



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA DE UNA
CREMA A BASE DE *Buddleja incana* EN LA ESPECIE *Cavia
porcellus***

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTOR:

CHRISTIAN DANIEL SILVA SILVA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA DE UNA
CREMA A BASE DE *Buddleja incana* EN LA ESPECIE *Cavia
porcellus***

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTOR: CHRISTIAN DANIEL SILVA SILVA

DIRECTOR: BQF. DIEGO RENATO VINUEZA TAPIA, M.Sc.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Christian Daniel, Silva Silva

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

Yo, CHRISTIAN DANIEL SILVA SILVA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los resultados de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de Noviembre de 2022

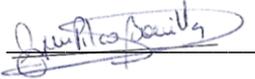


Christian Daniel Silva Silva

C.I: 180439878-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo Experimental, **EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA DE UNA CREMA A BASE DE *Buddleja incana* EN LA ESPECIE *Cavia porcellus***, realizado por el señor: **CHRISTIAN DANIEL SILVA SILVA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
BQF. Valeria Isabel Rodríguez Vinueza, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-11-15
BQF. Diego Renato Vinueza Tapia, MSc. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-11-15
BQF. Gisela Alexandra Pilco Bonilla, MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-11-15

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Titulación va dedicado para mi madre, hermano y toda mi familia por brindarme todo el apoyo y la fortaleza para cumplir mis metas y mi formación como profesional.

Christian

AGRADECIMIENTO

Primero me gustaría agradecer a Dios principalmente por darme salud y vida para continuar con mis estudios y mi formación profesional, por guiarme por el camino del bien, por otorgarme conocimientos, fortaleza y la sabiduría a lo largo de mi vida.

Le agradezco de todo corazón a mi Madre María del Carmen Silva que siempre me da su cariño, ha estado conmigo, apoyándome desde siempre, brindándome su ejemplo para salir adelante pese a las dificultades que se presenten en el camino, por inculcarme sus valores y principios y ser mi ejemplo a seguir en esta vida. A mi hermano, tía y primo John, Lidia y Carlos por estar siempre en todos los momentos, darme sus alegrías y ocurrencias y sobre todo quererme siempre.

A todos mis amigos, compañeros y demás conocidos que han formado parte a lo largo de mi etapa universitaria, brindándome su cariño, amistad y apoyo en todos los semestres, vivencias, paseos y demás locuras.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser una gran institución, la cual me ha permitido formarme como profesional, al grupo de investigación GIPRONAF y de manera especial a mi tutor BQF. Diego Renato Vinuesa, por brindarme su apoyo y dedicación quien, con sus grandes conocimientos, su paciencia, experiencia, motivación y sobre todo amistad, ha logrado que pueda adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para mi formación profesional.

Christian

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Bases teóricas	5
1.1.1. Clasificación Taxonómica.....	5
1.1.2. Generalidades.....	6
1.1.3. Descripción botánica y hábitat	6
1.1.4. Composición Química	6
1.2. Cuy/Cobayo (<i>Cavia porcellus</i>).....	7
1.3. Luz Solar	8
1.3.1. Efectos del sol sobre la piel.....	8
1.3.1.1. Efectos positivos de la luz solar.....	8
1.3.1.2. Efectos negativos de la luz solar.....	9
1.3.1.3. Efectos para los seres vivos causados por la radiación solar.....	9
1.4. Radiación ultravioleta.....	10
1.5. La piel.....	10
1.6. Efectos de la exposición a los rayos ultravioleta (UV).....	11
1.7. Factor de Protección Solar (FPS)	12
1.8. Protectores Solares.....	12
1.9. Drogas Vegetales	13
1.10. Extractos vegetales	13
1.11. Flavonoides.....	13
1.12. Cremas.....	13
1.13. Pomadas	14

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	15
2.1.	Tipo de investigación	15
2.2.	Lugar de la Investigación	15
2.3.	Población de estudio	15
2.3.1.	<i>Materia Prima</i>	15
2.3.2.	<i>Modelo animal</i>	16
2.3.3.	<i>Criterios de inclusión</i>	16
2.3.3.1.	Material vegetal	16
2.3.3.2.	Modelo animal	16
2.3.4.	<i>Criterios de exclusión</i>	16
2.3.4.1.	<i>Material vegetal</i>	16
2.3.4.2.	<i>Modelo animal</i>	17
2.3.5.	<i>Identificación de variables</i>	17
2.4.	Materiales, reactivos y equipos	17
2.4.1.	<i>Materiales</i>	17
2.4.2.	<i>Equipos</i>	18
2.4.3.	<i>Materias primas</i>	18
2.4.4.	<i>Reactivos y soluciones</i>	18
2.5.	Metodología	18
2.5.1.	<i>Maceración y extracción del principio activo</i>	19
2.5.2.	<i>Preparación de la Formulación con el principio activo</i>	19
2.5.2.1.	<i>Descripción de los excipientes</i>	20
2.5.2.2.	<i>Alcohol cetílico</i>	20
2.5.2.3.	<i>Cera blanca de abejas</i>	21
2.5.2.4.	<i>Propilenglicol</i>	21
2.5.2.5.	<i>Lauril Sulfato de Sodio</i>	22
2.5.2.6.	<i>Metil parabeno</i>	23
2.5.3.	<i>Elaboración de la formulación Crema base de Beeler</i>	23
2.5.4.	<i>Protocolo de Administración del Producto al modelo animal</i>	25
2.5.5.	<i>Obtención y cálculo del factor de protección solar</i>	26
2.5.6.	<i>Cálculo Del FPS</i>	26
2.6.	Gráfico Resumen de procedimientos	27
2.7.	Matriz de consistencia de variables	28

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1.	Extracto seco obtenido a partir de las hojas de buddleja incana	29
3.2.	Valores encontrados de diferencia en el eritema	29
3.3.	Análisis de ANOVA	30
3.4.	Comparaciones múltiples de Dunnet con un control	32
3.5.	Factor de protección solar	33
3.5.1.	<i>Cálculo del factor de protección solar</i>	36
	CONCLUSIONES	37
	RECOMENDACIONES	38
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación Taxonómica de <i>Buddleja incana</i>	5
Tabla 2-1:	Clasificación Taxonómica de <i>Cavia porcellus</i>	7
Tabla 3-1:	Efectos nocivos producidos en el ser humano gracias a la sobreexposición de la radiación ultravioleta solar.....	11
Tabla 1-2:	Pesos de materias primas	24
Tabla 2-2:	Tiempo De Exposición Sin Riesgo	26
Tabla 3-2:	Matriz de consistencia de variables	28
Tabla 1-3:	Valores de diferencia en el eritema sobre <i>Cavia porcellus</i> usado ensayo <i>Buddleja incana</i> (extracto hidroalcohólico seco vehiculizado en base de Beeler), %	29
Tabla 2-3:	Incremento de eritema % en la valoración del FPS del Blanco.	34
Tabla 3-3:	Incremento de eritema % en la valoración del FPS de formulación al 0,4 %....	34
Tabla 4-3:	Análisis estadístico en el estudio del factor de protección solar.	35

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Buddleja incanna.....	5
Ilustración 2-1:	Cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	7
Ilustración 1-2:	Maceración y extracto de Buddleja incana.....	19
Ilustración 2-2:	Alcohol cetílico.....	21
Ilustración 3-2:	Cera blanca de abeja.....	21
Ilustración 4-2:	Propilenglicol.....	22
Ilustración 5-2:	Lauril Sulfato de sodio.....	22
Ilustración 6-2:	Metil Parabeno.....	23
Ilustración 7-2:	Procedimiento para realizar la Base de Beeler.....	24
Ilustración 8-2:	Unión de la Fase oleosa con la fase acuosa junto con el principio activo....	25
Ilustración 9-2:	Gráfico Resumen de procedimientos.....	27
Ilustración 1-3:	Análisis Dunnet para las formulaciones.....	32
Ilustración 2-3:	Grafica de intervalos en Análisis Dunnet para las formulaciones.....	33
Ilustración 3-3:	Desarrollo del eritema, ecuación de la recta vehículo (Blanco).....	35
Ilustración 4-3:	Desarrollo del eritema, ecuación de la recta vehículo (Formulación).....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: APROBACIÓN COMITÉ DE ÉTICA

ANEXO B: RECOLECCIÓN, SECADO Y TRITURADO DE LA PLANTA *Buddleja incana*

ANEXO C: PESAJE Y MACERACIÓN DE LA PLANTA *Buddleja incana*

ANEXO D: OBTENCIÓN DEL EXTRACTO SECO MEDIANTE ROTAVAPOR DE LA PLANTA *Buddleja incana*

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

UV	Ultra violeta
EMT	Extracto metanolico total
EXA	Agencia Espacial Civil Ecuatoriana
UFC	Unidades formadoras de colonias
IUV	Índice de radiación ultravioleta
FPS	Factor de protección solar
OMC	Octilmetoxicinamato
DEM	Dosis eritematógena mínima
OMS	Organización Mundial de la Salud
ADN	Ácido desoxirribonucleico
FDA	Food and Drug Administration
COLIPA	Agrupación Europea de Productos de Cosmética y perfumería
HLB	Equilibrio hidrófilo/lipófilo
cm	Centímetros
m	Metros
g	Gramos
mL	Militros
O/W	Aceite/agua
W/O	Agua/Aceite
P/V	Peso/Volumen
V/V	Volumen/Volumen

RESUMEN

El objetivo del siguiente trabajo experimental fue evaluar la actividad fotoprotectora de una crema a base de *Buddleja incana* en la especie *Cavia porcellus*. Se inició lavando y secando las hojas de la especie vegetal, se trituraron y pulverizaron para obtener un extracto alcohólico al 70%, la maceración del extracto vegetal se llevó a obscuridad, el producto se filtró y llevó al Rotavapor durante una hora a una temperatura y velocidad constante en condiciones al vacío para obtener el extracto final con el cual se realizó la formulación Base de Beeler, la que se preparó en dos fases: la acuosa y oleosa utilizando el baño maría a una temperatura, posteriormente se disolvió cada componente hasta su punto de fusión, formando la Base de Beeler. Se empleó un estricto protocolo de manejo con el cual utilizando el instrumento “Mexameter”, se rasuró la zona de la espalda y colocó el cuy en el cepo, aplicando menos de un gramo de la crema preparada a tres diferentes concentraciones, tomando 3 mediciones a partir de la irradiación en el lomo del cuy. Se realizó el análisis estadístico Anova utilizando los valores encontrados se empleó el método de Dunnet, realizando el cálculo del FPS mediante la fórmula respectiva utilizando la Dosis Eritematógena Mínima con protección y sin protección, obteniendo que la mejor crema es C1 correspondiente al 0,4% con un valor de FPS de 1,64; interpretándolo a un valor de 59,54 demostrando su efectividad ante las marcas comerciales del mercado con un 11 %. Se concluyó que la especie vegetal *Buddleja incana* contiene actividad fotoprotectora, antiinflamatoria y antioxidante, posterior a la radiación controlada entre 290-320 nm en el lomo de la especie *Cavia porcellus*. Se recomienda utilizar cobayos cuya coloración de piel sea clara para que los efectos fotoprotectores de la formulación sean más visibles.

Palabras clave: <ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA>, <BASE DE BEELER>, <EXTRACTO ALCOHOLICO>, <QUISHUAR (*Buddleja incana*)>, <FACTOR DE PROTECCION SOLAR (FPS)>, <CUY (*Cavia porcellus*)>, <RADIACION ULTRAVIOLETA (UV)>.



