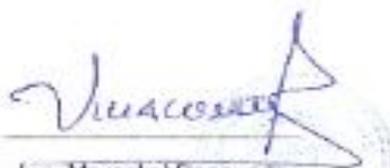
Anexo 3 Resultados del laboratorio de concentración de Polifenoles Totales de la Universidad Estatal de Bolívar


UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
Lagunado II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador


INFORME DE ENSAYOS N°013-2019

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Sandy Guamushing				
Muestra	Extracto de molle (colorante de alcohol más hojas) - Extracto de molle (colorante más agua más corteza) - Extracto de molle (colorante de alcohol más corteza) - Extracto de molle (colorante más agua más hojas)				
Código asignado UEB	INV037 - INV038 - INV039 - INV040				
Estado de la muestra	Líquido				
Envase de recepción	Botellas de vidrio color ámbar aprox. 200mL con contenido de muestra				
Análisis requerido(s)	Polifenoles totales				
Fecha de recepción	25 de enero de 2019				
Fecha de análisis	29 de enero de 2019				
Fecha de informe	30 de enero de 2019				
Técnico asignado	MFQM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV037	Extracto de molle (colorante de alcohol más hojas)	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin - Ciocalteu	962,88
INV038	Extracto de molle (colorante más agua más corteza)	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin - Ciocalteu	74,89
INV039	Extracto de molle (colorante de alcohol más corteza)	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin - Ciocalteu	39,02
INV040	Extracto de molle (colorante más agua más hojas)	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin - Ciocalteu	844,70

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.
El estándar de polifenoles totales utilizado corresponden a (mg GAE/100g muestra)



Ing. Marcelo Vicecundo
Director del Departamento

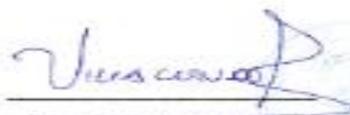
Anexo 4: Análisis de laboratorio de extracción de colorante por el equipo SFC


UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
Laguacala E. Km 1 1/2, vía a San Simón, Centro Guaranda, Provincia del Valle, Ecuador


INFORME DE ENSAYOS N°021-2019

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Sandy Guzmushing				
Muestra	Aceite de molle extraído por SFC				
Código asignado UEB	INV051				
Estado de la muestra	Viscoso				
Envase de recepción	Vial de vidrio, 4.39 g				
Análisis requerido(s)	Polifenoles totales				
Fecha de recepción	7 de febrero de 2019				
Fecha de análisis	11-12 de febrero de 2019				
Fecha de informe	14 de febrero de 2019				
Técnico asignado	MFGM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV051	Aceite de molle extraído por SFC	Polifenoles totales	ppm	Ensayo de Folin - Ciocalteu	1550,00

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.
 El contenido de polifenoles totales soluble corresponden a (mg total/100g muestra).



Ing. Marcelo Vilacundo
Director del Departamento

Anexo 5 Resultado del análisis fitoquímico realizado en la Universidad Central del Ecuador



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 3038
ORDEN DE TRABAJO No 60720

SOLICITADO POR:	GUAMUSHIG SANDY
DIRECCIÓN:	LATACUNGA
FECHA DE RECEPCION:	2019/02/20
HORA DE RECEPCION:	15:22
MUESTRA DE:	PRODUCTO NATURAL
DESCRIPCION:	EXTRACTO DE MOLLE
FECHA DE ANALISIS:	DEL 20 al 22 /02/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	22/02/2019
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA:	
LOTE	-----
FECHA DE ELABORACION	-----
FECHA DE VENCIMIENTO	-----
ESTADO:	LIQUIDO
CONTENIDO:	100 ml
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE
OBSERVACIONES:	

INFORME

Resultados del tamizaje fitoquímico:

Metabolito analizado	Resultado	Observaciones
Alcaloides	Moderado	N/A
Triterpenos /esteroles Liebermann	Moderado	N/A
Flavonoides	Abundante	N/A
Antraquinonas	Ligeramente	N/A
Taninos	Abundante	N/A
Saponinas	Ligeramente	N/A
Heterósidos cardiotónicos	Negativo	N/A
Cumarinas	Negativo	N/A




B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACÉUTICA



Anexo 6 Fotos del procedimiento**Fotografía 1** Planta de molle

1.- Recolección de la materia prima
(hojas y corteza de molle)

Fotografía 2 Deshidratación

2.- Deshidratación de las hojas y
corteza a 70 ° C durante 180 minutos

Fotografía 3 Molienda

3.-Molienda

Fotografía 4 Pesaje

4.- Pesaje 10 gramos de muestra en
250 ml de agua y alcohol

Fotografía 5 Extracción por el equipo Soxhlet



5.-Extracción por el equipo Soxhlet

Fotografía 6 Evaporación



7.-Evaporación de los solventes
(agua y alcohol) a 40 ° C

Fotografía 7 Esterilización



8.-Esterilización de los envases de
muestra

Elaborado por: Guamushig S (2019)