



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y

RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

"ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO DE LOS EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL CEDRÓN (*Aloysia citrodora paláu*)"

Trabajo de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros Agroindustriales

Autores:

Panchi Singaicho Paulo César
Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo

Tutor:

Ing. Mg. Cevallos
Carvajal Edwin Ramiro

Latacunga – Ecuador

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

PANCHI SINGAUCHO PAULO CÉSAR, con CC. 050314787-8 y SHULCA TIPANTUÑA CRISTHIAN GUSTAVO, con CC. 050401361-6 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO DE LOS EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL CEDRÓN (*Aloysia citrodora paláu*)**”, siendo el Ing. Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal tutor del presente trabajo, y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Panchi Singaicho Paulo César
CC: 050314787-8

Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo
CC: 050401361-6

Ing. Edwin Ramiro
Cevallos Carvajal
CC: 050186485-4

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de la obra, que celebran de una parte Panchi Singaicho Paulo César, identificado con CC. N° 050314787-8, de estado civil **soltero** y con domicilio en Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE** y Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo con C.C. N° 050401361-6, de estado civil **soltero** con domicilio en Pujilí a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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 CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Agroindustrias**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Estudio del perfil fitoquímico de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Panchi Singaicho Paulo César

Fecha de inicio: Abril 2015 – Agosto 2015

Fecha de finalización: Mayo 2020 –

Septiembre 2020. Shulca Tipantuña Cristhian

Gustavo

Fecha de inicio: Octubre 2015 – Marzo 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 –

Septiembre 2020. Aprobación del Consejo

Directivo: 7 de julio 2020 Tutor: Ing. Mg

Edwin Ramiro Cevallos Carvajal

Tema: **“Estudio del perfil fitoquímico de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*)”**.

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 para publicación de trabajos de investigación de grado en repositorio institucional, hacerlo en forma digital de la presente investigación.

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

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA 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 este 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 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 halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA 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 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 CEDENTE** en forma escrita.

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de septiembre del 2020.

Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo

EL CEDENTE

Panchi Singaicho Paulo César

EL CEDENTE

Ing.MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de investigación con el título: “**ESTUDIO**

DEL PERFIL FITOQUÍMICO DE LOS EXTRACTOS

ALCOHÓLICOS. ETÉREO Y ACUOSO

DEL CEDRÓN (*aloesia citrodora paláu*)”, presentados por los postulantes Panchi Singaicho Paulo César y Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo, de la carrera de Agroindustrias, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 21 de septiembre de 2020

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

AVAL DE LOS LECTORES DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

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

“ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO DE LOS EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL CEDRÓN (*Aloysia citrodorae paláu*)”, presentada por los postulantes Panchi Singaicho Paulo César, y Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo, de la carrera de Agroindustrias, consideramos que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 21 de septiembre del 2020

LECTOR 1 (PRESIDENTE)
Ing. Manuel Fernández
CC. 050151160-4

LECTOR 2
Quím. Jaime Orlando Rojas Molina
CC. 050264543-5

LECTOR 3
Ing. Pablo Gilberto Herrera Soria
CC. 050169025-9

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado, protegido y guiado a lo largo de mi vida universitaria, por ser mi fortaleza en los momentos cuando iba a decaer, y por brindarme una vida tranquila, sana y llena de experiencias y sobre todo felicidad y ganas de seguir siempre en la lucha.

Agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en donde me encuentro ya que sencillo no ha sido el proceso, por sus deseos de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido he logrado objetivos como el desarrollo de vida universitaria y mi tesis con éxito por ende obtener un título profesional.

A mis compañeros de aula en especial a Adrián, César, Cristhian por confiar en mí y haber hecho de mi etapa universitaria una trayectoria de vivencias que nunca olvidare.

A mi compañero de tesis Cristhian Shulca que a pesar de los malos entendidos hemos estado con pie firme en la realización de la presente investigación.

Panchi Singaicho Paulo César

DEDICATORIA

Le dedico a Dios por haberme acompañado, protegido y guiado a lo largo de mis estudios, por ser mi fortaleza en los momentos cuando me sentía derrotado, y por brindarme una vida llena buenos momentos, experiencias y sobre todo felicidad y ganas de seguir siempre en la lucha.

Dedicado a mis padres César y Piedad por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener educación en el trascurso de mi vida y lo más primordial ser el ejemplo a seguir ese ejemplo de lucha constante.

A mi hermana Maricela por ser parte muy importante en mi vida y representar la unidad, familiar. Por ser ejemplo de lucha constante y desarrollo profesional, a Ricardo y Belén por llenar mi vida de locura, alegrías y amor cuando más he necesitado.

Panchi Singaicho Paulo César

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por permitir gozar de vida y salud con las personas que más amo mi adorada familia. A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me abrió sus puertas para forjar, sentar mis conocimientos y formarme como profesional. A mis docentes quienes transmitieron sus grandes conocimientos. Familia, amigos y personas especiales en mi vida no podría sentirme más ameno con la confianza depositada en mi persona, especialmente cuando he contado con su mejor apoyo desde que inicie esta etapa profesional de mi vida. Este logro en mi vida es gracias al apoyo incondicional de mis padres Gustavo y María, mis hermanos quienes estuvieron dándome apoyo cuando estaba al límite de rendirme a mis sobrinos con quienes comparto mis días y a mis cuñados quienes con sus consejos me hicieron darle batalla no solo a los problemas sino a la vida.

Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, amor y esperanza, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares fundaméntateles para seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres Gustavo Shulca Guamán y María Sinforosa Tipantuña Tonato quienes me forjaron como persona que soy y que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional de la patria.

A mis hermanos, y demás familiares por el apoyo que siempre me brindaron día a día durante mi vida universitaria.

Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO DE LOS EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL CEDRÓN (*Aloysia citrodora paláu*)."

Autores:

Panchi Singaicho Paulo César Shulca

Tipantuña Cristhian Gustavo

RESUMEN

El proyecto de investigación está encaminado al estudio del perfil fotoquímico del cedrón, para lo cual las hojas y tallos fueron sometidos al proceso de secado a una temperatura de 40 °C por 48 horas, donde se conservó las características habituales determinando la humedad inicial de la planta y de todo el proceso de secado hasta obtener esta variable constante a 10.48% , posteriormente se realizó una molienda hasta extraer un polvo fino de la droga cruda para luego ser empacado en bolsas plásticas y selladas al vacío para su respectivo análisis, se obtuvieron en los extractos las siguientes características: extracto etéreo una densidad (1,014 g/cm³) ,viscosidad (65,40) mPa, pH (5,46) ,Acidez (1,463 %) , Sólidos Totales (14,75 g/100mL⁻¹) y características organolépticas propias del cedrón, extracto alcohólico una densidad de (0,8445 g/cm³), viscosidad (1,5513 mPa); pH (6,6), sólidos totales (11,75) y características organolépticas propias del cedrón, extracto acuoso densidad (1,0001 g/cm³), viscosidad (0,9899 mPa), pH (6), sólidos totales (15,99 g/100mL⁻¹) y características organolépticas propias del cedrón. Una vez obtenidos los extractos se procedió a realizar el tamizaje fitoquímico de la planta obteniendo los siguientes compuestos: compuestos grasos, triterpenos/esteroides, triterpenos/esteroides, catequinas, saponinas, compuestos fenólicos, quinonas/benzoquinonas, azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, flavonoides, mucilagos y principios amargos. El cedrón debido a los diferentes compuestos bioactivos en la industria alimentaria puede ser utilizados como: colorante, conservante, antioxidante, espesante, gelificante, aroma, sabor, estabilizadores, edulcorantes.

Palabras claves: Perfil fitoquímico – Extracto alcohólico – Extracto etéreo – Extracto Acuoso – Actividad de agua – Temperatura – Humedad – pH – Sólidos Totales – Metabolitos Secundarios.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL
RESOURCES

TITLE: " STUDY OF THE PHYTOCHEMICAL PROFILE OF
ALCOHOLIC,
ETHEREAL AND AQUEOUS EXTRACTS OF CEDRON (*Aloysia citrodora*
paláu)."

Authors:

Panchi Singaicho Paulo

César Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo

ABSTRACT

The research project is aimed at studying the phytochemical profile of lemon verbena, for which the leaves and stems were subjected to the drying process at a temperature of 40 ° C for 48 hours, where the usual characteristics were preserved, determining the initial humidity of the plant. plant and the entire drying process until obtaining this constant variable at 10.48%, then a grinding was carried out until a fine powder was extracted from the raw drug to then be packed in plastic bags and sealed under vacuum for its respective analysis. obtained in the extracts the following characteristics: ether extract a density (1,014 g/cm³), viscosity (65.40) mPa, pH (5.46), Acidity (1.463%), Total Solids (14.75 g/100mL⁻¹) and organoleptic characteristics of lemon verbena, alcoholic extract with a density of (0.8445 g/cm³), viscosity (1.5513 mPa); pH (6.6), total solids (11.75) and organoleptic characteristics of lemon verbena, aqueous extract density (1.0001 g/cm³), viscosity (0.9899 mPa), pH (6), total solids (15, 99 g/100mL⁻¹) and organoleptic characteristics of lemon verbena. Once the extracts were obtained, the phytochemical screening of the plant was carried out obtaining the following compounds: fatty compounds, triterpenes / steroids, triterpenes / steroids, catechins, saponins, phenolic compounds, quinones / benzoquinones, reducing sugars, saponins, phenolic compounds, flavonoids, mucilages and bitter principles. Due to the different bioactive compounds in the food industry, lemon verbena can be used as: coloring, preservative, antioxidant, thickener, gelling agent, aroma, flavor, stabilizers, sweeteners.

Key words: Phytochemical profile - Alcoholic extract - Ethereal extract - Aqueous extract - Water activity - Temperature - Humidity - pH - Total Solids - Secondary Metabolites.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
Historial académico.	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
1. Información general. Título.....	1
2. Justificación el proyecto	2
3. Beneficiarios del proyecto de investigación. Beneficiarios Directos:	3
4. Planteamiento del problema.....	3
5. Objetivos	4
5.1 Objetivo general.....	4
5.2 Objetivos específicos	4
6. Actividades y sistemas de tareas de los objetivos planteados	4
7. Fundamentación científico-técnica	6
7.1 Antecedentes	6
7.1.1 Descripción morfológica.....	7
7.2 Descripción botánica.....	7
7.2.1 Descripción y hábitat.....	8
7.3 Composición química	9
7.3.1 Propiedades y usos	9
7.3.2 Efectos adversos, contradicciones y toxicidad.....	10
7.3.3 Metabolitos secundarios.....	10
7.3.4 Fenoles del cedrón.....	10

7.3.5	Molienda	11
7.4	Extracto	13
7.5	Condiciones de extracción	13
7.5.1	Solvente	13
7.5.2	Estado de división de la planta.....	14
7.5.3	Agitación.....	14
7.5.4	Temperatura	14
7.5.5	El pH	14
7.5.6	Tiempo de extracción	15
7.7	Tipos de extracción	15
7.7.1	Hidrodestilación	15
7.7.2	Maceración	15
7.7.3	Características de los extractos	16
7.8	Clasificación de los extractos.....	16
7.8.1	Extractos Firmes.....	16
7.8.2	Extractos fluidos.....	16
7.8.3	Extractos secos	16
7.9	Métodos de extracción de la droga	17
7.9.1	Extracción Mecánica	17
7.9.2	Destilación.....	17
7.9.3	Extracción con fluidos en condiciones supercríticas.....	17
7.9.4	Extracción con solventes	17
7.9.4.1	Características de la droga.....	18
7.9.4.2	Naturaleza del solvente.....	18
7.9.4.3	Temperatura.....	18
7.9.4.4	Tiempo de contacto entre la droga y el solvente	18
7.9.4.5	Análisis fitoquímico.....	18
7.10	Tamizaje fitoquímico	19
7.10.1	Definición.....	19
7.10.2	Metabolitos secundarios.....	19
7.10.3	Alcaloides.....	20
7.10.4	Ensayo para identificación de los alcaloides.....	20
7.10.5	Taninos	20
7.10.6	Antioxidantes	21
7.11	Glosario de términos	21

8	Planteamiento de la hipótesis.....	22
8.1	Hipótesis Nula.....	22
8.2	Hipótesis alternativa	22
9	Metodología.....	22
9.1	Tipos de Investigación	22
9.1.1	Investigación descriptiva.....	22
9.1.2	Investigación cuantitativa.....	23
9.2	Métodos de investigación	23
9.2.1	Método experimental	23
9.2.2	Método deductivo.....	23
9.3	Técnicas de investigación	23
9.3.1	Observación.....	24
9.4	Instrumentos de investigación	24
9.4.1	Ficha de observación.....	24
10	Metodología empleada en la elaboración	24
10.1	Recolección de la muestra vegetal	24
10.2	Selección, proceso de secado de las hojas de cedrón (Aloysia citrodora paláu) Materiales.....	25
10.3	Obtención de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso Materiales	26
10.4	Aplicaciones agroindustriales de los metabolitos de la planta de cedrón (Aloysia.....	33
11	Análisis e interpretación de resultado	34
11.1	Cinética del proceso de secado de las hojas y tallos de la planta de cedrón (Aloysia citrodora paláu)	34
11.2	Obtención de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso	36
11.2.1	Extracto etéreo	36
11.2.2	Extracto alcohólico.....	37
11.2.3	Extracto acuoso	37
11.3	Tamizaje fitoquímico.	38
11.4	Evaluación posibles aplicaciones en la agroindustria Flavonoides.....	39
12.	Impactos (técnicos, sociales, ambientales o económicos) Técnicos	41
13.	Presupuesto para la elaboración del proyecto.....	42
14.	Conclusiones y recomendaciones Conclusiones	43
	Recomendaciones	44
15.	Bibliografía	45
16.	Anexos	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cedrón (Aloysia citrodora paláu).....	7
Tabla 2. Composición química de las hojas del cedrón (Aloysia Citroedora Paláu).	9
Tabla 3. Variación del contenido de humedad en las plantas frescas.....	11
Tabla 4. Tamaño requerido del tamiz para partículas de maceración	12
Tabla 5. Curva de secado de las hojas del cedrón (Aloysia citrodora paláu).	35
Tabla 6. Caracterización extracto etéreo del cedrón.	36
Tabla 7. Caracterización extracto alcohólico del cedrón.....	37
Tabla 8. Caracterización del extracto acuoso del cedrón.	37
Tabla 9. Tamizaje fitoquímico del extracto etéreo, metanólico y acuoso del cedrón (Aloysia citrodora paláu).....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Lugar de ejecución	48
Anexo 2. Datos informativos del tutor académico.....	49
Anexo 3. Datos informativos del estudianteDatos informativos del estudiante.....	51
Anexo 4. Datos informativos del estudiante	51
Anexo 5. Aval de ingles.....	53

Proyecto de titulación II

1. Información general. Título

Estudio del perfil fitoquímico de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*).