2302-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The aim of this experimental work was to evaluate the photoprotective activity of a cream based on *Buddleja incana* in the specie *Cavia porcellus*. The leaves of the plant species were washed, dried, crushed and pulverized to obtain a 70% alcoholic extract, the maceration of the plant extract was put into a darkened chamber then the product was filtered and taken to the Rotavapor during one hour at a constant temperature and speed under vacuum conditions to obtain the final extract with which, the Beeler's Base formulation was made, this was prepared in two phases; the aqueous and oily using water bath at a certain temperature, then each component was dissolved until its melting point, forming the Beeler's Base. A strict handling protocol was used with the guinea pig using the "Mexameter", the back area was shaved and the guinea pig was placed in the clamp, applying less than one gram of the cream prepared at three different concentrations, taking 3 measurements from the irradiation on the back of the guinea pig. Anova statistical analysis was performed using the values found, Dunnet's method was used, calculating the SPF by means of the respective formula using the Minimum Erythematogenic Dose with protection and without protection, obtaining that the best cream is C1 corresponding to 0.4% with an SPF value of 1.64; interpreting it to a value of 59.54 demonstrating its effectiveness compared to the commercial brands available in the market with 11%. It was concluded that the plant species *Buddleja incana* contains photoprotective, anti-inflammatory and antioxidant activity, after controlled radiation between 290-320 nm on the back of the specie *Cavia porcellus*. It is recommended to use guinea pigs whose skin coloration is light so that the photoprotective effects of the formulation be more visible.

Keywords: <PHOTOPROTECTIVE ACTIVITY>, <BEELER'S BASE>, <ALCOHOLIC EXTRACT>, <QUISHUAR (*Buddleja incana*)>, <SUN PROTECTION FACTOR (SPF)>, <GUINEA PIG (*Cavia porcellus*)>, <ULTRAVIOLET (UV) RADIATION>.



Edison Hernán Salazar Calderón

0603184698

INTRODUCCIÓN

Diversos autores coinciden en que el sol es la estrella más prominente visible desde la Tierra, la energía que transmite es fundamental para el desarrollo y crecimiento de la vida, ya que proporciona varios de los beneficios más importantes, como capturar los rayos solares para proporcionar vitamina D, necesarios para la fijación del calcio, que además contribuye a un mejor funcionamiento del sistema inmunitario y autorregulación de reacciones enzimáticas (Mera & Ortega, 2011, p.3).

La exposición al sol estimula el metabolismo, acelerando, entre varias cosas, la actividad de las células, sin embargo, debido a la alta intensidad con la que incurren los rayos sobre la superficie de la Tierra se considera como amenaza para la salud, principalmente para la piel, ya que este es el órgano más expuesto a la radiación solar y los efectos negativos que produce pueden conllevar a lesiones severas (González & Castro, 2010, p.10).

Al evidenciar las graves consecuencias que puede conllevar la incidencia de la radiación solar como resultado de nuestra ubicación geográfica y el debilitamiento de la capa de ozono por la contaminación producida por los humanos, el siguiente trabajo de investigación se enfoca en la búsqueda de alternativas sustentables y naturales que ayuden a proteger a las futuras poblaciones de las altas radiaciones solares.

En un estudio realizado en el año 2015 de título: “ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA DE LA *Buddleja incana*, EN FOTOTIPOS DE PIEL III PARA LA ELABORACIÓN DE UN PROTECTOR SOLAR”, se detalla cómo se comprobó la actividad fotoprotectora de las hojas secas de la planta nativa “Quishuar” (*Buddleja incana*), puntualizando un estudio realizado *in vivo*, ejecutándolo en los Laboratorios de Fitoquímica y Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Labre, 2015, p.15).

Al analizar la metodología utilizada en el estudio se conoce que las hojas secas del “Quishuar” fueron pulverizadas y maceradas con metanol, obteniéndose a partir de estas un extracto metanólico total (EMT) y varios extractos de carácter metanólico, para posteriormente elaborar una forma farmacéutica (crema) que posea actividad fotoprotectora y con esto reemplazar parcialmente a los bloqueadores solares de carácter comercial (Labre, 2015, p.15).

Este se trata de estudio experimental relevante e innovador que sienta las bases para un mejor entendimiento de cómo actúa el principio activo de la especie vegetal y su uso en la industria

farmacéutica, como aportación para los diferentes estudios que se conllevaran a futuro (Labre, 2015, p.15).

Estas investigaciones nos sirven para revelar ante la sociedad como es significativa la intensidad de los rayos solares, ya que, en Ecuador son muy elevados principalmente en zonas donde la altura es incidente como lo puede ser en la región sierra al incurrir de manera fuerte a la piel generando un riesgo en la población de padecer problemas cutáneos, un estudio realizado en el año 2018 denominado:

“DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FOTOPROTECTORA, GENOTÓXICA Y DE IRRITACIÓN OCULAR *in vitro* DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE *Buddleja incana*” detalla la utilización de un método *in vitro* a partir del extracto hidroalcohólico, donde se verifica la actividad fotoprotectora y se comprueba mediante la técnica de muerte celular provocada por exposición de *Escherichia coli* cepa: ATCC 25922, a la radiación ultravioleta (Samaniego, V. 2018).

En el estudio se estima el número de UFC sobrevivientes que se descubrieron en intervalos de 30 minutos en un lapso de 3 horas, luego de verificar con los resultados obtenidos se derivó en el estudio que el extracto de *B. incana* presenta un efecto fotoprotector muy similar a los controles etilhexil metoxicinamato y octildimetil-PABA a las mismas concentraciones, ya que estos forman parte de los protectores comerciales regulares (Samaniego, V. 2018).

Para una mejor caracterización del principio activo de la planta y posterior uso en la industria farmacéutica se recomendó identificar estructuralmente los compuestos presentes y responsables de la actividad fotoprotectora, comprobando mediante diversos procesos y pruebas, para su aplicación como nuevos filtros solares de mejor uso cosmético (Samaniego, V. 2018).

Planteamiento del problema

Según investigaciones previamente ejecutadas la exposición a la radiación solar puede generar efectos beneficiosos, pero también puede generar efectos dañinos debido principalmente a que las radiaciones UV-A y UV-B no pueden ser absorbidas por el ozono presente en la atmósfera a causa del daño existente en la capa de ozono, los rayos solares recorren menor distancia hasta incidir en la tierra generando daños a la piel como eritemas, manchas cutáneas, pitiriasis y por ende cáncer de piel (Rioja, U. 2016).

Un grupo de investigadores comprobaron que los datos logrados por dos estaciones climatológicas pertenecientes a la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA), concuerdan en que

el nivel de radiación en el Ecuador representa un riesgo alto para los habitantes, debido al desgaste prolongado por la contaminación sobre latitudes ecuatoriales en los últimos años y en consecuencia los niveles de radiación superiores al máximo establecido como tolerable o seguro para la salud humana (Lorenti, 2018).

En este punto fue factible investigar si el extracto seco y subextractos de las hojas secas de *Buddleja incana* poseen actividad fotoprotectora por contener entre sus componentes principales flavonoides y compuestos verbascósidos, los cuales poseen una propiedad fotoprotectora contra los rayos ultravioletas. Además, diversos estudios indican que los flavonoides presentes en las plantas pueden absorber hasta el 90% de las radiaciones ultravioletas (Santos et al., 2017).

Para ello en este trabajo experimental se ha visto la necesidad de preparar a partir de las hojas secas de la planta un extracto seco obtenido de la especie vegetal *Buddleja incana*, posteriormente realizar pruebas de calidad del principio activo y de los extractos preparados, para elaborar una formulación fotoprotectora y comprobar su actividad fotoprotectora en la especie *Cavia porcellus*.

Justificación

Desde tiempos remotos las plantas poseían propiedades y aplicaciones específicas, con esto, el uso de plantas en la medicina natural tradicional es una excelente opción para el tratamiento de enfermedades, puesto que es el principal recurso de las poblaciones ancestrales, entre la flora endémica andina del Ecuador se distingue principalmente el “Quishuar” (*Buddleja incana*), planta generalmente subutilizada, es decir florecen sin ningún fin comercial y su uso es poco conocido. Otros componentes y compuestos fitoquímicos característicos de la plantas a estudio nos servirá como fundamento y de conocimiento para una posterior aplicación en formulaciones farmacológicas, de tal manera que en el mercado se expendan formas farmacéuticas de origen natural con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los consumidores, ya que sus principales beneficios son los escasos efectos adversos que puedan provocarse por su utilización dérmica. Al realizar el estudio lo consideramos asequible ya que se cuenta con todos las técnicas, equipos y materiales necesario para proceder con la experimentación, ya que, diversas características propias de esta planta nativa de nuestra región Ecuatoriana la hacen muy necesaria para comprobar en diversos estudios, podemos denotar que esta se encuentra a grandes alturas y por tanto recibe mayor incidencia de radiación solar.

El motivo final del presente proyecto experimental es innovador al fomentar la creatividad en investigaciones y proyectos posteriores sobre la actividad fotoprotectora que posee la planta de “Quishuar” (*Buddleja incanna*) que estos describan las propiedades de los principios activos, para

impulsar su uso en la industria farmacéutica en una crema aplicada sobre la especie *Cavia porcellus* (Cuy domestico).

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la actividad fotoprotectora de una crema a base de *Buddleja incana* en la especie *Cavia porcellus*

Objetivos específicos

- Obtener el extracto seco de *Buddleja incana* y valorar la capacidad fotoprotectora que posee.
- Elaborar una crema basada en el extracto seco a diferentes concentraciones que presente una mayor capacidad fotoprotectora.
- Medir el efecto fotoprotector de los extractos de *Buddleja incana* a través de la especie *Cavia porcellus* inducida por radiación UV-B.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Bases teóricas

“Quishuar” (*Buddleja incana*)

1.1.1. Clasificación Taxonómica

En la Figura N°1 se puede observar la clasificación taxonómica de “Quishuar” (*Buddleja incana*):



Ilustración 1-1: *Buddleja incana*

Fuente: Según: (Reynel 2018, pp-28).

Tabla 1-1: Clasificación Taxonómica de *Buddleja incana*

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Lamiales
Familia:	Scrophulariaceae
Tribu:	Buddlejeae
Género:	<i>Buddleja</i>
Especie:	<i>Buddleja incana</i>

Fuente: Según: (Reynel 2018, p. 28).

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

1.1.2. Generalidades

Nombres comunes: Quiswar orcko, Quiswar china (Reynel, 2018).

1.1.3. Descripción botánica y hábitat

La especie vegetal andina *Buddleja incana* comúnmente llamado en Latinoamérica como “Quishuar” es conocido como un árbol aborigen y propio de la región interandina, comúnmente su tamaño es mediano mide aproximadamente entre 3 a 12 metros de altura de tronco característico robusto y muy frondoso (Reynel, 2018).

En sus características están sus hojas que son extensas y simples que oscilan de una longitud de 10-12 cm, y 2-2,5 cm de ancho, el envés está protegido por alrededor de 10 o más vellosidades pequeñas que le atribuyen un tono blanco y de aspecto suave, posee también pequeños grupos de flores en varios racimos a lo largo en el tronco del árbol formando su particular y distintivo aspecto boscoso (Reynel, 2018).

1.1.4. Composición Química

Diversas plantas de la especie *Buddleja* han sido producto de investigaciones *in vitro* en laboratorio cuyos resultados han aportado con la identificación de algunos metabolitos secundarios, entre ellos encontramos: triperpenoides, compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides en minúsculas cantidades, verbascósidos, (Avila et al., 2015) y antiocianidinas (Vieira et al., 2019).

