



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

Determinación de polifenoles totales, flavonoides y metales del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán”

Presentado por:

PEÑA ESLAVA, NEYVA TATIANA

De la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es 8% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 30 de Enero de 2024

.....
Dra. JOSEFA BERTHA PARI OLARTE
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Determinación de polifenoles totales, flavonoides y metales del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”

Línea de Investigación
Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:

BACH. PEÑA ESLAVA, NEYVA TATIANA

ICA-PERU

2023

DEDICATORIA

A mi familia ya que gracias a su apoyo tan incondicional he podido culminar mi carrera universitaria. En especial a mi madre Soledad Eslava ya que ella ha sido, es y será la pieza clave de mi vida para seguir adelante mejorando día a día, a mis hermanas que son mi mejor ejemplo para seguir, sin ellas no estaría compartiendo estos momentos gracias por todos sus consejos, su apoyo, su confianza, por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y como profesional. A mi padre por su dedicación en el transcurso de mi vida, que siempre ha estado a mi lado cuidándome.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y por seguir dándomela para poder seguir cumpliendo cada una de mis metas trazadas, gracias a Dios por todo lo bueno y malo que haya podido generar en mi vida porque solo él sabe la razón de porque las hace ya que me ayuda a seguir creciendo.

A mi universidad y docentes por la formación brindada durante todos estos años. A mi familia Acifana gracias por los momentos compartidos, ya que también fueron responsables de realizar su gran aporte en mi crecimiento personal y profesional que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de esta etapa.

A mi asesor de tesis Dr. Felipe Surco por su apoyo y confianza brindada a mi persona al realizar mi tesis. Gracias por sus conocimientos, sus orientaciones, su persistencia y motivación que han sido fundamentales para mi formación.

ÍNDICE

Índice de tablas	IV
Índice de figuras	V
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
I. Introducción.....	8
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	9
1.2 Antecedentes de la Investigación	10
1.3 Justificación e Importancia.....	11
1.4 Objetivos de la Investigación.....	12
1.5 Marco Teórico.....	12
1.5.1 Polifenoles totales, flavonoides y minerales.....	12
1.5.2 <i>Heliotropium Curassavicum</i>	16
1.5.3 Compuestos polifenólicos y actividad antioxidante.....	19
1.5.4 Antioxidante.....	20
1.5.5 Radicales libres.....	21
II. Estrategia metodológica.....	23
2.1. Tipo Nivel y diseño de Investigación	23
2.1.1 Tipo de Investigación.....	23
2.1.2 Nivel investigación.....	23
2.1.3 Diseño de investigación.....	23
2.2. Lugar de la Investigación.....	24
2.3 Material de la Investigación.....	24
2.4. Hipótesis y variables.....	26
2.4.1. Hipótesis general.....	26
2.4.2. Variables.....	26
2.5. Población, muestra y muestreo.....	27
2.6. Técnicas y procedimiento de recolección de muestras.....	27
2.7. Técnicas y procesamiento de muestras.....	32
2.8. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación.....	32
2.9. Aspectos éticos.....	32
III. Resultados.....	33
IV. Discusión.....	41
V. Conclusiones.....	44
VI. Recomendaciones.....	45
VII. Referencias bibliográficas.....	46
VIII. Anexos.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de caracterización el extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” 33
- Tabla 2. Determinación de Metabolitos secundarios del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” 34
- Tabla 3. Valores de absorbancia del estándar de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales 35
- Tabla 4. Valores de absorbancia de las diluciones de extracto de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” y su correspondiente concentración en ácido.... 36
- Tabla 5. Valores de absorbancia del estándar de quercetina para cuantificar flavonoides. 37
- Tabla 6. Concentración de flavonoides en el extracto de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” expresado como equivalentes de38
- Tabla 7. Minerales de importancia nutricional del extracto etanolico de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” 39
- Tabla 8. Concentraciones de minerales en el extracto etanolico de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” con posible efecto toxico a la salud.....40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación del algunas clases de polifenoles y su estructura	13
Figura 2. Estructuras químicas de compuestos fenólicos simples	14
Figura 3. Ruta metabólica de la síntesis de flavonoides	14
Figura 4. Estructura base de los compuestos flavonoides	15
Figura 5. Planta de hierba del alacrán	17
Figura 6. Especie en estado natural	18
Figura 7. Patologías asociadas al estrés oxidativo	20
Figura 8. Tipos de antioxidantes	21
Figura 9. Principales especies reactivas	22
Figura 10. Fuentes de formación de radicales libres	23
Figura 11. Curva de cuantificación de ácido gálico para polifenoles	35
Figura 12. Curva de correlación entre concentración de extracto y su equivalente de ácido gálico	36
Figura 13. Curva de calibración de quercetina para cuantificación de flavonoides.....	37
Figura 14. Curva de correlación entre concentración del extracto y equivalentes de quercetina..	38
Figura 15. Selección de las partes aéreas de la especie <i>Heliotropium curassavicum</i> (L)	50
Figura 16. Extracto etanolico seco de la especie <i>Heliotropium curassavicum</i> (L)	51
Figura 17. Pesado de reactivos para preparación de soluciones.....	52
Figura 18. Pesado de reactivos para preparación de soluciones polifenoles.....	53
Figura 19. Preparacion de soluciones	54
Figura 20. Fraccionamiento manual de la especie seca para su molienda.....	55
Figura 21. Secado en estufa cenizas de la especie <i>Heliotropium curassavicum</i> (L)	56
Figura 22. Determinación de características organolépticas del extracto.....	57
Figura 23. Certificación botánica	58
Figura 24. Certificado de análisis de metales	59

RESUMEN

En la presente investigación se planteó como objetivo determinar el contenido de polifenoles totales, flavonoides y minerales en el extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” que es una planta halófito. La especie fue recolectada en las inmediaciones de la ciudad universitaria, obteniéndose un extracto con alcohol de 96° por maceración y posterior desecación. El extracto fue caracterizado mediante las determinaciones de humedad, cenizas, pH, sólidos solubles por métodos según la AOAC, la presencia de metabolitos secundarios mediante un screening fitoquímico y las correspondientes reacciones de coloración y/o precipitación; los polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu, los flavonoides totales mediante el método del tricloruro férrico y minerales por el método de emisión atómico por la técnica de ICP. Resultando un alto contenido de cenizas 28,71 g/100g, presencia de metabolitos secundarios como: compuestos fenólicos libres, flavonoides, alcaloides, triterpenos/esteroides y saponinas entre otros; el contenido de compuestos polifenoles totales fue de 40,07 µg EGA/mg de extracto, de flavonoides 103,97 µg EQ/mg de extracto; en lo referentes a los minerales fue resaltante el contenido de potasio, calcio con valores de 465 y 1813,09 mg/100g respectivamente; y la presencia de metales en cantidades insignificantes, concluyendo que el extracto es pobre en compuestos polifenólicos y baja concentraciones de metales pesados.

Palabras Claves: *Heliotropium curassavicum* ,compuestos fenólicos, flavonoides, minerales

ABSTRACT

In the present investigation, the objective was to determine the content of total polyphenols, flavonoids and minerals in the ethanolic extract of the aerial parts of the species *Heliotropium curassavicum* (L) “Herba del Alacrán” which is a halophyte plant. The species was collected in the vicinity of the university city, obtaining an extract with 96° alcohol by maceration and subsequent drying. The extract was characterized by determining humidity, ash, pH, soluble solids by methods according to the AOAC, the presence of secondary metabolites through phytochemical screening and the corresponding coloration and/or precipitation reactions; total polyphenols by the Folin Ciocalteu method, total flavonoids by the ferric trichloride method and minerals by the atomic emission method by the ICP technique. Resulting in a high ash content of 28.71 g/100g, presence of secondary metabolites such as: free phenolic compounds, flavonoids. alkaloids, triterpenes/steroids and saponins among others; The content of total polyphenol compounds was 40.07 µg EGA/mg of extract, of flavonoids 103.97 µg EQ/mg of extract; Regarding minerals, the content of potassium and calcium was notable with values of 465 and 1813.09 mg/100g respectively; and the presence of metals in insignificant quantities, concluding that the extract is poor in polyphenolic compounds and low concentrations of heavy metals.