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache Bajo

(Anexo) 1 **Parroquia:**

Eloy Alfaro **Cantón:**

Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona 3

País: Ecuador

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad académica: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia:

Agroindustria. **Nombres de**

equipo de investigadores

Tutor de titulación:

Ing. Mg. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro (Anexo 2)

Estudiantes:

Panchi Singaicho Paulo César (Anexo

3) Shulca Tipantuña Cristhian Gustavo

(Anexo 4) **Área de conocimiento.**

Área: Ingeniería, industria y construcción.

Sub área: Industria y producción.

Línea de investigación:

Procesos industriales

Sub línea de investigación de la carrera:

Desarrollo de nuevos productos agroindustriales e ingredientes bioactivos para uso alimentario.

2. Justificación el proyecto

El uso de las plantas para tratar enfermedades tiene una larga y venerable historia. Las poblaciones indígenas del mundo han desarrollado nuevos sistemas sociales y culturales, a través de tradición oral y conocimiento empírico, han adquirido y reunido un detallado conocimiento sobre el uso de las plantas medicinales, el cual ha sido transmitido de generación en generación.

Tal ha sido el éxito de las plantas como fuente importantes para aislar compuestos bioactivos capaz de proporcionar beneficios saludables, incluidos la prevención y tratamiento de enfermedades ya sea su uso directo o como precursores de moléculas modificadas por síntesis química para producir nuevas entidades patentables con mayor actividad y/o menor toxicidad al igual que los alimentos funcionales satisfacer las necesidades nutricionales básicas que proporcionan beneficios para la salud o reducen el riesgo de sufrir enfermedades, transformando la materia prima en productos alimenticios sanos, nutritivos y seguros, con propiedades nutricionales que prolonguen su vida y mantengan o mejoren sus características hasta el momento de su consumo y proveer beneficios a la salud como reducción de riesgos de enfermedades cardiovasculares y cáncer ya que los polifenoles es la clase más grande y abundante del mundo vegetal, poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antivirales, en la actualidad casi el 25 % de los aditivos alimentarios que se conocen contiene uno o más principios activos derivados de alguna planta que son una fuente potencial de nuevos compuestos bioactivos y aunque son muchos los esfuerzos que se han realizado en la búsqueda de nuevos compuestos útiles desde el punto de vista industrial. El mundo vegetal está lejos de haber sido completamente explorado, sin embargo, gran parte de la biodiversidad biológica está siendo remplazada.

Por las razones expuestas anteriormente la presente investigación tiene como objetivo determinar la composición fitoquímica de la planta de cedrón, para con ello mediante una revisión bibliográfica dar diferentes alternativas de aplicación en la industria alimentaria o en

la agroindustria.

3. Beneficiarios del proyecto de investigación. Beneficiarios Directos:

Autores del proyecto de investigación, estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial quienes conforman un total de 386 personas.

Beneficiarios indirectos:

Productores de cedrón de la provincia de Cotopaxi y empresas dirigidas a la elaboración de alimentos.

4. Planteamiento del problema

En la región Interandina Ecuatoriana se produce silvestremente la planta de cedrón (*Aloysia citrodora paláu*) que es utilizada desde la antigüedad como alimentos, condimentos, aromatizantes y en la medicina tradicional. La falta de estudios y conocimientos en la aplicación de los diferentes compuestos bioactivos presentes en las plantas vegetales han sido un problema a nivel mundial. Con el aporte de ciertas investigaciones y con el avance científico y tecnológico se ha logrado extraer e identificar ciertos compuestos químicos que pueden ser aplicados en la industria. La identificación, extracción y aplicación en los diferentes procesos industriales. A pesar de que existe una gran cantidad de investigaciones no se ha podido cubrir en la totalidad los estudios sobre la composición química de las especies vegetales, lo que ha estimulado la investigación de nuevos análisis de los compuestos metabólicos existentes en las plantas, al no encontrar dichos compuestos en una planta se puede encontrar en otra planta. En la actualidad se realiza con mayor exactitud y rapidez el desarrollo de mejores y nuevas técnicas.

El 50% de los principios activos de los aditivos químicos empleados para la conservación y preservación de los alimentos son provenientes de la selva tropical, por lo que es importante el análisis de las plantas de la región sierra interandina por su gran potencial en compuestos bioactivos.

Por otro lado, la regulación en el consumo de aditivos sintéticos y artificiales en la industria ha sido un problema sin límite de control, debido a que las personas no tienen conciencia o adulteran la composición química del producto.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

- Estudio del perfil fitoquímico de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*).

5.2 Objetivos específicos

- Describir el proceso de secado de la planta de cedrón (*Aloysia citrodora paláu*).
- Obtener extractos por maceración en éter etílico, alcohol y agua de la droga cruda de la planta de cedrón (*Aloysia citrodora paláu*)
- Determinar la composición química de los extractos de la planta mediante tamizaje fitoquímico.
- Evaluar las posibles aplicaciones agroindustriales de la planta seleccionada.

6. Actividades y sistemas de tareas de los objetivos planteados

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA
Objetivo N° 01: Describir el proceso de secado de la planta de cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>)	Determinar la humedad de las hojas y tallos de la planta de cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>) a una temperatura de 40°C mediante la cinética de secado.	Datos obtenidos del porcentaje de humedad de la planta del cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>)	• Grafica de la humedad mediante los datos obtenidos del secado de la planta del cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>) en función de la temperatura.

<p>Objetivo N° 02: Obtener extractos por maceración en éter etílico, alcohol y agua de la droga cruda de la planta de cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>)</p>	<p>Realizar extractos por maceración en éter etílico, alcohol y agua de la droga cruda de la planta de cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>)</p>	<p>Obtención de diferentes extractos por maceración de la droga cruda de la planta de cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Extractos obtenidos por maceración
<p>Objetivo N° 03: Determinar la composición química de los extractos de la planta mediante tamizaje fitoquímico.</p>	<p>Determinar la composición fitoquímica de la planta del cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>).</p>	<p>Identificación de los compuestos químicos de la planta de cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>). mediante un análisis fitoquímico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis fitoquímico de la muestra de la droga cruda de la planta del cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>).
<p>Objetivo N° 04: Evaluar las posibles aplicaciones agroindustriales de la planta seleccionada</p>	<p>Determinar las posibles aplicaciones agroindustriales de los compuestos existentes en la planta de cedrón (<i>Aloysia citrodora paláu</i>) mediante una revisión bibliográfica.</p>	<p>Diferentes aplicaciones agroindustriales de los compuestos químicos de la planta de cedrón (<i>Aloysiacitrodora paláu</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica de las aplicaciones agroindustriales de los compuestos bioactivos existentes en la planta.

7. Fundamentación científico-técnica

7.1 Antecedentes

Según (Ronicely, Evandro, Jose, Pedro, & Sergio, 2012) en su investigación "CINÉTICA DE SECADO" investigó la cinética de secado del tomillo aplicando diferentes tipos de modelos matemáticos a los valores experimentales para determinar la difusividad efectiva conjuntamente con la energía de activación para las temperaturas de 30°C a 70°C. Donde emplearon el método de análisis de regresión no lineal, por el método Simplex-quasi-Newton obteniendo resultados que indicaron que el modelo de Page obtuvo un mejor ajuste a los datos experimentales. Obtuvieron valores de difusividad efectiva entre 3.69×10^{-12} y 1.19×10^{-10} m²/s y un valor de energía de activación de 77.16 kJ/mol.

(Lock, 2001, pp. 41-60) Menciona que se maceraron en etanol 4,50 kg de corteza durante 7 días, y se sometió a dos extracciones sucesivas con etanol a 50 °C durante 20 horas cada vez. Los extractos etanólicos reunidos fueron sometidos a participación con diclorometano y agua. La fracción de diclorometano fue fraccionada nuevamente con hexano y metanol al 90%, obteniendo finalmente 10,60 g de extracto metanólico y 6,80 g de extracto hexánico.

Según (Rodes, 2015) revela que el tamizaje fitoquímico realizado a los extractos, etéreo, etanólico y acuoso de la corteza y la raíz de *D. cinérea* existen una amplia diversidad de metabolitos secundarios de interés farmacológico. En los extractos etéreos resaltan, por su abundancia los alcaloides y se identifican, además, cumarias y ácidos grasos. En los extractos etanólicos y acuosos se destacan por su mayor concentración las cumarias y los carbohidratos reductores. También se observó la presencia de taninos y triterpenos en los extractos etanolitos. En el extracto acuoso se identificó la presencia de saponinas y mucílagos.

(Marrero, 2012) En su trabajo hacen referencia al estudio de *scutellaria havanensis* Jacq, donde obtuvieron extractos etéreos (300 mL), metanólico (200 mL) y acuoso (150 mL) por maceración a temperatura ambiente durante 48 horas, "los cuales fueron sometidos a los análisis fotoquímicos" según lo establecido por (Miranda, Tamizaje fitoquímico. Manual de prácticas de laboratorio de análisis farmacognóstico. Instituto de Farmacia y Alimentos, 1992). En los extractos se identificó la presencia de saponinas, mucilagos, principios amargos y astringentes, carotenos, aceites esenciales y grasas, alcaloides, grupos aminos, azúcares reductores, fenoles y taninos, flavonoides, leuco antocianinas, coumarinas, carotenos, glicósidos cardiotónicos, quinonas, triterpenos y esteroides.

En su trabajo Griseb analizó tres variedades de la familia verbenácea (*Aloysia gratissima*, *aloyisia polystachya* y *aloyisia citrodora paláu*) donde, se investigaron los contenidos de polifenoles totales y se determinó la capacidad antioxidante de las preparaciones acuosas donde *aloyisia polystachya* fue la que mayor concentración mostró en relación a la clase *aloyisia citrodora paláu* en cuanto a flavonoides también dicha especie presentó los menores valores de la actividad antioxidante.

7.1.1 Descripción morfológica

Las plantas han formado parte de la medicina tradicional en muchos países a nivel del mundo. A través de los años y para las diferentes civilizaciones, las plantas han sido una parte importante de la cultura, religión, salud y una fuente de alimento para el hombre y sus animales. En la actualidad, la investigación de plantas está dirigida hacia la búsqueda de nuevas propiedades como las industriales en la sustitución de conservantes químicos (Oyanadel, 2002)

Una de estas plantas es el cedrón (*Aloysia citrodora paláu*), el cual posee características antioxidantes esto debido a que en su estructura presenta polifenoles.

El cedrón pertenece a la familia Verbenácea, cuyo nombre botánico es (*Aloysia citrodora paláu*), las partes que se utilizan son las partes aéreas (hojas), desecadas o frescas en floración, debido a que la mayoría de los compuestos antioxidantes se concentran en esta parte de la planta; así mismo, una gran cantidad de los compuestos esenciales que le dan el aroma y sabor a cítrico característico. El cedrón es una de las especies más populares por no reconocerles adulterantes en la composición de sus aceites esenciales, a excepción de su variación por el origen y condiciones de cultivo. Sin embargo, si se pueden encontrar compuestos derivados de esta planta de calidad inferior, que se detectan fácilmente por el aroma totalmente distinto ya que en algunos casos son menos cítricos y frescos (Cañigüeral, E., & Bandoni, 2003).

7.2 Descripción botánica

Tabla 1. Taxonomía del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*)

Datos	Descripción
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Ubifloras
Familia	Verbenaceae
Genero	Aloysia

Fuente: (Álvarez, 2012)

7.2.1 Descripción y hábitat

El Cedrón es una planta arbustiva que puede medir entre 1,50 y 2,50 metros de altura. Sus tallos son largos, leñosos, redondeados o angulosos, ramificados en la parte superior, provistos de finas rayas lineares. Las hojas son simples, rugosas, reunidas en verticilos de tres, raro cuatro, su limbo entero o un poco dentado, de color verde pálido, presenta una nervadura mediana, saliente en la cara inferior, de la cual se destaca una serie de nervaduras secundarias paralelas, que se reúnen para formar una especie de cordón paralelo al borde foliar, y despiden, al ser restregadas, un agradable olor a limón, lo mismo que las flores; éstas son pequeñas, con la corola ensanchada superiormente y bilabiada, blancas por fuera y azul violáceo por dentro, y se ubican al extremo de los tallos en espigas agrupadas en panojas. El fruto es una drupa que encierra dos granos que a veces no llegan a la madurez. (Mostacero- Leon., Mejia-Coico, & Gastañadui-Rosas., 1993)



Fuente: (ITTEN, 1998)

7.3 Composición química

La fracción volátil es la característica más destacada del cedrón. Su rendimiento en aceite esencial fluctúa entre 0.2 y 1.0% dependiendo de diversos factores endógenos y exógenos. El principal componente de la calidad habitual del cedrón es el citral (mezcla de los isómeros geranial y neral); donde el contenido de compuestos carbonílicos expresados como citral es de 20 al 40% (Cañigüeral, E., & Bandoni, 2003).