Investigaciones recientes en diferentes plantas de la especie *Buddleja* reportan que los flavonoides, compuestos verbascósidos y el linarin extraídos de *Buddleja scordioides*, contienen una propiedad con actividad fotoprotectora frente a los rayos ultravioletas que inciden a la tierra que pueden producir daño a la dermis, junto a estas propiedades exhibe una alta capacidad antioxidante y antiinflamatoria (Santos et al., 2012).

Al hablar del compuesto principal denominado verbascósido se trata de un fenilpropanoide extraído de varias especies de *Buddleja*, usados en medicina tradicional de Latinoamérica como protector solar natural con un valor de FPS entre: $9 \pm 0,7$. Este verbascósido está presente en varios extractos alcohólicos e hidroalcohólicos atrayendo las radiaciones UV-A y UV-B de la radiación solar (SANTOS, 2016).

1.2. Cuy/Cobayo (*Cavia porcellus*)



Ilustración 2-1: Cuy (*Cavia porcellus*)

Fuente: FAO, 2016.

Clasificación taxonómica de la especie *Cavia porcellus*; cómo podemos observar en la tabla N° 2-1:

Tabla 2-1: Clasificación Taxonómica de *Cavia porcellus*

REINO	Animal
SUB-REINO:	Metazooario
TIPO:	Cordado
SUBTIPO:	Cordado Vertebrado
CLASE:	Mamífero (Mammalia)
SUB-CLASE:	Placentario
ORDEN:	Roedor (Rodentia)
SUB-ORDEN:	Hystricomorpha
FAMILIA:	Caviidae
GÉNERO:	Cavia
ESPECIE:	<i>Cavia porcellus</i>

Fuente: Según: (FAO, 2016).

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

El cuy, cobayo o curí es un roedor mamífero aborigen de las regiones andinas de Ecuador, Perú Colombia y Bolivia, conocido como una fuente de consumo animal de elevado valor nutricional

que contribuye a la seguridad alimentaria de la población indígena de escasos recursos ya que sus cuidados y nutrición son módicos al ser un animal doméstico de crianza fácil (FAO, 2016).

Los cuyes son pequeños roedores herbívoros y monogástricos, que se caracterizan por su gran rusticidad, corto ciclo biológico y excelente fecundación, son distinguidos por la forma de su cuerpo alargada y cubierto de vellosidades desde su nacimiento, los machos se desarrollan más rápido que las hembras, por su forma de caminar y ubicación de los testículos no se puede diferenciar el sexo sin mirar u observar los genitales directamente. (FAO, 2016).

1.3. Luz Solar

La luz solar o radiación solar, se define como la energía que transporta el sol hasta la superficie terrestre, esta energía tiene la capacidad de viajar en forma de ondas que liberan energía cuando colisionan con un objeto, esta reacción se da mediante sus propiedades eléctricas y magnéticas conocidas como ondas electromagnéticas, que van desde los rayos cósmicos, rayos gamma, rayos X, rayos UV, rayos visibles e infrarrojos (Abal, n.d, pp.1-7).

Aludidas radiaciones sufren significativas modificaciones por su camino a través de la atmósfera y únicamente dos tercios de la exposición logran llegar a la superficie de la Tierra, en forma de radiaciones ultravioleta como menciona en los siguientes valores: UVB (0.3%), UVA (5.1%), radiaciones visibles (62.7%) e infrarroja, (31.9%); las cuales son principales para llevar a cabo los procesos metabólicos en la mayoría de los organismos vivos (González et al., 2009, p.70).

1.3.1. Efectos del sol sobre la piel

1.3.1.1. Efectos positivos de la luz solar

- Ayuda a la síntesis de vitamina D, la misma que tiene acción antirraquítica y previene la osteoporosis.
- Actúa en el tratamiento de algunas dermatosis.
- Favorece a la circulación sanguínea.
- Estimula la síntesis de neurotransmisores cerebrales, responsables del estado de ánimo del hombre.

1.3.1.2. Efectos negativos de la luz solar

- **Golpe de calor:** Esto es causado por los rayos infrarrojos, mecanismo irradiado por una temperatura exterior excesiva, que origina un aumento en la sudoración normal del cuerpo, cuando no es compensada con una conveniente hidratación puede ocasionar consecuencias graves sobre todo en los niños.
- **Eritema solar:** Se lo conoce como eritema actínico, exhibe un enrojecimiento de la dermis, en las cuales las células epidérmicas están laceradas por los rayos UVB.
- **Hora en el día:** La energía solar varía durante todo el día, siendo las horas intensivas de mayor irradiación de los rayos solares entre las 12 y las 17 horas.
- **Contaminación industrial:** La contaminación es conocido como un buen filtro y este a su vez absorbe gran parte de las radiaciones solares que irradian la atmosfera terrestre captando de mayor forma y produciendo daños en la piel (EPA, 2001).

1.3.1.3. Efectos para los seres vivos causados por la radiación solar

El sol tiene efectos beneficiosos para los humanos, por consiguiente, si captamos con exceso la radiación solar puede ser perjudicial para la salud la exposición directa, por otro lado, de forma voluntaria o involuntaria puede llegar a ser dañina para la epidermis, es decir, muchas personas desconocen que el cuerpo afronta a una de las fuentes de energía natural más poderosos de la naturaleza. (OMS, 2016).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), indica que las radiaciones solares en exceso ejercen un efecto negativo para la salud como:

- **Daño a nivel genético:** Las radiaciones UV-B interfieren con la formación de los enlaces de ADN, injuriando la molécula, muchos de estos errores son reparados por los sistemas enzimáticos de la célula en el organismo propio, pero algunas no pueden ser reparadas produciendo mutaciones que perduran y pueden producir a lo largo cáncer de piel, el 90% de los cánceres de piel son atribuidos a las radiaciones UV-B siendo el cáncer más maligno el melanoma (OMS, 2016).
- **Daño en los ojos:** La exposición por largos períodos de tiempo frente a los rayos ultravioleta del sol puede perjudicar los ojos, especialmente la córnea, ya que esta absorbe sencillamente estas radiaciones, llegando a producir cegueras de nivel temporal y una exposición prolongada se asocia a la formación de cataratas (OMS, 2016).

1.4. Radiación ultravioleta

La radiación ultravioleta (UV) establece parte de las radiaciones electromagnéticas expuestas por el sol, conformada por longitudes de onda que van de 100 a 400 nm, constituyendo la parte más energética del espectro electromagnético, que alcanza llegar a la superficie terrestre. En cantidades normales y adecuadas la radiación UV es buena para la salud, ya que ayuda a la producción de vitamina D y en varias especies vegetales aporta en los procesos fotosintéticos (OMS, 2016). Varias longitudes de onda forman la radiación UV se menciona: la UV-A (315-400 nm), la UV-B (280- 315) y la UV-C (100-280 nm); en este punto las radiaciones UV-A y UV-B logran penetrar la capa de ozono y alcanzan irradiar la superficie terrestre, el 95% y 5% de la intensidad, siendo considerada la UV-B el mayor factor de peligro para la piel humana ya que afecta con el 80% de los efectos dañinos a su exposición, mientras que la UV-A produce el 20% sobrante (Vargas et al., 2013).

La mayoría del tiempo la piel se expone a la radiación UV de la capa terrestre, parte es absorbida, reflejada o se transfiere a diversas capas de células, hasta que el fotón que incide mayoritariamente se disipa, la cantidad de luz solar que se absorbe en los tejidos es muy importante ya que es energía que causa daño, dependiendo del tipo de piel, la intensidad de la radiación UV o la cantidad de tiempo en exposición al exterior (López y Nevoti, 2006, pp. 25-26).

La exposición excesiva a los rayos UV-A como UV-B se relaciona con proceso de eritema, edema, quemaduras, hiperplasia, daños en el ADN, foto envejecimiento temprano, cáncer a nivel cutáneo, cataratas y otras enfermedades que afectan a los globos oculares, indicando que el 70 % la radiación UV-B llega al estrato corneo en la epidermis, mientras que la UV-A es asimilado mayormente por las células de la dermis en un 70 a 80 % (González Púmariega et al., 2009, pp. 70- 71).

1.5. La piel

Es el órgano que envuelve la mayor parte del cuerpo humano, este compone alrededor de 10-15% del peso total del organismo, está separada en tres capas principales exactamente definidas como son: epidermis, dermis e hipodermis y apéndices cutáneos propio como: glándulas sudoríparas, folículos pilosos y uñas (Hurtado y Rugel, 2019, p. 10).

- **Epidermis:** Se caracteriza por su espesor medio de 100 μm , surtido por un epitelio escamoso conformado por capilares y nervios sensoriales, sus células principales son queratinocitos que sufren varios métodos de diferenciación que acontecen en las 3 sub capas de la epidermis: estrato basal, estrato espinoso y la capa cornea, la última es la más superficial aquí se

localizan células sin núcleo tipo aplastadas llamadas cornecitos (Almeida y Costa, 2016, pp. 326-327).

- **Dermis:** Es un tejido de tipo soporte que brinda fijación, concretamente compresible y conectivo nivel elástico, compuesto fundamentalmente por sustancia elemental como son los: fibroblastos, moléculas de elastina y el colágeno, el espesor de estos varía según la localización corporal que puede ser de 3 a 5 mm (Almeida y Costa, 2016, pp. 326-327).
- **Hipodermis:** Se conoce como un tejido subcutáneo compuesto por varias células grasas llamadas adipocitos, esta es la capa en donde surge la complicada red vascular hasta la epidermis basal y que entre sus principales funciones se encuentra la regulación de la Temperatura del organismo o termorregulación, aislamiento, provisión energética de las células y protección mecánica ante lesiones cutáneas, (Almeida y Costa, 2016, pp. 326-327).

1.6. Efectos de la exposición a los rayos ultravioleta (UV)

La exposición a la radiación ultravioleta posee efectos positivos sobre la piel del ser humano, pero puede ser dañino cuando sobrepasan los límites de seguridad, puede provocar efectos agudos o crónicos, esencialmente la piel y ojos, ya que estos órganos son los más peligrosos, los efectos agudos incluyen desde el eritema, quemaduras en la piel y. Los efectos crónicos envuelven el cáncer de piel y su foto envejecimiento, cataratas en los ojos y el cáncer de conjuntiva.

El sistema inmunológico está afectado directa o indirectamente por la sobreexposición a la radiación ultravioleta a través de una depreciación de su funcionamiento normal y de las defensas naturales de la piel, el riesgo de infecciones y reacciones alérgicas a ciertos medicamentos es inminentemente dañino y a la vez va reduciendo la efectividad farmacológica que producen las vacunas (RIVERA, 2003). Como podemos observar en la tabla N° 3-1:

Tabla 3-1: Efectos nocivos producidos en el ser humano gracias a la sobreexposición de la radiación ultravioleta solar

	Efectos Agudos	Efectos crónicos
Piel	Eritema Quemaduras	Cáncer de piel Foto envejecimiento
Ojos	Foto queratitis Foto conjuntivitis	Cataratas Cáncer de conjuntiva
Sistema inmunitario	- Disminución de la respuesta inmunitaria. > Mayor riesgo de infecciones y reacciones alérgicas. < Reducción de la efectividad de las vacunas	

Fuente: (RIBERA, M. Y OTROS 2003).

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

1.7. Factor de Protección Solar (FPS)

Se lo define como el tiempo de exposición solar vital para que se produzca un eritema menor que se pueda detectar en la piel, en el FPS se compara el efecto producido sin ningún tipo de protección ante el resguardo con ayuda de un filtro solar, una persona que presenta eritema y signos de quemadura ante una hora de exposición solar, al usar un filtro con factor de protección solar 4 (FPS 4) o mayor desenvolvería eritema solo al exteriorizarse durante cuatro horas seguidas (Gonzales, 2004).