Keywords: *Heliotropium curassavicum*, phenolic compounds, flavonoids, minerals

I. INTRODUCCION

Alrededor del planeta existe una gran diversidad de plantas, de las cuales un gran porcentaje de ellas poseen o se le atribuyen propiedades medicinales, que antiguamente los llamados “Sanadores” o “curanderos” las emplearon como medicina, para dar tratamiento a diversas enfermedades de las adolecían los habitantes. En la actualidad, en muchos países siguen dependiendo del uso de las hierbas medicinales y compuestos derivados de estas para tratar una variedad de dolencias (1), por lo que se hace de vital importancia el estudio continuo de las plantas, debido a que muchos principios activos utilizados para elaborar medicamentos se han extraído y se siguen extrayendo de fuentes vegetales.

Sabemos desde nuestros ancestros peruanos que aprendimos a convivir con la naturaleza, ya que desde esas épocas diversas especies de plantas y animales fueron empleados en diferentes aspectos de nuestra vida cotidiana, determinando las comunidades vegetales que existen en el área e indicando sus biotipos y componentes florísticos y faunísticos (2,3) . Se ha establecido que la biomasa vegetal contiene fitoquímicos extraíbles para la búsqueda de nuevos medicamentos como los ácidos fenólicos y los flavonoides que benefician a la salud y se les asocia una capacidad antioxidante para la neutralización de los radicales libres (1).

Los seres humanos en su metabolismo normal necesitamos oxígeno (O_2) para poder producir energía. Sin embargo, el exceso de O_2 puede ser perjudicial para las células por la constitución de especies reactivas en el proceso de su oxidación. Para neutralizar o estabilizar este problema, nuestro organismo posee con un mecanismo llamado sistema antioxidante (*AOX*) quien es el encargado de mantener el equilibrio de las reacciones de óxido reducción y asegurar la sobrevivencia celular (2).

Actualmente muchas personas buscan consumir productos con capacidad antioxidante, puesto que el estrés oxidativo ha sido relacionado a la patogénesis de muchas enfermedades, como: artritis, arterioesclerosis, demencia, cáncer, entre otras; por lo que, en la actualidad se viene empleando de manera muy intensa el uso de las sustancias antioxidantes, con énfasis particular en el tratamiento de las enfermedades neurodegenerativas, así como, en los accidentes cerebrovasculares (3).

Las plantas medicinales tienen una elevada usanza popular, hasta el momento continúa siendo una alternativa en algunas terapias, precisamente ese es uno de los motivos por el cual se realiza la presente investigación “Determinación de polifenoles totales, flavonoides y metales del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium Curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán”.

1.1 Descripción de la realidad problemática.

En el Perú, una gran porción de la población viene utilizando desde hace mucho tiempo, como un método alternativo para tratar múltiples enfermedades (entre estas diferentes enfermedades crónico-degenerativas) el uso de plantas medicinales; sin embargo muchas de estas plantas o especies vegetales utilizadas no poseen estudios o suficientes investigaciones que respalden o confirmen su uso terapéutico que se le atribuye la medicina tradicional o la costumbre popular (4), por lo que se hace necesario averiguar si esas atribuciones son reales o no; otras situaciones que va de la mano con el consumo de una planta en el tratamiento de algunas enfermedades degenerativas ocasionadas por diversos factores tales como el estrés, exposición a la radiación, la dieta, estilo de vida, y algunos medicamentos que desencadenan radicales libres. Son los compuestos de naturaleza polifenólica, en especial los flavonoides a los que se les asocia como las actividades antioxidantes, mediante cuales pueden ser neutralizados o inhibidos los radicales libres; y también, es la presencia de algunos iones metálicos que van relacionados a estos compuestos, como sales o complejos dentro de sus propias estructuras, dándose el uso sin tener el menor conocimiento, si la dosis en que se está ingiriendo sea la adecuada o están en una concentración en exceso, lo cual muchas veces podría llevar u ocasionar una intoxicación. En los últimos años, existe la hipótesis de que las plantas halófitas, que prosperan en suelos extremadamente salinos, pueden sintetizar compuestos bioactivos que pueden ayudar a reducir los efectos negativos del estrés (5); una de ellas es el caso de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” especie que tiene algunas aplicaciones como infusión, cocimiento o emplastos, pero no presenta estudios en este sentido.

Formulación del Problema

Problema General

- ¿Cuál es el contenido de polifenoles totales, flavonoides y metales en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”?

Problemas Específicos

- ¿Cuál será el contenido de polifenoles totales del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”?
- ¿Cuál es el contenido de flavonoides del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”?

- ¿Qué metales están presentes en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán”?

1.2 Antecedentes de la Investigación

Internacionales

- Wasin et al (2023). estudiaron la eficacia antimicrobiana de los extractos de *H. curassavicum* mediante el método de difusión en pozos. El extracto de acetato de etilo de contuvo la mayor concentración de fitocompuestos bioactivos como: alcaloides, saponinas, fenólicos, flavonoides, esteroides, glucósidos cardíacos, taninos y terpenoides. Los resultados de los ensayos antimicrobianos revelaron que a una concentración de 50 mg/ml, los tres extractos de plantas demostraron una susceptibilidad significativa a *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. El estudio antidiabético *in vitro* reveló que el extracto de acetato de etilo exhibió un 60 % de inhibición con un valor de IC₅₀ de 0,36 ± 06. El valor de IC₅₀ del estándar fue de 0,2319 mg/ml (5).
- Pothiraj et al 2021. realizaron un estudio para evaluar la actividad antimicrobiana *in vitro* de *Acanthus ilicifolius* L. and *Heliotropium*, para lo cual usaron varios solventes, siendo el metanol, el que tuvo mayor extracción de metabolitos secundarios, también determinaron el análisis proximal y la determinación de la capacidad antioxidante. Los resultados mostraron en el *H. curassavicum* (L) la presencia de todos los fitoquímicos excepto los glucósidos cardíacos y una actividad antimicrobiana de un nivel significativo frente al control en *E. coli*, *K. pneumoniae* y *B. subtilis* a una concentración de 50 µg/mL del extracto (1)
- Suthar et al. 2021) en su estudio: “*Phytochemical Screening of Halophytic Plant Heliotropium curassavicum L.*” realizaron una investigación fitoquímica cualitativa de *Heliotropium curassavicum* en extractos con diferentes solventes, en los cuales se encontraron presencia de alcaloides, fenoles, taninos, esteroides y proteínas los cuales tienen mayor presencia con los solventes de acetona y metanol (6).
- Eldidamany et al (2020). Evaluaron el efecto rodenticida de extractos de *Heliotropium curassavicum* en acetona y metanol sobre ratas albinas macho en condiciones de laboratorio. La composición química del extracto metanólico. mediante LC/MS y el extracto acetónico mediante GC/MS mostraron la presencia de 16 y 22 sustancias químicas, respectivamente. El estudio de toxicidad oral aguda se realizó mediante el método aritmético de Karber para el

cálculo de la dosis letal mediana (LD50). La DL50 de los extractos acetónico y metanólico de la planta fue de 12.500 y 16.500 g/kg; luego, se evaluaron una mezcla de ambos extractos en una dosis oral única diaria (1/20 de la DL50) después de 28 días de tratamiento.(7).

- Wasiullah et al. (2019), en su trabajo: "*Phytochemical Investigation and Pharmacological Activities of Heliotropium Curassavicum Linn.*" determinaron que la fracción dicloro-metánica de *Heliotropium Curassavicum* presenta una buena actividad antioxidante tanto en el ensayo de ABTS como DPPH (8) .
- Abd-ElGawad et al. (2019) en su trabajo: "*Habitat Affects the Chemical Profile, Allelopathy and Antioxidant Properties of Essential Oils and Phenolic Enriched Extracts of the Invasive Plant Heliotropium curassavicum*" demostraron la presencia de 56 compuestos, 25 en cultivos cercanos al mar y 31 en los cultivos alejados del mar, posiblemente debido a una variación en la salinidad que causa mayor estrés en los cultivos costeros. Por otro lado, ambos aceites esenciales mostraron actividad alelopática y antioxidante, siendo el aceite extraído de las zonas costeras con mayor actividad frente al aceite esencial extraído de los cultivos alejados del mar (9).

