



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO Y POSIBLES APLICACIONES DE LOS
EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL SUNFO (*Clinopodium
nubigenum (Kunth) Kuntze*)”

Proyecto de investigación previo a la obtención de título de Ingenieros

Agroindustriales

Autores

Illescas Bayas Adriana Mishel
Lovato Armas Carlos Raúl

Tutor

Quim. Mg. Rojas Molina Jaime Orlando.

LATACUNGA - ECUADOR

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Illescas Bayas Adriana Mishel, con cédula de ciudadanía No. 1805370937; y, Lovato Armas Carlos Raúl, con cédula de ciudadanía No. 1718431230 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**Estudio del perfil fitoquímico y posibles aplicaciones de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze)**”, siendo el Químico Mg. Jaime Orlando Rojas Molina, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 18 de septiembre del 2020

.....
Illescas Bayas Adriana Mishel
CC: 1805370937

.....
Lovato Armas Carlos Raúl
CC: 1718431230

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Illescas Bayas Adriana Mishel., identificada con cédula de ciudadanía 1805370937, de estado civil soltera y con domicilio en Ambato, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015- Febrero 2016

Fecha de Finalización: Mayo 2020 -Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor.- Quim. Mg. Rojas Molina Jaime Orlando

Tema: “Estudio del perfil fitoquímico y posibles aplicaciones de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunt) Kuntze)”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **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 las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de septiembre del 2020.

.....
Adriana Mishel Illescas Bayas
LA CEDENTE

.....
Ing. M.B.A. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Lovato Armas Carlos Raúl, identificado con cédula de ciudadanía 1718431230, de estado civil soltero y con domicilio en La Armenia, 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. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015- Febrero 2016

Fecha de Finalización: Mayo 2020 -Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor.- Quim. Mg. Rojas Molina Jaime Orlando

Tema: “Estudio del perfil fitoquímico y posibles aplicaciones de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunt) Kuntze)”

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

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

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

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de septiembre del 2020.

.....
Carlos Raúl Lovato Armas
EL CEDENTE

.....
Ing. M.B.A. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“Estudio del perfil fitoquímico y posibles aplicaciones de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del sunfo (*Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze*)”, de Adriana Mishel Illescas Bayas, y, Carlos Raúl Lovato Armas, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 18 de septiembre de 2020.

.....
Quim. Mg. Rojas Molina Jaime Orlando
TUTOR DEL PROYECTO
CC: 0502645435

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la/el postulante: Illescas Bayas Adriana Mishel; y, Lovato Armas Carlos Raúl con el título del Proyecto de Investigación: **“estudio del perfil fitoquímico y posibles aplicaciones de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunt) Kuntze)”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 18 de septiembre de 2020

Ing. Mg. Fernández Paredes Manuel Enrique
LECTOR 1 (PRESIDENTE)
CC: 0501511604

Ing. Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa
LECTOR 2
CC: 0501773931

Ing. Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal
LECTOR 3
CC: 050186485-4

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme cumplir todos mis sueños, por ayudarme a salir adelante y guiar mi camino.

A mi madre y a mi hermano quien con su apoyo y todo su amor he podido salir adelante, en especial a mi madre por ser mi principal promotora de mis sueño, por estar dispuesta acompañarme cada largo y agotador noche de estudio, por ser mi ejemplo a seguir y sobre todo ser la madre ejemplar.

A mi familia por todo su apoyo que me brindaron en todo el camino de mi estudio.

A mi novio por estar pendiente de mí, aconsejándome, demostrándome todo su amor, por la ayuda que me ha brindado, ha sido sumamente importante.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y brindarme una gran educación, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en especial a la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, a mis docentes quien me brindaron sus conocimientos, en especial quisiera agradecer a mi tutor Quim. Orlando Rojas, al Ing, Edwin Cevallos, Ing. Eliana Zambrano, Ing. Manuel Fernández quienes fueron mis guías para la elaboración de mi proyecto de investigación.

Adriana M. Illescas B.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por bendecir cada parte de mi vida, por enseñarme a valorar la vida y darme fuerzas necesarias para seguir adelante frente a las dificultades que se presentan.

A MIS PADRES

Carlos y Elizabeth por apoyarme cuando más lo necesitaba, por depositar toda su confianza en mí cuando me dejaron vivir solo en una provincia hasta ese entonces desconocida para mí, por su amor infinito y por brindarme su apoyo incondicional.

A MI HERMANA

Heidie, por brindarme todo su apoyo incondicional en las buenas y en las malas.

A MI NOVIA

Por estar siempre ahí para mí y ayudarme en mis peores momentos para seguir adelante frente a todo lo que se me presentaba, por saber darme sus palabras de aliento y enseñarme a nunca dejar las cosas a medias.

Carlos R. Lovato A.

DEDICATORIA

A mi madre, quien con su esfuerzo, amor, paciencia ha estado en todo momento a mi lado y me ha sabido aconsejar de la mejor manera para salir adelante.

A mi hermano que siempre ha estado junto a mí, quien es mi inspiración para cumplir mis metas.

A mi abuelito papito Ángel más que mi abuelito mi padre que ha sido mi apoyo que ha estado presente en todo momento para mí.

Adriana M. Illescas B.

DEDICATORIA

A DIOS

Por guiarme en cada paso y decisión que he tomado, por enseñarme a valorar la vida y enseñarme el amor al prójimo.

A MIS PADRES

Carlos y Elizabeth quienes supieron guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y a nunca darme por vencido frente a los problemas que se me presentaron, enseñándome a encarar las adversidades sin perder la dignidad ni fracasar en el intento.

A MIS ABUELITOS

Al abuelito Fausto y la mamita Elvia quienes siempre cuidaron de mí, me dieron todo su amor, comprensión y fueron como mis segundos padres.

Carlos R. Lovato A.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO Y POSIBLES APLICACIONES DE LOS EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL SUNFO (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze).

AUTORES: Illescas Bayas Adriana Mishel
Lovato Armas Carlos Raúl

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo realizar un estudio del perfil fitoquímico del sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze) con la finalidad de potenciar una planta endémica de los páramos del Ecuador. El sunfo es utilizado ancestralmente para curar trastornos digestivos y calmar dolores, pero desafortunadamente se han realizado pocas investigaciones sobre la misma. La recolección de las plantas fue realizada en la parroquia Pintag, en la comunidad el Carmen. Se seleccionó las plantas que se encontraban en mejor estado y se procedió a lavar con una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 0,05% para eliminar microorganismos y restos de tierra. Se realizó un proceso de secado en función del tiempo llamado cinética de secado a 40° C durante 48 horas, lo que permitió que la planta conserve sus compuestos activos. Posteriormente en los laboratorios de la facultad de CAREN se molió la muestra seca con el fin de reducir el tamaño de sus partículas y de esta forma obtener el polvo de droga cruda homogéneo, luego de ello la muestra seca fue sometida a tres extracciones sucesivas con el fin de obtener los principios activos, para lo cual se utilizó los siguientes solvente: éter etílico al 99%, etanol $\geq 70\%$ y agua destilada. Se pudo evidenciar en cada uno de los extractos ciertas características de pH, sólidos totales, olor, color y homogeneidad. Mediante un tamizaje fitoquímico realizado en la Universidad de la Habana (Cuba) se encontraron los siguientes principios activos en el extracto de droga cruda: en el extracto etéreo compuestos grasos, agrupamientos lactónicos y triterpenos. En el extracto etanólico se evidencio agrupamientos lactónicos, catequinas, saponinas y quinonas. En el extracto acuoso azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, flavonoides, mucilagos y principios amargos, que son compuestos importantes tanto para el campo farmacéutico como para el campo agroindustrial.

Palabras clave: sunfo, tamizaje fitoquímico, extracción, cinética.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: STUDY OF THE PHYTOCHEMICAL PROFILE AND POSSIBLE APPLICATIONS OF THE ALCOHOLIC, ETHEREAL AND AQUEOUS EXTRACTS OF SUNFO (*Clinopodium cloudgenum* (Kunth) Kuntze)

AUTHORS: Illescas Bayas Adriana Mishel
Lovato Armas Carlos Raúl

ABSTRACT

The research project aimed to carry out a study of the phytochemical profile of sunfo (*Clinopodium nubigenum* kunt kuntze) which is an endemic plant of the páramos of Ecuador, used ancestrally to heal digestive disorders and relieve pain, but unfortunately little research has been carried out. about it. Drying kinetics were carried out at 40 ° C for 48 hours, which allowed the plant to conserve its active compounds. Subsequently, in the laboratories of the CAREN faculty, the dry sample was ground in order to reduce the size of its particles and thus obtain the homogeneous crude drug powder, after which an extraction of active principles was carried out using 3 different types of solvents: ethyl ether 99%, ethanol $\geq 70\%$ and distilled water. Certain characteristics of pH, total solids, odor, color and homogeneity could be evidenced in each of the extracts. Through a phytochemical screening carried out at the University of Havana (Cuba), the following active principles were found in the crude drug extract: fatty compounds, alkaloids, lactonic grouping, triterpenes / steroids, catechins, saponins, phenolic compounds, quinones / benzoquinones, flavonoids, mucilages, bitter principles, which are important compounds both for the pharmaceutical field and for the agro-industrial field.

Keywords: sunfo, phytochemical screening, extraction, kinetics.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
AGRADECIMIENTOS.....	ix
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDO	xviii
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN.....	xx
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xx
ÍNDICE DE TABLA	xx
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS:	5
5.1. Objetivo General:.....	5
5.2. Objetivos Específicos:	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7

7.1. Antecedentes	7
7.2. Fundamentación teórica	9
7.2.1. Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze.	9
7.2.2. El sunfo en el Ecuador	10
7.2.3. Caracterización taxonómica del sunfo	11
7.2.4. Clasificación taxonómica	12
7.2.5. Genero Clinopodium	12
7.2.6. Descripción botánica	13
7.2.7. Usos y propiedades del sunfo	13
7.2.8. Componentes presentes en el sunfo	13
7.2.9. Actividad antioxidante y antimicrobiana del sunfo	15
7.2.10. Técnicas de recolección de plantas medicinales.....	15
7.3. Secado	16
7.3.1. Tipos de secado de las plantas medicinales.....	17
7.4. Molienda	18
7.4.1. Molino de rodillos	18
7.4.2. Molino de crucetas por rebotamiento o tamizador	18
7.5. Extracción por maceración	18
7.6. Tamizaje fitoquímico	19
7.7. Aplicación de los compuestos en función del principio activo.....	20
8. MARCO CONCEPTUAL.....	24
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:.....	26
10. METODOLOGÍA.....	27
10.1. Tipos de investigación.....	27
10.1.1. Métodos de Investigación.....	28
10.2. Técnicas de investigación.....	28
10.2.1. El fichaje.....	28
11. METODOLOGÍA DE LA ELABORACIÓN	29
11.1. Cinética de secado	29
11.1.1. Recolección de Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze	29
11.1.2. Selección y limpieza de la muestra vegetal	30
11.1.3. Secado.....	30
11.1.4. Molienda.....	31
11.1.5. Almacenamiento de las muestras	32

11.1.6.	Metodología para la extracción	32
11.1.7.	Obtención de los extractos etéreo, etanólico y acuoso	33
11.1.8.	Tamizaje fitoquímico.....	34
12.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
12.1.	Cinética de secado	39
12.2.	Caracterización de los extractos	42
12.3.	Perfil fitoquímico	43
13.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES)	44
14.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	45
15.	CONCLUSIONES	47
16.	RECOMENDACIONES	48
17.	BIBLIOGRAFÍA	49
18.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

<i>Ilustración 1. Planta del sunfo</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 2. Mapa de la distribución geográfica del Sunfo en el Ecuador</i>	<i>11</i>
<i>Ilustración 3. Lugar de recolección (El Carmen) ubicado en el mapa del Ecuador</i>	<i>29</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Registro de humedad.....</i>	<i>41</i>
--	-----------

ÍNDICE DE TABLA

<i>Tabla 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2. Taxonomía sunfo (Clinopodium nubigenum (Kunt) kuntze).....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 3. Registro de humedad y tiempo de secado</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 4. Caracterización de los extractos.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 5. Perfil fitoquímico de la droga cruda de sunfo</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 6. Presupuesto</i>	<i>45</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Lugar de ejecución</i>	<i>56</i>
<i>Anexo 2. Datos informativos del docente</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 3. Datos informativos del estudiante.</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 4. Datos informativos del estudiante.</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 5. Metodología.....</i>	<i>62</i>
<i>Anexo 6. Perfil fitoquímico en los extractos alcohólico, etéreo y acuoso del sunfo.</i>	<i>64</i>
<i>Anexo 7. Aval de traducción.....</i>	<i>66</i>

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO Y POSIBLES APLICACIONES DE LOS EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL SUNFO (*Clinopodium nubegenum* (Kunt) Kuntze)

Fecha de inicio:

Octubre 2019

Fecha de finalización:

Septiembre 2020

Lugar de ejecución.

Barrio: Salache Bajo (Anexo 1)

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus Salache

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia

Ingeniería Agroindustrial

Nombres de equipo de investigadores

Tutor: Quim. Mg. Rojas Molina Jaime Orlando (Anexos 2)

Investigador 1: Illescas Bayas Adriana Mishel (Anexos 3)

Investigador 2: Lovato Armas Carlos Raúl (Anexos 4)

Área de Conocimiento.

Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación:

Desarrollo y seguridad alimentaria

Sub línea de investigación de la carrera:

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

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El uso y consumo de plantas medicinales por el ser humano desde la antigüedad, consta en testimonios históricos pertenecientes a diferentes civilizaciones. El hombre al inicio empleo solo guiado por su instinto, después empíricamente y posterior a eso en forma racional al conocer sus beneficios y propiedades medicinales sin fundamentación científica. (Cameroni, 2012)

La población mundial depende de medicinas que son realizadas a base de plantas, ya que han sido milenariamente utilizados en la medicina tradicional y ahora son cada vez más valiosas como materia prima en la preparación de medicamentos. Los principios bioactivos de las plantas son de gran importancia en el sector agroindustrial ya que abre una gran cantidad de alternativas y posibilidades para mejorar los procesos alimentarios utilizando los compuestos bioactivos de las plantas. (OMS, 2014).