En cuanto a otros compuestos identificados en el cedrón, destacan los flavonoides como salvigenia, eupafolina, cirsiol, eupatorina, hispidulina, apigenina, diosmetina, 7-O-glucosil-luteolina, y 7-O-diglucuronil-luteolina. Además, el cedrón contiene irioides heterosidicos, como el ácido geniposidico; derivados del ácido hidroxicinamico (7%), especialmente verbascosido (5%) y mucilagos, taninos y alcaloides, nonanal y fitoesteroles.

Tabla 2. Composición química de las hojas del cedrón (*Aloysia Citrodora Paláu*).

Componente	Porcentaje
Citral	30,0
Limoneo	13,0
Cineol	5,7

Fuente: (Cañigüeral, E., & Bandoni, 2003)

7.3.1 Propiedades y usos

Contiene aproximadamente 120 principios activos diferentes entre los que se destacan son: limonelo, citral, linalol, cinelol, geraniol, terpineol, cariofileno y neral. La parte más industrializada son las hojas y flores. Posee acción antioxidante y se ha demostrado científicamente el gran potencial de propiedades antimicrobianas, farmacológica, sedante, tranquilizante, anti flatulento, antiespasmódico (Fonnegra-Gomez & Jiménez-Ramírez, 2007)

Uso etnomedicinal

La parte utilizada es el tallo y las hojas. La forma de presentación es la infusión, tisanas y cocimientos. Contiene aceite esencial muy oloroso, usado como bebida estimulante. Las hojas son muy olorosas por su contenido en aceites esenciales. Por su contenido de frescura es utilizado en la industria alimentaria como saborizantes para bebidas refrescantes y ensaladas, se puede añadir a las salsas que requieren sabor delicado a limón; también se emplea en la fabricación de perfumes y jabones de tocador (Mostacero-Leon., Mejia-Coico, & Gastañadui-Rosas., 1993)

7.3.2 Efectos adversos, contradicciones y toxicidad

En ensayos preliminares estudiados para determinar la toxicidad se encontró un amplio margen de seguridad se ha recomendado usar la esencia del cedrón en la industria, en la conservación de los alimentos; “en la farmacología se recomienda no usar la esencia del cedrón por el efecto irritante sobre la piel” (Dellacassa - Bandoni, 2003).

7.3.3 Metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios son pequeñas moléculas producidas por un organismo, pero no son estrictamente necesarias para la supervivencia del organismo y dicho concepto es reservado para los metabolitos secundarios provenientes de moléculas biológicas naturales. Los metabolitos secundarios denominados polifenoles son considerados los compuestos antioxidantes más importantes de la dieta, contienen grupos funcionales hidroxilo sobre los anillos aromáticos. (Antonio, 2000, pp. 13-42)

C. Su función principal y desde un punto de vista biológico es la de captar la presencia de radicales libres, lo que puede estar relacionada a prevención de enfermedades provocadas por este. (Vidal, 2013)

7.3.4 Fenoles del cedrón

Los polifenoles constituyen un grupo de compuestos que desempeñan una importante función en prácticamente todas las interacciones que una planta que establece con su entorno.

Presentan un amplio rango de actividades biológicas, entre las que se pueden mencionar: hepatoprotectora, antiviral, antioxidante, antihipertensiva, antimicrobiana, entre otros (Middleton, kandaswami, & Theoharis, 200)

Debido al poco empleo del “cedrón” en la industria alimentaria y conservación de alimentos puede observarse en las muestras comerciales de esta especie (principalmente en lo que respecta al grado de desarrollo de microorganismos), es necesario evaluar como éste factor afecta a la dinámica de polifenoles.

Secado

El proceso de secado es una operación unitaria, en la ingeniería química se caracteriza por la eliminación general o parcial del contenido de humedad de un sólido, mediante la aplicación de vapor en la misma, ya sea en el seno de una corriente gaseosa o no, para arrastrar en vapor producido (Treybal, 2000). En el proceso de secado un factor importante es el empleo del calor por lo que habría pérdida de aceites vegetales y de sustancias volátiles sin embargo el secado

interrumpe los procesos de degradación de la planta causados por enzimas, fermentos que impiden el desarrollo de la flora bacteriana y de las diferentes reacciones de oxidación e hidrólisis. La mayoría de las plantas medicinales pueden ser secadas a temperaturas que varían entre 30°C – 60°C.

El término humedad es utilizado de manera genérica donde se agrupa a todo fluido volátil presente en un cuerpo mediante enlaces de tipo físico y físico-químico el cual se elimina en el proceso de secado. Generalmente la humedad presente en los cuerpos sólidos es el agua, mientras el gas que proporciona la energía para la vaporización y que arrastra el vapor formando aire (Treybal, 2000).

El contenido de humedad en las plantas frescas varía de 60% a 80%. El proceso de secado reduce este contenido a 0.5% - 12%. Teniendo en cuenta las normas que exigen que el contenido de humedad debe ser el 5%. basándose en los compuestos de la planta.

Tabla 3. Variación del contenido de humedad en las plantas frescas

Sección de la planta	%
Hojas	20% a 75%
Corteza	40% a 65%
Tallo	30% a 70%
Raíces	25% a 80%
Flores	15% a 80%

Nota. Fuente: (ITTEN, 1998)

7.3.5 7.2.7 Molienda

El objetivo principal de este proceso es la disminución del tamaño de las partículas llegando a obtener el tamaño indicado de la droga cruda para el siguiente proceso de extracción. Las partículas gruesas de droga no serían completa debido a la mínima penetración del solvente en contacto con el tejido vegetal y por ende su sería muy lenta su extracción, una vez que las membranas celulares actúan como verdaderas barreras que dificulten el proceso de extracción en este caso la droga cruda previamente dividida tales membranas se encuentran destruidas, por lo que en este caso su disolución al momento del contacto con el solvente sería incompleta. Sin embargo, la destrucción total de las membranas celulares vegetales convertidas en polvos muy

finos presentaron problemas al momento de la extracción como es el caso del cernido de la droga impidiendo el paso y atrofiando el paso del solvente obteniendo así una extracción incompleta de la droga cruda. (Cheftel, 1992)

Antes del proceso de molienda un factor importante es la selección donde se clasifican manualmente materiales ajenos a la materia prima como pedazos de madera, metales, o materiales de otra naturaleza. En las grandes producciones los metales presentes en este proceso son separados con grandes imanes quienes se encargan de limpiar el material que está siendo procesado.

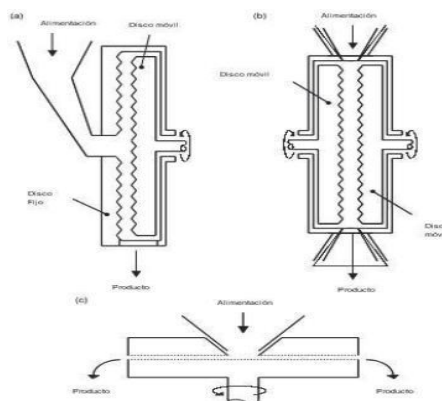
El tamaño de las partículas debe tener el tamaño adecuado al proceso de extracción, la molienda del material vegetal sometido a cualquier método de obtención da como resultado una cierta cantidad de partículas muy finas las cuales deben ser separadas sometidas al proceso de tamizaje. Las partículas que no se ajustan al tamaño exigido serán trasladadas nuevamente al proceso de molido para ser reducidas al tamaño adecuado a la extracción.

Tabla 4. Tamaño requerido del tamiz para partículas de maceración

Tamiz	Abertura efectiva
75 μm (N° 200)	72 μm
90 μm (N° 170)	90 μm
63 μm (N°230)	65 μm

Fuente: (INEN, 1987).

El equipo seleccionado para la molienda es empleado en función del tamaño de las partículas a ser obtenidas para la reducción del tamaño del material vegetal se emplea dos métodos el corte y la trituración. Los molinos tradicionales empleados en la mayoría de las actividades realizadas en menor escala los cuales utilizan las fuerzas de cizalla para la reducción de tamaño; esta clase de molinos es muy común utilizado en la industria alimentaria.



7.4 Extracto

7.4.1 Definición

Los extractos naturales proveen oportunidades ilimitadas para el desarrollo de nuevos conservantes con potencial antioxidante, farmacológico y también pueden ser empleados para el control microbiano. La capacidad antioxidante es una propiedad biológica de gran interés para las diversas aplicaciones de las plantas aromáticas. En el cedrón (*Aloysia citrodora paláu*) se ha reconocido desde hace mucho tiempo esta propiedad que, junto a su poder antioxidante, ha permitido utilizarla con éxito como restaurador de células muertas (Benítez & Guevara, 2016).

Extracción

Los métodos empleados en la separación de los compuestos más valiosos como son los terpenos y ésteres, toman una ventaja debido a su variación de solubilidad de las fracciones que presenta un solvente, como puede ser el alcohol acuoso. Si el método empleado es el frío tiene una cierta desventaja de ser lento y por ende requerirá más trabajo; sin embargo, tiene una ventaja en el empleo de equipo ya que los equipos empleados son simples requieren de poca energía para la separación básica. La solubilidad depende de la temperatura por lo que esta debe estar en continuo control y depende de ella la obtención de componentes que presentan propiedades termo-sensibles; por otra parte, el proceso realizado en caliente tiene la ventaja de realizarse en un corto tiempo, por lo que este requiere mayor cantidad de energía y también un equipo más sofisticado (Cheftel, 1992)

7.5 Condiciones de extracción

7.5.1 Solvente

(Rodes, 2015), nos dice que en el proceso de selección de determinados solventes es necesario tener en cuenta la facilidad de manipulación, el precio, la seguridad y las posibles contaminaciones ambientales y uno de los más primordiales es el grado de toxicidad del solvente por ende debe ser controlado por las normas establecidas en el producto por lo que se recomienda elaborarse con mezclas hidroalcohólicas.

Los solventes de mayor empleo son el agua, el alcohol, la glicerina y la mezcla de estos compuestos en los sistemas cerrados y de aislamiento, los solventes que más se adaptan son los hidrocarburos, los hidrocarburos clorados, alcoholes, ésteres, éteres, cetonas y los aceites.

Los fenómenos que se producen en el proceso de extracción producidos por la célula que no se

rompieron en su estructura necesitan ser humedecidas por lo que el empleo del agua no necesita ser desmineralizada debido a que el material vegetal contiene sustancias minerales en diferentes porcentajes solo es necesario que el agua pase por pruebas aptas para el consumo humano.

7.5.2 Estado de división de la planta

La división de la planta interfiere en el porcentaje de extracción por lo que el tamaño de las partículas determina el porcentaje de extracto, si el tamaño es ideal su extracción será fácil y rápida con relación al tamaño muy fino que será muy lento deteniendo el paso del solvente. Sin embargo, el tamaño de las partículas permite la penetración del solvente en pequeñas partículas con relación a las de mayor tamaño por ende será más lenta su extracción y mayor será la cantidad de droga extraída. (Cheftel, 1992)

7.5.3 Agitación

La eficacia del proceso de extracción es en función del equipo de saturación del solvente empleado. La agitación ayuda a que penetren en la mayor cantidad y totalidad posible de la muestra pobre en las sustancias extraíbles, entre en contacto con la muestra y un punto nuevo de equilibrio de saturación sea alcanzado. El movimiento del fluido, con la ayuda de bombas para la recirculación del solvente o agitadores magnéticos, desplaza el equilibrio en sentido de la saturación del solvente, aumentando el valor del proceso (Dellacassa - Bandoni, 2003; Cañigüeral, E., & Bandoni, 2003)

7.5.4 Temperatura

La temperatura al ser aumentada en el proceso de disolución de las sustancias extraíbles hace que sea más fácil, la temperatura aporta al desplazamiento de la constante de equilibrio de saturación y aumenta la eficiencia del proceso. Sin embargo muchos principios activos son termolábiles y pueden ser degradados, total o parcialmente, a temperaturas elevadas tomando en riesgo de la pérdida de algunas sustancias que en temperaturas elevadas tienden a ser volátiles.

7.5.5 El pH

El pH influye en la solubilidad de diversos compuestos ya que permite la posibilidad de formación de sales. La obtención de alcaloides constituye un ejemplo clásico de la influencia del pH en el proceso de extracción. La extracción de alcaloides con solventes orgánicos de baja polaridad exige un pre tratamiento con soluciones alcalinas, buscando con esto liberar los alcaloides de sus sales y, así, volverlos solubles en el solvente orgánico. En el caso de

extracción de alcaloides con soluciones acuosas es necesario un pH ácido, buscando con esto la conversión de los alcaloides en sus respectivas sales, solubles en agua.

7.5.6 Tiempo de extracción

El tiempo de extracción se determina experimentalmente, en función del solvente y el equipo seleccionado. Esta variante es resultante de todos los factores mencionados previamente. El tiempo de extracción debe ser suficiente para permitir la separación de los compuestos de interés, aunque se debe presentar cuidado para que no sea excesivo. Prolongar el tiempo de extracción más allá del estrictamente necesario, no influye en el proceso negativamente, pero, si influye en los costos de consumo de energía y de mano de obra no necesaria, lo que acarrea encarecimiento del proceso industrial.

7.7 Tipos de extracción

7.7.1 Hidrodestilación

La hidrodestilación es el proceso para obtener el aceite esencial de alguna materia prima vegetal mediante el uso de vapor saturado a presión atmosférica (Cer07)

La materia prima es cargada en un hidrodestilador, de manera que forme un lecho fijo compactado. Este puede presentarse en estado de materia molido, cortado, entero o la combinación de ambos. En vapor de agua es inyectado mediante presión suficiente mediante este vence la resistencia hidráulica del lecho. El vapor entra en contacto directo con el material, para calentarlo y liberar el aceite esencial contenido en su estructura, también a la par evapora debido a su alta volatilidad. La mezcla de vapor saturado y aceite esencial, fluye mediante un tubo condensador donde el vapor se *condensa* debido a la presencia de agua fría hasta que este termine con una temperatura ambiente. A la salida del condensador se obtiene un líquido el cual se recolecta y sometido a un proceso requerido da como resultado el aceite esencial virgen requerido.