Nacionales

Hasta el momento de la redacción del presente trabajo de investigación en la revisión bibliográfica efectuada no se encontró a nivel nacional estudios publicados en relación a esta especie vegetal.

1.3 Justificación e Importancia.

En los últimos años se viene realizando esfuerzos para emplear extractos de plantas para tratar algunos problemas de salud pública y en la agricultura verde .insecticidas botánicos

(10). En el caso de la agricultura verde estos extractos pueden ser una alternativa al uso de pesticidas químicos que no dejen residuos que afecten la salud y lograr controlar las plagas y minimizando la pérdida de rendimiento de los cultivos (11). Para el caso de la salud publica la presencias de muchos compuestos fitoquímicos de estos extractos con propiedades conocidas, podrían ser el punto de partidas para nuevos medicamentos.

Heliotropium curassavicum es una planta halófito que prospera en condiciones ambientales adversas como terrenos extremadamente salinos y sintetizan una series compuestos bioactivos que pueden ayudar a reducir los efectos negativos del estrés. En esta familia se ha declarado una gran cantidad de propiedades antimicrobianas, antifúngicas y antiinflamatorias; sin embargo se ha encontrado diferencias en los

compuestos hallados en la especie cultivadas en climas tropicales, subtropicales y en climas templados (12), La variación de las condiciones ambientales generalmente conduce a cambios en los ingredientes bioactivos de las plantas, lo que se hace necesario y justificado analizar esta especie que crece en las inmediaciones de nuestra ciudad universitaria, comenzando por la valoraciones de los compuestos fenólicos totales, flavonoides y el contenido de minerales que nos den un panorama completa de los posibles propiedades de esta especies que crece en estas condiciones agroclimáticas.

1.4 Objetivos de la Investigación.

Objetivo General

- Determinar los polifenoles totales, flavonoides y metales del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”.

Objetivo Específico

- Determinar la cantidad de polifenoles totales en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”.
- Determinar la cantidad de flavonoides en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”.
- Determinar la presencia de metales en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”.

1.5 Marco Teórico

1.5.1 Polifenoles totales, flavonoides y minerales.

Polifenoles Totales

Ampliamente estudiados por sus propiedades antioxidantes, son compuestos bioactivos que constituyen unos de las principales clases de metabolitos secundarios de origen vegetal, donde desempeñan diversas funciones fisiológicas y concurrentes en los alimentos. Los compuestos fenólicos en alimentos se constituye como una de las ramas de mayor desarrollo en estos últimos años, por su gran importancia en el resguardo de la salud, mejoramiento de la alimentación, y por su alta capacidad antioxidante frente a la acción de radicales libres, estos contribuyen en la previsión de las enfermedades; sin embargo también posee otras actividades biológicas como: antihistamínicos, antiinflamatorios actividades antivirales (13).

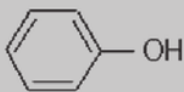
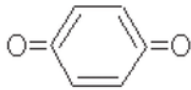
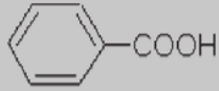
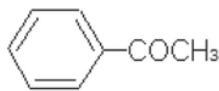
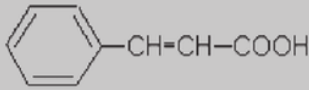
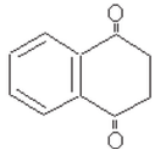
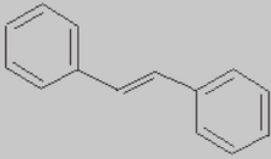
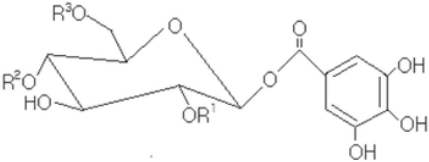
Clase	Esqueleto químico	Estructura básica
Fenoles simples	C ₆	
Benzoquinonas	C ₆	
Ácidos fenólicos	C ₆ -C ₁	
Acetofenonas	C ₆ -C ₂	
Ácido hidroxicinámico	C ₆ -C ₃	
Naftoquinonas	C ₆ -C ₄	
Estilbenos	C ₆ -C ₂ -C ₆	
Taninos hidrolizables (unidades de ácido gálico o elágico unidos a carbohidratos)	Estructuras variadas	

Figura 1. Representación de algunas clases de polifenoles y su estructura

Los compuestos fenólicos varían en las cantidades y tipos en función de diversos parámetros, poseen en su estructura al menos un anillo aromático que está unido a uno o más grupos hidroxilo. Se clasifican como ácidos fenólicos (AF), flavonoides (FLA) y taninos (TAN). Los Compuestos polifenólicos más sencillos poseen solo un anillo aromático y conforme aumenta el número de sustituyentes, se va incrementando la complejidad de la estructura (14).

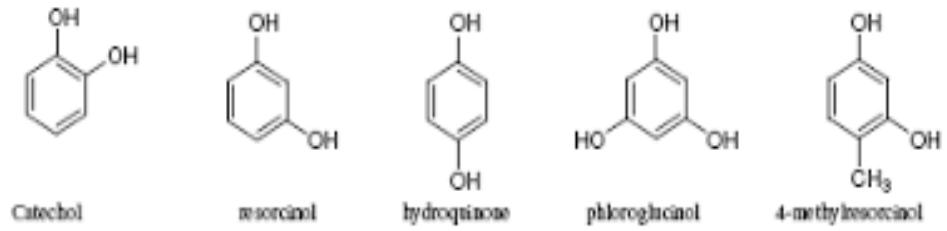


Figura 2. Estructuras químicas de compuestos fenólicos simples.

Flavonoides

Es el nombre común dando a un grupo de moléculas sintetizadas en el proceso del metabolismo secundario de las especies vegetales, que como otros principios activos vegetales no son parte esencial para la supervivencia de la especie, se forman mediante una ruta biosintética mixta (los flavonoides lo hacen a través de la ruta de los policétidos y la ruta del ácido siquímico). La vía del ácido siquímico conlleva la síntesis de los aminoácidos aromáticos, y la síntesis de los ácidos cinámicos así como sus derivados (ácidos fenólicos, fenoles sencillos, lignanos, y derivados del fenilpropano). La vía de los poliactatos suministra las quinonas y las xantonas (15).

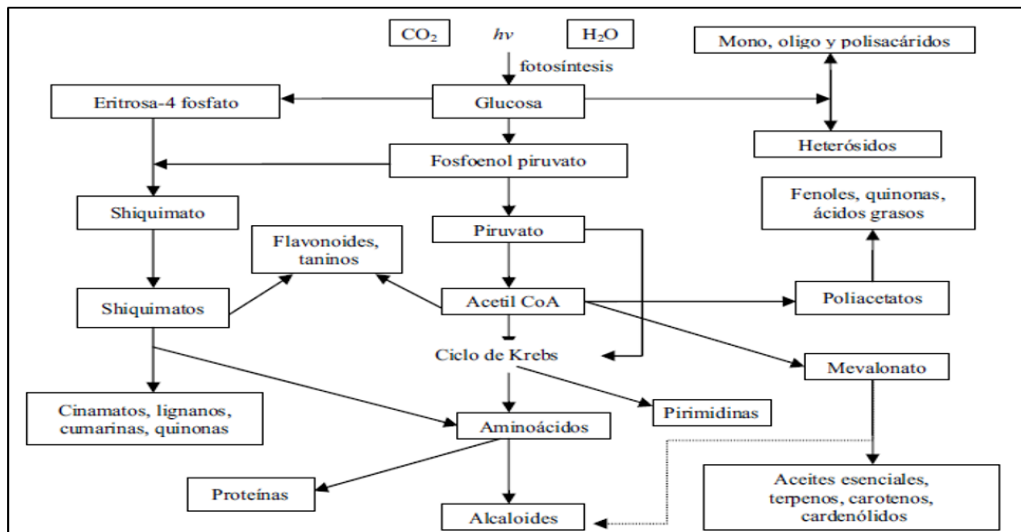


Figura 3. Ruta metabólica de la síntesis de flavonoides (Fuente: D.A. Martin G. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1968/2366>)