El FPS mide principalmente la protección frente a la radiación UV-B, el FPS 25 se sabe que protege contra el 92% de la radiación UV-B, en comparación con el FPS 30 que protege en un 97,5% y un FPS 50 protege el 99% de la irradiación, un protector solar adecuado para el uso humano debe tener por lo menos un valor de FPS 30+ y que al agregar filtros contra la radiación UV-A se amplifica su eficacia contra el espectro de radiación ultravioleta (Benet, 2018).

1.8. Protectores Solares

Dentro de la puntualidad de la definición la Comisión Europea define a los protectores solares o filtros solares como cualquier fórmula magistral: crema, aceite, gel o aerosol, de aplicación sobre la piel humana con la finalidad de protegerla ante radiación ultravioleta, absorbiéndola, dispersándola y reflejándola. Al inicio de los tiempos se usaba para contrarrestar los efectos agudos de la radiación ultravioleta (AECC, 2014).

En la actualidad un correcto protector solar busca disminuir los efectos crónicos que produce la radiación UV, de esta manera ayudando a prevenir la aparición de carcinomas en la piel y acortar la formación de dímeros de pirimiditas, además, proteger de la inmunosupresión cutánea desencadenada por la depleción de células de Langerhans (AECC, 2014).

En Europa, los protectores solares siguen las normas modernas para los fármacos y cosméticos, los mismos que están reglamentados por la COLIPA, en Estados Unidos los protectores solares se consideran fármacos y son vigilados por la FDA, por ello, en el mercado estadounidense, los protectores solares se rigen por las mismas normas que los fármacos, representando pocos avances debido a los altos costos al ingreso de un nuevo producto o componente (AECC, 2014).

1.9. Drogas Vegetales

Es catalogada como parte de la planta entera, en porciones frescas o desecadas que pueden utilizarse como materia prima esencial para la posterior elaboración de formas farmacéuticas o para la obtención de extractos utilizables en terapéutica, la palabra “droga” tiene variadas definiciones según sea el campo en el que se utilice, en fitoterapia se considera a la droga como aquella parte de una planta que produce un efecto biológico sobre el organismo en el que actúa (Miranda, 2010).

1.10. Extractos vegetales

Conocido como una mezcla compleja, con un amplio número de compuestos químicos, derivados de procesos físicos, químicos o microbiológicos a partir de una fuente natural vegetal los mismos que pueden ser utilizados en cualquier campo de la tecnología (WAGNER, 2006), al extracto obtenido se lo debe caracterizar en dependencia del método de uso a posterior como: sustancias activas y marcadores, solventes residuales, densidad, pH, solidos totales, volumen total y control microbiológico (Miranda, 2010).

1.11. Flavonoides

El organismo humano no tiene la capacidad de sintetizar este tipo de sustancias químicas, por lo que las obtiene de los alimentos que introduce al organismo, estos corresponden a un tipo de compuestos que son sintetizados a partir de una molécula de fenilalanina y moléculas de malonil-CoA, a través de la vía biosintética de los flavonoides (Martínez, 2015).

Los compuestos flavonoides que son consumidos por el hombre protegen del daño oxidativo como los rayos ultravioletas, con esto aportan a varias sustancias químicas presentes en los alimentos como: conservantes, colorantes, la contaminación ambiental en minerales tóxicos, mercurio y plomo. Al restringir la acción de los oxidantes, disminuyen el riesgo de sufrir cáncer y aumentan la actividad de la vitamina C (Martínez, 2015).

1.12. Cremas

Ampliamente conocidas como emulsiones glutinosas o semisólidas tipo O/W o W/O, las cremas hidrófobas contienen en el interior gotículas de agua dentro de la fase oleosa, no se absorben con prisa causando el efecto oclusivo y son la mejores en cuanto a la liberación de principios activos

farmacológicos, en cambio cremas hidrófilas se absorben de mejor manera en la piel al no tener un efecto oclusivo en su composición (Cuenca & Herrera, 2018, pp. 16-17).

1.13. Pomadas

Son formas farmacéuticas heterogéneas para uso externo que contiene un 40% de agua en su composición, las pomadas pueden ser una base de carácter simple o compuesta que difieren en su grado de penetración en la dermis, por lo que pueden ser caracterizadas entre epidérmicas, endodérmicas e hipodérmicas (Guevara e Inga, 2019, p. 2).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de investigación

Diseño de Investigación: Experimental

La siguiente investigación fue de tipo experimental ya que establece la relación entre causas y efectos a partir de un estricto protocolo de control, donde se manipulan las variables.

Así, en esta investigación se buscó analizar el efecto fotoprotector, mediante ensayos a diferentes concentraciones del extracto de las hojas secas de *Buddleja incana* elaborando una crema sobre la especie *Cavia porcellus* y el posterior análisis estadístico con el fin de rechazar o no la hipótesis de la investigación.

2.2. Lugar de la Investigación

El siguiente trabajo experimental se lo realizó en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en las instalaciones del Laboratorio de Productos Naturales, Laboratorio de Tecnología farmacéutica y en el Bioterio de la Facultad de Ciencias.

2.3. Población de estudio

Se utilizó una cantidad de 15 animales de experimentación: Cuy (*Cavia porcellus*) en los cuales se probó un lote de 3 cremas elaboradas a partir del extracto seco de *Buddleja Incana* a diferente concentración, 1 crema elaborada como blanco de reactivo y una crema elaborada a partir de OMC como grupo control.

2.3.1. *Materia Prima*

La materia prima que se utilizó fueron las hojas de *Buddleja incana* secas. La materia vegetal se recolectó en la Provincia de Chimborazo, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ya que la planta crece naturalmente en la vegetación nativa de los alrededores de la facultad de Ciencias.

Se recolectó alrededor de 250 a 300 gramos de hojas verdes, las cuales luego mediante procesos esquematizados se procedió a secar, moler y pulverizar para su posterior uso.

2.3.2. Modelo animal

Se utilizó para la experimentación 15 cobayos (*Cavia porcellus*), los cuales fueron distribuidos a utilizarse un número de 3 cobayos para el grupo control, 3 para el blanco y también 3 cobayos para las aplicaciones a los grupos de ensayo a 3 diferentes concentraciones.

La especie animal empleada en este estudio fue *Cavia porcellus* (Cuy doméstico), por su utilidad y docilidad frente a situaciones de estrés, fueron habituados por un periodo de 3 a 4 meses, para posteriormente aplicar sobre ellos la formulación con efecto fotoprotector.

Para la recolección del material vegetal y uso de la especie animal, se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

2.3.3. Criterios de inclusión

2.3.3.1. Material vegetal

En este estudio procedemos a utilizar las mejores hojas de la especie vegetal que presenten buen estado, deben poseer superficies integrales sin deformaciones o fisuras en su composición, de tonalidad verde oscura intensa para su posterior utilización de componentes en el extracto.

2.3.3.2. Modelo animal

Para el modelo animal se incluye un cuidado adecuado de la especie en desarrollo, para que posterior en la investigación se encuentren en las mejores características y condiciones para su aplicación.

2.3.4. Criterios de exclusión

2.3.4.1. Material vegetal

Se evitará usar en la investigación aquellas hojas que presenten daños ya sea por acción de animales, aves o insectos que compartan hábitat con la especie vegetal, hojas que presenten deterioro por el clima o las condiciones del suelo, hojas que estén en proceso de contaminación microbiana o de insectos de la zona.

2.3.4.2. *Modelo animal*

Aquellas especies animales que, si fuera el caso tienda a entrar en etapas de decaimiento, descenso en los niveles de alimentación o si entran en etapa de deceso por diversos casos interna o externamente al cuidado y la alimentación.

2.3.5. *Identificación de variables*

- **Variable dependiente:**

Actividad Fotoprotectora de *Buddleja incana*

- **Variable independiente:**

Concentración del extracto seco hidroalcohólico y alcohólico de la planta *Buddleja incana*

2.4. Materiales, reactivos y equipos

2.4.1. *Materiales*

- Matraz volumétrico de 500 mL y 1000 mL
- Vasos de precipitación 50 mL, 100 mL, 150 mL, 250 mL y 500 mL
- Probeta 50 mL, 100 mL, 500 mL y 1000 mL
- Pipetas graduadas de 5 mL y 10 mL
- Matraz Erlenmeyer 250 mL y 500 mL
- Balón de fondo redondo de 500 mL y 1000 mL
- Espátula de acero inoxidable
- Varilla de agitación
- Vidrio reloj
- Frascos Ámbar Duran de 1000 mL
- Bandejas de aluminio
- Bolsas ziploc
- Trípode
- Embudo
- Papel filtro
- Cepo de restricción de madera

- Papel aluminio
- Frascos para crema
- Rasuradora
- Máquina de afeitar

2.4.2. Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Desecador
- Baño María
- Rotavapor
- Molino eléctrico
- Cámara UB-V
- Equipo para medición de eritema “Mexameter”

2.4.3. Materias primas

- Alcohol Cetílico
- Propilenglicol
- Lauril Sulfato de Sodio
- Metil Parabeno
- Cera de abeja blanca

2.4.4. Reactivos y soluciones

- Agua destilada
- Alcohol etílico 96%
- Alcohol etílico 70 %

2.5. Metodología

Las técnicas que se usaron en este trabajo experimental para la extracción de metabolitos de especies vegetales se aplican de acuerdo a las características de cada especie. Procedemos de la siguiente manera:

El material vegetal recolectado se lavó con agua corriente las veces que fueron necesarias para eliminar las impurezas y sustancias extrañas, seguido de esto aproximadamente 250 a 300 g del material vegetal limpio (Hojas), se colocaron en bandejas para colocarlas en la estufa a una temperatura de 50 a 60 °C hasta que se encontraron completamente secas (Andersen, 2016, pp.5-6).

Se procedió a realizar la molienda y pulverización del material seco obteniendo 250 a 275 gramos, luego para la obtención de los extractos acuosos se pesaron 100 g del material vegetal molido y se mezcló con 500 ml de (agua destilada junto con alcohol al 70% proporción 1/4) contenido en una bureta de 1000 ml (Andersen, 2016, pp.5-6).