7.7.2 Maceración

La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido, donde la materia posee una serie de compuestos solubles en el líquido de extracción los cuales son los que se van a extraer. El proceso de maceración genera los productos los cuales pueden ser empleados en diferentes procesos, dependiendo el uso que se les desee dar a cada uno de ellos. La naturaleza de los compuestos extraídos depende de la materia empleada, así como el líquido de extracción. Extractos vegetales

Se han definido como un concentrado obtenido por tratamiento de productos vegetales con solventes apropiados, tales como agua, etanol o éter, elementos solubles, o procesos mecánicos, fisicoquímicos, etc. Constituidos por una mezcla de principios activos y sustancias inertes que se producen de la totalidad o de partes de una planta fresca o seca. (Carrion & Garcia, 2010)

7.7.3 Características de los extractos

Según (Carrion & Garcia, 2010) los extractos poseen un color más o menos oscuro, cuando estos han sido preparados al vacío y se ha empleado las propiedades físicas correctas en su obtención.

Su aspecto es liso, fino y homogéneo.

Su olor y sabor son propiedades características de cada materia prima.

La solubilidad de los extractos es variable y está en relación directa con el tipo de preparación a la cual fueron sometidos.

7.8 Clasificación de los extractos

Comúnmente los extractos se clasifican en cuatro grupos: blandos, firmes, secos y fluidos (Carrion & Garcia, 2010)

7.8.1 Extractos Firmes

Como su nombre lo indica deben tener una estrecha semejanza con la masa con la cual se fabrican o manufacturan las píldoras, deben tener la característica especial de no adherirse a los dedos (Carrion & Garcia, 2010)

7.8.2 Extractos fluidos

Son preparados en una forma tal que el peso del extracto corresponde exactamente al peso de la sustancia empleada como medicamento, desecada al aire y pulverizada (Carrion & Garcia, 2010)

7.8.3 Extractos secos

Anteriormente se les conocía con la denominación de “sales esenciales”. Son los extractos en los cuales el disolvente ha sido casi completamente eliminado. Contiene tan solo del 5 al 8% de agua. Se reducen fácilmente a polvo y facilitan su manipulación y dosificación. La forma farmacéutica de extractos secos aparece en varias farmacopeas (Belga, Norteamericana, Noruega y Mexicana), pero no indican un método exacto para la preparación de este tipo de extractos (Carrion & Garcia, 2010)

7.9 Métodos de extracción de la droga

Es importante el conocimiento de diferentes técnicas y de las principales fuentes potenciales para la extracción de líquidos (extractos) o de principios activos a partir de la droga cruda o de un precursor de origen natural.

7.9.1 Extracción Mecánica

Este método permite la obtención de los principios activos disueltos en los fluidos propios de la planta, los cuales una vez que han sido extraídos son denominados jugos. La extracción mecánica se puede realizar por expresión, la cual consiste en ejercer una cierta cantidad de presión sobre el soluto de droga aplicándole calor o mediante incisiones por las cuales los fluidos fluyen en la planta. (Carrion & Garcia, 2010)

7.9.2 Destilación

Proceso basado en la diferencia de volatilidad de los compuestos de la droga, sistema el cual nos permite la separación de los componentes más volátiles de otros que son menos o nada volátiles. También se realizan destilaciones por el método de arrastre de vapor o mediante hidrodestilación técnicas que facilitan la extracción de los principios activos más volátiles. Es un proceso en el cual se utiliza una fuente de calor, por lo que solo se aplica a principios activos que poseen temperatura estable. (Carrion & Garcia, 2010)

7.9.3 Extracción con fluidos en condiciones supercríticas

En este proceso se emplean dispositivos especiales para cada actividad que este proceso requiere donde cada uno de ellos permite controlar la presión y la temperatura, también en el cual se baja a presión y temperaturas superiores a las presiones y temperaturas críticas. Los gases mayormente utilizados son el dióxido de carbono y el butano, el empleo de este último es de mucho peligro ya que es un componente altamente inflamable. La extracción con disolventes críticos suele ser muy selectiva debido al uso correcto que se le dé, además es relativamente fácil eliminar el gas que está siendo el principal extractor y al vez resulta muy costoso y muy difícil encontrar las condiciones óptimas de presión y temperatura. (Cheftel, 1992)

7.9.4 Extracción con solventes

Consiste en poner en contacto la droga con un solvente capaz de solubilizar los principios activos. Los principios activos deben de pasar de la droga al disolvente de manera que se obtenga un extracto líquido. Posteriormente dicho extracto se puede concentrar eliminando mayor o menor cantidad de disolvente. La extracción con solventes es uno de los métodos que

se emplea con más frecuencia para la obtención de principios activos. Para que la extracción con solventes se lleve a cabo correctamente hay que tener en cuenta diversos factores:

7.9.4.1 Características de la droga

Se debe trabajar con drogas crudas desecadas y con un adecuado grado de división, estas tienen que ser mayores en las drogas duras que se obtienen de las cortezas y menor en las drogas sensibles como flores y hojas para facilitar el máximo contacto entre los principios activos y el factor disolvente. (Cheftel, 1992)

7.9.4.2 Naturaleza del solvente

Principalmente se utilizan en las extracciones el agua y las mezclas hidroalcohólicas (agua y alcohol etílico) en proporción variable. También es posible utilizar otros solventes orgánicos como acetona, éter etílico, hexano, propilenglicol (muy usado en cosmética), entre otros. El agua es un buen solvente de muchos principios activos de las drogas, por esta razón, resulta generalmente poco selectivo. Además, muchos principios activos se hidrolizan en el agua. Por otra parte, los extractos acuosos tienen una estabilidad poco duradera una vez preparados deben de ser obtenidos para su utilización en un periodo de tiempo relativamente corto. La utilización de mezclas variables de agua y alcohol permite seleccionar las sustancias sin interés farmacológico, así como separar los principios activos entre sí. (Cheftel, 1992)

7.9.4.3 Temperatura

El aumento de la temperatura favorece la extracción de principios activos de las drogas porque aumenta su solubilidad en los solventes utilizados, pero a su vez, puede favorecer la degradación de dichos compuestos, por lo que es necesario controlarla para obtener una máxima extracción sin consecuencias indeseables. En ningún caso se pueden utilizar temperaturas elevadas para extraer principios activos termolábiles.

7.9.4.4 Tiempo de contacto entre la droga y el solvente

Depende de las características de la droga (dureza, grado de división) y de la naturaleza de los principios activos (volátiles, hidrolizables, oxidables, entre otros).

7.9.4.5 Análisis fitoquímico

El análisis fitoquímico tiene como objetivo determinar los metabolitos secundarios presentes en la especie vegetal a estudiar, por ejemplo en las plantas medicinales, aplicando para ello una serie de técnicas de extracción, de separación y purificación y de determinación estructural (UV, IR, RMN, EM) (Lock, 2001)

7.10 Tamizaje fitoquímico

7.10.1 Definición

Consiste en una serie de pruebas preliminares sencillas y rápidas que permiten detectar cualitativamente la presencia de determinados grupos de compuestos. Esto se logra mediante las técnicas de "screening" (tamizaje), que se ayudan de la micro química para evidenciar estos grupos de constituyentes mediante formación de precipitados, coloraciones, etc. (Palacios, 2008). Estas reacciones se caracterizan porque son selectivas para las clases o grupos de compuestos que se investigan, son simples y rápidas, detectan la mínima cantidad posible y utilizan un mínimo de equipo de laboratorio. No debe olvidarse que cuando se obtiene un resultado negativo, este puede deberse a la ausencia de la clase de compuestos buscada, a la selección errónea del solvente para extraer, a la presencia de sustancias extrañas que interfieran o a una concentración en el orden de trazas del compuesto ensayado. Con relación a la selección del disolvente, este da lugar a diferentes métodos o esquemas de trabajo para el tamizaje fitoquímico (Bucay & Morocho., 2009)

Con el fin de determinar los metabolitos secundarios se realizó la determinación de los diferentes compuestos y familias presentes en los tallos hojas y flores del cedrón (*Aloysia citrodora*).

El tamizaje fitoquímico consiste en la extracción de la planta con solventes apropiados y la aplicación de reacción de color y precipitación. Debe de permitir la evaluación rápida, con reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo. Los resultados del tamizaje fitoquímico constituyen únicamente en una orientación y debe de interpretarse en conjunto con los resultados del screening analizado (Palacios M. , 2013)

7.10.2 Metabolitos secundarios

Son sustancias que tienen una estructura compleja, que pueden presentarse en una especie o en especies afines. Su función en la planta es poco conocida. Estos metabolitos secundarios están presentes en concentraciones muy bajas, los que ejercen un efecto fisiológico y farmacológico sobre el hombre. También estos metabolitos son usados comercialmente como compuestos activos para la elaboración de productos farmacéuticos, sabores, fragancias y pesticidas (Vega, 2001)

Los metabolitos secundarios son biosintetizados a partir de los metabolitos primarios, mediante un metabolismo especial o secundario y, con una distribución restringida a ciertos grupos de plantas. A diferencia de los primarios, en la mayoría de los casos se desconoce la función que

desempeñan en los organismos que les contienen. Como ejemplos podemos citar: alcaloides, flavonoides, terpenoides, etc.

7.10.3 Alcaloides

Desde tiempos inmemoriales se conocen ciertas plantas que producen efectos fisiológicos muy intensos sobre el sistema nervioso central de los animales (incluyendo el hombre), cuyos extractos se usaron para envenenar flechas o para obtener pociones que se utilizaban en ritos religiosos o para curar múltiples dolencias. Estas plantas contienen alcaloides que son bases orgánicas nitrogenadas, generalmente con un anillo heterocíclico de algún tipo y derivan biogénicamente de aminoácidos. Presentan estructuras muy diversas por lo que no constituyen un grupo homogéneo en términos de su estructura, propiedades y fuentes de obtención. Se han clasificado de acuerdo con las fuentes de donde se han aislado (por ejemplo, alcaloides de la Ipecacuana), de acuerdo con la actividad fisiológica (por ejemplo, alcaloide midriáticos) o con base en la estructura química (por ejemplo, alcaloides indólicos). Al utilizarse con propósitos taxonómicos debe considerarse su biogénesis o biosíntesis en las plantas. (Montiel M. , 1978)

7.10.4 Ensayo para identificación de los alcaloides

Este ensayo es utilizado para detectar la presencia de alcaloides se debe tomar en cuenta si el extracto está disuelto en solvente orgánico este debe evaporarse en baño de agua y re disolverse en 1 mL de ácido clorhídrico al 1 % en agua. Si se trata de un extracto acuoso a la alícuota se le añade una gota de ácido clorhídrico concentrado. Para el ensayo a la solución acuosa ácida se le añade 3 gotas del reactivo de Dragendorff y se observa:

- a) Opalescencia: (+)
- b) Turbidez definida: (++)
- c) Precipitado: (+++)

7.10.5 Taninos

Son compuestos fenólicos con un peso molecular comprendido entre 500 y 3000 D. Sus principales características son su capacidad antioxidante –debido al elevado número de grupos hidroxilo- y la capacidad de unirse a proteínas. También pueden ligarse a alcaloides, gelatinas y otros materiales, aunque parece que las interacciones tanino-proteína son la base de sus actividades biológicas. Por su capacidad astringente las plantas con taninos se utilizan frecuentemente como antidiarreicos y en el tratamiento de heridas y quemaduras, favoreciendo la cicatrización de las mismas. (Montiel M. , 1978)

Químicamente hay dos tipos principales de taninos: hidrolizables y no hidrolizables. Presentan una distribución desigual en las plantas, treinta y cuatro tipos no hidrolizables están presentes de forma general en los helechos y las gimnospermas, mientras que los hidrolizables solo están presentes en las dicotiledóneas (Montiel M. , 1978)

7.10.6 Antioxidantes

El proceso de los lípidos o grasas ocurre en la presencia de cantidades muy bajas de oxígeno, por ello en la mayoría de procesos de elaboración se establece que se debe hacer el uso de aislantes los cuales resultan insuficientes para evitar a este factor que es muy importante; en su lugar se ve afectado el ámbito económico ya que su costo es muy elevado por, lo que se ven obligados a usar operaciones combinadas con el uso de antioxidantes.

Los antioxidantes son compuestos capaces de retardar el proceso de oxidación logrando que el periodo de oxidación sea mayor; y por lo tanto alargando la vida útil. Sin embargo, estos compuestos no mejoran ni regeneran la calidad de un producto que ya ha sido altamente oxidado; los antioxidantes usados en la rama de la industria deben estar sometidos a parámetros establecidos por entidades reglamentarias. Según USDA los antioxidantes son sustancias para preservar los alimentos al retardar el deterioro y la rancidez causada por la oxidación

7.11 Glosario de términos

Antimicrobiano: Es una sustancia que elimina o inhibe el crecimiento de microorganismos, tales como bacterias, hongos o parásitos, basado en ello los siguientes pueden referirse a agentes microbianos.

Actividad antioxidante: Es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, de tal manera que un antioxidante actúa principalmente gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres.

Antioxidante: es una molécula capaz de prevenir o retardar la oxidación (pérdida de uno o más electrones) de otras moléculas, generalmente sustratos biológicos como lípidos, proteínas o ácidos nucleicos.

Extracción: Separación de una mezcla de sustancias por disolución de cada componente sirviéndose de uno o varios disolventes donde siempre se obtiene por lo menos dos componentes la solución extraída en un disolvente y el residuo.

Extracto: Son formas farmacéuticas líquidas, semisólidas y plásticas o sólidas y pulverulentas, preparadas con soluciones extractivas, obtenidas por agotamiento de drogas vegetales o

animales con solventes apropiados, mediante la evaporación de todo casi todo el solvente.