Se sabe que los flavonoides se encuentran ampliamente distribuidos entre todos los vegetales superiores, siendo las rutáceas, poligonáceas y umbelíferas como las principales familias que los contienen. Abundan, sobre todo, en las partes aéreas jóvenes y más expuestas al sol, como frutos, flores y hojas, porque la luz solar promueve su síntesis. Los flavonoides son sustancias sólidas cristalizables, de color amarillento o blancos cristalinos. tienen una estructura base carbonada C₆-C₃-C₆. Los

heterósidos pueden ser solubles en agua caliente, así como en disolventes orgánicos polares como el alcohol, siendo insolubles en los apolares. Pero, cuando estos se hallan en un estado libre, son escasamente solubles en agua, pero son solubles en solventes orgánicos más o menos oxigenados, todo esto teniendo en cuenta su polaridad. Por otro lado, considerando que son sustancias fácilmente oxidables, por lo que, tienen un efecto antioxidante, ya que se oxidan más fácilmente que otro tipo de sustancias.(16).

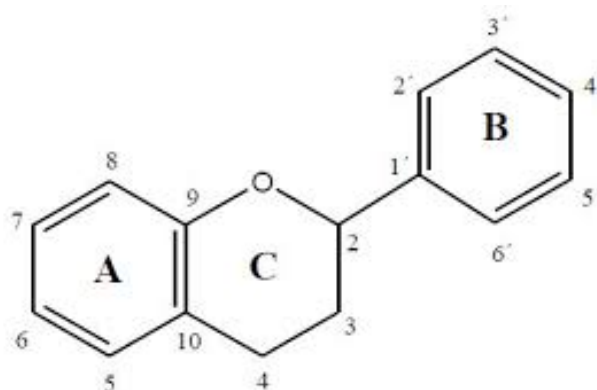


Figura 4. Estructura base de los compuestos flavonoides

En el caso de los flavonoides el anillo A se biosintetiza a través de la ruta de los poliacetatos, y el anillo B, así como el heterocíclico C3 derivan mediante la ruta del ácido siquímico. Los flavonoides se encuentran principalmente como glucósidos, no obstante, también pueden hallarse en la forma libre (agliconas). Asimismo, se pueden encontrar como sulfatos, dímeros ó polímeros. Los glucósidos se obtienen de dos formas: como O-glucósidos acoplados a los carbohidratos mediante átomos de oxígeno (enlace hemiacetal), o a modo de C-glucósidos enlazados a los carbohidratos a través de enlaces carbono-carbono (17).

La actividad antioxidante de los diferentes compuestos fenólicos se relaciona con su capacidad para ceder átomos de hidrógeno del grupo hidroxilo aromático hacia un radical libre y a la pericia de deslocalizar las cargas en el sistema de dobles enlaces un anillo aromático. Los compuestos fenólicos presentan además una estructura química adecuada para captar iones metálicos (fundamentalmente divalentes, como hierro (II) y cobre (II)) y, por ello, para inhibir la formación de radicales libres mediante las reacciones tipo Fenton (18).

Minerales

Las especies vegetales están constituidas de una manera global de materia orgánica, agua y minerales. La composición referencial de estos componentes puede ser diversas, pero en las especies verdes, el agua está en una mayor proporción y los minerales en la menor. Los minerales conforman solo una porción comparativamente pequeña de la materia seca. Aunque son de suma importancia, pues permiten a las especies vegetales sintetizar el material orgánico (fotosíntesis). La concentración de mineral en las especies vegetales y sus órganos son de primordial significancia fisiológica y práctica; un gran número de ellos logran favorecer los mecanismos de defensa de las plantas, a través del reforzamiento de la pared celular, o mediante sustancias inhibitoras de los patógenos, especialmente en condiciones de estrés (falta de nutrientes o agua, ataques de los insectos, etc.). El principal factor que rige la cantidad de mineral de las plantas, es su potencial de adsorción de nutrientes, que es propio de cada especie y fijado genéticamente.

Un segundo factor que interviene en la concentración de minerales en las plantas es la disponibilidad de esos nutrientes en el terreno de cultivo. La concentración de un nutriente mineral en las especies se incrementa en la forma de la curva de saturación a medida que incrementa la disponibilidad del nutriente en el medio. El contenido mineral de nutrientes varía considerablemente entre las diferentes órganos de las plantas. Generalmente las partes vegetativas como raíces, tallos y hojas muestran una mayor diferenciación que la concentración en la composición mineral de los frutos, tubérculos y semillas (19).

El procedimiento de extracción sólido-líquido es simple y más empleado en la obtención de extractos de plantas con propiedades terapéuticas, por lo tanto en este procedimiento debe transferirse una cantidad de sales minerales que conforman parte de la estructura vegetal de las especies, actuando muchos de ellos al ser ingeridos como complemento de los metabolitos secundarios o tal vez como cofactor de algunas enzimas al momento de ejercer su acción farmacológica (20).

1.5.2 *Heliotropium Curassavicum*

Descripción de la especie

Heliotropium Curassavicum, esta especie vegetal crece en suelos arenosos, salitrosos y arcillosos. Invade terrenos bajos, arenosos, húmedos y salobres, Siendo parte de la vegetación semihalofita o halofita de la Costa, invadiendo de igual forma los campos de cultivo de ésta región. Esta es una hierba glauca o succulenta, anual también es perenne, de tallo postrado o decumbente y completamente glabra, de hasta 1.0 m. de longitud,

suculenta o crasa. Tallos cilíndricos ramificados. Hojas subopuestas o alternas, sésiles, oblanceolado-espátuladas, enteras, ápice obtuso o redondeado y de base atenuada. Inflorescencia en forma de cimas escorpioideas, terminales o extraxilares, solitarias o en pares; flores sin brácteas, flores sésiles, dispuestas en cimas laterales o terminales, también resultan en ser uníparas escorpioideas, geminadas o solitarias, blancas, pentámeras, hermafroditas. Con Frutos globoso, glabro, que se encuentran formados por 4 clusas uniseminadas, de 2 a 2.8 mm de altura por 2 a 3 mm de grosor; con una semilla; ginobase plana, con una semilla; ginobase plana (21,22,23).



Figura 5. Planta de hierba del alacrán

Origen y Distribución de la especie

La especie vegetal en estudio es originaria de América, distribuida desde Canadá y sur de Estados Unidos hasta Argentina; se encuentra introducida en zonas templadas de África, Asia y América. En el Perú podemos encontrarla en los departamentos Arequipa, Ica, La Libertad, Lambayeque, Lima, Piura, Tacna. Esta especie vegetal se desarrolla principalmente en zonas costeras y se encuentra a una elevación de 0-500, 500-1000 m.s.n.m. (9).



Figura 6. Especie en estado natural (Fuente: <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/58058-Heliotropium-curassavicum>)

Usos de la especie

La medicina popular reporta que la especie vegetal *Heliotropium curassavicum* se ha utilizado tradicionalmente para el tratamiento de eliminar el exceso de ácido úrico, así como para disolver los cálculos del riñón, la artritis, vulnerario, antiséptico, reumatismo, hemorroides (8), También es utilizada en algunas regiones de México contra problemas del aparato digestivo: diarrea, disentería e indigestión. Como tratamiento, se emplean las ramas en cocimiento administrados por vía oral; de la misma manera, se utiliza en enfermedades venéreas y para eliminar la placenta. Otros usos medicinales de esta planta son: en el asma, fiebre, anemia, inflamación del bazo y la picadura de alacrán (de donde deriva el nombre común con el que se conoce en muchas regiones). Se le atribuyen propiedades antihelmíntica (24).