El Ecuador cuenta con una gran variedad de plantas medicinales, entre estas se encuentra el sunfo que habita en los páramos de la sierra ecuatoriana, es conocido como sunfillo, sunfo, mejorana. Posee características farmacológicas las cuales son utilizadas comúnmente en infusiones para calmar malestares como diarrea, dolor de estómago, se utiliza también exteriormente como polvo para tratar golpes, quemaduras y calmar el dolor.

En la actualidad se pueden aprovechar todo tipo de plantas medicinales, entre ellas está el sunfo que posee una gran cantidad de propiedades y beneficios que pueden ser utilizados en la agroindustria y como parte de un producto que pueda ser aprovechado de la mejor manera ya que al no ser tan conocida la planta pasa desapercibida, hay pocos estudios realizados sobre la

industrialización del sunfo en el Ecuador y gracias a la investigación de este proyecto ayudaría a potenciar los aportes y beneficios que esta planta pudiera aportar en el área agroindustrial.

No existe un aprovechamiento industrial del sunfo ya que es una planta poco conocida lo cual no ha permitido que sea industrializada, el problema de esta planta es la poscosecha y su almacenamiento ya que al ser una planta de los páramos su cultivo es delicado, al no ser un producto agrícola tradicional los agricultores no le prestan importancia a la planta. Por eso es eminentemente necesario realizar el estudio del perfil fitoquímico de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del sunfo (*Clinopodium nubegenum* (Kunt) Kuntze) lo cual nos dará la información que será de importancia para la aplicación del sunfo en la agroindustria.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Beneficiarios Directos: Los estudiantes de la carrera de ingeniería agroindustrial que al conocer los usos potenciales del sunfo puedan realizar más investigaciones partiendo de los resultados ya obtenidos en nuestro proyecto.

Beneficiarios Indirectos: Los productores, comuneros dueños de las tierras donde se produce el sunfo quienes podrían generar una producción alternativa para mejorar sus ingresos.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Hoy en día en la industria alimentaria se utiliza aditivos y compuestos químicos que son tóxicos para la salud del consumidor siendo los conservantes y antioxidantes las principales causas de cáncer al ser consumidos en grandes cantidades. Los colorantes sintéticos están relacionados con el síndrome de TDHA (trastorno por déficit de atención con hiperactividad) en los niños sobre todo cuando se usa en combinación con los benzoatos (E210-215). Las sales sódicas y potásicas de nitritos y nitratos presentes en algunos quesos y derivados de productos cárnicos presentan riesgo de toxicidad aguda por destrucción de los glóbulos rojos y riesgo de la formación de compuestos cancerígenos (nitrosaminas). La utilización de ácido cítrico y sus sales (E330-333) puede provocar urticaria en algunos casos, el ácido l-glutámico y sus sales como el glutamato de sodio (E620-625) en algunas personas puede provocar distintos problemas gastrointestinales, visión borrosa, dolores de cabeza, debilidad, diversas patologías, sudoración y enrojecimiento. El aspartamo (E951) se transforma en el organismo como fenilalanina, ácido aspártico y metanol; dosis elevadas de fenilalanina en la sangre están

relacionadas con el retraso mental severo en una enfermedad congénita rara llamada fenilcetonuria. La sacarina y sus sales de sodio, potasio y calcio (E954) potencian la acción cancerígena de otras sustancias.

El sunfo es una planta medicinal tradicional de la región sierra y conocida en muchas de las comunidades indígenas desde la antigüedad, es muy consumida por sus propiedades benéficas; por lo general se la usa en infusiones o decocciones que son consumidas por la población para contrarrestar malestares como la gripe, resfriados, golpes, dolores menstruales e infecciones gastrointestinales. Por ello se consideró al sunfo como una planta con gran potencial agroindustrial, se puede emplear para la elaboración de un alimento funcional, sabiendo que es una planta que contiene gran cantidad de antioxidantes y tiene una gran capacidad antimicrobiana.

En el Ecuador los productos que contienen aditivos naturales son escasos, debido a que no existen investigaciones sobre ciertas plantas endémicas donde se detallen los principios activos para una futura aplicación en los procesos agroindustriales, es por esto que se determinaran los componentes químicos de la planta sunfo mediante pruebas de carácter fiable, científico y experimental. La extracción por maceración dependiendo del tipo de solvente utilizado, se obtiene todos los componentes benéficos de la planta como son los antioxidantes y polifenoles, que son muy valorados en la industria alimentaria para la elaboración de productos con aditivos naturales. Posteriormente se espera que la investigación realizada de las propiedades y características del sunfo sea de utilidad para la industria de alimentos y de esta manera reemplazar antioxidantes y conservantes químicos por naturales de esta manera beneficiando a los consumidores del producto, a los productores de materia prima y al medio ambiente.

5. OBJETIVOS:

5.1. Objetivo General:

- Estudio del perfil fitoquímico y posibles aplicaciones de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze).

5.2. Objetivos Específicos:

- Analizar el proceso cinética de secado de la planta (*Clinopodium nubegenum* (Kunt) Kuntze).
- Obtener extractos por maceración en éter etílico, alcohol y agua de la droga cruda de la planta.
- Determinar la composición química de los extractos de plantas mediante tamizaje fitoquímico.
- Evaluar las posibles aplicaciones agroindustriales de los componentes existentes en la planta seleccionada.

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

Tabla 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN METODOLOGICA	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Objetivo N° 01: Analizar el proceso de la cinética de secado de la planta (<i>Clinopodium nubegenum</i> (Kunt) Kuntze).	Análisis del proceso de la cinética del secado de la planta del sunfo en función de la temperatura, tiempo en una estufa de doble flujo.	Datos obtenidos sobre la cantidad de humedad del sunfo	Análisis de la temperatura de secado del sunfo	Gráfico de cinética de secado.
Objetivo N° 02: Obtener extractos por maceración en éter etílico, alcohol y agua de la droga cruda de la planta.	Obtención de extractos por maceración en éter etílico, alcohol y agua de la droga cruda del sunfo.	Condiciones y extractos obtenidos por maceración en diferentes sustancias como alcohol, éter etílico y agua de la planta de sunfo	Preparación de las disoluciones en funciones de los parámetros	Fotos y datos de la extracción obtenida.
Objetivo N° 03: Determinar la composición química de los extractos de plantas mediante	Determinación cualitativa y cuantitativa de compuestos químicos del polvo de droga.	Composición química del extracto de droga.	Determinación de la composición fitoquímicas del extracto de droga cruda del sunfo.	Datos expresados de la composición fitoquímica de la droga cruda.

tamizaje fitoquímico.				
Objetivo N° 04: Evaluar las posibles aplicaciones agroindustriales de los componentes existentes en la planta seleccionada.	Revisión bibliográfica del potencial agroindustrial de los componentes existentes en la planta.	Usos potenciales de la planta	Análisis de las aplicaciones agroindustriales del sunfo	Posibles aplicaciones del extracto, del sunfo en la agroindustriales.

Elaborado por: Illescas M, Lovato C. (2020)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Antecedentes

(Nguyen, 2007). En su estudio “Secado de plantas medicinales” El secado de plantas medicinales es necesario para fines de conservación, pero los protocolos de secado deben diseñarse de manera que no den lugar a una disminución de las concentraciones fitoquímicas. El método de secado puede afectar el contenido de aceite volátil y la microflora de las plantas medicinales. La temperatura de secado tiene un efecto significativo en los perfiles constituyentes de las plantas medicinales. El tamaño de la raíz afecta la velocidad de secado. Las raíces más grandes tardan más en secarse que las raíces más pequeña. La velocidad del aire puede no afectar significativamente la velocidad de secado.

(Guerra, 2018), en su estudio *Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze* aceite esencial: composición química, actividad antioxidante y prueba antimicrobiana contra patógenos” La mayoría de los compuestos identificados fueron acetato de carvacrol (42,1%), carvacrol (20,6%), pulegone (6,3%) y timol (5,5%). Se evidenció que el aceite esencial de *Clinopodium nubigenum (kunt)) kuntze* mostró una actividad antioxidante significativa posiblemente

atribuida a la presencia de uno de sus componentes principales, el acetato de carvacrol, además de otros compuestos como el timol, el limoneno, el δ -elemeno y el *ymuroleno*, por esta razón, es interesante conocer la relación entre los compuestos que potencian este efecto. Con respecto a la actividad microbiana, se observó el efecto para todos los patógenos probados, siendo más efectivo contra *S. mutans*, *S. pyogenes* *S. pneumoniae* y menos para *S. aureus* son. Los compuestos carvacrol y acetato de carvacrol son los de mayor presencia en el aceite esencial y bibliográficamente pueden indicarse como los principales agentes antimicrobianos. Estos datos sugieren una alternativa natural interesante en la lucha contra las bacterias que generan resistencia a otros antibióticos.

(Caguana y Quinaluisa, 2017), en su estudio “Diagnóstico del potencial agroindustrial de sunfo (*Clinopodium nubegenum (kunt) kuntze*) y eneldo (*Anethum graveolens*)” Al realizar los análisis físicos y químicos realizados en el Laboratorio LACONAL de las plantas de sunfo (*Clinopodium nubegenum (kunt) kuntze*) y eneldo (*Anethum graveolens*) se determinó los posibles componentes agroindustriales dando como resultado la presencia de ceniza, proteínas, humedad, grasas, fibra cruda, carbohidratos totales y energía, en el sunfo se obtuvo un 0,430% de grasa, 16,7 % de carbohidratos totales, 87 Kcal/ 100g que fueron los componentes para poder utilizar en la elaboración de té y aceite esencial y en el eneldo contiene en 100g un total de 45 Kcal el mismo que se puede utilizar para té. En la elaboración del te menciona que el estado fresco y deshidratado de la planta de sunfo, si influye en el rendimiento y las características físico-químicas, debido a la temperatura que se la sometió. Para una correcta extracción del aceite esencial del sunfo no se debe lavar las hojas, recolectarlas en la mañana o por la tarde y recoger solo las hojas que no estén en contacto con la tierra, antes del proceso de la extracción del aceite.

(Gilarioni, 2011), en su estudio “Phytochemila researches an microbial activity of *Clinopodium nubigenum kunth (kuntze) raw extracts*” En un estudio realizado en Brasil se realizó la identificación química del aceite esencial de *Clinopodium nubegenum (kunt) kuntze*, identificando 70 compuestos. Los compuestos mayoritarios fueron pulegona, mentofurano, isopulegona, α -copaeno, 1-octen-3-ilacetato, limoleno, p-cimeno, piperitona, β -pineno, y 1.6-octadien-3.7-dimetil 3-ol. Además, se demostró la actividad antimicrobiana del aceite esencial, el cual inhibe el desarrollo de *Candida albicans*.

(Caicedo y Otavalo, 2007) en su estudio “Determinación de temperatura y tiempo de deshidratación para la elaboración de té de sunfo, (*Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze*)” la temperatura ideal para el proceso de deshidratación del sunfo está en el rango de 4 - 45° C y de

46 - 50° C. El tiempo óptimo para la operación de secado es de 4.5 horas, pero en el rango de 46 - 50° C el tiempo es independiente. El análisis fitoquímico se obtiene que, el mayor componente activo presente en el sunfo fresco corresponde a los aceites esenciales de abundante cantidad (+++).

(Gómez, 2017) en su estudio “Sensibilidad microbiana y poder insecticida de los aceites esenciales de *Clinopodium nubigenum* y *Ambrosia arborescens*”, La toxicidad en insectos se determinó utilizando diferentes concentraciones de los aceites esenciales. Los aceites esenciales de *C. nubigenum* y *A. arborescens* demostraron actividad insecticida, presentando mortalidades hasta de 80% y 58,8% respectivamente. *C. nubigenum* fue repelente en todas sus concentraciones, mientras que *A. arborescens* presentó menor repelencia e incluso neutralidad en concentraciones de 1 y 2 ul/ml. Los resultados obtenidos en esta investigación abren la posibilidad de utilizar estos aceites en la formulación de bioplaguicidas para el sector agropecuario, con el fin de reducir el uso de agroquímicos y contribuir con el cuidado del medio ambiente.

7.2. Fundamentación teórica

7.2.1. *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze.

El sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze), es una planta aromática perteneciente a la familia *Lamiaceae*, también se conoce con el sinónimo *Nubigenus timo* (Kunth), *Micromeria nubigena* (Kunth) Benth y *Satureja nubigena* (Kunth) Briq.

Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze) crece en América Latina entre 3000 y 4000 (m.s.n.m), la planta es popularmente conocida por los indígenas como sunfo, en el Ecuador se utiliza como un remedio tradicional por varias comunidades, por ejemplo el pueblo Saraguro utiliza una infusión acuosa de la planta para tratar los resfriados, en la región del Azuay, esta planta se utiliza como remedio para la gripe, en pueblos quechuas en la Alta Sierra aplican una decocción de sunfo para curar el dolor estomacal, comunidades de Cañar utilizan la infusión de la planta para evitar la incontinencia urinaria en los niños, en Tungurahua, provincias de Chimborazo, Cañar, Azuay utilizan el sunfo en aplicaciones como digestivo, estomacal, un remedio tónico, contra la disentería y síndromes menstruales (Gilardoni, 2011).

En la actualidad la población crece aceleradamente y con ella las enfermedades infecciosas producidas por bacterias, virus y hongos. Según la Dirección Nacional de Vigilancia

epidemiológica del Ministerio de Salud del Ecuador, las infecciones respiratorias y gastrointestinales están entre las principales enfermedades en la sociedad ecuatoriana y al tener conocimiento por referencias etnobotánicas que atribuyen a plantas andinas, como el sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze) que son utilizadas para combatir estas enfermedades.

7.2.2. El sunfo en el Ecuador

Ecuador es un país con una gran riqueza biológica, razón por la cual es catalogado como país mega diverso, puesto que posee una extensa variedad de especies vegetales por metro cuadrado de extensión, entre las cuales existe una gran cantidad de plantas medicinales y aromáticas. Dentro de este grupo de plantas se encuentra el Sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze), misma que se observa en la Figura 1, es una planta aromática perteneciente a la familia *Lamiaceae*, también conocida con el nombre de *Micromeria nubigena* (Kunth) Benth., *Satureja nubigena* (Kunth) Briq., *Thymus nubigenus* Kunth (Trópicos, 2010, p. 1).