2.5.1. *Maceración y extracción del principio activo*

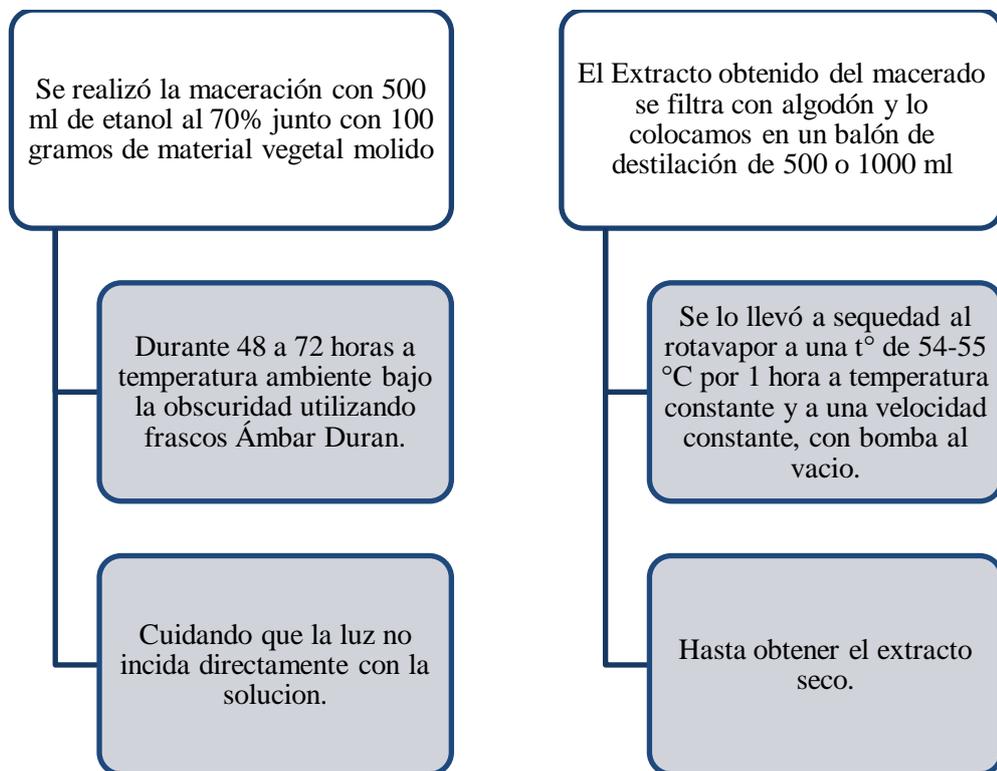


Ilustración 1-2: Maceración y extracto de Buddleja incana

Fuente: (Andersen.2016. pp. 12-15).

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

2.5.2. *Preparación de la Formulación con el principio activo*

La formulación crema base Beeler conocida como uno de los excipientes emulsionados más utilizados en formulaciones magistrales dermatológicas, ya que es una base de menor complejidad en su elaboración por el profesional farmacéutico a cargo, esta no requiere utensilios especiales,

ni tampoco sustancias de difícil alcance para su preparación, se las puede adquirir fácilmente en el mercado.

Esta formulación es compatible con numerosos principios activos muy conocidos, pero también presenta incompatibilidades con ciertas sustancias, contiene una gran estabilidad para ello requiere estar envasada en un material de acondicionamiento adecuado, esta se mantiene estable, quiere decir, que no hay ruptura de fases, al menos durante un tiempo considerable a menos que se genere un movimiento brusco o un mal acondicionamiento.

Su conservación se considera libre de crecimiento microbiano durante al menos un mes sin la aplicación de conservantes a su estructura, se puede aumentar su capacidad emoliente al añadir algún aceite oclusivo sin presentar alguna pérdida en la estabilidad de la formulación base de Beeler, puede aumentarse su extensibilidad si se le incrementa cierta cantidad de propilenglicol (Fernández, Montes. 2017. pp. 1-3).

2.5.2.1. Descripción de los excipientes

La crema base de Beeler en su estructura contiene una fase oleosa compuesta por el alcohol cetílico y la cera de abeja blanca, también contiene una fase acuosa compuesta por la solución de propilenglicol, el metil parabeno y el lauril sulfato de sodio, todo esto se logra disolver junto con el agua destilada para lograr una consistencia adecuada para luego ser agregadas ambas fases fundidas a una temperatura de 60-65°C para llegar a esta formulación (Fernández, Montes. 2017. pp.2-3).

2.5.2.2. Alcohol cetílico

Su estructura se compone de gránulos blanquecinos o pequeñas lentejas, que son al tacto untuosos cuando los sentimos con las manos y las yemas de los dedos, son de carácter insoluble en agua, bastante soluble en alcohol y fácil soluble en éter. Al llegar a fundirse es miscible con los componentes y aceites tanto vegetales como animales, con parafina líquida y con lanolina fundida como se puede observar en la ilustración N°4: (Fernández, Montes. 2017. pp.2-3).



Ilustración 2-2: Alcohol cetílico

Fuente: (Fernández, Montes. 2017. Pp.3).

2.5.2.3. *Cera blanca de abejas*

Se pudo visualizar en su estructura como láminas o escamas de olor característico ceroso e insípido, que ligeramente se denotan de color amarillo y translucido cuando tienden a ser finas, por otro lado, cuando se calientan se puede observar que se vuelven blandas y maleables al tacto y con ello es prácticamente son insolubles en agua, parcialmente soluble en alcohol caliente al 90 % V/V y completamente soluble al someterlo en aceites grasos y esenciales, su punto de fusión se sitúa entre 61-65° C ,como podemos observar en la Ilustración N°5 (Fernández, Montes. 2017. pp.3).



Ilustración 3-2: Cera blanca de abeja

Fuente: (Fernández, Montes. 2017. pp.3).

2.5.2.4. *Propilenglicol*

Ha sido catalogado como un líquido viscoso, de carácter transparente, incoloro, higroscópico y que es miscible tanto en agua como en alcohol, esta sustancia aumenta la extensibilidad y evita la

perdida de agua en la formulación por evaporación de la crema de Base Beeler, este se obtiene por la hidratación del óxido de propileno, es un excelente solvente, como se puede observar en la ilustración N°6 (Fernández, Montes. 2017. pp. 4).



Ilustración 4-2: Propilenglicol

Fuente: (IASTRA, 2016, pp.5).

2.5.2.5. Lauril Sulfato de Sodio

Conocido como un polvo blanco de carácter liviano, fácilmente soluble en agua dando lugar a una disolución ligeramente opalescente a la vista, se caracteriza por ser parcialmente soluble en alcohol, se lo conoce en química como un tensioactivo anionico detergente de alto HLB (40), en la formulación actúa como emulgente formando una emulsión de fase externa acuosa (O/W) de tipo aniónica (Fernández, Montes. 2017. pp. 5).



Ilustración 5-2: Lauril Sulfato de sodio

Fuente: (Fernández, Montes. 2017. pp. 4).

2.5.2.6. Metil parabeno

El metil parabeno (p-hidroxibenzoato de metilo) es conocido por ser un éster metílico del ácido p-hidroxibenzoico usado como preservante en la industria química, farmacéutica y alimenticia. Se obtiene por una reacción de Esterificación (Reacción de Fischer) a partir de ácido p-hidroxibenzoico y metanol, en presencia de un catalizador ácido, como ácido sulfúrico como podemos observar en la Ilustración N°8 (Galeano, Caicedo. 2016. pp.2-3).



Ilustración 6-2: Metil Parabeno

Fuente: (Galeano, Caicedo. 2016. pp. 2-3).

2.5.3. *Elaboración de la formulación Crema base de Beeler*

Para su elaboración en la base de Beeler se procedió a partir del extracto seco obtenido de la especie *Buddleja incana*, se debe contar con todos los equipos y materias primas para lograr una adecuada formulación, para conservarla adecuadamente después de haber finalizado la crema base de Beeler.

Primero se debe pesar todas las materias primas necesarias como:

- Alcohol Cetílico 15 g
- Propilenglicol 10 g
- Lauril Sulfato de Sodio 2g
- Metil Parabeno 0.2 g
- Cera de abeja blanca 1g
- Agua destilada 75 ml

Tabla 1-2: Pesos de materias primas

Materia prima	Cantidad
Alcohol Cetílico	15 g
Propilenglicol	10 g
Lauril Sulfato de Sodio	2 g
Metil Parabeno	0.2 g
Cera de abeja blanca	1g
Agua destilada	75 ml

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

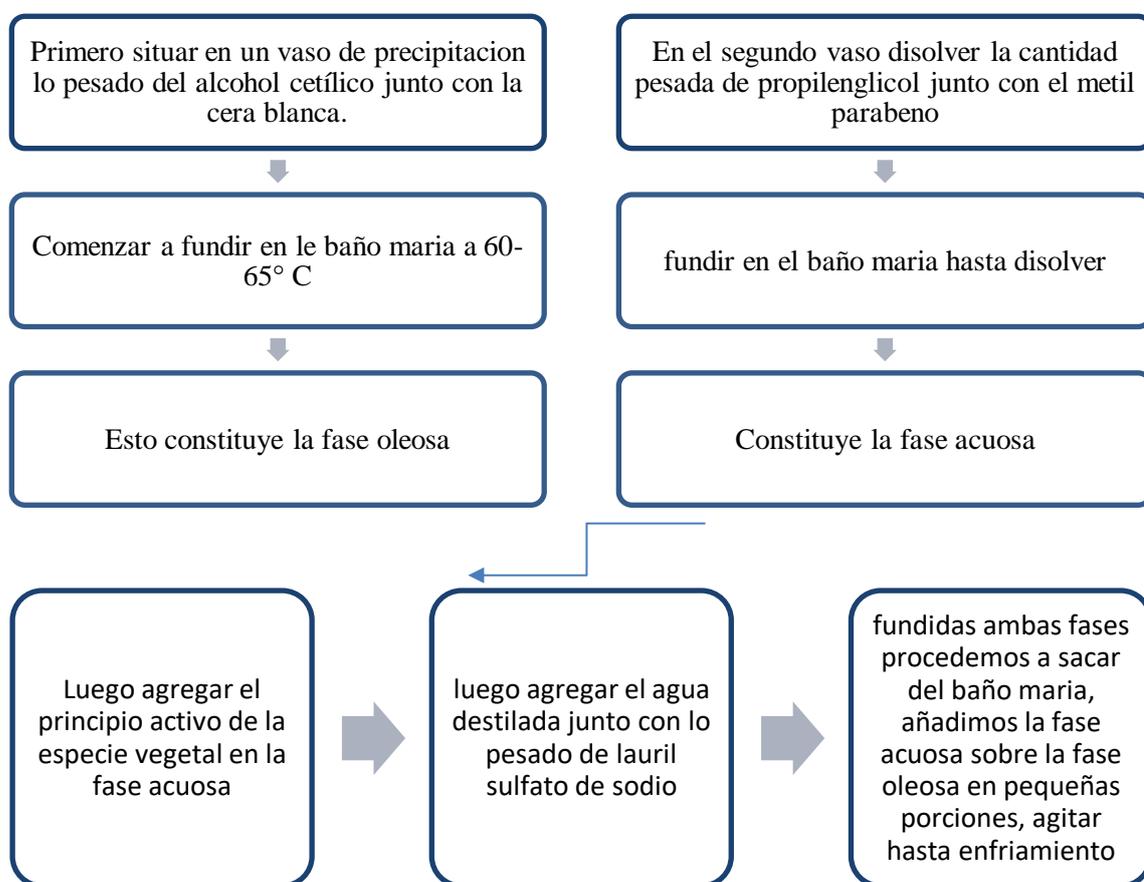


Ilustración 7-2: Procedimiento para realizar la Base de Beeler

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

Como podemos observar en la Ilustración N°10:



Ilustración 8-2: Unión de la Fase oleosa con la fase acuosa junto con el principio activo

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

2.5.4. Protocolo de Administración del Producto al modelo animal

- Se seleccionó el modelo animal de acuerdo al tipo de piel que se necesitó para el experimento, especie *Cavia porcellus*, que se encuentre bien cómodo en el cepo de experimentación, sin causarle ningún tipo de daño.
- Para el día de la aplicación la especie animal (*Cavia porcellus*) tenían su piel bien limpia, para lo cual se procedió a afeitar la zona de la espalda.
- A continuación, se compara la piel de la zona para la aplicación, para determinar que no haya la presencia de eritemas antes del experimento.
- Primero tomamos un grupo control de 3 cobayos al que no aplicamos la formulación.
- Se tomó una cantidad de 1 a 2 mg Aprox. luego se aplicó en la zona en un tiempo de 5 minutos antes de la exposición a la radiación ultravioleta (UB-V).
- Se observó la evolución de cada animal de experimentación, durante el tiempo de exposición enfocándose en la presencia de enrojecimiento o eritema que se presentó durante el tiempo de la experimentación.
- Luego de un tiempo de 10 minutos retiramos de la cámara ultravioleta al animal de experimentación para poder medir la cantidad de eritema.
- Con el instrumento “Mexameter” utilizado para medir la cantidad de eritema en piel sensible, se obtuvo los valores de eritema antes de colocar la formulación con principio activo y luego de colocar el principio activo e irradiar la zona en la cámara ultravioleta (Lavre, V.2014. pp.12).