Taxonomía

Reino: Plantae

Division: Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Boraginaceae

Subfamilia: Heliotropioideae

Genero; Heliotropium

Especie : *Heliotropium curassavicum*

Nombres comunes: (25).

- En Cuba: alacrancillo de mar o de playa, yerba del vidrio.³
- En Brasil: cresta de gallo³
- En Chile: jaboncillo, cola de alacrán.
- En Argentina: doble gama, cola de gama
- En Perú: hierba del alacrán
- En México: Alacrancillo de playa (Yucatán), cola de alacrán, cola de mico, hediondilla, heliotropo cimarrón, rabo de mico (26).

Química.

De la especie completa de *H. curassavicum* se ha aislado algunos alcaloides como; los alcaloides de pirrolizidina coromandalina, su N-óxido; cirassa-necina, curassavina, su N-óxido; curasavinina, heliocoroman-dalina, heliocurassavicina, heliocurassavina, heliocurassavinina, heliotrina, su N-óxido; heliovicina, heliovinina, lasiocarpina, lindelofidina, retronecina, rivularina, su N-óxido, supinidina y traquelantamida, la lactona tetrahydro-6-eneicosil-piran-2-ona y el esteroil beta-sitosterol. En el tallo también se han identificado los alcaloides pirrolizidínicos, acetatos de coromandalina, curassavina (obtenida además como la base), y heliovicina (24).

1.5.3 Compuestos polifenólicos y actividad antioxidante

Entre los denominados compuestos polifenólicos se pueden localizar los ácidos fenólicos y flavonoides como: el ácido cumárico y la quercetina y los taninos, de ellos se ha descrito a la epicatequina como el más activo biológicamente. Estos compuestos fenólicos pueden poseer un peso molecular comparativamente alto y presentar un poder antioxidante 20 veces más activo que la vitamina E (1).

La actividad antioxidante de estos compuestos es una consecuencia de la presencia y estructura química de los polifenoles, actualmente se ha centrado la atención en los posibles efectos beneficiosos de alimentos y bebidas ricos en polifenoles sobre la salud (2). Los compuestos antioxidantes protegen al organismo de los efectos nocivos de los radicales libres, moléculas altamente reactivas que pueden dañar el organismo

a nivel celular. Este daño ocasionado por los radicales libres llevan a aumentar el riesgo de padecer cáncer, enfermedades cardiovasculares y muchas otras enfermedades degenerativas. Los antioxidantes neutralizan o retrasan la acción de los radicales libres, minimizando el daño y protegiendo el organismo del desarrollo de estas enfermedades mencionadas.

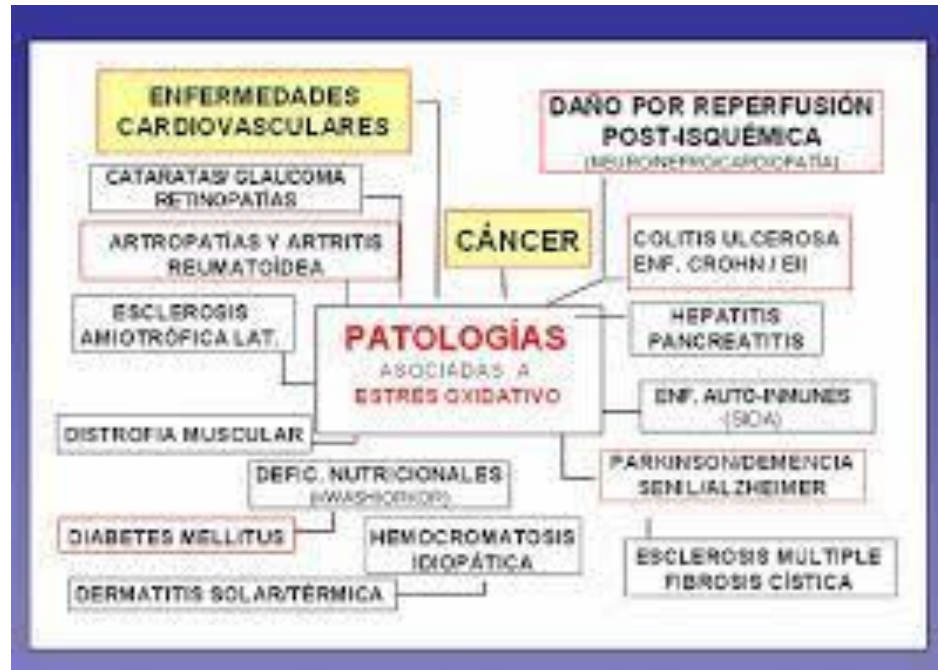


Figura 7. Patologías asociadas al estrés oxidativo

1.5.4 Antioxidante

Sustancia o compuestos que tienen la propiedad de prevenir o retrasar el proceso de oxidación de un sustrato diana, considerando como sustrato o moléculas dianas a las proteínas, los hidratos de carbono, los lípidos e incluso la molécula de ADN. Un antioxidante asimismo puede ser capaz de bloquear o inactivar los radicales libres, logrando sanear y evitar el daño ocasionado por el proceso de la oxidación acumulada (13, 18, 27).

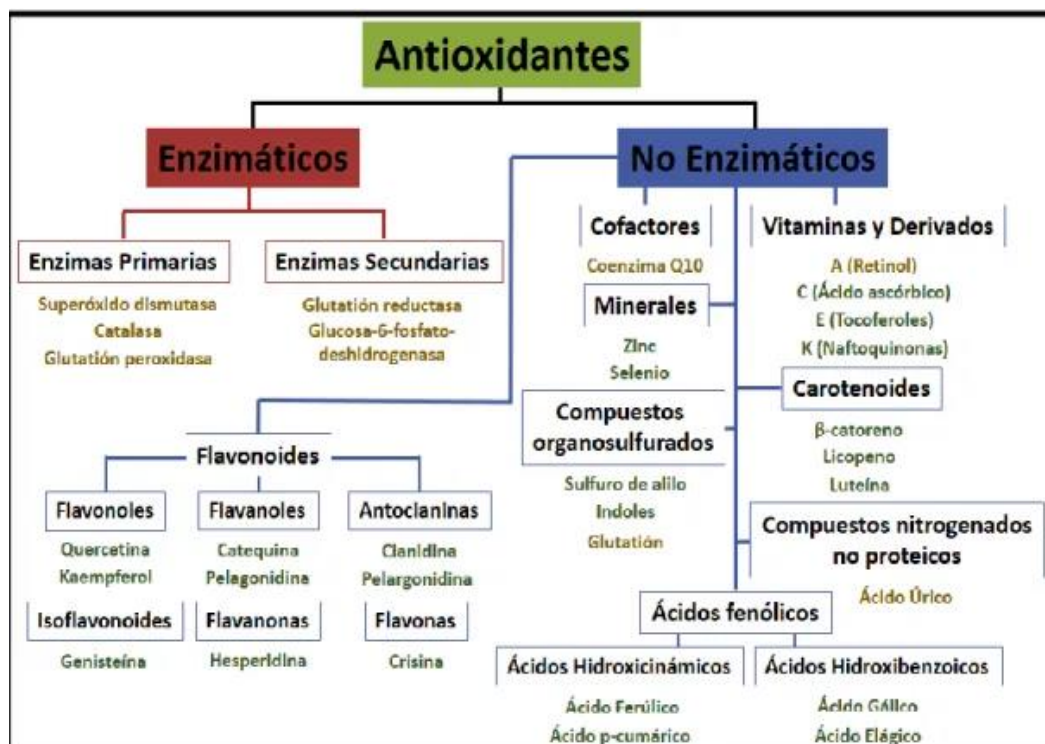


Figura 8. Tipos de antioxidantes

Fuente: <https://1library.co/article/tipos-antioxidantes-capacidad-antioxidante-extracto-frutos-lioofilizados.z3dnl39y>

Beneficios de los antioxidantes

Los antioxidantes como se indicó anteriormente ofrecen diferentes beneficios a la salud, se han estudiado cerca de 100 enfermedades y su correlación con el desbalance del sistema oxidativo, en lo relativo a la prevención de enfermedades como el cáncer de pulmones y corazón, cataratas, envejecimiento, enfermedades autoinmunes, el mal del Parkinson, enfermedades degenerativas del cerebro, la piel y ojos (26). En el caso del cáncer se sustenta que pueden impedir que surja, aunque no se conoce con certeza su mecanismo. Algunas probabilidades serían: favorece la contención de las mutaciones liberadas durante la formación de un radical libre. Se ha visto que la adición de β caroteno ayuda a contener los cambios malignos ocasionados por los radicales libres, lo que evita que éstos ataquen el material genético a nivel celular (18).