Ilustración 1. Planta del sunfo



Fuente: (Fourier, 2015)

La planta de sunfo es una especie nativa del Ecuador, propiamente del páramo “El Ángel” perteneciente al cantón Espejo; se la puede encontrar también en las provincias de Bolívar, Pichincha, Chimborazo, Tungurahua, Cañar, Azuay y Cotopaxi. Además, está presente en países vecinos como: Colombia, Perú, Venezuela, y el resto de Latinoamérica de forma extendida y se ubica desde los 3 200 hasta los 4 300 msnm (UTN, 2008, p. 20)

El sunfo es una planta poco conocida por la población general, razón por la cual carece de un desarrollo y protección adecuada que permita el impulso de su frontera agrícola, es producida en condiciones adversas, sobre el pastoreo del ganado vacuno y caballar, siendo afectado también por cultivos transitorios, en la Ilustración 2 se determina la distribución geográfica a nivel nacional de esta planta.

Ilustración 2. Mapa de la distribución geográfica del Sunfo en el Ecuador



Fuente: (Coral, 2018) Diseño de una planta para la elaboración de un deshidratado para infusiones de sunfo (*Clinopodium nubigenum* (kunth) kuntze).

Tradicionalmente, el uso del Sunfo está limitado al consumo casero de poblaciones rurales en el páramo andino, con la finalidad de aliviar dolores musculares debido a sus propiedades antiespasmódicas (Burgo & Barrera, 2002, pp. 24-46).

La recolección de flores del Sunfo, se realiza antes que éstas se abran en su totalidad para conservar su aroma. Finalmente se recolectan tallos y ramas, las cuales contienen elevadas cantidades de aceites esenciales que se deben a que poseen la función de transporte de sustancias a través del xilema y floema poseen. Los tallos y ramas deben ser recolectados después del desarrollo de las hojas, sin embargo, unos días antes de la floración. (Manuel Arturo Caguana Laguna, 2017)

7.2.3. Caracterización taxonómica del sunfo

El Sunfo es una planta perteneciente a la familia *Lamiacea*, la cual comprende a más de 3 500 especies vegetales, con aproximadamente 200 géneros, comprendidas por hierbas perennes, también constan algunos sub arbustos y raramente árboles o trepadoras, las plantas de esta familia son de gran productividad debido a su alto contenido de aceites esenciales en todos los órganos de la planta (Vega, 2001, p. 201).

7.2.4. Clasificación taxonómica

Tabla 2. Taxonomía sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunt) kuntze)

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Lamiales</i>
Familia	<i>Lamiaceae</i>
Subfamilia	<i>Nepetoideae</i>
Tribu	<i>Mentheae</i>
Genero	<i>Clinopodium. L</i>
Especie	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunt) kuntze

Fuente: (Coral, 2018). Diseño de una planta para la elaboración de un deshidratado para infusiones de sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze).

7.2.5. Genero *Clinopodium*

Género con 271 especies descritas y 142 de ellas son aceptadas. Comprende plantas herbáceas, ligeramente aromáticas, leñosas en su base, perennes, rizomatosas. Hojas simples, enteras y pelosas. Al igual que las hojas sus tallos generalmente son pelosos. Cáliz y corola bilabiados (Menéndez, J. 2020). Distintas etnias utilizan ciertas especies en medicina tradicional para tratar dolores de estómago, cólicos, diarreas, gastritis, vómito, infecciones, inflamaciones, deposición verde, entre otros malestares. También se han desarrollado estudios con especies pertenecientes al género *Clinopodium*, determinando actividad antibacterial (Stefanovic, Stankovic, & Comic, 2011) y antifúngica.

7.2.6. Descripción botánica

Clinopodium nubigenum (Kunt) Kuntze o tradicionalmente llamado “sunfo” es una planta herbácea perteneciente a la familia *Lamiaceae* que crece sobre la tierra formando tapetes. Sus tallos son de color café rojizo y sus hojas verdes, de forma ovalada, conglomeradas a lo largo del tallo y cubiertas de vellosidades. Las flores son pequeñas, solitarias y se encuentran en las axilas de las hojas, las cuales son de color morado pálido. *C. nubigenum* se encuentra en zonas de clima frío, con una altura entre 3000 y 4500 m.s.n.m. En el Ecuador está presente en los páramos de Zuleta- Imbabura, así como en las provincias de la Región Interandina. Es ancestralmente conocida por sus propiedades medicinales, se usa en infusión para eliminar el dolor de estómago, dolores menstruales, incontinencia urinaria y gripe. Además, en la Zonas Andinas del país es común la mezcla del té con aguardiente para tratar el frío (Aguilar, Hidalgo, y Ulloa, 2009).

7.2.7. Usos y propiedades del sunfo

Históricamente se la ha atribuido al Sunfo una variedad de usos y propiedades, aprovechadas por los nativos de regiones andinas del Ecuador y transmitidas durante generaciones, entre las propiedades más conocidas está combatir problemas estomacales, malestares, dolores musculares, enfermedades respiratorias; además es un potente antiinflamatorio y es un fortificante del sistema inmunológico. Las hojas se trituran para hacer extractos aromáticos, también es utilizando para elaborar licor, hervido es empleado para aliviar el dolor de estómago, además sirve para tratar problemas de frío; en la mayoría de casos es ingerido en forma de infusión, debido a su agradable aroma (Ecociencia, 2001, p. 22).

7.2.8. Componentes presentes en el sunfo

- **Componentes grasos:** Metabolitos secundarios de las plantas lipofílicas y altamente volátiles alcanzando una masa por debajo de su peso molecular de 300, que se puede separar físicamente de otros componentes de la planta o tejido membranoso.
- **Compuestos fenólicos:** Son compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo.
- **Catequinas:** Es un antioxidante polifenólico que procede de las plantas en las cuales aparece como un metabolito secundario. El término catequina se emplea comúnmente para referirse a la familia de los flavonoides y al subgrupo de los flavan-3-oles (o simplemente flavanoles).

- **Flavonoides:** Proviene de los polifenoles y tienen un alto contenido de vitamina C, con efectos antioxidantes y antiinflamatorios. Se encuentran principalmente en las pieles de las frutas como la uva, té, cacao, alcaparras y cebollas.
- **Quinonas/benzoquinonas:** Es una clase de compuesto orgánico que deriva formalmente de compuestos aromáticos (como benceno, naftaleno o antraceno).
- **Taninos:** También forman parte de los polifenoles. Tienen propiedades astringentes, antioxidantes, antisépticas, cicatrizantes y tonificantes; en conjunto con las proteínas de colágeno existentes en la piel la hacen más resistente al calor y ayudan a proteger las mucosas. La naturaleza los ofrece en la salvia, el orégano, la manzana, la granada y el té verde, entre otros. (Fernández, 2013)
- **Triterpenos/esteroides:** Otorgan el aroma y sabor a las plantas y constituyen la base de los aceites esenciales, como el de lavanda, efectivo en el alivio y tratamiento de las quemaduras. Su aplicación tópica se debe hacer una vez diluidos en agua o en algún aceite base, como el de jojoba.
- **Saponinas:** Forman parte de los heterósidos, tienen acción emoliente, antiinflamatoria y calmante de afecciones como la dermatitis. Adicionalmente, alivian los edemas. Entre sus representantes más importantes destacan la violeta, la hiedra, el ginseng y el maíz.
- **Mucílagos:** Conforman un grupo adicional de principios activos, conocidos como polisacáridos heterogéneos, conformados por diferentes azúcares y combinados con ácidos urónicos. Tienen acción antiinflamatoria y pueden aplicarse para tratar los hematomas, reducir irritaciones y aliviar molestias tópicas. Se encuentran en la chía, el aloe y las algas marinas, entre otros. (Fernández, 2013)
- **Azúcares reductores:** Los azúcares reductores son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar como reductores con otras moléculas que actuarán como oxidantes. Esta propiedad permite determinar la concentración de una disolución de azúcar midiendo la cantidad de agente oxidante que es reducido, como ocurre en la determinación del contenido de glucosa en muestras de sangre u orina para detectar la diabetes mellitus.

- **Principios amargos:** Algunas plantas elaboran diferentes compuestos –principalmente aceites esenciales (mono y sesquiterpenos), alcaloides, cumarinas, flavonoides, glucósidos, heterósidos, saponinas, etc., con la característica común de tener sabor amargo.

7.2.9. Actividad antioxidante y antimicrobiana del sunfo

Se evidenció que el aceite esencial de *C. nubigenum* (Kunth.) Kuntze mostró una actividad antioxidante significativa posiblemente atribuida a la presencia de uno de sus componentes principales, el acetato de carvacrol, además de otros compuestos como el timol, el limoneno, el δ -elemeno y γ muroleno, por esta razón, es interesante conocer la relación entre los compuestos que potencian este efecto. Presenta la mejor efectividad en las pruebas para evaluar la capacidad captadora de electrones y capacidad antioxidante (Cajas, 2016, p.67). Con respecto a la actividad microbiana, se observó el efecto contra *S. mutans*, *S. pyogenes*, *S. pneumoniae*, *S. aureus*. Los compuestos carvacrol y acetato de carvacrol son los de mayor presencia en el aceite esencial y bibliográficamente pueden indicarse como los principales agentes antimicrobianos. En su mayoría, los métodos para determinar la actividad antimicrobiana consisten en la determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), que es la menor concentración del aceite que inhibe el crecimiento del microorganismo o la Concentración Mínima Letal (CML), que es la más baja concentración del compuesto para impedir por completo el crecimiento del microorganismo en medio sólido.

La volatilidad del extracto, y su insolubilidad en agua hacen que los métodos de determinación de actividad antimicrobiana sean limitados. Por ello es común la utilización de diferentes métodos, entre ellos se encuentran: la difusión en agar, dilución en caldo, dilución en agar, caja Petri invertida, sembrado en espiral, cámara hermética (Reyes *et al.*, 2014). El extracto del sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze), presenta actividad antibacterial para todas las bacterias relacionadas con infecciones respiratorias, esta acción se basa en la concentración del aceite es mayor para *Streptococcus pyogenes* ATCC: 19615 y menor para *Streptococcus mutans* ATCC: 25175 (Chasipanta, 2016, p.41).

7.2.10. Técnicas de recolección de plantas medicinales

Se realiza durante el período de crecimiento (etapa vegetativa), cuando las transformaciones metabólicas alcanzan la máxima intensidad, los constituyentes químicos de la planta se forman principalmente durante este período. En general, el contenido en principios activos aumenta

durante el crecimiento de la planta, para disminuir después de la floración, cuando las flores comienzan a secarse. (Mannise, 2012 cómo se citó en Ricaurte, 2019).

De esta observación se deducen algunas reglas básicas:

- Las plantas anuales se recolectan durante el período de su completo desarrollo.
- Las plantas bienales se recolectan durante el segundo año de vida.
- Las plantas polianuales o perennes se recolectan cuando no son ni demasiado jóvenes ni demasiado viejas.
- Las horas de la mañana constituyen el mejor momento del día para recolectar los vegetales.
- Los días más adecuados son los secos y poco ventosos.

Una condición muy importante es la ausencia de rocío, pues las hierbas húmedas se estropean y marchitan rápidamente. (Mannise, 2012 cómo se citó en Ricaurte, 2019)

7.3. Secado

El secado es el método más común y fundamental para la conservación de las plantas medicinales después de la cosecha porque permite la rápida conservación de las cualidades medicinales del material vegetal de una manera sencilla. La distinción de calidad ya se hizo hace unos 4000 años en el antiguo Egipto entre las plantas medicinales secadas al sol y las secadas a la sombra. Sin embargo, factores como la escala de producción, la disponibilidad de nuevas tecnologías y los estándares de calidad farmacéutica deben considerarse para el secado de plantas medicinales en los tiempos modernos. El secado natural, es decir, el secado sin energía auxiliar en el campo o en cobertizos, solo debe considerarse para el secado de pequeñas cantidades. En casos de producción en masa, el uso de aplicaciones técnicas de secado es indispensable. Para la preservación de ingredientes activos de plantas medicinales, se recomiendan temperaturas de secado comparativamente bajas y como resultado, la duración del secado es comparativamente larga. El secado representa del 30 al 50% de los costos totales en la producción de plantas medicinales y, por lo tanto, es crucial que se identifiquen los factores que determinan los altos costos. Actualmente, la demanda energética de secado representa un factor de costo significativo, especialmente con el aumento del precio de los combustibles fósiles. Esto se debe en gran parte al alto contenido de humedad de las flores, hojas o raíces a secar por ejemplo el secado de material vegetal con un contenido de humedad del 80% requerirá la eliminación de 4kg de agua para obtener 1kg de material seco con un contenido de humedad

almacenable del 11%. Por lo tanto, los requerimientos de energía para el secado son considerables y representan un gasto importante en el procedimiento de secado, que ya es mayor costo en el procesamiento de plantas medicinales. Además, el rendimiento del secado tiene una influencia autorizada en la calidad del producto y por lo tanto en su valor. La combinación óptima del diseño del secado, el método operativo, el uso de energía y el mantenimiento de calidad del producto requiere decisiones gerenciales cruciales.

El agua tiene como responsabilidad garantizar que las plantas realicen sus procesos fisiológicos de forma adecuada mediante procesos enzimáticos con el fin de conservar intactos los principios activos mientras la planta está viva. Cuando la planta ha sufrido un corte, procesos necróticos o ha sido inducida a estrés, este equilibrio enzimático se pierde dando como resultado la producción de metabolitos o el cese de los mismos, estos metabolitos producidos en ocasiones son utilizados como principios activos.

Por lo tanto, se debe tener en claro que mientras más rápido se realice el proceso de secado de la planta, mejor será la conservación de los principios activos. Para ello es recomendable como mejor opción cultivar en un día seco, con humedad relativa baja, preferentemente sin rocío y sin lluvia en los días anteriores, para que la planta se encuentre con proporciones de aguas bajas. En caso de requerirse, las raíces serán lavadas para quitar la tierra e impurezas, de modo que lo más importante en este proceso es lavar el material vegetal y ponerlo a secar rápidamente para evitar la pérdida de principios activos (Vidanaturalia, 2015, p 18).