2.5.5. Obtención y cálculo del factor de protección solar

Físicamente el Factor de Protección Solar (FPS) se lo conoce como un número que indica cuál es el múltiplo de tiempo al que se puede exponer la piel protegida para conseguir el mismo efecto eritematoso que se obtendría si no se hubiese aplicado ninguna protección. De esta manera se evita el eritema, en comparación con el mismo tiempo de exposición, pero sin la protección del filtro solar (Acosta, Villegas. 2017. p. 568).

2.5.6. Cálculo Del FPS

El FPS es un índice que indica el tiempo que se puede exponer al sol sin riesgo de quemaduras. Cuanto más alto es el FPS, más alta es la protección de los rayos solares. Si una persona es capaz de estar 20 minutos expuesta al sol sin quemarse, la elección de un foto protector 8 le supondrá una protección 8 veces superior.

La fórmula del cálculo es:

$$FPS = \frac{DEM \text{ Zona protegida}}{DEM \text{ zona sin protección}}$$

Tabla 2-2: Tiempo De Exposición Sin Riesgo

FPS (en relación a los filtros UVB)	Tiempo de exposición sin riesgo
Sin protección	20 minutos
Factor 8	40 minutos
Factor 11	40 minutos
Factor 15	5 Horas
Extremo	Más de 6 horas

Fuente: (Acosta, Villegas. 2017. pp 568).

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

2.6. Gráfico Resumen de procedimientos

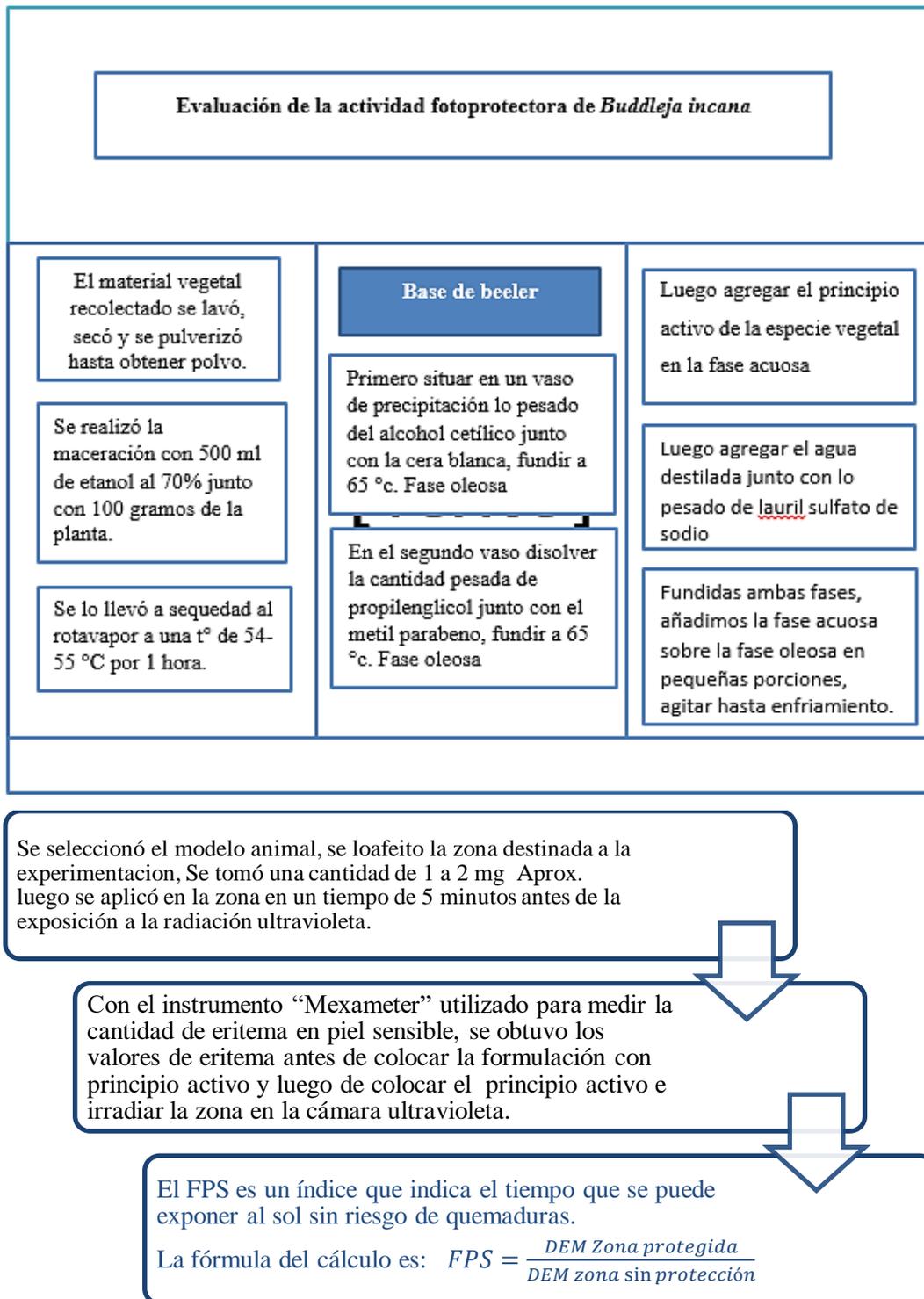


Ilustración 9-2: Gráfico Resumen de procedimientos

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

2.7. Matriz de consistencia de variables

Tabla 3-2: Matriz de consistencia de variables

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA DE UNA CREMA A BASE DE “Buddleja incana” EN LA ESPECIE <i>Cavia porcellus</i>	¿Buddleja Incana tendrá actividad fotoprotectora al utilizarla en la especie <i>Cavia porcellus</i> ?	Evaluar la actividad fotoprotectora de una formulación a base de buddleja incana en la especie <i>Cavia porcellus</i> .	El extracto seco hidroalcohólico de buddleja incana posee actividad fotoprotectora significativa.	<p>VARIABLES dependientes:</p> <p>Actividad Fotoprotectora de Buddleja incana</p> <p>VARIABLES independientes:</p> <p>Extracto seco, hidroalcohólico y alcohólico de la planta</p> <p>Buddleja incana</p>	<p>-Tipo de investigación: Experimental</p> <p>-Diseño de investigación: Experimental</p> <p>-Técnicas de recolección de datos: Factor de exposición solar Medición del eritema</p> <p>Instrumento: Equipos de medición de Eritema Cámara UV-B Software del equipo (Mexameter)</p>

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Extracto Seco obtenido a partir de las hojas de *Buddleja incana*

Una vez obtenido el extracto alcohólico mediante el macerado de las hojas de *Buddleja incana*, se eliminó el exceso de etanol utilizando el rotavapor hasta llegar al extracto seco. Para la preparación del extracto se partió de 100 g de droga vegetal y se obtuvo aproximadamente 5g de extracto seco puro, a continuación, se tomó una cantidad específica de este para formular los productos a diferente concentración.

3.2. Valores encontrados de diferencia en el eritema

Después de realizadas las lecturas en los diferentes ensayos, se tabuló los datos para obtener las diferencias de eritema entre la primera medida (antes de la exposición a radiación UV-B) y la medición resultante (después de la exposición a radiación UV-B), arrojando los siguientes datos que se señala en la Tabla 8-1:

Tabla 1-3: Valores de diferencia en el eritema sobre *Cavia porcellus* usado en el ensayo *Buddleja incana* (extracto hidroalcohólico seco vehiculizado en base de Beeler), %

PLACEBO PB	CONTROL CT	CREMA A1	CREMA B1	CREMA C1
84	0	15	-27	-21
51	1	20	-21	-37
87	1	12	-17	-40
72	1	17	-22	-34
71	1	16	-19	-28
73±14	0.8±0.4	16±2.9	-21±3.8	-32±7.6

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

- El grupo denominado Placebo PB no contiene ningún principio activo en la formulación, este presentó una diferencia elevada lo que indicó que, al someter al cobayo a radiación UV-B durante 10 minutos, a una longitud de onda entre 290 y 320 nm, dicha formulación no presenta actividad fotoprotectora.
- El grupo Control CT, elaborado a base de octilmetoxicinamato (OMC) sintético denominado formulación patrón, contuvo una diferencia casi inexistente con respecto a su valor inicial, lo

que señaló que dicho principio activo sí tiene actividad frente a la radiación UV-B. El análisis de este grupo es vital, así como es utilizado en la mayoría de los protectores solares comerciales sintéticos, de igual forma se evaluó la eficacia de la formulación con el principio activo de *Buddleja incana*.

- La formulación Crema A1, estuvo preparada bajo el extracto de *Buddleja incana* con una cantidad de principio activo al 0.2 % vehiculizada en la base de Beeler, los valores de diferencia en el eritema en esta disminuyeron en un 62 % con respecto a los valores obtenidos en la población placebo, acercándose así a los valores resultantes en la población de control a partir de OMC.
- Para la formulación Crema B1, creada a partir del principio activo de *Buddleja incana* al 0.3% vehiculizada en la base de Beeler, los resultados en cuanto a su diferencia en el eritema, se pudo observar que estos valores disminuyeron en casi un 95% con respecto a las cifras obtenidas en el grupo placebo, acercándose aún más a los valores de la población control, visualizándose que también la planta contiene actividad antiinflamatoria al observar valores negativos
- Para la formulación Crema C1, fabricada a partir del principio activo de *Buddleja incana* al 0.4% vehiculizada en una base de Beeler, los resultados obtenidos en diferencia en el eritema, disminuyeron en un 98% con respecto al grupo placebo con ello se verificó que los principios activos contienen actividad antiinflamatoria, siendo mayor a los valores obtenidos en la población control.

Para finalizar, se puede mencionar que *Buddleja incana* posee actividad fotoprotectora ante la radiación de tipo UV-B, además, presenta actividad antiinflamatoria debido a que disminuyó la zona del eritema, haciéndola apropiada para las formulaciones cosméticas para el cuidado y mantenimiento de la piel en contra de los efectos dañinos que puede producir la radiación solar.

3.3. Análisis de ANOVA

ANOVA unidireccional: PLACEBO, CONTROL, CREMA 0.2%, CREMA 0.3%, CREMA 0.4%

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se supuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 5 PLACEBO, CONTROL, CREMA 0.2%, CREMA 0.3%, CREMA 0.4%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	33956	8488.96	150.57	0.000
Error	20	1128	56.38		
Total	24	35083			

Resumen del modelo

	R-cuad.	R-cuad.		
S	R-cuad. (Ajustado)	(Pred)		
7.50866	96.79%	96.14%	94.98%	

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PLACEBO	5	73.00	14.20	(66.00, 80.00)
CONTROL	5	0.800	0.447	(-6.205, 7.805)
CREMA 0.2%	5	16.00	2.92	(9.00, 23.00)
CREMA 0.3%	5	-21.20	3.77	(-28.20, -14.20)
CREMA 0.4%	5	-32.00	7.58	(-39.00, -25.00)

Desv.Est. agrupada = 7.50866

A las medias de las diferencias de eritema se aplicó el análisis estadístico ANOVA, obteniendo un valor $P < 1$, con lo cual se rechaza la hipótesis nula y se concluye con un nivel de significancia del 95% que, al menos una de las medias de los datos obtenidos es diferente, resultado que contrastó con los datos de desviaciones estándar los cuales varían de acuerdo con los distintos tipos de concentración de principio activo presente en la base de Beeler.