1.5.5 Radicales Libres

Los radicales libres son especies moleculares altamente reactivas que posee un electrón libre o no apareado; sólo permanecen durante un tiempo muy breve antes de interactuar con otra molécula y extraer o conceder un electrón para lograr la estabilidad. producto de esta reacción se origina un nuevo radical a partir de la especie con la cual colisionan. La

principal manera de inactivar un radical libre, y así terminar con este proceso reaccionario en cadena, es mediante la unión de dos radicales libres que reaccionan entre ellos, cuando los electrones desapareados forman un par en una u otra de las moléculas reaccionantes. Este caso es raro, debido a la breve vida media que posee un radical individual y las concentraciones muy bajas en la que se encuentran los radicales a nivel celular. Los radicales más perjudiciales a los sistemas biológicos, son los radicales producidos por el oxígeno (a veces llamados especies de oxígeno reactivas ROS), especialmente hidroxilo, superóxido y perhidroxilo. El daño o perjuicio en el tejido ocasionado por los radicales de oxígeno suele denominarse daño oxidativo (14, 18).

PRINCIPALES ESPECIES REACTIVAS DERIVADAS DEL OXÍGENO (ROS) Y DEL NITRÓGENO (RNS)			
RADICALES LIBRES		ESPECIES REACTIVAS NO-RADICALES	
SUPERÓXIDO	$O_2^{\cdot-}$	PERÓXIDO HIDRÓGENO	H_2O_2
HIDROXILO	HO^{\cdot}	HIDROPERÓXIDOS	$ROOH$
ALCOXI	RO^{\cdot}	HIPOCLORITO	$ClO^{\cdot-}$
PEROXI	ROO^{\cdot}	OXÍGENO SINGLETE	1O_2
CARBONATO	$CO_3^{\cdot-}$	OZONO	O_3
OXIDO NÍTRICO	NO^{\cdot}	PEROXINITRITO	$ONOO^{\cdot-}$
DIOXIDO NÍTRICO	NO_2^{\cdot}		$NO^{\cdot} O_2^{\cdot-}$

Figura 9. Principales especies reactivas

Las especies reactivas de oxígeno (EROs) son radicales libres que se derivan de la molécula de oxígeno (O_2) por una parcial reducción química. En este conjunto de compuestos están los peróxidos de hidrógeno (H_2O_2), originados cuando el Oxígeno es reducido con 2 electrones, y las tipos reactivos del oxígeno, que encubren a los superóxidos y al radical hidroxilo (OH^{\cdot}) (28).

Las EROs cumplen un papel indiscutible en los diversos procesos fisiológicos habituales; sin embargo, pueden producir a su vez efectos tóxicos. Las EROs son originadas como resultado del propio metabolismo y son fundamentales para la producción de energía, la biosíntesis de sustancias biológicamente esenciales y en la fagocitosis, un proceso esencial para el sistema inmunológico. También desempeñan un papel fundamental en la transducción de señales, es importante para la comunicación y función de las células.

En los últimos 20 años se ha aumentado la evidencia que comprueban que las ERO pueden ser las promotoras de distintos padecimientos, enfermedades coronarias, incluyendo el cáncer y el envejecimiento. La acción del radical hidroxilo frente a los lípidos insaturados es la cascada más detallada de daño inducido por radicales (ADN) (13, 26).

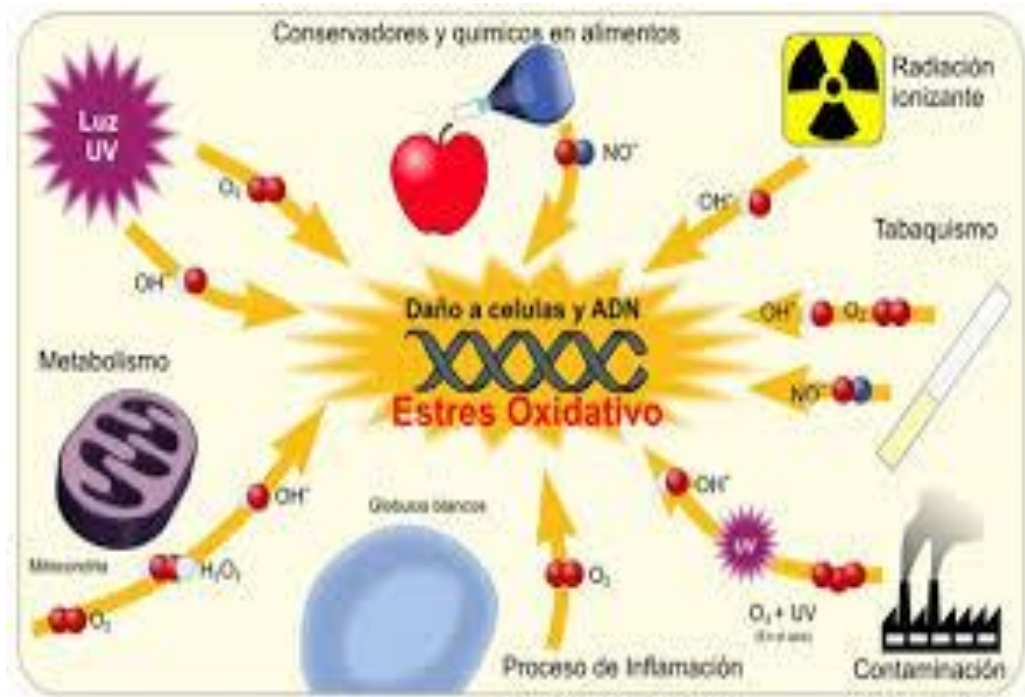


Figura 10. Fuentes de formación de radicales libres.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación

2.1.1 Tipo de Investigación:

Básica.- en cuanto pretende adquirir conocimientos esenciales de la composición del extracto etanolico de la especie obtenido por maceración

2.1.2 Nivel de Investigación:

Descriptivo – Explicativo.- por la descripción de la composición química en lo referente a polifenoles, flavonoides y minerales parte

2.1.3 Diseño de Investigación:

Analítico.- Por la aplicación de técnicas u procedimientos analíticos que nos permitieron obtener los resultados en las diversas determinaciones

2.2 Lugar de Investigación:

Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Instituto de Investigación del Vicerrectorado de Investigación y la Facultad de Farmacia y Bioquímica, departamento de Ciencias Químicas.

2.3 Materiales de Trabajo

2.3.1 Materiales de Laboratorio:

- Probetas 10 ml, 50 ml y 100 ml
- Matraces Erlenmeyer
- Balones
- Fiolas
- Agitadores de vidrio
- Vasos de precipitado
- Tubos de ensayo
- Gradillas
- Espátulas de metal

- Vasos de vidrio
- Embudos
- Luna de reloj
- Pinzas metálicas
- Micropipetas de 100uL
- Micropipetas de 1000uL
- Pipetas de 1 ml, 5 ml y 10 ml
- Propipetas
- Baguetas
- Peras de Bromo
- Soporte Universal
- Aro de Soporte

2.3.2 Equipos de Laboratorio:

- Balanza Analítica
- Potenciómetro
- Refractómetro
- Mufla
- Evaporador rotatorio
- Espectrofotómetro UV-Visible

2.3.3 Reactivos

- Agua destilada
- Etanol 96°
- Alcohol 70°
- ácido gálico
- Diclorometano
- Ácido Clorhídrico
- Acetato de sodio
- Hidróxido de Amonio 25%

- Ácido acético glacial
- Ácido nítrico
- Folin Ciocalteu
- Carbonato de sodio
- nitrito de sodio
- Tricloruro de aluminio
- Quercetina

2.3.4 Otros

- Guantes
- Mascarilla
- Papel filtro
- Papel aluminio
- Papel tissu
- Papel toalla
- Viales

2.4 Hipótesis y Variables.

2.4.1 Hipótesis

Hipótesis General

- El extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” presenta un gran contenido de polifenoles totales, flavonoides y bajo contenido de metales.