7.3.1. Tipos de secado de las plantas medicinales

Secado artesanal: Es un método de conservación que consiste en extraer el agua a temperatura ambiental. Se puede efectuar siempre y cuando el lugar cumpla ciertos requisitos, como: una baja humedad relativa para favorecer la eliminación de esta en la planta; el aire debe ser tibio o caliente, lo que hace más rápido el secado; debe haber suficiente circulación de aire; de preferencia, la operación debe hacerse a la sombra, en bandejas plásticas, extendidas en capas de 1 cm.

Secado industrial: Debe hacerse en secadores que proporcionan aire circulante forzado, con temperatura controlada. Las temperaturas deben ser cuidadosamente estudiadas para cada especie. (Fretes, 2010).

7.4. Molienda

7.4.1. Molino de rodillos

En este molino el producto a moler se reparte en forma de flujo uniforme a todo lo ancho de los cilindros o rodillos que lo machacan y trituran. La distancia que media entre cilindros puede modificarse a voluntad. Por el rozamiento producido en los cilindros, puede apreciarse la diferente consistencia de las especies. (Muñoz, 2010 como se citó en Ricaurte, 2019)

7.4.2. Molino de crucetas por rebotamiento o tamizador

En la tecnología de alimentos, el molino de crucetas ha adquirido reputación por cuanto es capaz de moler materias ásperas, de alto contenido en componentes grasos, con el molino por rebotamiento solo se consigue una molienda grosera de las especies, los molinos tamizados proporcionan productos granulados finamente molidos. (Muñoz, 2010 como se citó en Ricaurte, 2019)

7.5. Extracción por maceración

La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido. En general en la industria química se suele hablar de extracciones, mientras que cuando se trata de alimentos, flores, hierbas y otros productos para consumo humano se emplea el término maceración. En este caso el agente extractante (la fase líquida) suele ser agua, pero también se emplean otros líquidos como vinagre, jugos, alcoholes (principalmente etanol) o aceites vegetales, que pueden o no ir aderezados con diversos ingredientes para modificar las propiedades de extracción del medio líquido. (Guzman, 2019)

Maceración en frío

Consiste en sumergir el producto a macerar en un líquido y dejarlo una determinada cantidad de tiempo, para transmitir al líquido características del producto macerado.

Maceración con calor

El proceso a ejecutar en este tipo de maceración es el mismo que en la maceración en frío, solo que en este caso puede variar el medio por el cual se logra la maceración. El tiempo que se desea macerar varía mucho de la maceración en frío, ya que al utilizar calor se acelera el proceso

tomando como referencia que tres meses de maceración en frío es igual a dos semanas en maceración con calor; esto es en el caso de las plantas y hierbas medicinales.

La desventaja de la maceración en calor es que no logra extraer totalmente pura la esencia del producto a macerar, ya que siempre quema o destruye alguna pequeña parte de esta (muchas veces se trata de compuestos termolábiles).

7.6. Tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico es el estudio preliminar, con ensayos sencillos y rápidos que permiten identificar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en el material vegetal, y como guía para el posterior fraccionamiento de extractos de interés. (Ricaurte, 2019)

Ensayo de Dragendorff: Permite reconocer en un extracto la presencia de alcaloides.

Ensayo de Mayer: Permite reconocer en un extracto la presencia de alcaloides.

Ensayo de Wagner: Permite reconocer en un extracto la presencia de alcaloides.

Ensayo de Baljet: Permite reconocer en un extracto la presencia de Coumarinas.

Ensayo de Borntrager: Permite reconocer en un extracto la presencia de quinonas.

Ensayo de Liebermann-Burchard: Permite reconocer en un extracto la presencia de triterpenos y/o esteroides.

Ensayo de Fehling: Permite reconocer en un extracto la presencia de azúcares reductores.

Ensayo del cloruro férrico: Permite reconocer en un extracto la presencia de compuestos fenólicos y/o taninos.

Ensayo de la ninhidrina: Permite reconocer en un extracto la presencia de aminoácidos libres o de aminas en general.

Ensayo de Shinoda: Permite reconocer en un extracto la presencia de flavonoides.

Ensayo de catequinas: Permite reconocer en un extracto la presencia de Catequinas.

Ensayo de Espuma: Permite reconocer en un extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo esterooidal como triterpénica.

Ensayo Kedde: Permite reconocer en un extracto la presencia de glicósidos cardiotónicos.

7.7. Aplicación de los compuestos en función del principio activo

Componentes grasos

- La incorporación de agentes antimicrobianos como es el caso de los aceites esenciales (anís, cardamo y tomillo) en películas, cubiertas o empaques, se ha probado en varios productos alimenticios como carne y productos de panadería, inhibiendo el desarrollo de hongos, bacterias y levaduras. (Cagri et al., 2004, como se citó en Ramos et al., 2010)
- Según los estudios realizados por (Plotto et al., 2003, como se citó en Ramos et al., 2010) se adiciono aceite de tomillo (10 g l^{-1}) al recubrimiento comestible, obteniendo en frutos de tomate una significativa inhibición en el crecimiento de *B. cinérea*.
- En los recubrimientos comestibles a los que se les agrego concentraciones por arriba de 0.06% de aceite de tomillo redujeron el desarrollo de *R. stolonifer* en frutos de papaya, reportándose que a medida que aumentaban la concentración disminuía la severidad del hongo. En el caso de bacterias, el uso de aceites esenciales también ha sido benéfico para el control de estos microorganismos. (Bosquez-Molina et al., 2010, como se citó en Ramos et al., 2010)
- El recubrimiento a base de puré de manzana, alginato, glicerol y aceite esencial de orégano en trozos de mango, disminuyó el desarrollo de *Listeria innocua*, hasta un 50% más que en los no tratados con el aceite. (Rojas-Grau et al., 2007, como se citó en Ramos et al., 2010)
- Los estudios realizados por (Raybaudi-Massilia et al., 2008, como se citó en Ramos et al., 2010) demostró que al incorporar recubrimientos a base de alginato y glicerol, y 0,3% de ácido palmítico en melón cortado, inhibieron el crecimiento de *Salmonella entérica*, además de conservar el producto fresco con buenos parámetros de calidad.
- Según (Peralta, 2017) el aceite esencial de orégano y canela aplicado en concentración de 1% y 0,5% de la masa tota inhiben el crecimiento de hongos y levaduras durante más tiempo que un conservante químico.

Componente mucílago

- El empleo del mucílago de melloco para la clarificación del néctar de naranjilla redujo la turbidez desde 3254 hasta 1398 NTU. Tanto la velocidad de agitación como la concentración de mucílago incidieron sobre la turbidez de los néctares, mientras que solo el tiempo de clarificación influyó en el índice de sabor. (Rojas et al., 2019)
- El mucilago extraído de diversas plantas es utilizado en el proceso de clarificación del jugo de caña de azúcar gracias a su consistencia viscosa el mucílago atrapa la mayor cantidad de impurezas o no azúcares presentes en el jugo y que han sido coagulados por la temperatura. (Quezada y Gallardo, 2014)

Según (Hamman H, 2015)(Vipul et al.,2013) el mucilago se puede utilizar en:

- Tabletas con aglutinante debido a su capacidad de adhesión; cohesionan el polvo en gránulos, que a continuación se comprimen en tabletas. El mucílago se utiliza como disgregante debido a su capacidad para absorber agua e hincharse, al entrar la tableta en contacto con el agua, el mucílago aumenta su volumen provocando su rotura, lo que mejora la velocidad de disolución.
- El mucílago se utiliza en suspensiones y emulsiones actuando como agente coloidal evitando coalescencia de las gotas o partículas en suspensión, espesante y viscosizante.
- El mucilago se utiliza en formulaciones de liberación sostenida usado para la formación de películas de recubrimiento y como agentes mucoadhesivos: permite una firme adhesión del fármaco a la mucosa hasta que se elimine por renovación de las mucinas, produciéndose una liberación del medicamento de forma continua.
- Se pueden preparar cremas hidratantes con 0,2% de mucílago, con 15% de extractos de pera, jacaranda y mezcla de pera-jacaranda. La crema con la mezcla de los extractos de pera, jacaranda y mucílago de semillas de salvia hispánica tuvo efecto hidratante al eliminar la sequedad de la piel y se absorbe con rapidez en el área aplicada. (Cevallos, M., 2013)
- En los estudios realizados por (Machado, J., 2013) demostro que al usar mucílagos de tuna, sábila y saponinas de cabuya en la formulacion de shampoo se genera un efecto anti-esponjamiento que es mayor al de los shampoo comerciales teniendo valores anti-esponjamiento de 59% para el shampoo de mucílago frente a 56% de shampoo comercial.

- Los mucílagos extraídos de *Ullucus tuberosus*, *Salvia hispánica* y *Borrago officinalis* tuvieron efecto positivo como agentes laxantes de masa ya que lograron la evacuación de heces abundantes en pocas horas luego de la administración a los animales de experimentación, tras la administración de 0.15 mL de solución acuosa, equivalente a 3 mg de mucílago (80 mg/Kg). (Pérez, R., 2014)
- Los estudios rerealizados por (Olivero, R., Mercado, I., Montes, L., 2013) demostraron que el mucilago de nopal influyo en el proceso de clarificación del agua. La mayor remoción de la turbidez del agua del río Magdalena se logro con alumbre(99,80%); siendo la remoción con *Opuntia* menor (93,25%).
- Según el estudio realizado por (Villaseñor, A. 2008). demostro que el mucilago de nopal tiene buenas propiedades formadoras de films comestibles. Los films mostraron adecuadas propiedades mecánicas cuando presentan humedaddes de equilibrio con a_w del orden de 0,52.
- El mucílago de cacao posee capacidad de floculación directamente relacionada con la eficiencia térmica de la hornilla, lo que permite obtener reacciones más rápidas a menores temperaturas. Esto signifiva que se puede hacer un control de tiempos en el proceso y ahorrar energía durante el proceso de clarificacion de los jugos de caña. Más si se logra trabajar en forma pulverizada. (Pérez, P. 2004)

Componente catequina

- Se ha visto el efecto de las catequinas en la inhibición de la oxidación en aceite de canola, manteca de cerdo y grasa de pollo. Las catequinas tienen el potencial para ser utilizados en los alimentos para retardar la oxidación lipídica. (Chen et al., 1998)
- La investigación realizada por (O'Sullivan et al., 2005) demostró que en el aceite de hígado de bacalao las catequinas tienen mayor protección contra la oxidación que la vitamina E y el carvacrol. Además, estos antioxidantes han comprobado tener mejor efecto que aquellos antioxidantes sintéticos como el BHT en aceite de canola caliente, potenciando de esta manera el uso de antioxidantes naturales. (Su et al., 2004)
- La inclusión de catequinas acidificadas en el alimento se observaron mejoras en el desempeño de las aves destacándose un incremento significativo de la postura y una tendencia a mejorar la conversión alimenticia. (Iglesias et al., 2020)

- En el estudio realizado por (Peris, N. 2014) demostró que la presencia de catequina dota a las películas la capacidad antioxidante sin que se aprecien diferencias en actividad antioxidante con respecto al plastificante y a la cantidad de LAE añadida en cada caso. Dicha actividad se pone de manifiesto cuando se utiliza en el envasado de zumo de naranja.

Componente azúcares reductores

- Las dietas para cerdos con base en jugo de caña (que contiene azúcares reductores), cachaza fresca ó melote ofrecidos a voluntad, con cantidades de proteína restringida a 200g/animal/d durante ambos ciclos de levante-ceba, funcionan eficazmente para el engorde de los cerdos tanto desde el punto de vista técnico como económico. (Sarría, P., Solano, A., Preston, T., 1990)
- Según el estudio realizado por (García, J., Méndez, S., Talavera, D., 2010) los azúcares que contiene el maguey son fermentados hasta que se transforman en alcohol para la elaboración del mezcal.
- (Jiménez, 1989, como se citó en Martínez, M., Neyra, R., 2014) afirma que coincide que el bioetanol se puede producir por la fermentación de los azúcares reductores contenidos en la materia orgánica de las plantas.
- La investigación de (Loboguerrero, C., 2007) determino que es viable obtener azúcares fermentables de los residuos del proceso de extracción del aceite de palma.

Componente saponinas

- En los estudios realizados por (Zapana et al., 2016) demostro que los extractos de saponinas de quinua han inhiibdo el crecimiento de varios hongos patógenos, lo cual representa el uso de las saponinas como potencial biofungicida y biopesticida.
- (Trujillo y Valencia, 2017) señala que las saponinas de la quinua pueden ser utilizadas en la elaboración de champú como un ingrediente tensoactivo.
- La saponina puede ser considerada com un agente que dificulta la supervivencia larval de *D. melanogaster* debido a que la respuesta a éste variará conforme a la concentración utilizada cuando se utiliza como insecticida. Es recomendable utilizar concentraciones

superiores a 0,9% para que la mortalidad sea mayor a 40% de individuos. (Bonilla et al., 2019)

- Según (Castellano, C., Yugsi, L. 2015) se puede elaborar jabon liquido utilizando las saponinas del agave (*Sisalana Perrine, Amerricana L*) siendo este jabon mas economico que cualquier marca comercial.
- El uso de las saponinas estoidales como aditivo dentro de la alimentación de codornices permitió obtener buenos resultados en cuanto a la ganacia de peso, conversión alimenticia, días a la primera postura y número de huevos puestos. (Ruales, D. 2007)

8. MARCO CONCEPTUAL

Sunfo

El sunfo es una hierba terrestre y aromática que habita en los andes ecuatorianos, y que puede desarrollarse a partir de 3500 a 4500 m.s.n.m. especie presente en las provincias: Azuay, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, etc. Esta planta puede alcanzar aproximadamente 15 cm de altura y es posible identificarla por su característica de estar recubierta de pelos pequeños blancos en sus hojas. El tallo es cuadrangular y de color café rojizo. Su corteza es ligeramente descascarada. (Guerra P ,2016)

Extracción

La extracción implica la separación de fracciones ya sea de tejidos animales o vegetales, utilizando solventes selectivos; con la finalidad de obtener las drogas activas.