Flavonoides: Son metabolitos secundarios poli fenólicos comúnmente con un grupo cetona y normalmente pigmentos de coloración amarilla, se distinguen cuatro grupos principales: los flavonoides, los flavonoides, los flavonoides y los antocianos.

Optimización: Proceso basado en instrucciones que permiten obtener el mejor resultado en un procedimiento.

Polifenoles: Son compuestos bio-sintetizados por las plantas (frutos, hojas tallos, raíces, semillas, poseen uno o más grupos hidroxilo (-OH) conocidos por sus propiedades antioxidantes, además otras actividades biológicas potencialmente beneficiosas para la salud.

Polifenoles totales: Se refiere a la cuantificación analítica del contenido de todos los compuestos polifenólicos presentes en una muestra

Radical libre: Es cualquier especie (átomo, molécula, ion) que contenga a lo menos un electrón desaparecido en un orbital más externo y que sea a su vez capaz de existir en forma independiente.

8 Planteamiento de la hipótesis

8.1 Hipótesis Nula

El tiempo, la temperatura no influyen en el estudio del perfil fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo, y acuoso del cedrón.

8.2 Hipótesis alternativa

El tiempo, la temperatura si influyen en el estudio del perfil fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo, y acuoso del cedrón.

9 Metodología

9.1 Tipos de Investigación

La investigación es el conjunto de métodos que se aplican para conocer un asunto o problema en profundidad y generar nuevos conocimientos en el área que se está aplicando. Se trata de una herramienta vital para el avance científico, porque permite comprobar o descartar hipótesis con parámetros fiables, de manera sostenida en el tiempo y con objetivos claros.

9.1.1 Investigación descriptiva

Se encarga de describir las características de la realidad a estudiar con el fin de comprenderla de manera más exacta. En este tipo de investigación los resultados no tienen una valoración

cualitativa, sólo se utilizan para entender la naturaleza del fenómeno..

Se empleó para describir cada una de las partes de la planta a investigar del estudio del perfil fitoquímico de cedrón.

9.1.2 Investigación cuantitativa

Ahonda en los fenómenos a través de la recopilación de datos y el uso de herramientas matemáticas, estadísticas e informáticas para medirlos. Esto permite hacer conclusiones generalizadas que pueden ser proyectadas en el tiempo.

Se empleó en el estudio de las variables para cuantificar el resultado en el estudio del perfil fitoquímico de la planta de cedrón.

9.2 Métodos de investigación

Los métodos de la investigación científica se realizan con el fin de entender, verificar, corregir, o aplicar el conocimiento, por lo tanto, brinda información relevante y confiable.

9.2.1 Método experimental

El experimento dentro de los métodos empíricos resulta el más complejo y eficaz, esto surge como resultado del desarrollo de la técnica y el conocimiento humano como consecuencia del esfuerzo que realiza el hombre por penetrar en lo desconocido.

Se empleó en el desarrollo del método empírico para observar los resultados presentes en el estudio del perfil fitoquímico.

9.2.2 Método deductivo

Es una estrategia de razonamiento empleada para deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios. En este sentido es un proceso de pensamiento que va de lo general (leyes o principios) a lo particular (fenómenos o hechos concretos).

Se empleará este método para deducir las ideas bibliográficamente y así concretar si son o no efectivas para la presente investigación

9.3 Técnicas de investigación

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

9.3.1 Observación

La observación consiste en simplemente confrontar el fenómeno que desea comprenderlo y describirlo, tomar nota de sus peculiaridades de su entorno en fin. Suele ser el primer paso básico de todo tipo de saber.

Esta técnica de observación se emplea para registrar los diferentes análisis realizados.

9.4 Instrumentos de investigación

9.4.1 Ficha de observación

Instrumento que se lleva a cabo para conocer cómo se desarrollan las distintas actividades y los resultados en el estudio del perfil fitoquímico.

Se empleó para la toma de datos experimentales obtenidos en los diferentes análisis realizados.

10 Metodología empleada en la elaboración

Cada uno de los procedimientos llevados a cabo fue realizado en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión Salache en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

10.1 Recolección de la muestra vegetal

La planta de cedrón (*Aloysia citrodora paláu*) fueron adquiridas en la zona centro del país Región Sierra, Provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia San buenaventura, barrio Colaisa.



Fuente: Google maps 2020.

Materiales

- Costal y/o lona
- Cuerdas
- Tijeras
- Libreta de apuntes

Procedimiento

Se procedió a identificar las zonas apropiadas donde se encontraban las muestras botánicas de un tamaño de entre 45 a 50 cm de longitud, se seleccionó la planta con órganos botánicos sanos de las mismas características de estado vegetativo, tamaño, color, ausencia de manchas, grietas, alteraciones morfológicas en la que se realizó con la tijera un corte limpio para obtener varias muestras con un peso aproximado de 16.9 kg. Se envolvió con la cuerda e introducida en bolsas plásticas para luego ser transportada para sus respectivos análisis.

10.2 Selección, proceso de secado de las hojas de cedrón (*Aloysia citrodora paláu*) Materiales

- Bolsas plásticas

Equipos

- Molino manual (VICTORIA-YPT)
- Molino eléctrico(VICTORIA)
- Deshidratador
- Termo balanza (PCE-MB 200)
- Maquina empacadora al vacío (TORREY)
- Bandejas de aluminio

Procedimiento

De la muestra obtenida se seleccionó las hojas y tallos en las mejores condiciones obteniendo un peso de 6 kg, posteriormente se lavó con agua destilada. Las hojas se cortaron en un tamaño aproximado de 2 cm² para luego ser llevado en bandejas de aluminio al deshidratador para ser secada a una temperatura de 40°C proceso que facilita la pérdida de agua.

La pérdida de humedad se determinó al inicio con 59.51 % y durante todo el proceso de secado tomándose muestras de diferentes zonas de las bandejas en tiempos prolongados de 4 horas durante 2 días, determinando la humedad mediante una termo balanza (PCE-MB 200) a 150°C hasta obtener una humedad constante de 10.48 % la cual utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de porcentaje de humedad.

$$\%humedad = \frac{m_o - m}{m_o} \times 100\%$$

Dónde: *m_o*: masa inicial, y *m*: masa final

Posteriormente se procedió al proceso de molienda con un molino de cuchillas eléctrico (VICTORIA- ELÉCTRICO) y otro manual (VICTORIA-YPT) obteniendo la droga cruda de grano fino para luego ser empacado en bolsas plásticas y selladas al vacío para su respectivo análisis fotoquímico.

10.3 Obtención de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso Materiales

- Droga cruda
- Percolador de vidrio de 1000 ml
- Algodón
- Papel filtro
- Embudo de 100 ml
- Soporte universal
- Pinzas y aro de metal
- Balanza
- Papel de aluminio
- Vaso de precipitación
- Probetas
- Peras
- Frasco ámbar

Reactivos

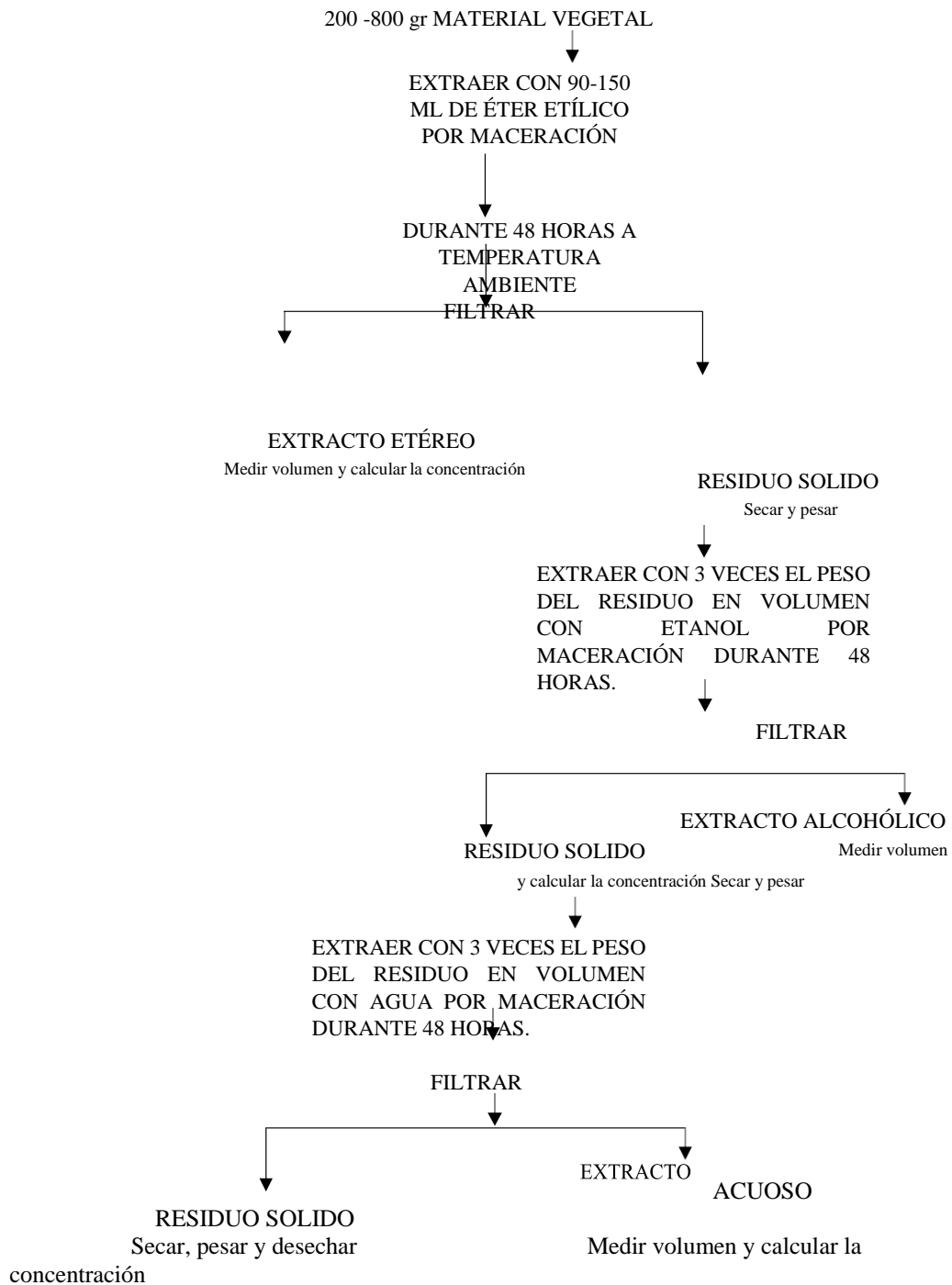
- Éter etílico 99% pureza. Grado RA
- Metanol \geq 99.8% pureza. Grado RA
- Agua destilada

Procedimiento

La muestra seca previamente molida fue sometida a tres extracciones sucesivas con distintos solventes (éter etílico, metanol y agua destilada).

- Se emplearon 200 g de droga cruda y 800 ml de éter etílico y se maceró durante 48 horas a temperatura ambiente con agitación periódica (una vez por día). Se filtró para obtener el extracto etéreo y fue almacenado en un frasco ámbar con su respectiva rotulación.
- El residuo sólido después de haber sido secado y pesado, se extrajo con tres veces su peso en volumen con metanol absoluto por maceración durante 48 horas a temperatura ambiente con agitación constante a cada hora, se filtró para obtener un extracto alcohólico para luego almacenar en un frasco ámbar y etiquetarlo de manera correcta.

- El residuo sólido luego de haber sido secado y pesado, se extrajo con tres veces su peso en volumen con agua destilada por maceración durante 48 horas a temperatura ambiente, se filtró para obtener el extracto acuoso para luego almacenar en un frasco ámbar y etiquetarlo de manera correcta, el residuo sólido luego del secado y pesado se desechó. (Miranda & Cuellar, 2000)



Fuente: (Miranda & Cuellar, 2000)

Tamizaje fitoquímico Materiales

- Gradilla
- Termómetros
- Pinzas
- Pipetas de vidrio
- Goteros de plástico
- Papel filtro
- Vasos de precipitación
- Guantes
- Mascarilla
- Gafas de protección