Hipótesis Especificas

- El extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” presenta una cantidad significativa de polifenoles totales.
- El extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” presenta una cantidad significativa de flavonoides.
- El extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” presenta valores de metales por debajo de lo permitido por normas internacionales.

2.4.2 Variables

V. Independiente		
Variable	Indicador	Índice
Extracto etanólico de las partes aéreas <i>Heliotropium curassavicum</i> “Hierba del Alacrán”	Metabolitos secundarios.	Reacciones de coloración y precipitación.
	Parámetros fisicoquímicos.	Sólidos totales, sólidos solubles, pH, cenizas.
V. Dependiente		
Variable	Indicador	Índice
Polifenoles Totales.	Método Folin Ciocalteu	ug Ácido Gálico.
Flavonoides.	Método de Tricloruro de Al.	ug de quercetina
Metales.	Método de emisión Atómica.	mg/100g

2.5 Población y Muestra

2.5.1 Población:

Especie de vegetal *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” que crece en el distrito de Ica

2.5.2 Muestra:

10 kg de la especie vegetal *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” crece en las inmediaciones de los jardines de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga

2.6 Métodos, técnicas y procedimientos para la recolección de datos

2.6.1 Recolección y clasificación de la muestra vegetal

La especie vegetal *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” fue recolectada por la autora en las inmediaciones de los jardines de la ciudad universitaria entre de la Facultad de Farmacia y la Facultad de Ingeniería civil, en el distrito de Ica,

Provincia Ica, Región Ica. La recolección fue realizada en las primeras horas de la mañana, utilizando una tijera de podar y bolsas de papel Kraft en donde se fue depositando la planta, para luego ser trasladada a la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.

La muestra fue clasificada taxonómicamente por el Biólogo Miranda Huamán David Máximo especialista del área de la Facultad de Ciencias Biológica de la Universidad.

2.6.2 Tratamiento de la muestra vegetal

Selección: Luego de haber efectuado la recolección, se procedió a selección la muestra vegetal considerando aquellas que mostraron estar en buen estado, para luego ser colocadas sobre de papel Kraft y así evitar procesos de descomposición.

Limpieza: la limpieza consistió en la eliminación los residuos de suciedad, paja (residuos de otras malezas), tierra u otras materias que pudieran ocasionar alteraciones o interferencias.

Secado: El secado se realizó en las instalaciones del laboratorio de química general de la facultad bajo sombra, con la finalidad de preservar o evitar que sufra alguna alteración, proceso que tuvo un tiempo de 15 días, la planta se distribuyó sobre hojas de papel Kraft; removiéndolas entre días. Una vez transcurrido el tiempo, se procedió a realizar el corte y la trituración de las partes aéreas de la planta.

Conservación: La muestra triturada fue almacenada en bolsas confeccionadas de papel para su conservación hasta el momento en se iniciaron los estudios.

2.6.3 Obtención del extracto etanólico

Un peso de aproximadamente 500g la planta seca y molida se empleó para la extracción, macerando con 3,5 litros de etanol 96° por un periodo de 15 días, con agitación frecuente interdiaria. Posteriormente se filtró el macerado a través de un papel de filtro rápido, la concentración se efectuó en un evaporador rotatorio y finalmente se terminó secando en una estufa a temperatura menor a los 40 °C (29).

2.6.4 Screening fitoquímico:

El screening fitoquímico, es la fase primaria de la investigación de las especies vegetales que vamos a trabajar, en cuanto a permitir la determinación cualitativamente de los principales grupos químicos que se encuentran presentes en el extracto obtenido, y a partir de allí, se va a comenzar a regir el fraccionamiento de los extractos para la

separación, aislamiento y reconocimiento de los grupos funcionales de mayor importancia. Al realizar el screening fitoquímico este nos va ayudar en la extracción de los metabolitos de la planta que vamos a trabajar con solventes apropiados y la aplicación de reacciones de precipitación y coloración. Esto nos deberá permitir una evaluación rápida, con reacciones sensibles y reproducibles.

Obtención de Fracciones

A partir del extracto seco, se separó una porción a la que se disolvió en metanol y se le llamo **Fracción A**.

Otra porción del residuo, se colocó en una pera de decantación y se extrajo con dos porciones HCl al 1% (2x20 mL), se filtraron y se obtuvo dos partes:

- a) **Insoluble:** Se lavo hasta pH neutro con agua destilada, seguidamente se disolvió con 5mL de diclorometano, se secó con sulfato de sodio anhidro, se filtró, este filtrado constituyo **la Fracción B**
- b) **Solución ácida:** Se filtro y alcalinizo con amoniaco, extrayéndose con diclorometano (2x25mL) obteniéndose dos fases:

Fase Diclorometánica: Se lavo con 10 mL de agua destilada, luego la fase diclorometánica se secó con sulfato de sodio anhidro, se filtró obteniéndose **la Fracción C**.

Fase Acuosa: Se saturo con 5g de sulfato de sodio anhidro y se extrajo con diclorometano: etanol (3:2) (2x25mL). Obteniéndose dos fases:

- **Fase Orgánica:** (Diclorometanica-etanólica). Se lavo con dos porciones de solución de sulfato de sodio anhidro (10 mL) reuniendo las fases acuosas. Seguidamente la fase orgánica se deshidrato con 1g de sulfato de sodio anhidro. Se filtro y esto constituye **la Fracción D**.
- **Fase Acuosa:** A esta se adiciono los residuos acuosos obtenidos del lavado de la fase orgánica anterior esto constituyo **la Fracción E**. Sobre estas fracciones se determinaron diferentes metabolitos.

Separadas las diferentes fracciones se procedió a realizar diversas reacciones de coloración o precipitación para identificar los grupos funcionales y grupos de metabolitos presentes en el extracto etanólico de *Heliotropium Curassavicum (L)* "**Hierba del Alacrán**".

Reacciones de identificación sobre las fracciones:

Detección de taninos

- ✓ **Reacción de gelatina-Sal:** Se tomaron tres tubos de ensayo independientes a los que se le adiciono 0,5 mL de extracto a cada uno, luego al 1er. tubo se adiciono 1 mL de la solución de NaCl 5%; al tubo segundo se agregó solución de gelatina al 1%, y al tercer tubo. solución de gelatina – sal, la precipitación con el 3er reactivo o con 1er y 2do nos indicara la presencia de taninos, ya que si esto ocurre solo con el 1°, esto podría indicarnos ser un falso positivo.
- ✓ **Reacción de cloruro férrico:** En un tubo de ensayo se adiciono 0,5 mL de la fracción A y se agregó una gota de solución acuosa FeCl₃ 1%. La reacción fue positiva cuando aparecieron los colores azul-negro, azul verdoso o verde.

Detección de Flavonoides

- ✓ **Reacción de Shinoda:** En un tubo de ensayo se colocó unas gotas del extracto, agrego limaduras de Mg y unas 3 gotas de HCl concentrado. Se presento un cambio de color. La reacción fue positiva cuando se observó los tonos de color rojo, anaranjado y violeta

Detección de Aminoácidos

- ✓ **Reacción de Ninhidrina:** En 2 tiras de papel de filtro se colocó con de una pipeta capilar:
 - Una gota de extracto más una gota de solución de ninhidrina al 2%.
 - Blanco: una gota de solución de ninhidrina.

Se secaron a temperatura ambiente las tiras de papel y luego se colocaron en una plancha calefactora hasta la aparición de color en el blanco.