Extracto: sustancia líquida, semisólida y plástica o sólida y pulverulenta, preparada con soluciones extractivas, obtenidas por agotamiento de drogas vegetales o animales con solventes apropiados, mediante la evaporización de todo casi todo el solvente.

Flavonoides

Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc.

Polifenol

Los polifenoles son un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados.

Proceso de maceración

Consiste en poner en contacto el solvente con la parte del vegetal de la cual se desea obtener la droga, este proceso es durante varios días, con agitación ocasional, la cual puede realizarse a temperatura ambiente dando como resultado un equilibrio de concentración entre la droga y el solvente y depende de algunos factores que se encuentran unidos a la droga; una gran desventaja de este método es la lentitud del proceso y el hecho de no ser posible alcanzar la extracción total de la droga deseada.

Proceso de secado

El secado de una planta no es más que el proceso de extracción de su humedad, evitando así que se pudra, enfermedades o pierda los principios activos, además de permitir su almacenamiento por un largo tiempo. Es muy importante que el lugar de secado de las plantas este ventilado, ya sea fresco o cálido, pero siempre seco.

Taninos

Sustancia muy astringente, que se extrae de la corteza de algunos árboles, como el castaño o el roble, y se emplea principalmente en el curtido de pieles y en la elaboración de ciertos fármacos.

Tamizaje Fitoquímico

El tamizaje fitoquímico o screening fitoquímico es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímica, que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta y a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés.

Antimicrobiano

Los antimicrobianos son sustancias que pueden producir la muerte o la detención del crecimiento de bacterias, virus u hongos, Son activos ante los microorganismos en bajas concentraciones y tener una toxicidad mínima para el hospedador.

Antioxidante

Un antioxidante es toda molécula natural o sintética cuya función es retardar o disminuir el efecto de radicales libres para proteger un sistema biológico. Actuando como donador de electrones estabiliza radicales de oxígeno, nitrógeno, lipídicos, entre otros (Cano y Marino, 2005). Estas moléculas se las puede obtener a partir de fuentes naturales o sintéticas, es decir, se generan y son propias del organismo o se las puede obtener como parte de una dieta o por medio de algún suplemento alimenticio (Patiño, 2006).

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 libre.

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:

¿Cómo influye la temperatura en el proceso de secado?

La temperatura influye directamente en la calidad de la droga vegetal y conservación de los compuestos bioactivos. La temperatura no debe superar los 45° C para que los compuestos bioactivos de la planta no sean evaporados y la muestra vegetal se conserve en condiciones óptimas.

¿Qué método de extracción se deberá utilizar para la obtención del extracto etéreo, alcohólico y acuoso?

El método de maceración es simple, conveniente y menos costoso en términos de instrumentación. Por lo tanto, este método es más aplicable para realizar las extracciones que se necesitan para realizar el proyecto de investigación

¿Cuáles son las aplicaciones agroindustriales que se les puede dar a los compuestos hallados en el tamizaje fitoquímico?

Los compuestos bioactivos del sunfo son muy utilizados en el campo agroindustrial, los compuestos más utilizados son:

- Los componentes grasos que son incorporados en la formulación de los alimentos para inhibir el crecimiento microbiano
- Los mucilagos son utilizados en la industria panelera y en la industria de néctares como un clarificante.
- Las saponinas son utilizadas en la industria para la realización de jabones económicos y para la producción de shampoo.
- Los azúcares reductores son utilizados por la industria licorera para la realización de licores mediante fermentación.
- Las catequinas son utilizadas como un agente antioxidante en las grasas.

10. METODOLOGÍA

Para la realización del proyecto se tomó en consideración métodos, técnicas y tipos de investigación tales como: investigación descriptiva, método científico y técnicas de investigación la observación.

10.1. Tipos de investigación.

Investigación descriptiva: Es conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen en su composición. La investigación a desarrollarse cuenta con un tipo de investigación descriptiva ya que se obtendrá resultados de los análisis fitoquímicos y sus posibles aplicaciones de los extractos de la planta sunfo (*Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze*)”

Investigación bibliográfica: Es una técnica que nos sirve para la selección y recopilación de información por medio de la lectura, crítica de documentos y materiales bibliográficos, de

bibliotecas y centros de documentación e información para conocer sus características, beneficios, propiedades y su taxonomía de la planta sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze).

10.1.1. Métodos de Investigación

Método cualitativo: El objetivo es examinar la naturaleza general de los fenómenos. Los estudios cualitativos proporcionan una gran cantidad de información valiosa, pero poseen un limitado grado de precisión, porque emplean términos cuyo significado varía para las diferentes personas, épocas y contextos. Los estudios cualitativos contribuyen a identificar los factores importantes que deben ser medidos, es decir que se detallaran las características del perfil fitoquímicos de la planta sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze)

Método cuantitativo: Es el procedimiento que se basa en la utilización de números para analizar, investigar y comprobar tanto información como datos. Este método permitirá cuantificar los resultados en los análisis de los procesos de la cinética de la planta sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze) y sus posibles aplicaciones en la agroindustria.

Método deductivo: Mediante este se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. El papel de la deducción en la investigación consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Se utilizara este método para deducir cuales son los compuestos presentes en el tamizaje fitoquímico.

10.2. Técnicas de investigación.

10.2.1. El fichaje

El fichaje es una técnica auxiliar de todas las demás técnicas empleada en investigación científica; consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación por lo cual constituye un valioso auxiliar en esa tarea, al ahorra mucho tiempo, espacio y dinero. Se utilizará para registrar los datos obtenidos sobre el proceso de la cinética de secado.

10.3. Instrumentos de investigación

Cuadros de trabajo: Es cualquier procedimiento gráfico que sirve para organizar, sintetizar o registrar los datos observados, puede ser útil como, por ejemplo: planillas, cuadros, columnas.

11. METODOLOGÍA DE LA ELABORACIÓN

11.1. Cinética de secado

La cinética de secado se realizó en los laboratorios de la facultad CAREN en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

11.1.1. Recolección de *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze

La recolección de las plantas fue realizada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Pintag, comunidad el Carmen en las coordenadas: 0°30'02.5"S 78°20'32.7"W, a una altitud de 4000 msnm, temperatura que varía desde los 10° hasta los 15° C, la precipitación anual es de 500 a 2000 mm.

Ilustración 3. Lugar de recolección (El Carmen) ubicado en el mapa del Ecuador



Fuente Google maps, 2020.

Materiales

- Costal.
- Guantes.
- GPS.
- Tijeras de podar.

Procedimiento

Con la ayuda de un guía de campo se identificó la planta, su nombre común, la zona del páramo donde se encontraban y sus usos. Con ayuda de la tijera de podar se realizó un corte desde la base de la planta para obtener varias muestras con un peso de 5 kg, todas las muestras vegetales recolectadas estaban previstas de todas sus partes intactas (hojas, tallo, flores). Después de la recolección todas las muestras vegetales fueron colocadas en un costal de fibra plástica.

11.1.2. Selección y limpieza de la muestra vegetal

Se selecciona las plantas que se encuentran más verdes y se rechaza las flores, hojas y tallos que se encuentren en mal estado (oscuro y amarillento), posteriormente se limpia los restos de tierra y suciedad con agua.

Materiales

- Tijeras
- Guantes
- Papel absorbente

Reactivos

- Solución acuosa de hipoclorito de sodio al 0,05%.
- Agua potable.

Procedimiento

Se seleccionó las plantas que se encontraban en buen estado, sin presencia de plagas o enfermedades. Se desinfecto las plantas con solución acuosa de hipoclorito de sodio al 0,05% y luego se enjuago con agua potable. Las plantas previamente lavadas fueron secadas con papel absorbente para eliminar el exceso de humedad y a continuación se procedió a cortar la planta en trozos de 5cm incluyendo hojas y tallos.

11.1.3. Secado

El secado consiste en eliminar la mayor cantidad de agua presente en la planta, y así conservar los compuestos bioactivos de la planta y prevenir la oxidación de los mismos.

Equipos

- Deshidratador de flujo de aire continuo.
- Termo-balanza modelo PCE-MB 200.

Procedimiento

El procedimiento se llevó a cabo en la planta piloto de la carrera de ingeniería agroindustrial. Las muestras se llevaron al deshidratador para ser secadas a una temperatura de 40°C durante 48 horas, cabe mencionar que se fue determinando el contenido de humedad hasta alcanzar su humedad inferior al 6%.

Se procedió a colocar las muestras previamente pesadas en bandejas de aluminio. (5 kg de sunfo)

El porcentaje de humedad de la muestra fue obtenido instantáneamente por la Termo-balanza modelo PCE-MB 200, que fue analizado cada 3 horas para obtener datos sobre la cinética de secado de la planta. La balanza utilizaba la siguiente ecuación para calcular el porcentaje:

$$\%humedad = \frac{m_0 - m}{m_0} \times 100\%$$

Donde:

m_0 = masa inicial

m = masa final

11.1.4. Molienda

Consiste en triturar la muestra hasta un nivel de partículas más bajo lo cual facilitara a la extracción de los componentes ya que hay un mayor contacto de superficie.

Materiales

- Fundas plásticas

Equipos

- Molino tradicional L10000 Corona

Procedimiento

Cuando la planta alcanzo un porcentaje de humedad inferior al 6% se procedió a triturar la planta mediante un molino tradicional para obtener el polvo de droga cruda.

11.1.5. Almacenamiento de las muestras

Se procede a empacar al vacío para evitar el contacto con el oxígeno, que puede oxidar los compuestos bioactivos.

Materiales

- Fundas plásticas

Equipos

- Empacadora al vacío.

Procedimiento

Las muestras fueron guardadas en bolsas plásticas y selladas herméticamente al vacío para almacenarlas en un lugar fresco y seco.

11.1.6. Metodología para la extracción

La extracción obtiene los principios bioactivos de las plantas en función de la solubilidad de los compuestos para ello se utiliza varios solventes orgánicos, para este estudio se utilizará soluciones hidroalcohólicas, éter etílico y agua destilada.

El método de maceración es simple, conveniente y menos costoso en términos de instrumentación. Por lo tanto, este método es más aplicable en pequeñas y medianas empresas y en países en desarrollo. La maceración y el 70% de etanol son el método y disolvente recomendado para la preparación de antioxidantes efectivos en la farmacéutica y/o para el desarrollo de productos nutraceuticos. (Vongsaka et al., 2012)

11.1.7. Obtención de los extractos etéreo, etanólico y acuoso

Estos métodos se aplican para extraer los diferentes metabolitos sometidos a ensayos para determinar los compuestos bioactivos de la muestra vegetal.

Materiales

- Polvo de droga cruda
- Percolador de vidrio de 1000 ml
- Papel filtro
- Embudo de 100 ml
- Soporte universal
- Pinzas y aro de metal
- Balanza analítica RADWAG modelo AS.R2
- Papel de aluminio
- Vaso de precipitación
- Probeta
- Frasco ámbar

Reactivos

- Éter etílico 99% pureza. Grado RA
- Etanol \geq 70% pureza. Grado RA
- Agua destilada

Procedimiento

- La muestra seca previamente molida fue sometida a tres extracciones sucesivas con diferentes disolventes (éter etílico, etanol y agua destilada).
- Para lo cual se colocaron 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 luego de haber sido secado y pesado, se extrajo con tres veces su peso en volumen con etanol absoluto por maceración durante 48 horas a temperatura

ambiente con agitación constante a cada hora; se filtró para obtener el extracto alcohólico que se almacenó en un frasco ámbar muy bien etiquetado.

- 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 que se almacenó en un frasco ámbar muy bien etiquetado; el residuo sólido luego de secado y pesado se desechó. (Martínez, 2002)

11.1.8. Tamizaje fitoquímico

Se determina la presencia o ausencia de los principales grupos de metabolitos de las especies estudiadas, como: alcaloides, catequinas, esteroides-triterpenos, flavonoides, taninos, saponinas, agrupamiento lactónico y compuestos fenólicos.

Materiales

- Gradilla
- Termómetro
- Tubos de ensayo
- Pinzas
- Pipetas de vidrio
- Goteros de plástico
- Papel filtro
- Vaso de precipitación
- Guantes
- Mascarilla

Equipo

- Hotplate Alton modelo SB81
- Vortex Mixer Gemmy modelo VM 300

Reactivos

- Colorante Sudan III o IV grado RA
- Ácido clorhídrico 37% pureza. Grado ACS

- Cloruro de sodio 99% pureza. Grado RA
- Hidróxido de potasio $\geq 85\%$ pureza como KOH. Grado ACS
- Cloroformo $\geq 99,8\%$ pureza. Grado ACS
- Anhídrido acético $\geq 85\%$ pureza. Grado RA
- Carbonato de sodio $\geq 99\%$ pureza. Grado RA
- Cloruro férrico $\geq 98\%$ pureza. Grado RA
- Acetato de sodio $\geq 99\%$ pureza. Grado RA
- Ninhidrina grado RA
- Cinta de magnesio metálico
- Alcohol amílico $\geq 98\%$ pureza. Grado ACS
- Reactivo de Dragendorff
- Reactivo de Baljet
- Reactivo de Kedde
- Reactivo de Fehling
- Solución salina al 0.9 %
- Alcohol 96% pureza
- Agua destilada

Procedimiento

En cada extracto (etéreo, etanólico y acuoso) por separado se procedió a tomar una muestra para realizar ensayos y cualificar la presencia de metabolitos secundarios según el proceso descrito por Martínez. (Martínez, 2002)

11.1.8.1. Métodos de ensayos

Ensayo de Sudan: Permite reconocer en un extracto la presencia de compuestos grasos, para ello, a la alícuota de la fracción en el solvente de extracción, se le añade 1 mL de una solución diluida en agua del colorante Sudan III o Sudan IV. Se calienta en baño de agua hasta evaporación del solvente.

Ensayo de Dragendorff: Permite reconocer en un extracto la presencia de alcaloides, para ello, si la alícuota del extracto está disuelta en un solvente orgánico, este debe evaporarse en baño de agua y el enfriar hasta residuo redisolverse en 1 mL de ácido clorhídrico al 1 % en agua).