El mayor valor de desviación estándar se presentó en la formulación con 0.4 % de *Buddleja incana* siendo el resultado de 7,58 y el menor en la concentración con 0,2% de la especie vegetal con un valor de 2,92.

3.4. Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Datos Agrupados utilizando el método de Dunnett y un intervalo de confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
CONTROL (control)	5	0.800	A
PLACEBO	5	73.00	
CREMA 0.2%	5	16.00	
CREMA 0.3%	5	-21.20	
CREMA 0.4%	5	-32.00	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

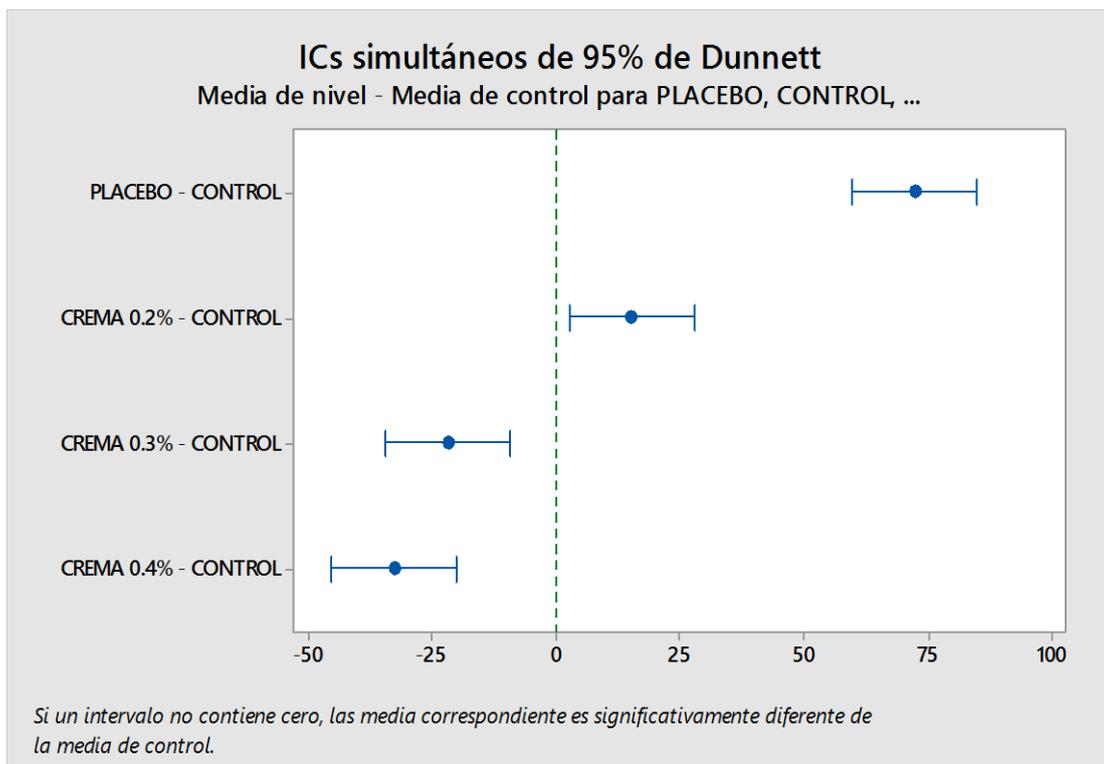


Ilustración 1-3: Análisis Dunnett para las formulaciones.

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

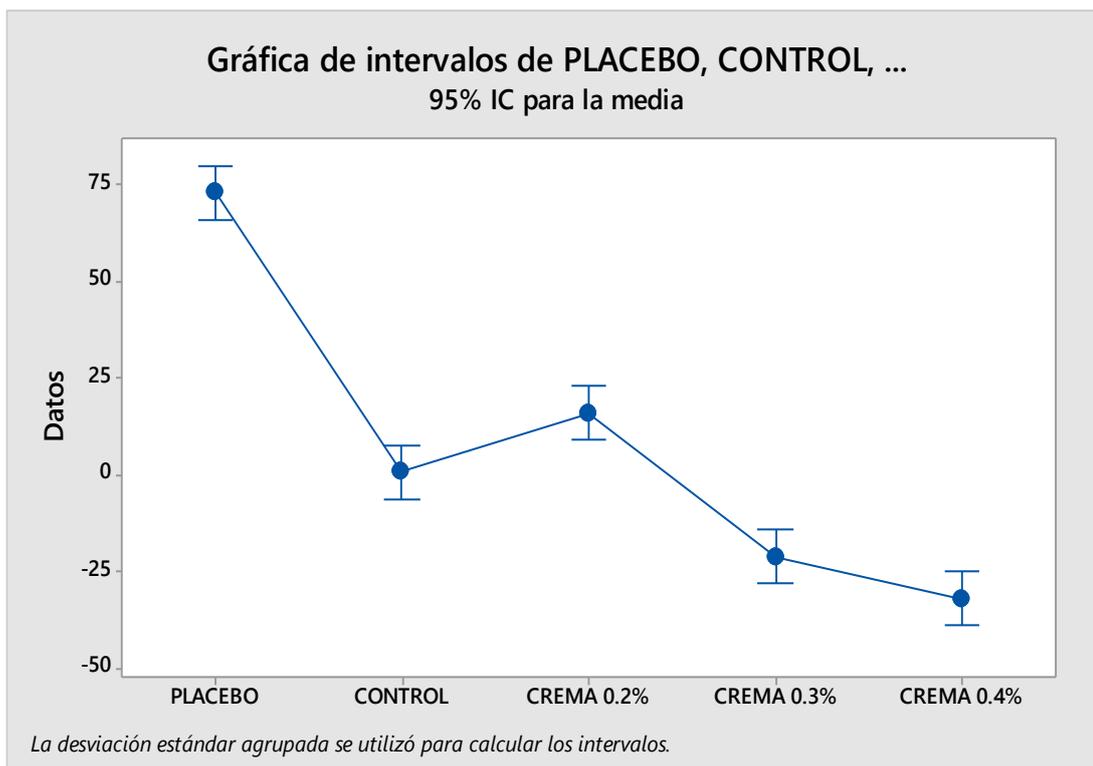


Ilustración 2-3: Grafica de intervalos en Análisis Dunnet para las formulaciones.

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

En el análisis estadístico de Dunnet se obtuvo que la formulación a base de *Buddleja incana* con concentración 0,2 % son significativamente iguales al resultado de la media del grupo control con un nivel de significancia de 95%. Por tanto, las concentraciones al 0,3 % y 0,4 sobrepasan la media de control y placebo resultando mucho mas eficaces para su uso , tal como se muestra en la Ilustracion 12.

3.5. Factor de protección solar

Se ejecutó la medición del factor de protección solar en las formulaciones marcando una zona específica para la irradiación, donde se valoró primero un blanco, el cual representa un incremento notable de los valores ya que no contiene ningún principio activo que actúe protegiendo la piel del cobayo, utilizando varias mediciones a diferentes tiempos como se puede observar en la tabla 9-1:

Tabla 2-3: Incremento de eritema % en la valoración del FPS del Blanco.

INCREMENTO ERITÉMICO, %				
	11,70731707	31,2195122	41,95121951	58,04878049
	10,90047393	29,85781991	43,60189573	57,34597156
	14,48598131	33,17757009	42,05607477	62,61682243
PROMEDIO	12,36		42,54	59,34
	31,42			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,88		0,92	2,86
	1,67			

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

De igual manera se efectuó la medición de la formulación al 0,4 %, en la cual también se marcó la zona específica de la irradiación, donde se apreció que hubo un incremento a lo largo de los intervalos de tiempo, pero casi inexistente en los valores, ya que la crema contiene el principio activo y este a su vez provee de foto protección al cobayo como se puede apreciar en la tabla 10-1:

Tabla 3-3: Incremento de eritema % en la valoración del FPS de la formulación al 0,4 %.

INCREMENTO ERITÉMICO, %					
	1,818181818	6,363636364	25	42,27272727	42,72727273
	3,619909502	6,787330317	17,64705882	33,93665158	42,08144796
	0,925925926	17,59259259	26,85185185	31,48148148	46,2962963
PROMEDIO	2,12	10,25	23,17	35,90	43,70
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,37	6,36	4,87	5,66	2,27

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

Después se realizó un análisis estadístico de los valores encontrados en cada estudio del factor de protección solar, basado en los intervalos de tiempo utilizados, el porcentaje en el eritema % y el valor promedio obtenido, después se verificó en la ecuación de la recta el desarrollo del eritema en el vehículo manipulado, en este caso las formulaciones sometidas a estudio junto con la cantidad de eritema producido en el cobayo.

Tabla 4-3: Análisis estadístico en el estudio del factor de protección solar.

Blanco			Tratamiento Eritema,		
Tiempo, min	Eritema, %	Valor	Tiempo, min	%	Valor
10	12,36	1,88	10	2,12	1,37
20	31,42	1,67	20	10,25	6,36
30	42,54	0,92	30	23,17	4,87
40	59,34	2,86	40	35,90	5,66
			50	43,70	2,27

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

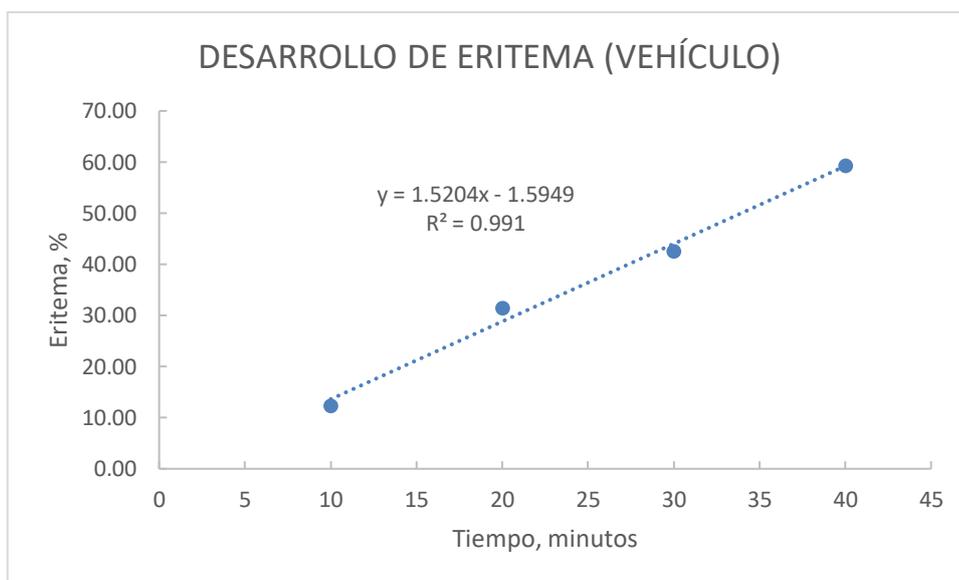


Ilustración 3-3: Desarrollo del eritema, ecuación de la recta vehículo (Blanco)