Equipos

- Lámpara de luz
- Hotplate Alton
- Vortex Mixer Gemmy modelo VM 300

Reactivos

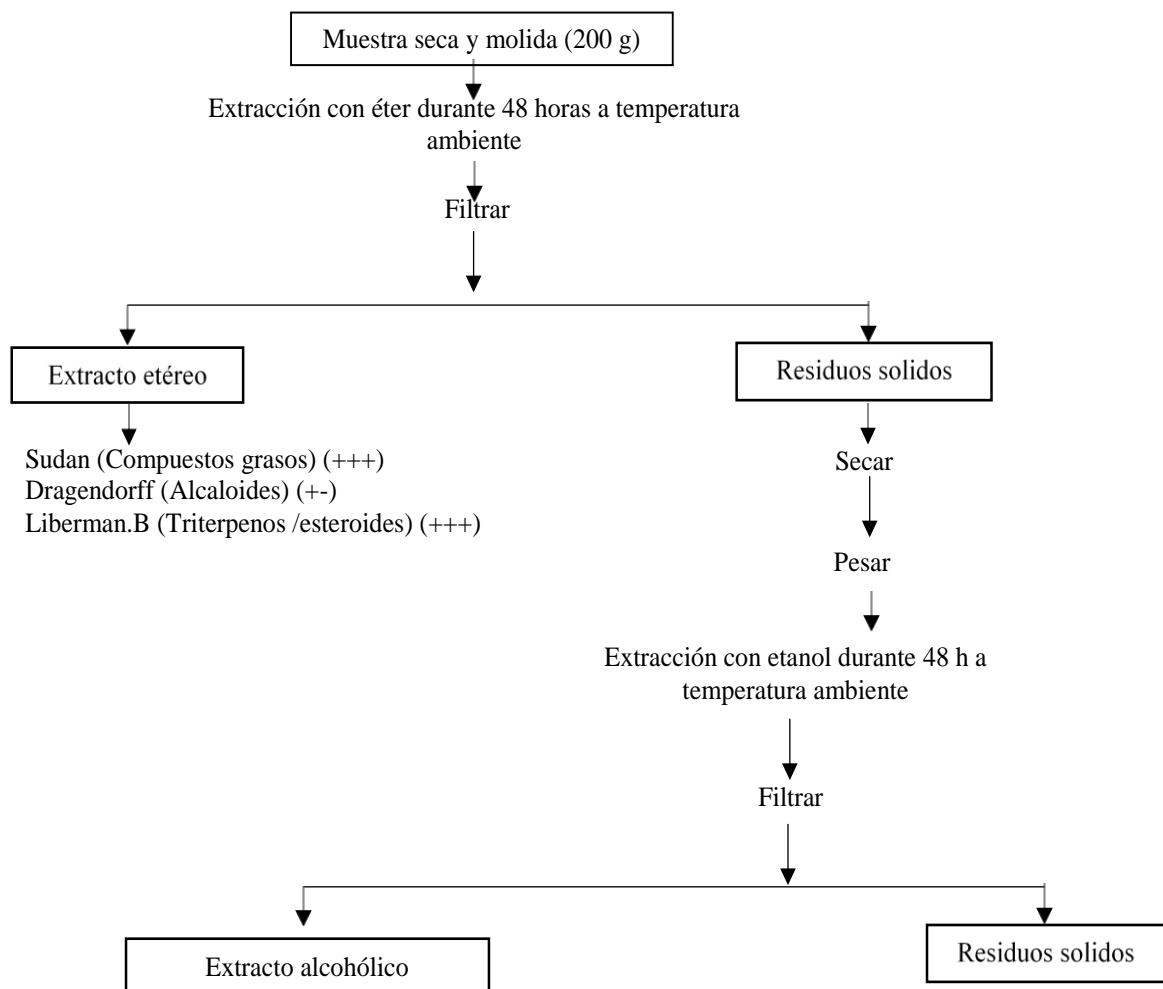
- Agua destilada
- Alcohol al 96% pureza
- Solución salina al 0.9%
- Reactivo de Fehling
- Reactivo de kedde
- Reactivo de Baljet
- Reactivo de Dragendorff
- Ácido sulfúrico $\geq 95\%$ pureza. Grado ACS
- Alcohol Amílico $\geq 98\%$ pureza. Grado ACS
- Cinta de magnesio metálico
- Ninhidrina grado RA
- Acetato de sodio $\geq 99\%$ pureza. Grado RA
- Cloruro férrico $\geq 98\%$ pureza. Grado RA
- Carbonato de sodio $\geq 99\%$ pureza. Grado RA
- Anhídrido acético $\geq 85\%$ pureza. Grado RA
- Cloroformo $\geq 99,8\%$ pureza. Grado RA

- Hidróxido de potasio $\geq 85\%$ pureza como KOH. Grado ACS
- Cloruro de sodio 99% pureza. Grado RA
- Ácido clorhídrico 37% pureza. Grado RA
- Colorante Sudan III o IV RA

Procedimiento

El tamizaje fotoquímico es una de las etapas iniciales de la investigación fotoquímica que permite identificar cualitativamente los principales metabolitos secundarios presentes en la droga, mediante las tres extracciones con disolventes (alcohol, éter y agua). Se procedió a tomar con una alícuota para someterla a pruebas químicas para la detección e identificación de componentes químicos bioactivos. (Miranda & Cuellar, 2000)

Se muestra la metodología para la determinación cualitativa de compuestos fotoquímicos de la droga cruda de la planta del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*).



- **Ensayos para la identificación de compuestos fitoquímicos**

Se realizó la identificación de los diferentes metabolitos presentes en las hojas y tallos de la planta del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*) Según (Miranda & Cuellar, 2000) de la siguiente manera:

- **Ensayo para la identificación de compuestos grasos**

Prueba de Sudán (Extracto etéreo)

Permite conocer en un extracto la presencia de compuestos grasos para ello, cuando un extracto etéreo se evapora a sequedad en presencia de una solución de Sudan al 6% en glicerina-agua (1:1) La aparición de gotas oleosas de color rojo oscuro, indica la presencia de lípidos y/o aceites esenciales.

Compuestos grasos. - Constituyen la reserva importante del organismo, transportan vitaminas liposolubles y pueden ser utilizados de manera saludable en los alimentos. (Miranda & Cuellar, 2000)

- **Ensayo para la identificación de triterpenos y/o esteroides**

Prueba de Lieberman-Buchard (Extracto etéreo y Etanólico)

Permite reconocer en un extracto la presencia de triterpenos y/o esteroides en ambos tipos de productos debe poseer un núcleo del androstano, generalmente insaturado en el anillo B y la posición 5-6. Para ello si la alícuota no se encuentra en cloroformo debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo disolverse en 1 mL de cloroformo. Se adiciona 1 mL de anhídrido acético y se mezcla bien. Por la pared del tubo de ensayo se dejan resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar.

Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración:

- Rosado-azul muy rápido
- Verde intenso-visible, aunque rápido
- Verde oscuro-negro final de la reacción

Triterpenos.- Poseen propiedades tensas activas, hemolíticas debido a que altera la permeabilidad de las membranas biológicas, tienen interés farmacéutico aplicado directamente a la farmacéutica. (Miranda & Cuellar, 2000)

El tercer cambio generalmente ocurre cuando el material evaluado tiene cantidades importantes de estos compuestos. Para realizar este ensayo no puede haber agua en el medio de reacción

pues ésta con el ácido sulfúrico reacciona de forma violenta.

La reacción de Liebermann-Buchard es también utilizada para diferenciar las estructuras esteroidales de los triterpenoides, las primeras producen coloraciones azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofila, y esteroides saturados que pueden estar presentes.

- **Ensayo para la identificación de catequinas**

Prueba de catequinas (Extracto Etanólico)

Para ello, tomar la solución alcohólica obtenida, una gota con la ayuda de un capilar y aplique la solución sobre un papel filtro. Sobre la mancha aplique solución de carbono de sodio. La aparición de una mancha verde carmelita a la luz UV indica positiva la prueba.

- **Ensayo para la identificación de azúcares reductores**

Prueba de Fehling (Extracto Acuoso)

Para ello, si la alícuota del extracto no se encuentra en agua, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo disolverse en 1-2 mL de agua. Se adiciona 2 mL del reactivo y se calienta en baño de agua 5-10 minutos la mezcla. El ensayo se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo. Las soluciones se tienen preparadas de forma independiente y se mezcla igual cantidad en volumen de cada una de ellas justo en el momento de realizar el ensayo. Dicha mezcla es la que se adiciona a la alícuota a evaluar.

- **Ensayo para la identificación de saponinas**

Prueba de espuma (Extracto Etanólico y Acuoso)

Permite reconocer en un extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo esteroideal como triterpénica. De modo que si la alícuota se encuentra en alcohol. Se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos.

El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y es persistente por más de dos minutos.

Saponinas. - Modifican la permeabilidad de la membrana celular, por lo que en ocasiones se suministra con otros fármacos para mejorar la entrada de estos a la célula, algunas saponinas tienen actividad espermicida, citotóxica, expectorante, cicatrizante, venoprotectoras, antiinflamatorias (Miranda & Cuellar, 2000)

- **Ensayo para la identificación de compuestos fenólicos**

Prueba de cloruro de Fe (III) (Extracto Etanólico y Acuoso)

Si el extracto de la planta se realiza con alcohol se añade 3 gotas de una solución de Fe (III) al 5% en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0,9% en agua). Si el extracto es acuoso el ensayo determina fundamentalmente taninos. A una alícuota de extracto se añade acetato de sodio para neutralizar y tres gotas de una solución de FE (III) al 5% en solución salina fisiológica, un ensayo positivo puede dar la siguiente información general:

- a) Desarrollo de una coloración rojo-vino, compuestos fenólicos en general.
- b) Desarrollo de una coloración verde-intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- c) Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalónicos.

- **Ensayo para la identificación de quinonas y bensoquinonas**

Prueba de Borntrager (Extracto Etanólico)

Si la alícuota no está en cloroformo debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo re disolverse en 1 mL de cloroformo. Se adiciona 1 mL de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o amonio al 5% en agua. Se agita mezclando las fases y se deja en reposo hasta su ulterior separación. El ensayo es positivo cuando la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado, en este caso se reporta (++) o rojo para lo cual se reporta (+++)

Quinonas. - Se reconoce por sus propiedades tintóreas, catártica, antimicótica, leshmaniasis, bacteriostática. (Miranda & Cuellar, 2000)

- **Ensayo para la identificación de Flavonoides**

Prueba de Shinoda

A 1 mL del extracto, se le agrega 0,5 g de virutas de Mg y HCL concentrado gota a gota hasta que termine el desprendimiento de hidrogeno durante 10 minutos se observa los cambios de color en la solución. La aparición de una coloración amarilla a roja es indicativo de flavonas y flavonoles; rojo a magenta de flavonoles, rojo magenta, violeta y azul de flavanonas.

Flavonoides. - Pueden emplearse como colorantes de lana, en la conservación de grasas o jugo de frutas debido a las propiedades antioxidantes. (Lock, 2001)

- **Ensayo para la identificación de Mucílagos**

Prueba de mucílagos (Extracto Acuoso)

Permite reconocer en los extractos de vegetales la presencia de esta estructura tipo polisacárido, que forma un coloide hidrófilo de alto índice de masa que aumenta la densidad del agua donde se extrae. Para ello una alícuota del extracto de agua se enfría a 0-5°C, si la solución toma una consistencia gelatinosa el ensayo es positivo.

- **Ensayo para la identificación de principios amargos**

Prueba de principios amargos (Extracto Acuoso)

El extracto acuoso se concentró en baño maría para obtener un extracto seco no volátil.

Principios amargos. - Tienen diversa naturaleza química que pueden usarse de varias maneras: antiespasmódicas, antiinflamatorias, analgésico. (Valencia, 1995)

Alcaloides. - Son plantas que producen efectos fisiológicos muy intensos sobre el sistema nervioso central de los animales y del hombre. (Montiel M. , 1978).

10.4 Aplicaciones agroindustriales de los metabolitos de la planta de cedrón (*Aloysia citrodora paláu*).

El proceso se realizó mediante una revisión bibliográfica en artículos consultando las bases de datos Scopus, Scielo CNC y Google académico, sin restricción de fecha, en los idiomas español e inglés. Se incluyeron literatura de libros y tesis mediante búsqueda manual. No se realizaron restricciones respecto al tiempo de estudio por lo cual se revisaron los abstracts y en los casos necesarios se revisó los artículos completos teniendo en cuenta que incluían el estudio del perfil fitoquímico de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso; se emplearon métodos de revisión bibliográficas (narrativa, sistemática y realista), considerando los aspectos principales de cada uno como: una búsqueda rigurosa de información; desarrollar una comprensión más profunda; proporciona un análisis explicativo el objetivo de este trabajo es aclarar al lector la utilidad que se le puede dar al extracto.

Metabolitos

Son sustancias que tienen una estructura compleja, que pueden presentarse en una especie o en especies afines que ayudan de manera positiva ya sea: (emulcificantes, colorantes, desintoxicantes, antiinflamatorios, etc.

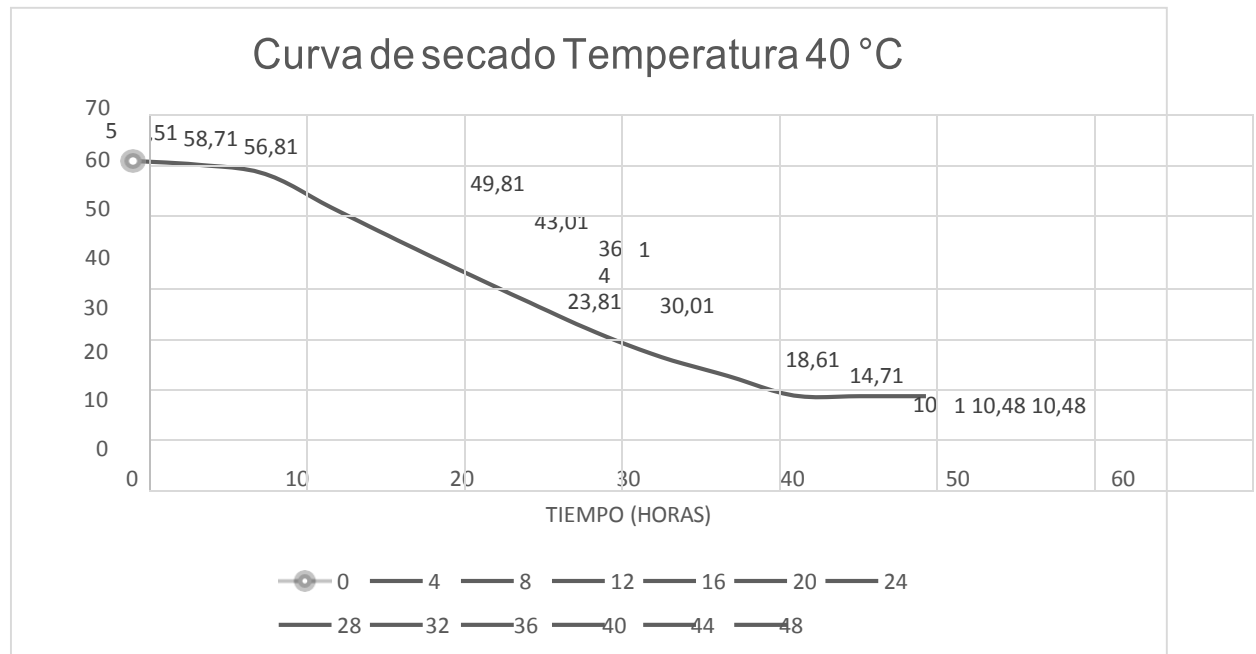
11 Análisis e interpretación de resultado

11.1 Cinética del proceso de secado de las hojas y tallos de la planta de cedrón (*Aloysia citrodora paláu*)

El secado puede considerarse la etapa más importante en el procesamiento del material vegetal debido a que reduce la humedad hasta niveles que permiten su conservación prolongando su deterioro de la calidad debido a que inactiva o degrada impidiendo el desarrollo de microorganismos que degradan las enzimas dando como resultado la calidad del alimento (Miranda & Cuellar, 2000)

El método utilizado en el proceso de secado influye considerablemente en la calidad de las drogas vegetales obtenidas, se debe controlar la humedad para evitar daños a los compuestos bioactivos (Perez, Hernandez, & Garcia, 2005)

Los valores experimentales del contenido de humedad en los diferentes tiempos tomados, las muestras se pueden identificar en la tabla 4. La cual nos muestra las variaciones del contenido de humedad con relación al tiempo a 40°C. Podemos establecer que todo el material presenta un comportamiento similar con una velocidad rápida al inicio del proceso aproximadamente entre las 8 horas, seguida por una etapa más lenta donde se puede observar la variación de humedad es mínima llegando finalmente al proceso de pérdida de humedad del 98 % en su estructura dando como resultado del 10.48 % de humedad siendo la última la variación de humedad constante. En el proceso es casi imposible retirar toda el agua ya que puede dañar la integridad del alimento, el agua libre sería la única disponible para el crecimiento de microorganismos o para intervenir en las transformaciones hidrolíticas, químicas, enzimáticos puesto que el agua ligada está unida a la superficie sólidas y no puede intervenir en estos procesos. (Quiñones, 2016)

Tabla 5. Curva de secado de las hojas del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*).