Con la solución acuosa ácida se realiza Si el extracto es acuoso, a la alícuota se le añade 1 gota de ácido clorhídrico concentrado, (calentar suavemente y dejar el ensayo, añadiendo 3 gotas del reactivo de Dragendorff, si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++) , precipitado (+++).

Ensayo de Mayer: Proceda de la forma descrita anteriormente, hasta obtener la solución ácida. Añada una pizca de cloruro de sodio en polvo, agite y filtre. Añada 2 o 3 gotas de la solución reactiva de Mayer, si se observa opalescencia (+), Turbidez definida (++) , precipitado coposo (+++).

Observación: En el caso de alcaloides cuaternarios y/o amino-óxidos libres, éstos solo se encontrarán en el extracto acuoso y para considerar su presencia la reacción debe ser (++) ó (+++), en todos los casos, ya que un resultado (+), puede provenir de una extracción incompleta de bases primarias, secundarias o terciarias.

Ensayo de Baljet: Permite reconocer en un extracto la presencia de compuestos con agrupamiento lactónico, en particular Coumarinas, aunque otros compuestos lactónicos pueden dar positivo al ensayo.

Para ello, si la alícuota del extracto no se encuentra en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y redisolverse en la menor cantidad de alcohol (1 mL). En estas condiciones se adiciona 1mL del reactivo, considerándose un ensayo positivo la aparición de coloración o precipitado rojo (++ y +++) respectivamente.

El reactivo de Baljet se prepara de la siguiente forma:

Solución 1: Hidróxido de sodio al 10 % en agua. Solución 2: Ácido pícrico al 1 % en etanol.

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 alícuota a evaluar.

Ensayo de Borntrager: Permite reconocer en un extracto la a la presencia de quinonas. Para ello si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 mL de cloroformo. Se adiciona 1 mL de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio ó amonio al 5 % en agua. Se agita mezclando las fases y se deja en reposo hasta su ulterior separación. Si la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado o rojo, el ensayo se considera positivo. Coloración rosada (++) , coloración roja (+++).

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

- 1- Rosado-azul muy rápido.
- 2- Verde intenso-visible aunque rápido.
- 3- Verde oscuro-negro-final de la reacción

A veces el ensayo queda en dos fases o desarrollo de color. Muy pocas veces puede observarse el primer cambio. El tercer cambio generalmente importantes de estos compuestos.

Ensayo de Catequinas: Para ello, tome de la solución alcohólica obtenida una gota, con la ayuda de un capilar y aplique la solución sobre papel de filtro. Sobre la mancha aplique solución de carbonato de sodio. La aparición de una mancha verde carmelita a la luz UV, indica un ensayo positivo.

Ensayo de Resinas: Para detectar este tipo de compuesto, adicione a 2 mL de la solución alcohólica, 10 mL de agua destilada. La aparición de un precipitado, indica un ensayo positivo.

Ensayo de Fehling: Permite reconocer en un extracto la presencia de azúcares reductores. Para ello, si la alícuota del extracto no se encuentra en agua, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1-2 mL de agua. Se adicionan 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 de la Espuma: 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 persistente por más de 2 minutos.

Ensayo del Cloruro Férrico: Permite reconocer la presencia de compuestos fenólicos y/o taninos en un extracto vegetal. Si el extracto de la planta se realiza con alcohol, el ensayo determina tanto fenoles como taninos. A una alícuota del extracto alcohólico se le adicionan 3 gotas de una solución de tricloruro férrico 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 del extracto se añade acetato de sodio para neutralizar y tres gotas de una solución de tricloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica, un ensayo positivo puede dar la siguiente información general:

- Desarrollo de una coloración rojo-vino, compuestos fenólicos en general. - Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.

Ensayo de la Ninhidrina: Permite reconocer en los extractos vegetales la presencia de aminoácidos libres o de aminas en general. Se toma una alícuota del extracto en alcohol, o el residuo de la concentración en baño de agua, si el extracto se encuentra en otro solvente orgánico, se mezcla con 2 mL de solución al 2 % de ninhidrina en agua. La mezcla se calienta 5-10 minutos en baño de agua. Este ensayo se considera positivo cuando se desarrolla un color azul violáceo.

Ensayo de Borntrager: Permite reconocer en un extracto la presencia de quinonas. Para ello si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 mL de cloroformo. Se adiciona 1 mL de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio ó amonio al 5 % en agua. Se agita mezclando las fases y se deja en reposo hasta su ulterior separación. Si la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado o rojo, el ensayo se considera positivo. Coloración rosada (++) , coloración roja (+++).

Ensayo de Shinoda: Permite reconocer la presencia de flavonoides en un extracto de un vegetal. Si la alícuota del extracto se encuentra en alcohol o agua, se diluye con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico. Después de la reacción se espera 5 minutos, se añade 1 mL de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que se separen. El ensayo se considera positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo; intenso en todos los casos.

Ensayo de Kedde: Permite reconocer en un extracto la presencia de glicósidos cardiotónicos. Una alícuota del extracto en etanol se mezcla con 1 mL del reactivo y se deja reposar durante 5-10 minutos. Un ensayo positivo es en el que se desarrolla una coloración violácea, persistente

durante 1-2 horas. 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 de mucílagos: 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 en agua se enfría a 0-5 °C y si la solución toma una consistencia gelatinosa el ensayo es positivo.

Ensayo de principios amargos y astringentes: El ensayo se realiza saboreando 1 gota del extracto acuoso o del vegetal y reconociendo el sabor de cada uno de estos principios, bien diferenciados al paladar.

12. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

12.1. Cinética de secado

Las plantas recién cosechadas ocupan grandes volúmenes y presentan dificultades en el transporte y el almacenamiento. Por lo tanto, reducir su contenido de humedad es imperativo (Tanko et al., 2005). Las plantas como cualquier otro producto biológico son susceptibles de pudrirse y degradarse, lo que puede hacer que el producto no sea apto para el consumo (Kathirvel et al., 2006). Al reducir el contenido de agua, el material se vuelve más fácil de manejar y menos propenso al daño por moho y otras degradaciones microbianas.

Para evaluar la cinética de secado se estableció el porcentaje de humedad como variable respuesta. La humedad generalmente se elimina mediante secado térmico. El secado es una de las operaciones unitarias más críticas y fundamentales para la conservación posterior a la cosecha de plantas / partes de plantas. El agua se transfiere por difusión desde el interior de la planta a la interfaz aire-planta y por convección desde la interfaz a la corriente de aire. La energía térmica se transfiere por convección desde el aire de secado a la superficie de la planta y por conducción al interior del producto (Martynenko et al., 2006).

Los métodos empleados para el proceso de secado influyen en la calidad de la droga vegetal obtenida, se debe controlar parámetros como la temperatura y humedad para evitar daños a los compuestos bioactivos.

La tabla 3 muestra la disminución de la humedad durante el tiempo de secado de la planta.

Los datos se registraron de manera continua cada 3 horas (desde las 8:00 hasta las 23:00) con interrupciones de 9 horas (de 23:00 a 8:00).

- **Datos registrados de humedad**

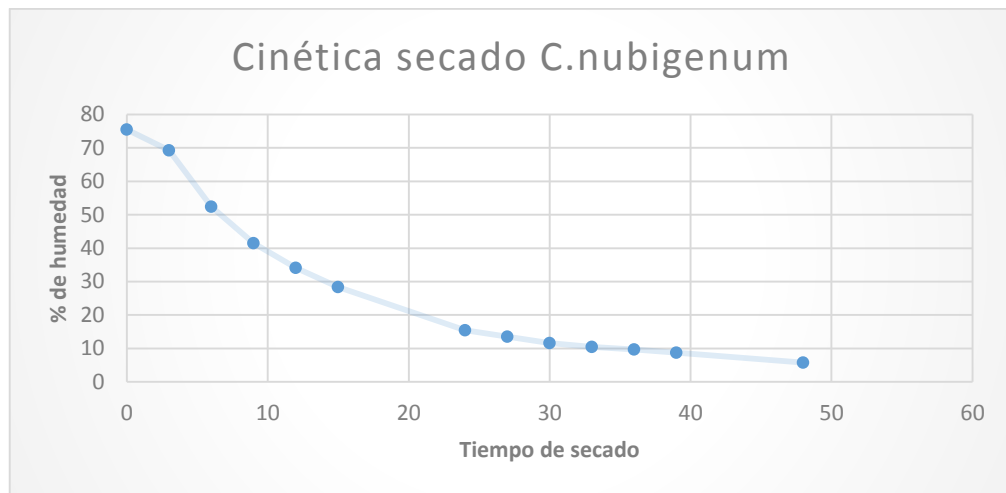
Tabla 3. Registro de humedad y tiempo de secado

Secado <i>C. nubigenum</i>	
Tiempo de secado (horas)	% de humedad
0	75,46 %
3	69,27 %
6	52,44 %
9	41,52 %
12	34,12 %
15	28,41 %
24	15,49 %
27	13,51 %
30	11,63 %
33	10,43 %
36	9,67 %
39	8,71 %
48	5,74 %

Elaborado por: *Illescas M; Lovato C (2020)*

Cinética de secado

Gráfico 1. Registro de humedad



Elaborado por: Illescas M; Lovato C (2020)

La cinética del proceso de secado permitió determinar el tiempo óptimo de secado de la planta sunfo, la droga cruda se obtuvo con el menor contenido de humedad posible. El contenido de humedad inicio con un 75,46% y finalizo con 5,74% después de transcurrir 48 horas. En las primeras 24 horas de secado se eliminó la mayor cantidad de agua ligada, esto es debido a que los tejidos de las plantas tienen una gran cantidad de agua libre lo que hace más fácil su eliminación y evaporación.

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, órgano a cosechar y altura de la capa de materia vegetal. La temperatura del proceso, humedad relativa y velocidad del aire también desempeñan un papel importante en el tiempo de secado. (Quiñones, 2016)

12.2. Caracterización de los extractos

Tabla 4. Caracterización de los extractos

Características	Unidad	Extracto etéreo	Extracto etanólico	Extracto acuoso
Color		Verde oscuro	Verde oscuro	Verde oscuro
Olor		Característico al sunfo	Característico al sunfo	Característico al sunfo
Homogeneidad		Si	Si	Si
Sólidos totales	(g100 mL ⁻¹)	8,48	11,75	15,99
pH		4,12	4,85	5,12

Fuente: (Rodríguez et al., 2018)

En los diferentes extractos se presenciaron similitudes en algunos parámetros de los resultados obtenidos como son el color, olor y homogeneidad que arrojaron resultados idénticos. Se identificó que hay una gran variación en cuanto a los valores de sólidos totales y pH, esto depende del solvente que se utilice siendo el solvente con menores sólidos totales y pH el extracto etéreo mientras que la mayor cantidad se encuentra en el extracto acuoso.

12.3. Perfil fitoquímico

Tabla 5. Perfil fitoquímico de la droga cruda de sunfo

Metabolito	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

La tabla 5 muestra la identificación cualitativa de los fitocompuestos de la droga cruda de la planta de sunfo evidenciándose en el extracto etéreo compuestos grasos, agrupamientos lactónicos y triterpenos. En el extracto tanólico se evidencio agrupamientos lactónicos, catequinas, saponinas y quinonas. En el extracto acuoso azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, flavonoides, mucilagos y principios amargos.

13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES)

Impactos técnicos

Las aplicaciones de los compuestos del extracto tienen gran potencial en el campo agroindustrial y pueden ser utilizados como una alternativa natural en mejorar en la calidad de los alimentos como mermeladas, mayonesas, entre otros productos alimentarios.

Impactos sociales

Es un impacto social positivo ya que con esta investigación se dará a conocer las propiedades y beneficios que tiene la planta sunfo para ayudar en la producción agroindustrial de esta manera mejorando los procesos de floculación en la industria panelera mediante la utilización de mucilagos para que sean más eficientes y se genere menor desecho.

Impactos ambientales

El impacto ambiental del trabajo consiste en que no existió ninguna contaminación durante la realización del mismo.

14. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 6. Presupuesto

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO				
INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. Materia prima				
Sunfo (<i>Clinopodium nubigenum (kunt) kuntze</i>)		5 Kg	\$ 2.00	\$ 10.00
2. Transporte de salida al campo				
Transporte		4	\$ 10	\$ 40.00
3. Equipos				
Termo-balanza	U	1	\$ 600	\$ 600
Deshidratador de flujo de aire continuo.	U	48 Horas	\$ 9.50	\$ 456
Molino manual.	U	1	\$ 50	\$ 50.00
4. Materiales y recursos				
Pipetas graduadas de 10 MI	U	2	\$ 3.50	\$ 7.00
Balones aforados de 100 MI	U	3	\$ 5.00	\$ 15.00
Balones aforados de 50 mL	U	3	\$ 3.50	\$ 10.50
Balones aforados de 10 mL	U	2	\$ 2.00	\$ 4.00
Matraces de 100 mL	U	5	\$ 3.50	\$ 17.50
Frascos de vidrio 250 ml	U	3	\$ 13.5	\$ 40.50
Papel aluminio	U	1	\$ 1	\$ 1.00
Papel estraza	U	2	\$ 1	\$ 2.00
Agua Destilada	L	2	\$ 2.5	\$ 5.00

Alcohol antiséptico	L	2	\$ 1.75	\$ 3.50
Vasos de precipitación (250 ml).	U	3	\$ 4	\$ 12.00
Agitador de vidrio	U	1	\$ 3	\$ 3.00
5. Material de oficina				
Impresiones	U	250	\$ 0.05	\$ 12.50
Copias	U	150	\$ 0.05	\$ 7.50
Esferos	U	4	\$ 0.40	\$ 1.20
Carpetas	U	5	\$ 0.75	\$ 3.75
Hojas	U	300	\$ 0.05	\$ 15.00
6. Gastos varios				
Internet	Horas	300 Horas	\$ 0.50	\$ 150.00
Fundas plásticas	U	20	\$ 0.50	\$ 10.00
Almuerzo		10	\$ 3.50	\$ 35.00
Análisis fitoquímicos		3	\$ 75.00	\$ 225.00
Gasolina	Galones	40 galones	\$ 1.85	\$ 74.00
TOTAL				\$1810.95

Elaborado por: *Illescas M, Lovato C (2020)*

15. CONCLUSIONES

- Al analizar la cinética del secado se evidencio que, al aplicar una temperatura de 40°C durante un tiempo de 48 horas, se logró reducir la humedad obteniendo al final de la cinética una muestra vegetal con un 5,74 % de humedad.
- Mediante los procesos químicos se obtuvieron extractos etéreos, etanólicos y acuoso que presentan ciertas características organolépticas similares en los tres extractos como son: en el extracto etéreo, el color verde oscuro, su olor característico a la planta, se contiene homogeneidad, los sólidos totales 8,48 y el pH 4,12 , en el extracto etanólico el color verde oscuro, su olor característico a la planta, se contiene homogeneidad, los sólidos totales 11,75 y el pH 4,85, y el extracto acuoso el color verde oscuro, su olor característico a la planta, se contiene homogeneidad, los sólidos totales 15,99 y el pH 5,12.
- Se estableció la composición química de los extractos de droga cruda obtenida evidenciándose en el extracto etéreo compuestos grasos, agrupamientos lactónicos y triterpenos/ esteroides. En el extracto etanólico se identificaron agrupamientos lactónicos, catequinas, saponinas, compuestos fenólicos en manera regular y quinonas/benzoquinonas. En el extracto acuoso se encontraron azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, flavonoides, mucílagos y principios amargos que fueron reconocidos saboreando una gota del extracto.
- Las aplicaciones de los compuestos de la planta sunfo son esenciales en el campo de la agroindustria según lo consultado bibliográficamente ya que pueden ser empleados como agentes antioxidantes, aminoácidos emulsificantes, efectos conservadores para complementar el desarrollo de alimentos o productos más sanos y libres de compuestos químicos en la formulación de los productos.