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

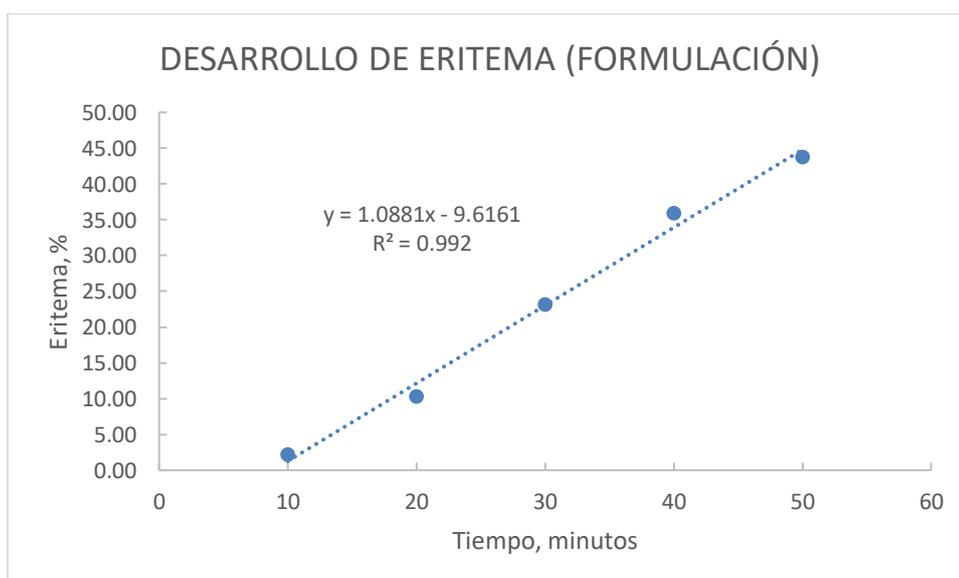


Ilustración 4-3: Desarrollo del eritema, ecuación de la recta vehículo (Formulación)

Realizado por: Silva, Christian. 2022.

3.5.1. Cálculo del factor de protección solar

Aplicando la relación se realizó el cálculo del factor de protección solar, luego se dividió la dosis eritematogena mínima (DEM) con la aplicación del filtro solar, entre la DEM sin filtro solar, a partir de los valores obtenidos en relación a los intervalos de tiempo aplicados en cada cobayo junto a la zona específica de irradiación, manipulando junto con los datos resultantes de la ecuación de la recta.

$$DEM(\text{Tiempo})\text{Zona sin protección} = \frac{(50 + 1,5949)}{1,5024}$$

$$DEM(\text{Tiempo})\text{Zona sin protección} = 34,3416534$$

$$DEM(\text{Tiempo})\text{Zona con protección} = \frac{((50 + 9,6161))}{1,0881}$$

$$DEM(\text{Tiempo})\text{Zona con protección} = 54,7891738$$

$$FPS = \frac{DEM \text{ Zona protegida} - DEM \text{ Zona sin protección}}{DEM \text{ zona sin protección}} * 100$$

$$FPS = \left(\frac{(54,7891738 - 34,3416534)}{34,3416534} \right) * 100$$

$$FPS = 59,54$$

$$FPS = \frac{DEM \text{ Zona protegida}}{DEM \text{ zona sin protección}}$$

$$FPS = \frac{54,7891738}{34,3416534}$$

$$FPS = 1,60$$

Luego de que se obtuvo los resultados pertinentes se observa un valor notable de factor de protección solar de 59.54, que es algo notorio por la actividad fotoprotectora que posee el principio activo de *Buddleja incana*, también al aplicar la fórmula para el FPS se adquirió un valor de 1.60, lo que nos dice que es superior a las formulaciones comerciales del mercado en un 11 %.

CONCLUSIONES

La obtención del extracto seco de *Buddleja incana* permitió manejar un principio activo más estable a partir del extracto hidroalcohólico, libre de clorofilas, grasas y etanol, lo que favoreció su vehiculización en la base de Beeler para la elaboración de las formulaciones.

Bajo la metodología correcta permitió crear formulaciones que actuaron bajo su actividad fotoprotectora, estas suelen ser de tipo tópicas, por lo que la utilización de una crema tipo base de Beeler resulta de mucho beneficio ante los rayos solares.

Se pudo determinar que la especie vegetal *Buddleja incana* contuvo actividad fotoprotectora, antiinflamatoria y antioxidante. Luego que se emitió radiación controlada entre 290-320 nm en el lomo de la especie *Cavia porcellus* haciendo uso de cada una de las formulaciones realizadas a 3 diferentes concentraciones.

RECOMENDACIONES

Para obtener resultados más favorecedores se recomienda utilizar cobayos cuyo pelaje sea de color blanco, ya que son de tés clara y de esta manera los efectos fotoprotectores serán mucho más visibles.

Es de suma importancia que la longitud de onda a la que se emite la radiación sea muy controlada, al igual que el tiempo de exposición para evitar causar el menor daño al cobayo.

Antes de empezar a trabajar con la exposición a radiación UV-B se debe asegurar que solo la zona planificada esté descubierta, el resto del cuerpo del animal debe estar totalmente cubierto por el cepo, junto con la cara frontal del cobayo.

Se debe dar un acondicionamiento adecuado de crianza en bioterio a los cobayos que se encuentren sujetos a cualquier tipo de experimentación para que sus características se encuentren normalizadas para su mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

ÁNDERSEN, A., & PÉREZ, E. *Metabolismo secundario de las plantas*. REDUCA. Serie Fisiología Vegetal, 3, 119-145. (2016).

AVILA, A., CASTAÑEDA, C., BENITEZ, L., DURÁN, D., BARROSO, V., MARTÍNEZ, C., *Photoprotective activity of Buddleja scordioides*. ELSEVIER. doi: <http://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.03.009>. (2015).

BARCELONA, U. d. *www.ub.edu*. Recuperado el 04 de 01 de 2022, de *www.ub.edu*: http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/cromatografia_tipus.html

BENET, Ramón., & GARROTE, Antonieta. *Mecanismo de acción de fotoprotectores*. http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet?_f=13&idContenido=13151193&idCategoría=1. (2018).

FAO. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT.* Producción de cuyes (*Cavia procellus*). Departamento de agricultura. Consultado el 14 de Enero del 2022. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s05.htm#TopOfPage>.

GONZÁLES, **Coscojuela.** *Fotoprotectores*. http://www.lapiel.com/frontend/lapiel/noticia.php?id_noticia=561 (2004).

LABRE, L. “*Estudio De La Actividad Fotoprotectora De La Buddleja Incana, En Fototipos De Piel III Para La Elaboración De Un Protector Solar*”. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba- Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4021>. (2015).

LAVRE, Virginia. *Control de Calidad Productos Cosméticos. Laboratorio cosmética.* Universidad de Valparaíso. http://prontus.uv.cl/pubacademica/pubprofesores/s/pubsanchezvirginia/site/artic/20080411/asocfile/laboratorio__ccalidad.pdf. (2014).

LORENTI, J. *Radiación Ultravioleta en Ecuador: el Índice Mundial más alto.* Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA). Disponible en: <http://uv.exa.ec/infografia.htm> (2018).

MARTÍNEZ, A. *Flavonoides., Medellín-Colombia.* Universidad de Antioquia. 2015, pp. 4-20

MIRANDA, Migdalia., et al. *Farmacognosia y Productos Naturales.*, Habana-Cuba. s.e. (2010)
Reynel, C. Arboles de los Ecosistemas Forestales Andinos. Intercooperation Fundación Suiza.
(2018).

RIOJA, U. *Radiación Solar y Agujero de Ozono.* Citado el: 14 de Enero del 2022. Disponible en:
<http://www.unirioja.es/ecophys/radiacion.htm> (2016).

ROBLES, A. C. dspace.esPOCH.edu.ec. Recuperado el 02 de 01 de 2022, de
[dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10570/1/56T00856.pdf](https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10570/1/56T00856.pdf)

SANTOS, L., ÁVILA, J., ORTEGA, D., OJEDA, J., J., P., HERNÁNDEZ, L., & LÓPEZ, H. Verbascoside is not genotoxic in the ST and HB crosses of the Drosophila wing spot test, and its constituent, caffeic acid, decreases the spontaneous mutation rate in the ST cross. *ELSEVIER*, 50(3-4). doi: <http://doi.org/10.1016/j.fct.2011.12.006>. (2012).

SANTOS, Luz. Et al. *Food Chemical Toxicology. México. Seralini.* s.e. 2016, pp. 1082-1090
Quintela C, Ulrich C, Hinrichs B, Stockfleth E. Photoprotection in immunocompetent and immunocompromised people. *Br J Dermatol.* 20124; 167(2):85-93.

VIEIRA, F., BORGES, G., COPETTI, C., GONZAGA, L., NUNES, E. C., & FETT, R. *Activity and contents of polyphenolic antioxidants in the whole fruit, flesh and peel of three apple cultivars.* PUBLMED, US National Library of Medicine, National Institutes of Health, 59, 101-106. (2019).

ANEXOS

ANEXO A: APROBACIÓN COMITÉ DE ÉTICA



Escuela
Superior Politécnica
de Chimborazo
50 AÑOS

Facultad de
Ciencias

Oficio Nro. ESPOCH-CIBE-2022-0010

Riobamba, 05 de octubre de 2022

Asunto: AVAL CBIESPOCH

Señor Bioquímico Farmacéutico
Diego Renato Vinuesa Tapia, MSc.
Docente Ocasional Tiempo Completo
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
En su Despacho

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo, a la vez que me dirijo a usted para comunicarle que, luego de la evaluación por pares, el proyecto de investigación " EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA DE UNA CREMA A BASE DE *Buddleja incana* EN LA ESPECIE *Cavia porcellus*", me permito indicar que fue APROBADO sin ninguna observación, por lo tanto se extiende el AVAL por parte del Comité de Bioética en Investigación de la ESPOCH

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,
SABER PARA SER

Documento firmado electrónicamente

Ing. Maria Rafaela Viteri Uzcategui, MsC.
PRESIDENTA DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE BIOÉTICA



Firmado electrónicamente por:
**MARIA RAFAELA
VITERI
UZCATEGUI**

Riobamba-Ecuador / Panamericana Sur km 11/2 / Código Postal: EC060155
Teléfono: 593 (03) 2998-200 / Telefax: (03) 2317-001

esPOCH.edu.ec

ANEXO B: RECOLECCIÓN, SECADO Y TRITURADO DE LA PLANTA *Buddleja incana*

Recolección y secado	
<p>Recolección de la especie vegetal en el sector de la ESPOCH</p>	
<p>Colocación en bandejas para secado</p>	

<p>Colocación en la estufa</p>	
<p>Triturado del material vegetal vegetal</p>	

ANEXO C: PESAJE Y MACERACIÓN DE LA PLANTA *Buddleja incana*

<p>Pesaje de la cantidad de triturado de la especie vegetal</p>	
<p>Preparación del alcohol a utilizar</p>	
<p>Colocación del material molido en el frasco de maceración</p>	

Colocación de alcohol al
70 °



ANEXO D: OBTENCIÓN DEL EXTRACTO SECO MEDIANTE ROTAVAPOR DE LA PLANTA *Buddleja incana*

<p>Filtrado del extracto hidroalcoholico</p>	
<p>Colocación del filtrado en el balón de destilación</p>	
<p>Destilación mediante rotavapor para obtener el extracto seco</p>	

Extracto seco obtenido
de Buddleja incana





epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 09 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: Christian Daniel Silva Silva

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: Ciencias

Carrera: Bioquímica y Farmacia

Título a optar: Bioquímico Farmacéutico

f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.

2302-DBRA-UTP-2022