Nota. Fuente: Realizada por los autores: (Panchi, P., Shulca, C.).

La cinética de secado permitió estimar el tiempo óptimo de secado de las hojas y tallo del cedrón de tal forma que la droga cruda se obtuviera un contenido menor de humedad. De la planta obtenida se seleccionó las hojas y tallos en las mejores condiciones obteniendo un peso de 6 kg, posteriormente se lavó con agua destilada expulsando partículas ajenas a la planta. Las hojas y tallo se cortaron en un tamaño aproximado de 2 cm² para luego ser llevado en bandejas de aluminio al deshidratador (PROINGAL) para ser secada a una temperatura de 40°C proceso que facilita la pérdida de agua.

Se determinó la humedad al inicio del proceso de secado obteniéndose una humedad inicial equivalente a 59.51 % en las muestras de tallos y hojas, luego se midió durante todo el proceso de secado tomándose muestras de diferentes zonas de las bandejas en tiempos prolongados o mediante intervalos de tiempo de 4 horas durante 48 horas, determinando la humedad mediante una termo balanza (PCE-MB 200) hasta obtener una humedad constante de 10.48%

La variabilidad de los resultados de la determinación del contenido de humedad pudo estar relacionado con varios factores, entre ellos, las características de las plantas, órganos a cosechar y la altura de la capa de material vegetal (Pineda-Castro, Chacón-Villalobos, & Cordero-

Gamboa., 2009)

Los errores experimentales establecidos como datos no se dieron debido al empleo inmediato de la termo balanza. El uso inmediato de la misma no permitió que las muestras retomarán el proceso de higroscopicidad. La intervención de la temperatura ambiente en los datos de error experimental no se dio debido a que las muestras fueron sometidas de inmediato a su siguiente paso.

11.2 Obtención de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso

Un paso previo al tamizaje fitoquímico es la extracción de los compuestos bioactivos en diferentes solventes por lo cual se procedió a las extracciones sucesivas con solventes de polaridad creciente con la finalidad de lograr un mayor agotamiento de la droga.

11.2.1 Extracto etéreo

Tabla 6. Caracterización extracto etéreo del cedrón.

Parámetros	Unidades	Extracto etéreo
Densidad	(g/cm^3)	1,014
Viscosidad relativa	(mPa)	1,332
pH	-----	5.46
Acidez	%	1,463
Sólidos totales	($\text{g}/100\text{mL}^{-1}$)	14,75
Características organolépticas	-----	Color y olor característico del cedrón

Una vez obtenido el extracto etéreo este fue caracterizado obteniendo las siguientes características: densidad (1,014 g cm³), viscosidad (65,40) mPa, pH (5,46), Acidez (1,463 %), Sólidos Totales (14,75 g/100mL⁻¹).

11.2.2 Extracto alcohólico

Tabla 7. Caracterización extracto alcohólico del cedrón.

Parámetros	Unidades	Extracto metanólico
Densidad	(g/cm^3)	0,8445
Viscosidad relativa	(mPa)	1,5513
pH	-----	6.6
Conductividad	-----	0,064
Sólidos totales	$(\text{g}/100\text{mL}^{-1})$	11,75
Características organolépticas	-----	Color y olor característico del cedrón

Una vez obtenido el extracto alcohólico este fue caracterizado obteniendo las siguientes características: densidad de (0,8445 g cm³), viscosidad (1,5513 mPa); pH (6,6), sólidos totales (11,75) y características organolépticas propias del cedrón.

11.2.3 Extracto acuoso

Tabla 8. Caracterización del extracto acuoso del cedrón.

Parámetros	Unidades	Extracto acuoso
Densidad	(g/cm^3)	1,0001
Viscosidad relativa	(mPa)	0,9899
Ph	-----	6
Conductividad	-----	0,89
Sólidos totales	$(\text{g}/100\text{mL}^{-1})$	15,99
Características organolépticas	-----	Color y olor característico del cedrón

Una vez obtenido el extracto alcohólico este fue caracterizado obteniendo las siguientes características: densidad (1,0001 g cm³), viscosidad (0,9899 mPa), pH (6), sólidos totales (15,99 g/mL⁻¹), características organolépticas propias del cedrón

11.3 Tamizaje fitoquímico.

Es una de las etapas iniciales que permite determinar cualitativamente los principales grupos de constituyentes químicos presentes en la planta con solventes apropiados para el aislamiento de los grupos de mayor interés.

Tabla 9. Tamizaje fitoquímico del extracto etéreo, metanólico y acuoso del cedrón (*Aloysia citrodora paláu*)

	Ensayo	Extracto Etéreo	Extracto Etanólico	Extracto Acuoso
Compuestos grasos	Sudan	+++		
Alcaloides	Dragendorff	+-	+	-
Agrupamiento lactónico	Baljet	+-	+-	
Triterpenos / esteroides	Lieberman. B	+++	+++	
Catequinas	Catequinas		+++	
Resinas	Resinas		-	
Azúcares reductores	Fehling		-	+++
Saponinas	Espuma		+++	+++
Compuestos fenólicos	Cloruro férrico (III)		+++	+++
Aminoácidos libres / aminas	Nihidrina		-	
Quinonas / benzoquinonas	Bortranger		+++	
Flavonoides	Shinoda		-	+++
Glucósidos cardiotónicos	Kedde		-	
Mucílagos	Mucílagos			+++
Principios amargos	Principios amargos			+++

+: Presencia +-: Regular -: Ausencia

- En el extracto etéreo se pudieron determinar componentes como: compuestos grasos, alcaloides, agrupamiento lactónico, triterpenos/esteroides, dada por la formación de un anillo rojo en las paredes del tubo de ensayo.
- En el extracto etanólico se pudieron determinar componentes como: alcaloides, agrupamiento lactónico, triterpenos/esteroides, catequinas, resinas, azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, aminoácidos libres, quinonas y benzoquinonas, flavonoides, glúcidos cardiotónicos.

- Se reportaron resultados de manera regular (+-) debido posiblemente a su baja concentración durante la época de colecta y sensibilidad de estos ensayos (Kaneira, 2011).
- Los resultados negativos (-) en los ensayos puede deberse a la ausencia de los compuestos que buscan, interferencia de sustancias extrañas, concentración de trazas de estos compuestos y selección errónea de solvente. (Miranda & Cuellar, 2000)
- En el extracto acuoso se pudieron determinar componentes como: alcaloides , azúcares reductores , saponinas , compuestos fenólicos , flavonoides , mucílagos , principios amargos identificados por la coloración oscura intensa adquirida por la muestra.

11.4 Evaluación posibles aplicaciones en la agroindustria Flavonoides

Tienen gran capacidad para modificar el sabor y/o gusto de diferentes compuestos y preparados usado en los alimentos y en la industria de cosméticos presentan también un papel importante por su capacidad de disminuir la hiperpigmentación de la piel que se produce durante el embarazo y durante la vejez, y por poseer una actividad desodorante. También contribuyen a la estabilidad de los alimentos por sus propiedades inhibitorias de enzimas responsables del ablandamiento vegetal, y por su actividad antioxidante, poseen importancia nutricional por su factor vitamínico y tener propiedades protectoras de los capilares y movilizadoras del colesterol, que previenen la aparición de accidentes cardiovasculares. (Cartaya & Reynaldo., 2001)

Ácidos grasos

Son utilizados para la elaboración de productos de panadería, bollería, confitería y coberturas contribuyendo a la palatabilidad de los alimentos, mejorando su sabor, textura, apariencia y actuando como vehículos de elementos liposolubles que confieren sabor a los alimentos. (Cabezas, Hernández, & Zárate, 2016)

Triterpenos

Los terpenos han sido extensamente utilizados como agentes saborizantes y odorantes debido a su característico efecto refrescante, perceptible cuando es ingerido o aplicando en la piel y se utiliza principalmente en la industria alimentaria en gomas de mascar, bebidas, dulces, cigarrillos y cosméticos. Los monoterpenos son utilizados como fragancias que mejoran el olor de productos industriales. (Cruzado & Cedrón, 2012)

Catequinas

Se han hecho varios estudios de la actividad antioxidante de la catequinas contenidos en el extracto de té verde. La inhibición de la oxidación de los lípidos ha sido determinada en carne cruda y cocinada de res, donde se aplicó de manera directa el extracto de té verde donde se comprobó la capacidad antioxidante de este compuesto. Las catequinas tienen potencial para ser utilizados en alimentos para retardar la oxidación lipídica. Se ha visto su efecto en la inhibición de la oxidación en aceite de canola, manteca de cerdo y grasa de pollo. (Yilmas, 2006)

Azúcares reductores

Las dietas para los cerdos con base de jugo de caña ya que contiene azúcares reductores, cachaza fresca, con cantidades de proteínas restringidas a 200g/animal durante ambos ciclos de levante-ceba funcionan eficazmente para el engorde de los cerdos tanto desde el punto de vista técnicos como económicos. (García, Méndez, & Talavera, 2010)

Saponinas

Por su propiedad de surfactante natural combinado con el tratamiento térmico fue recomendado para inactivar *Alicyclobacillus acidoterrestris*, una bacteria causante del deterioro en el jugo de naranja.

La saponina del té un surfactante natural al combinarse con *bacillus amyloliquefaciens*, se ha utilizado para el tratamiento postcosecha de la fruta de mandarina, y los resultados demostraron que la incidencia del moho verde y azul y la pudrición agria se redujo. (Cheok, Salman, & Sulaiman, 2014)

Mucilagos

La aplicación de mucilagos de linaza como estabilizador en la elaboración del helado de fruta de durazno se reemplazó el emulsificante artificial con mucilago de linaza ya que tiene muchas propiedades benéficas y curativas, varias pruebas experimentales que se realizó en diferentes tiempos y porcentajes y así llegamos a la conclusión de sustituir el estabilizador del helado de durazno con mucilago de linaza. (Perez L. , 2015)

Principios amargos

En investigaciones recientes se han desarrollado métodos como el micro encapsulación y formación de micro esferas, cuyo objetivo principal es de crear barreras físicas que protejan al compuesto amargo al momento en que entra en contacto con las papilas gustativas y evitar que se libere el sabor. (Xu & Bovet, 2008)

12. Impactos (técnicos, sociales, ambientales o económicos) Técnicos

El estudio del perfil fitoquímico de la planta de cedrón (*Aloysia Citrodora Paláu*) tiene un gran beneficio en el campo de la Agroindustria ya que puede ser utilizado como alternativa en el proceso y conservación de los alimentos.

Sociales

El impacto social es positivo ya que pretende dar a conocer a la industria alimentaria los diferentes compuestos bioactivos existentes en la planta de cedrón para ser utilizado en la agroindustria, mejorando cada uno de los procesos en la elaboración de productos, incentivando a la sociedad a consumir productos alimenticios más duraderos y sanos.

Económico

El impacto económico que tendrá nuestro proyecto ayudará a que surjan pequeños productores que comercialicen esta planta, generando ingresos económicos a familias y logrando así una comercialización a nivel local o nacional.

13.Presupuesto para la elaboración del proyecto

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO				
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. Materia prima				
Cedrón (<i>Aloysia citrodorae</i> Paláu).	32	Kg	2.00	64.0 0
2. Transporte				
Viaje a Colaisa	5	Viajes	10.0 0	50.0 0
3. Equipos				
Balanza analítica	1	U	13.2 6	13.2 6
Estufa	48	Horas	9.50	456
Agitador metálico	1	U	8.5	8.5
Molino manual	1	U	50	50.0 0
4. Materiales y recursos				
Pipetas graduadas de 10 Ml	20	U	3.50	70
Balones aforados de 100 Ml	5	U	5.00	25.0 0
Balones aforados de 50 Ml	5	U	3.50	17.5 0
Balones aforados de 10 mL	5	U	2.00	10.0 0
Matraces de 100 mL	10	U	3.50	35.0 0
Puntas para micro pipetas	50	U	0.50	25.0 0
Frascos de vidrio 250 ml	3	U	13.5	40.5

Papel aluminio	3	U	3	9.00
Papel Traza	1	U	6.5	6.50
Agua Destilada	2	Litro	2.5 0	5.00
Alcohol antiséptico	1	Litro	1.7 5	1.75
Vasos de precipitación (250 ml).	3	U	6	18.00
Agitador de vidrio	3	U	4	12.00
5. Material de oficina				
Impresiones	50 0	U	0.0 5	25.00
Copias	25 0	U	0.0 4	10.00
Esferos	4	U	0.5 0	2.00
Carpetas	6	U	0.8 0	4.80
Anillados	8	U	2.0 0	16.00
6. Análisis				
Tamizaje Fotoquímico	3	G	75.0 0	225.00
7. Gastos varios				
Internet	35 0	Horas	0.6 0	210.00
Fundas plásticas	20	U	0.3 0	6.00
TOTAL				1417,81

14. Conclusiones y recomendaciones Conclusiones

- En el proceso de secado de la planta de cedrón (*Aloysia Citrodora Paláu*) a 40 °C se obtuvo una droga cruda con 10.48 % de humedad, además con la información recopilada en el proceso de secado se pudo establecer una relación entre el tiempo y el porcentaje de humedad, evidenciándose que en las primeras etapas del secado se elimina la mayor cantidad agua del proceso hasta llegar a una estabilización donde la cantidad de agua permanece constante.