16. RECOMENDACIONES

- Los perfiles fitoquímicos pueden ser remplazados por métodos instrumentales de detección por cromatografía con lo cual sería un trabajo más exacto y preciso.
- Las extracciones se pueden realizar por otro tipo de métodos que pueden ser solventes verdes que sean remplazados en la extracción haciéndole más eficiente y más eficaces.
- Para futuras investigaciones se recomienda aplicar agentes para los procesos tecnológicos.

17. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, Z., Hidalgo, P., & Ulloa, C. (2009). Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador. Quito- Ecuador. https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/staff/PDFs/ulloa/Imbabura_Zuleta.pdf
2. León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., Navarrete, H. (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. En. Quito- Ecuador: publicaciones del herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23310/u295687.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Burgo, & Barrera. (2002). Plantas ornamentales y medicinales. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000900010
4. Caguana, M y Quinaluisa, C. (2017). Diagnóstico del potencial agroindustrial de sunfo (*Clinopodium nubigenum*) y eneldo (*Anethum graveolens*). Latacunga, Ecuador. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4190>
5. Cajas, P. (2016). Evaluación de la actividad antioxidante bioautográfica de dos variedades de aceites esenciales andinos *Clinopodium nubigenum* (Kunt) Kütze y *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12184>.
6. Cameroni. (2012). Historia de las hierbas aromáticas. Obtenido de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/aromaticas/publicaciones/Hierbas_2012_06Jun.pdf
7. Cano, A. (2005). Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity in different leaves of three lettuce varieties. International Journal of Food Properties. <https://doi.org/10.1080/10942910500269584>, 521-528.
8. Castellano, C., Yugsi, L. (2015). Evaluación de la extracción de saponinas de dos variedades de agave (*Sisalana Perrine, Americana L.*) con el método de Soxhlet utilizando tres solventes (metanol, etanol y butanol) para la elaboración de jabón líquido en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2014-2015. Ingeniería Agroindustrial. UTC. Latacunga. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2647>

9. Cevallos, M. (2013). Elaboración y control de calidad de una crema corporal hidratante a base de mucilagos y aromas naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2923>
10. Chasipanta, E. (2016). Evaluación in vitro de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze) frente a patógenos de enfermedades respiratorias (*Staphylococcus aureus* ATCC:25923, *Streptococcus pyogenes* ATCC:19615). Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13227>
11. Chen Z, Wang L, Chan PT, Zhang Z, Chung HY y Liang C. (1998). Antioxidant activity of green tea catechin extract compared with that of rosemary extract. *Journal of American Oil Chemists' Society*. 75(9): 1141-1145 <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-998-0303-5>
12. Coral A. 2018. Diseño de una planta para la elaboración de un deshidratado para infusiones de sunfo (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze). Escuela Politécnica Nacional. Quito- Ecuador. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19876>
13. Cuéllar, C y Hussein, Y. (2009). Evaluation of the yield and the antimicrobial activity of the essential oils from: *Eucalyptus globulus*, *Cymbopogon citratus* and *Rosmarinus officinalis* in Mbarara district (Uganda). *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 1(2):240-249. DOI: 10.24188/recia.v1.n2.2009.361
14. Ecociencia. (2001). Guía de Plantas Útiles. Obtenido de http://www.ecociencia.org/archivos/guia_plantas-091128.pdf.
15. Caicedo, E y Otavalo, S. (2007). Tesis de grado. Determinación de temperatura y tiempo de deshidratación para la elaboración de té de sunfo, (*Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze). Ibarra - Ecuador: Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/242>
16. Fernández. (2013). Los principios activos de las plantas medicinales. <https://www.asociaciondejardicultura.org/index.php/salud/item/2549-losprincipios-activos-de-las-plantas-medicinales>
17. Fretes, F. (2010). PLANTAS MEDICINALES AROMÁTICAS. Obtenido de https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/plantas_medicinales.p
18. Fourier, S. A (2015). Flickr. Recuperado el 2 de enero de 2019, de flickr: www.flickr.com/photos/stationalpinejosephfourier/8290730565
19. FUNACH, Ascepam. Guía para la elaboración de Panela. Capacitación en obtención de nuevos productos derivados de la caña y el manejo adecuado de la agroindustria

- panelera, Municipio de MOCOYA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia, 2010. p. 11. PDF. http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_4/mod_virtuales/modulo1/capacitacion.pdf
20. García, J., Méndez, S., Talavera, D. (2010). El género *Agave SPP* en México: Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, edición especial No. 5-2010 (ISSN 1870-0160)
 21. Gilardoni. E. (2011). Phytochemical researches on microbial activity of *Clinopodium nubigenum kunth (kuntze)* raw extracts. 21(5). Curitiba, Brasil.
 22. Google maps,(2020).
 23. Gómez, E. (2017). Sensibilidad microbiana y poder insecticida de los aceites esenciales de *Clinopodium nubigenum* y *Ambrosia arborescens*. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8457>
 24. Guerra, P. (2018). *Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze* aceite esencial: Composición química, actividad antioxidante y prueba antimicrobiana contra patógenos. Quito, Pichincha, Ecuador. <https://pure.ups.edu.ec/es/publications/clinopodium-nubigenum-kunth-kuntze-essential-oil-chemical-composition>
 25. Guzman, J.(2019). Optimización del proceso de extracción hidroalcohólica y caracterización preliminar de un extracto de valeriana (*Valeriana pilosa R&P*). Lima, Perú. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/UCS/648>
 26. INIAP.(1997). Las plantas medicinales de la sierra ecuatoriana: biodiversidad y usos. Quito. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2658>
 27. Iglesias, B., Azcona, J., Charriere, M., Fain, V., Azcona, J., Vicente, G. (2020). Evaluación de catequinas acidificadas en la alimentación de gallinas ponedoras. *Agroindustria* 38 (152): 6-15. (febrero - abril 2020) <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/7592>
 28. Iradi, M. (septiembre de 2016). Estudio de la actividad antioxidante de diversas plantas aromáticas y/o comestibles. Barcelona, España. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/105811/TMGGI1de1.pdf>
 29. Katia Ojito Ramos, L. Y. (2012). Actividad antioxidante in vitro y toxicidad de extractos hidroalcohólicos de hojas de *Citrus spp.* (Rutaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 368-379. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000400008

30. Kathirvel, K., Naik, K.R., Garipey, Y., Orsat, V. and Raghavan, G.S.V. 2006. Microwave drying- a promising alternative for the herb processing industry. Can. Soc. Bioeng. Annu. Conf., Edmonton, Alberta, Canada 16–19 July DOI: 10.13031/2013.22132
31. Kuskoski, E. A. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Food Science and Technology, 25(4). https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612005000400016
32. Loboguerrero, A. (2007) Exploración de la factibilidad del aprovechamiento de los residuos de la extracción de aceite de palma para convertirlos en azúcares fermentables. Universidad de los Andes. Bogotá D.C. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23310/u295687.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. Machado, J. (2013). Evaluación del efecto antisponge de los mucílagos de Opuntia ficus, Aloe vera y las saponinas de Agave americana en un shampoo en personas con cabello esponjado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3223>
34. Mannise, R. (2012). Como recolectar las plantas medicina. <https://ecocosas.com/plantas-medicinales/recolectar/?cn-reloaded=1>
35. Martínez, M., Neyra, R. (2014). Obtención de bioetanol a partir de los azúcares reductores totales de la cascara de plátano del mercado Ayayma en la ciudad de Moyobamba. Universidad Nacional de San Martín. Moyobamba. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/213>
36. Martinez Hung, B., Hung Guzmán, B., Hernández Sosa, E., & Audivert Hung, Y. (2006). Caracterización físico-química del extracto acuoso de Zuelania SP. Revista Cubana de Química, vol XVII, 258-268. <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543688088.pdf>
37. Martínez, M. (2002). Métodos de análisis de drogas y extractos. La Habana, Cuba.
38. Martynenko, A.I., Brown, R.B. and Davidson, V.J. 2006. Physical and physiological factors of ginseng drying. Appl. Eng. Agri. 22(4):571–576. https://www.researchgate.net/publication/253623503_Physical_and_physiological_factors_of_ginseng_drying
39. Menéndez, J. (2020). Clinopodium (Magnoliophyta).Asturnatura.com. Consultado el:20/04/2020. Sitio web de Asturnatura: <https://www.asturnatura.com/genero/clinopodium.html>. ISSN 1887-5068.

40. Nguyen, A. (2007). Drying of medicinal plants. Fort Valley, USA. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.756.5
41. Olivero, R., Mercado, I., Montes, L. (2013). Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando el mucílago de nopal *Opuntia ficus-indica*. *Producción+Limpia*. Vol.8, No.1: 19-27. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552013000100003&script=sci_abstract&tlng=es
42. OMS. (2014). estrategia de la OMS sobre medicina tradicional. <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21201es/s21201es.pdf>
43. O'Sullivan A, Mayr A, Shaw NB, Murphy SC y Kerry JP. (2005). Use of natural antioxidants to stabilize fish oil systems. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 14(3): 75-94. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J030v14n03_06
44. Patiño, J. (2006). *Metabolismo, Nutrición y Shock*. Bogotá - Colombia: Editorial Médica Internacional.
45. Pérez, P. (2004). Mucílago pulverizado obtenido a partir de la cascara de cacao, una alternativa en la clarificación de jugos en la industria panelera. Universidad Nacional. Manizales. <https://cacaofcaug.files.wordpress.com/2014/09/mucilago-pulverizado-a-partir-de-la-cascara-ficha-tecnica.pdf>
46. Pérez, R. (2014). Determinación de la actividad laxante de los mucilagos presentes en la Salvia hispánica, *Borrigo officinalis* y *Ullucus tunerosus* frente a la actividad laxante del aceite de ricino in vivo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3754>
47. Peris, N. (2014). Películas de zeína con LAE y catequina para la protección bioactiva de alimentos perecederos envasados. Universidad Politécnica de València. Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/57656?show=full>
48. Quiñones, Y., Lafourcade, A., Pérez, L. (2016). Optimización de un extracto acuoso de hojas de guayabo (*Psidium guajava*). La Habana, Cuba. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152013000100014
49. Ramos, M., Bautista, S., Barrera, L., Bosquez, E., Alia, I. y Estrada, M. (2010). Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología* 28: 44-57. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092010000100005
50. Reyes, F. (2014). Métodos de evaluación de la actividad antimicrobiana y de determinación de los componentes químicos de los aceites esenciales. Universidad de

- las Américas de Puebla. México. <https://tsia.udlap.mx/metodos-de-evaluacion-de-la-actividad-antimicrobiana-y-de-determinacion-de-los-componentes-quimicos-de-los-aceites-esenciales/>
51. Ricaurte, P. (2019). Aprovechamiento agroindustrial de la planta de sunfo (*Clinopodium Nubigenum Kunth-Kuntze*), para la elaboración de una tisana aromática. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6152>
 52. Rodríguez, A., Fung, C., Ochoa, A., Ortiz, E., Díaz, U. (2018). Parámetros físicos, físicos-químicos de extractos de *Origanum majorana* L. cultivado utilizando agua magnetizada. Revista cubana de química. Cuba. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-54212018000300007&lng=es&nrm=iso
 53. Rojas, J., Nicolade, A., Iza, S., Molina, F., Garcia, M. (2019). Empleo de Mucílago de melloco (*Ullucus tuberosus* Loz) en la clarificación de néctar de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam). Ciencia y Tecnología de Alimentos. ISSN 1816-7721, pp. 14-22.
 54. Ruales, D. (2007). Efecto de la adición de saponinas esteroidales en la alimentación de la codorniz (*Coturnix coturnix* japónica) ponerdora. Universidad técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/181?mode=full>
 55. Sarria, P., Solano, A., Preston, T. (1990). Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. Livestock Research for Rural Development: Volume 2, Number 2, July 1990. <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/FRG/lrrd/lrrd2/2/sarria.htm>
 56. Stefanovic, O. S. (2011). In vitro antibacterial efficacy of *Clinopodium vulgare* L. extracts and their synergistic interaction with antibiotics. Journal of Medicinal Plants Research., 5(17), 4074-4079. https://www.researchgate.net/publication/225092627_In_vitro_antibacterial_efficacy_of_Clinopodium_vulgare_L_extracts_and_their_synergistic_interaction_with_antibiotics
 57. Su Y, Xu J, Ng CH, Leung LK, Y. H y Chen Z. (2004). Antioxidant activity of tea theaflavins and methylated catechins in canola oil. Journal of American Oil Chemists' Society. 81(3): 269-274. <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1007/s11746-004-0894-7>
 58. Tanko, H., Carrier, D.J., Duan, L. and Clausen, E. (2005). Pre- and post-harvest processing of medicinal plants. Plant Genet. Resour. 3(2):304–313.

59. Torrenegra Alarcón, M. (2014). Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foiar extraído de especies de orégano (*Origanum vulgare*), oregano "borde blanco" (*Origanum vulgare ssp*) y oreganito (*Lippia alba mill*) cultivado en la zona norte del Departamentode Bolívar.
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000600045
60. Trópicos.(2010).tropicos.org.
<http://tropicos.org/NamePage.aspx?nameid=17605046&langid=66>
61. Vega, M. (2001). 91. Vega, M. (2001). Etnobotánica de la Amazonía Peruana.
<http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11667/Etnobot%C3%A1nica%20de%20la%20amazon%C3%ADa%20peruana.pdf?sequence=1>.
62. Vidanaturalia. (2015). www.vidanaturalia.com. Obtenido de <http://www.vidanaturalia.com/como-secar-y-conservar-plantas-medicinales/>.
63. Villaseñor, A. (2008). Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/3794>
64. Vongsak, et al. (2012). Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of Moringa oleifera leaf extract by the appropriate extraction method. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.021>
65. Quezada Walter, I. G. (2014). Obtención de extractos de plantas mucilaginosas para la clarificación de jugos de caña. Ibarra, Ecuador.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852014000200001
66. Zapana, F. D. (2016). Aplicación de la saponina de *quinua* (*Chenopodium quinoa Wild.*) como agente antifúngico en frutas y hortalizas. Chile.
<http://www.indap.gob.cl/docs/default-source/vii-congreso-quinua/ejes-tematicos/sistemas-productivos-tecnolog%C3%ADa-e-innovaci%C3%B3n/saponina-de-quinua-como-agente-antif%C3%BAngico-en-frutas-y-hortalizas-chile.pdf?sfvrsn=2>.

18. ANEXOS

Anexo 1. Lugar de ejecución



Fuente: (Google maps, s. f.)

Vista satelital de la ubicación de la Universidad Técnica del Cotopaxi

Anexo 2. Datos informativos del docente

ROJAS MOLINA JAIME ORLANDO

**DATOS PERSONALES**

CÉDULA DE CIUDADANÍA : 0502645435

FECHA DE NACIMIENTO : 15/10/1984

ESTADO CIVIL : Casado

CIUDAD : Latacunga

DOMICILIO : La Merced, Quijano y Ordoñez y Juan Abel
Echeverría 7-60

TELÉFONO : 032802455/0999084592

LUGAR/OCUPACIÓN ACTUAL : DOCENTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
COTOPAXI

TELÉFONO : 0322253162

CORREO ELECTRÓNICO : rojas_orlando1984@hotmail.com

FIRMA**Docente tutor**

Anexo 3. Datos informativos del estudiante.

DATOS PERSONALES

APELLIDO Y NOMBRES: Illescas Bayas Adriana Mishel

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 1805370937

FECHAS DE NACIMIENTO: 07 de Octubre de 1995

ESTADO CIVIL: Soltera

LUGAR DE NACIMIENTO: Machala

DIRECCION DE DOMICILIO: Pichincha y Quiz Quiz- Ambato

TELEFONO: 851136

MOVIL: 0992998285

E.MAIL: mishel.illescas0937@gmail.com



Formato académico

ESTUDIOS PRIMARIOS: La Granja

DIRECCION: Ambato

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Santo Domingo de Guzmán.

DIRECCION: Ambato

SUPERIOR: Universidad Técnica de Cotopaxi (decimo ciclo)

IDIOMAS: Suficiencia en ingles B1

PARTICIPACIÓN DE SEMINARIOS:

- Elaboración de Productos Cárnicos.
- II Congreso Internacional de Agroindustrias, Ciencias Tecnología e Ingeniería de Alimentos.
- Apoyo y Fortalecimiento al plan estratégico de la EP-EMA desde las asociaciones de comerciantes del Mercado Mayorista.
- Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencias y Tecnología Agroindustrial.
- XXV Simposio Técnico la Industria del Cuero.
- Seminario Internacional de Agroindustrias de la Investigación a la Comunicación de los Resultados. "II Seminario Internacional Agroindustrial" Desafíos en Nuestra Región en Procesos Tecnológicos Desarrollo e Innovación, Investigación y Publicación de Artículos Científicos.

FIRMA

Estudiante

Anexo 4. Datos informativos del estudiante.

DATOS PERSONALES

APELLIDO Y NOMBRES: Lovato Armas Carlos Raúl

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 1718431230

FECHAS DE NACIMIENTO: 05 de diciembre de 1997

ESTADO CIVIL: Soltero

LUGAR DE NACIMIENTO: Quito

DIRECCION DE DOMICILIO: Ismael Solis y Charles Darwin – La Armenia

TELEFONO: 02-2078395

MOVIL: 0995334480

E.MAIL: carlos.lovato1230@utc.edu.ec



Formato académico

ESTUDIOS PRIMARIOS: Rosario Del Alcázar

DIRECCION: Conocoto

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Unidad Educativa “Juan de Salinas”

DIRECCION: Sangolquí

SUPERIOR: Universidad Técnica de Cotopaxi (decimo ciclo)

IDIOMAS: Suficiencia en ingles B1

PARTICIPACIÓN DE SEMINARIOS:

- Elaboración de Productos Cárnicos.
- II Congreso Internacional de Agroindustrias, Ciencias Tecnología e Ingeniería de Alimentos.
- Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencias y Tecnología Agroindustrial.
- XXV Simposio Técnico la Industria del Cuero.
- Seminario Internacional de Agroindustrias de la Investigación a la Comunicación de los Resultados.
- "II Seminario Internacional Agroindustrial" Desafíos en Nuestra Región en Procesos Tecnológicos Desarrollo e Innovación, Investigación y Publicación de Artículos Científicos.

FIRMA

Estudiante

Anexo 5. Metodología

Fotografía 1. Recolección de sunfo fresco.

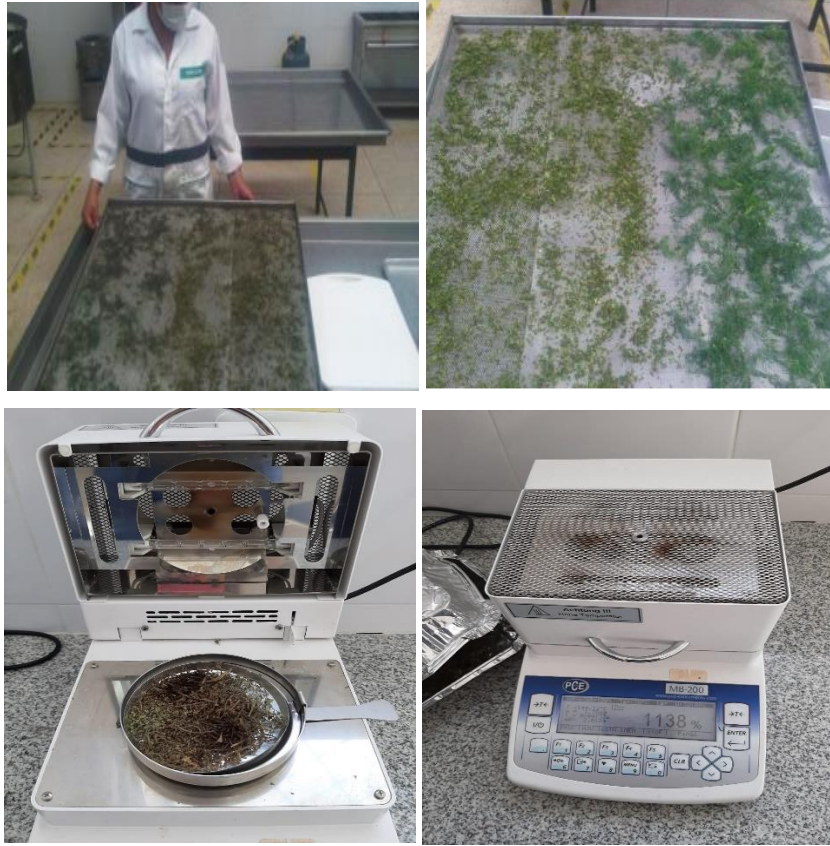


Fuente: *Illescas M, Lovato C (2020)*

Fotografía 2. Selección y limpieza de la muestra vegetal



Fuente: *Illescas M, Lovato C (2020)*

Fotografía 4. Secado

Fuente: *Illescas M, Lovato C (2020)*

Fotografía 5. Molienda

Fuente: *Illescas M, Lovato C (2020)*

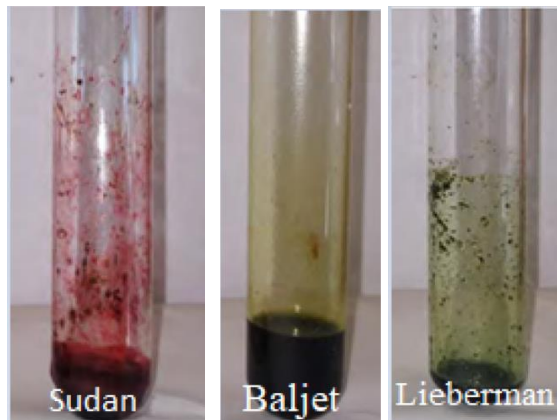
Fotografía 6. Almacenamiento de la muestra.



Fuente: *Illescas M, Lovato C (2020).*

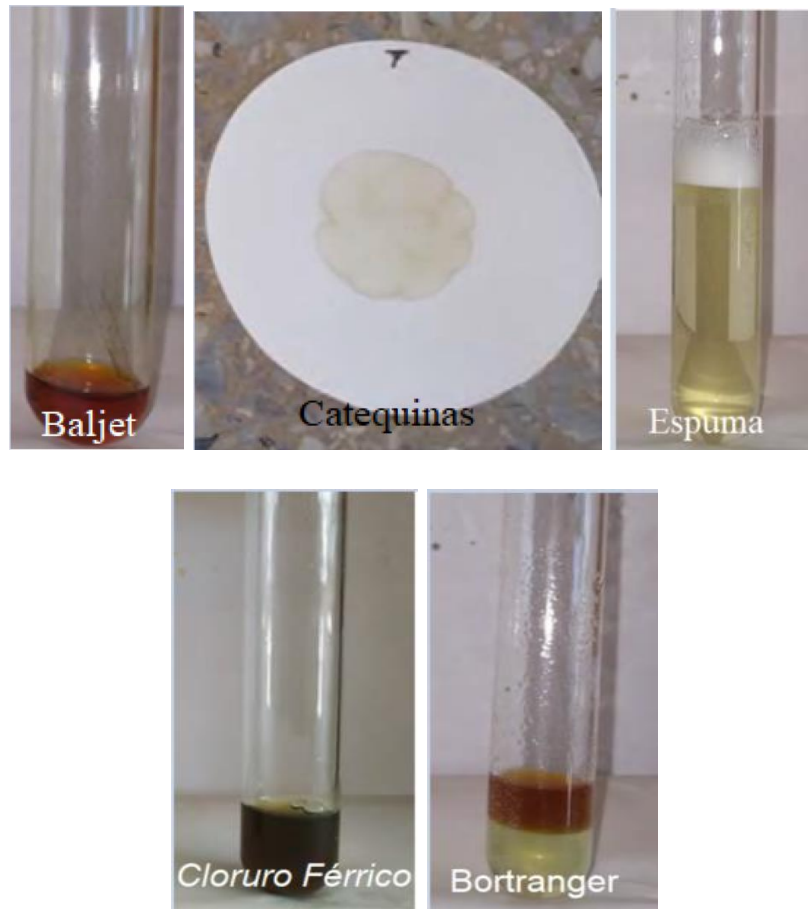
Anexo 6. Perfil fitoquímico en los extractos alcohólico, etéreo y acuoso del sunfo.

Fotografía 7. Extracto etéreo: ensayo de Sudan, Baljet, Lieberman B.



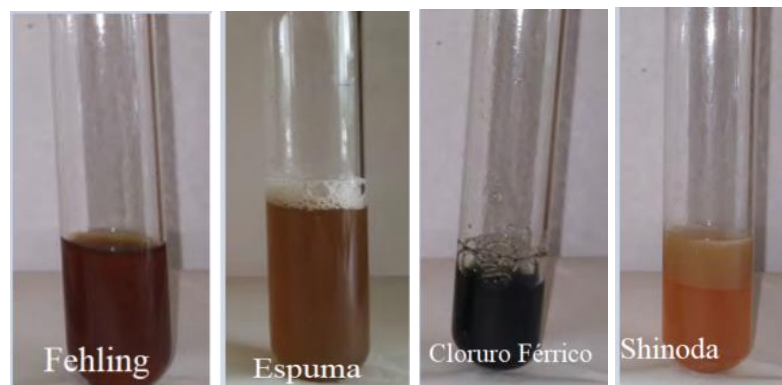
Fuente: Universidad de las Habanas (Cuba)

Fotografía 8. Extracto etanólico: ensayo Baljet, Catequinas, Espuma, Cloruro Férrico, Bortranger.



Fuente: Universidad de las Habanas (Cuba).

Fotografía 9. Extracto acuoso: ensayo Fehling, Espuma, Cloruro Férrico, Shinoda



Fuente: Universidad de las Habanas (Cuba)

Anexo 7. Aval de traducción.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del idioma Inglés de la Facultad de Ciencias Humanas y Educación de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los señores estudiantes Egresados de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial **ILLESCAS BAYAS ADRIANA MISHEL** y **LOVATO ARMAS CARLOS RAÚL**, cuyo título versa **“ESTUDIO DEL PERFIL FITOQUÍMICO Y POSIBLES APLICACIONES DE LOS EXTRACTOS ALCOHÓLICOS, ETÉREO Y ACUOSO DEL SUNFO (*Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze*)”**, 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 los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020

Atentamente,

Mg. José Ignacio Andrade Moran
C.C. 0503101040

DOCENTE UTC