- Se obtuvieron extractos alcohólicos, etéreo, y acuosos que presentaron las siguientes características: en los extractos etéreo con una densidad igual $1,014 \text{ g/cm}^3$, viscosidad relativa equivalente a 65,40 mPa, pH 5,46, Acidez (1,463 %), Sólidos Totales ($14,75 \text{ g/100mL}^{-1}$) características organolépticas propias del cedrón. En el extracto alcohólico con una densidad de $0,8445 \text{ g/cm}^3$, viscosidad 1,5513 mPa, pH 6,6, conductividad de 0,064, sólidos totales $11,75 \text{ (g/100mL}^{-1})$, características organolépticas propias del cedrón. En el extracto acuoso con una densidad de $1,0001 \text{ g/cm}^3$, viscosidad relativa 0,9899 mPa, pH 6, conductividad 0,89, sólidos totales $15,99 \text{ g/100mL}^{-1}$ y características organolépticas propias del cedrón.
- Se pudo identificar compuestos químicos presentes en la planta de cedrón que se detallan a continuación: en el extracto etéreo compuestos grasos, alcaloides, agrupamiento lactónico, triterpenos/esteroides, en el extracto etanólico, triterpenos/esteroides, catequinas, saponinas, compuestos fenólicos quinonas y benzoquinonas, en el extracto acuoso azúcares reductores , saponinas , compuestos fenólicos , flavonoides , mucílagos , principios amargos.
- Según la revisión bibliográfica se pudo determinar que el cedrón puede ser aplicado en diferentes áreas de la industria alimentaria como antioxidante, emulsificante, edulcorante, colorante, aromatizante, antimicrobiano.

Recomendaciones

- Se recomienda aplicar el cedrón en la industria alimentaria debido a sus múltiples aplicaciones como: antioxidante, emulsificante, edulcorante, colorante, aromatizante, antimicrobiano.
- Realizar trabajos más sensibles o más exactos mediante la utilización de métodos instrumentales para la identificación y cuantificación de compuestos bioactivos presentes en la planta.
- Se recomienda realizar estudios de optimización de la extracción de los compuestos de la planta.

15. Bibliografía

- Alvarez, S. (2012). *Identificación, historia, características y aplicaciones culinarias de cinco*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1592/1/tgas56.pdf>
- Antonio, B. (2000). *Los recursos Naturales en Latinoamérica. Su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*. Universidad Nacional de la Plata.
- Benavente-Garcia, O., Catillo, J., & Marin, A. (1997). Usos y propiedades de los flavonoides cítricos. *Agricultura and Food Chemistry*, 45(12), 4505-4515, doi: 10.1021/jf970373s.
- Benítez, j., & Guevara, A. (2016). *CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE UN FILTRANTE DE CINCO HIERBAS AROMÁTICAS Y ESTEVIOSIDO (Stevia rebaudina B)*. *La Granja*, 24(2), 7-8, doi:10.17163/lgr.n24.2016.07.
- Bucay, C., & Morocho. (2009). *Estudio Farmacognóstico y actividad antimicrobiana de la violetilla*, [tesis doctoral, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/207/1/56T00179.pdf>
- Cabezas, C., Hernández, B., & Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revfacmed*, 64(4), 761-8, doi:10.15446/revfacmed.v64n4.53684.
- Cañigueral, S., E., D., & Bandoni, A. (2003). *Plantas Medicinales y Fitoterapia: Indicadores de Dependencia o Factores de Desarrollo*. *Acta Farm. Bonaerense*, 22(3), 265-78.
- Carrion, A., & Garcia, C. (2010). *PREPARACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES: DETERMINACIÓN DE EFICIENCIA DE METÓDICA* [Tesis de Ingeniería]. Universidad de Cuenca. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/tq1005.pdf>
- Cartaya, A., & Reynaldo. (2001). *FLAVONOIDEOS: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y APLICACIONES*. *Cultivos Tropicales*, 22(2), 15-14.

- Cheftel. (1992). *Calidad y caracteres organolépticos de los alimentos. La calidad y su evaluación. (2da ed.)*. Acribia.
- Cheok, C., Salman, H., & Sulaiman, R. (2014). *Extracción y cuantificación de saponinas*
Internacional Investigacion Alimentaria, 59, 16-40, doi:.
- Cruzado, M., & Cedrón, J. (2012). *Nutracéuticos, alimentos funcionales y su producción*.
Revista de Química PUCP, 26(1), 33-36.
- Dziedzic, J. (2012). *Preservatives: Antioxidants. The Ultimate Answer to Oxidation*.
Scientific Research, 40(9), 94-112. doi: 10.4236/jamp.2017.58127.
- Fonnegra-Gomez, R., & Jiménez-Ramírez, S. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia (2da ed.)*. Universidad de Antioquia.
- García, J., Méndez, S., & Talavera, D. (2010). *El género Agave en México: Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica*. *RESPYN Salud Pública y Nutrición*, 5.
- Lee, B. (1996). *Compuestos fenólicos*. En: L.M.L. Nollet, ed. *Manual de análisis de alimentos*. . Marcel Dekker.
- Lock, O. (2001). *Manual de Fitoterapia (2da ed.)*. Es salud.
- Lovo, V., Patil, A., & Phatak, A. (2010). *Radicales libres, Antioxidantes y alimentos funcionales*. *Pharmacognosy Review*, 118-126. doi:10.4103 / 0973-7847.70902.
- Marrero, D. (2012). *Cribado fitoquímico de Scutellaria havanensis Jacq*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(4), 402-407.
- Middleton, E., Kandaswami, C., & Theoharis, C. (2000). *Los efectos de los flavonoides vegetales en las células de los mamíferos: implicaciones para la inflamación, las enfermedades cardíacas y el cáncer*. *Pharmacological reviews*, 52(4), 673-751.
- Miranda, M., & Cuellar. (2000). *Manual de prácticas de laboratorio: Farmacognosia y productos naturales*. *Cubana plantas y Medicinas*, 21(4), 95-94.
- Montiel, M. (1978). *La Flora*. Universidad de Costa Rica.
- Mostacero-Leon., Mejía-Coico, & Gastañadui-Rosas. (1993). *Inventario taxonómico, fitogeográfico y etnobotánico de frutales*. *Scientia Agropecuaria*, 215 – 224, doi: 10.17268/sci.agropecu.2017.03.04.
- Oyanadel, R. (2002). *Propagación por esquejes de tres especies medicinales Buddleja globosa Hope., Aristotelia chilensis (Mol) Stuntz. y Aloysia triphylla L'Her. mediante el uso de ácido indolbutírico*. Valdivia.
- Palacios, M. (2013). *Farmacognosia y Fitoquímica*.

- Perez, L. (2015). *Aplicacion de los mucílagos de linaza(linum isitatissimin) como estabilizador en la elaboracion de helados de fruta de durazno. (Tesis de Ingenieria). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac, Abancay-Apurimac.*
- Perez, Y., Hernandez, M., & Garcia, O. (2005). *Caracterización y estudio fitoquímico de Cassia alata L. Cubana plantas y medicinas, 10(2), 3-4 .*
- Pineda-Castro, M., Chacón-Villalobos, A., & Cordero-Gamboa. (2009). *EFFECTO DE LAS CONDICIONES DE SECADO SOBRE LA CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN DE. Agronomia Mesoamericana, 275-283, doi:43713059008.*
- Pittler MH, I. (1998).
- Quiñones, Y. C. (2016). *Optimización de un extracto acuoso de hojas de guayabo (Psidium guajava). La Habana, Cuba.*
- Ricco. (2011). *Dinámica de polifenoles de “Cedrón” (Aloysia citrodora Palau - (10 ma ed.). boletin latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromaticas.*
- Ricco, R. (2011). *Dinámica de polifenoles de “Cedrón” Aloysia citrodora Palau (10ma ed.).*
- Ronicely, P., Rocha, Evandro, A., Jose, B., Pedro, A., & Sergio, M. (2012). *Cinética del secado de tomillo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 16(6), 675-683.*
- Treybal. (2000). *Operaciones con Transferencia de Masa (2da ed.). Mc Graw-Hill Book Inteamercana.*
- Valencia. (1995).
- Vargas. (2015).
- Vega, M. (2001). *VEGA, M. Etnobotánica de la amazonia peruana. Editorial Abya-Yala. Ecuador. 2001. p. Aby- Yala.*
- Vidal, D. (2013). *Aislamiento, caracterización y actividad biológica de metabolitos secundarios a partir de la especie piperper peltatum L.[Tesis de Ingenieria, Universidad técnica particular de Loja]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/7884>*
- Xu, J., & Bovet, L. (2008). *Taste masking microspheres for orally disintegrating tablets. International Journald, 359(1-2,9), 63-69.*
- Yilmas, Y. (2006). *Novel uses of catechins in foods. Trends in food Science y Technology, 17(2), 64-71.*

16. Anexos

Anexo 1. Lugar de ejecución



Fuente: (Google maps, s, f.)

Vista satelital de la ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Anexo 2. Datos informativos del tutor académico



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: CEVALLOS

CARVAJAL NOMBRES:

EDWIN RAMIRO **ESTADO**

CIVIL: CASADO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0501864854

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 2

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LATACUNGA, 19 DE JULIO 1973

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: LOS GIRASOLES Y Av. YOLANDA MEDINA (RUMIPAMBA DE LAS ROSAS - SALCEDO)

TELÉFONO CONVENCIONAL:

TELÉFONO CELULAR: 0995073500

EMAIL INSTITUCIONAL: edwin.cevallos@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD:

DE CARNET CONADIS:

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS SOCIO PRODUCTIVOS	21 - 12 - 2015	1045-15-86073542
TERCER	INGENIERO AGROINDUSTRIAL	27 - 08 - 2002	1020-02-179936
TERCER	TECNÓLOGO EN SISTEMAS DE CALIDAD	10 - 10 - 2005	2249-05-65252



HISTORIAL PROFESIONAL

**UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE
LABORA:** FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 05 DE OCTBRE 2010

FIRMA

Anexo 3. Datos informativos del estudiante**Apellidos y nombres:** Panchi Singaicho Paulo César**Cedula de ciudadanía:**050314787-8 **Fecha de****nacimiento:** 6-10-1991**Estado civil:** Soltero**Ciudad:** Latacunga**Domicilio:** Cotopaxi - Cantón Latacunga – Sigsicalle Sur**Teléfono:** 0995548237 – 02(250-017)**Correo electrónico:** panchi.paulo7878@utc.edu.ec**Formación Académica****Estudios primarios:** unidad educativa “Dr. Isidro AyoraCueva” **Estudios secundarios:** Colegio Técnico RamónBarba Naranjo **Estudios Universitarios:** UniversidadTécnica de Cotopaxi **Idiomas:** Suficiencia en ingles B1

Cursos realizados

- I seminario de inocuidad de alimentos agroindustrias, 2017
- Seminario internacional de la ingeniería, ciencia y tecnología agroindustrial, 2018.
- Seminario internacional de agroindustrias de la investigación a la comunidad de los resultados, 2018
- XXV simposio técnico de la industria del cuero. Nuestra piel en el mundo, 2018.
- II seminario internacional agroindustrial “desafíos en nuestra región en procesos tecnológicos, desarrollo e innovación y publicación de artículos científicos, 2019
- II congreso de agroindustrias: tendencias industriales, biotecnología y emprendimiento, 2019.
- Asistente técnico de crianza de animales menores 2011

Anexo 4. Datos informativos del estudiante

NOMBRES: SHULCA TIPANTUÑA CRISTHIAN GUSTAVO

FECHA DE NACIMIENTO: 15-09-1994

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

DIRECCIÓN: PUJILI BARRIO ALDEA MODELO LA QUESERA

CELULAR: 0969077949

E-MAIL: crsthian.shulca3616@utc.edu.ec

crstdark17@hotmail.com

ESTADO CIVIL: SOLTERO

ESTUDIOS PRIMARIOS: ESCUELA FISCAL MIXTA LEONARDO
MOSCOSO MORENO (PUJILÍ-ISINCHE GRANDRE)

ESTUDIO SECUNDARIO: COLEGIO TÉCNICO PARTICULAR PADRE ANTONIO
BRESCIANI (COTOPAXI-PUJILÍ-SAN NICOLAS DE JUIGUA)

BACHILLER: TÉCNICO EVANISTA TALLADOR

ESTUDIO SUPERIOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

NIVEL: DÉCIMO SEMESTRE DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Anexo 5. Aval de ingles



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 de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**; postulantes **PANCHI SINGAUCHO PAULO CÉSAR** y **SHULCA TIPANTUÑA CRISTHIAN GUSTAVO**, cuyo título versa **ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO DE LOS EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL CEDRÓN (*Aloysia citrodora paláu*)**, lo realizaron 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 los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimen conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020

Atentamente,

Msc Diana Karina Taipe Vergara

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C. 1720080934



CENTRO
DE IDIOMAS