La reacción fue positiva cuando en el papel de la muestra se presenta un color azul violáceo.

Detección de Alcaloides

Se usaron 3 tubos de ensayo en los que se colocó independientemente 4 mL de extracto y 1 mL de HCl 1% y luego se procedió a efectuar las reacciones de precipitación:

- ✓ **Dragendorff:** Se añadió de 2 a 4 gotas del reactivo observar un precipitado anaranjado.
- ✓ **Mayer:** Se añadió 2 a 4 gotas del reactivo, observar el precipitado blanco.
- ✓ **Wagner:** Se añadió 2 a 4 gotas del reactivo observar el precipitado amarillo.

Detección de Saponinas

- ✓ **Prueba de Espuma:** En dos tubos de ensayo se adiciono 2,5 mL del extracto, se agita vigorosamente por un minuto. Se dejo reposar 15 minutos y para observar la formación de espuma. Se considero positiva si la altura de la espuma es mayor de 5 mm y permanece por 30 minutos.

2.6.5 Procedimiento de Caracterización Fisicoquímicas

Sólidos totales: AOAC 925.03B

Determinación: Se peso aproximadamente 2g del extracto seco en una placa petri, previamente secada a 130°C por una hora, luego se enfrió en un desecador y se pesó al alcanzar la temperatura ambiente. Se coloco la placa en la estufa a $130 \pm 3^\circ\text{C}$ por una hora (desde cuando se alcanza la temperatura de 130°C), cubra la placa con su tapa en el interior de la estufa y traslado al desecador y se pesó cuando alcanzo la temperatura ambiente. Se reporto la pérdida del peso como la humedad. (30).

Sólidos solubles: AOAC 932.12.

Se determino por el método refractométrico, para lo cual se preparó una suspensión al 10% se filtró y luego de calibrar el equipo se realizó la medición directamente.(30).

Cenizas: AOAC 923.03 Ash

Determinación: Se peso de 1 a 3 g del extracto seco bien mezclado en un crisol previamente tratado a la temperatura de trabajo (550°C) y enfriado en un desecador. Se incinero en la mufla a 550°C aproximadamente hasta obtener cenizas blanca o ligeramente grises. luego se enfrió en el desecador y peso tan pronto este alcanzo la temperatura ambiente. Se calculo el residuo como cenizas totales (30).

pH: AOAC 981.12 pH

Se determino por el método potenciométrico, en el cual se preparó una suspensión al 10%, previamente se calibra el equipo y luego se realizó la medición directamente (30).

2.6.6 Métodos Para Determinar Polifenoles Totales, Flavonoides y Metales:

Determinación de Compuestos Fenólicos Totales:

Se utilizo el método de Folin-Ciocalteu descrito por García *et al.* Se preparo una curva de calibración de ácido gálico en el rango de concentración este 50 -500 ug/mL. El extracto alcohólico de la muestra se preparó en diversas diluciones con agua destilada.

La determinación se realizó tomando 100 µL de las diversas concentraciones de la muestra, se le añadió 250 µL de la solución de Folin-Ciocalteu (diluido 1 en 1 con agua milli-Q), se llevó al baño ultrasonido por 5 min, luego se añadió 1250 µL de carbonato de sodio al 20% y posteriormente 400 µL de agua ultrapura. Se agito vigorosamente, se le lleva a reposo en la oscuridad por 90 minutos a temperatura ambiente. Se determina las absorbancias respectivas a 760 nm en el espectrofotómetro. Las muestras se analizaron por triplicado y el contenido de compuestos fenólicos totales se expresaron en ug de ácido gálico/mg de extracto, para lo cual se realizó una curva de calibración con este ácido¹¹.

Cuantificación de Flavonoides totales:

Preparación de las muestras: Se peso 0,12 g del extracto blando en un vaso precipitado de 10 mL y se adiciono 10 mL de alcohol al 96%, se llevó al baño ultrasonido por 10 minutos y se aforo a volumen. a partir de esta se preparó una serie de diluciones con alcohol de 70° Para realizar la determinación de los flavonoides totales se midió 0,1 ml de las diluciones muestra mezclándolo con 3 ml de agua destilada, luego adicionamos 0,2 ml de cloruro de aluminio al 10 %, se agita y luego adiciono 0,2 ml de acetato de potasio 1 M se agito y aforo con alcohol al 70%, en una fiola de 10 ml. Se deja reposar por espacio de 40 minutos a temperatura ambiente y alejado de la luz directa, para luego leer su absorbancia en un espectrofotómetro a 434 nm. Se preparo un blanco de reactivo. Se preparo una curva de calibración con quercetina en un rango de concentración entre 50 .500 ug/mL¹¹.

2.6.7 Determinación de Metales:

La determinación de metales se realizó por espectrofotometría de emisión atómica ICP; en un espectrofotómetro Perkin Elmer AA-800. Se ajusto el instrumento ICP en las condiciones adecuadas para cada uno de los elementos a determinar previamente. Se optimizo con una mezcla de estándares de calibración, la respuesta del instrumento al analito.

Se realizo una digestión húmeda de la muestra con la mezcla de ácidos clorhídrico/nítrico, para luego ser disuelta y enrasada a un volumen de 25 y se siguió el mismo procedimiento con la mezcla estándar de calibración. En el equipo se programó la lectura para que se obtenga directamente la concentración del elemento en mg/kg¹².

2.7 Técnicas de procesamiento de la información

➤ Recolección de datos analíticos

Se efectuó en los cuadernos de trabajos donde se registraron los resultados

derivados de las aplicaciones de los procedimientos analíticos empleadas en cada caso.

➤ **Procesamiento de datos**

Los datos adquiridos fueron procesados en el programa estadístico Microsoft Excel 2013 y se expresan como promedios de las repeticiones a partir de los cuales se elaboraron los gráficos respectivos.

2.8 Técnicas de Análisis e interpretación de la información

Los datos obtenidos durante los procesos analíticos de la determinación de la polifenoles y flavonoides fueron sometidos a técnicas de análisis paramétricas como: determinación del promedio y la desviación estándar, y técnicas no paramétricas como el coeficiente de correlación para poder la correspondiente equivalencia de acuerdo con el método aplicado.

2.9 Aspectos éticos

En la presente investigación los autores declaramos que se ha cuidado los aspectos éticos concernientes de todo trabajo universitario, evitando la manipulación de resultados o aquellos factores que pudieran obedecer a conflictos de interés alguno.

III. RESULTADOS

Caracterización del extracto

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de caracterización el extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán”

Parámetros	Resultados	Unidades
Sólidos totales	89,64 ± 3,71	g/100g
Humedad	10,36 ± 2,34	g/100g
Sólidos solubles (solución al 10%)	4,2 ± 0,63	° Brix
pH	5,25 ± 0,12	..
Cenizas	28,71 ± 3,21	g/100g
Color	Negro verdoso	--
Aspecto	Pasta densa y viscosa	--
Olor	Suigéneris	--

Los valores son promedios de tres repeticiones

Tabla 2. Determinación de Metabolitos secundarios del extracto etanólico de las partes aéreas de la especie *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” .

Fracciones obtenidas	Metabolito secundario	Reacción de Identificación	Resultados
A	Flavonoide	Rx. Shinoda	+
	Taninos	Rx. Gelatina - sal	-
		Rx. Cloruro férrico	+
	Aminos libres	Rx. Ninhidrina	+
B	Esteroides y/o Triterpenos	Rx. Liebermann Burchard	+
	Flavonoides	Rx. Shinoda	+
	Antraquinonas	Rx. Borntrager	-
C	Triterpenos y/o esteroides	Rx. Liebermann Burchard	+
	Alcaloides	Rx. Wagner	+
		Rx. Mayer	+
		Rx. Drangedorff	+
D	Alcaloides	Rx. Wagner	+
		Rx. Mayer	+
		Rx. Drangedorff	+
	Flavonoides	Rx. Shinoda	+
	Leucoantocianidinas y catequinas	Rx. Rosenheim	+
Triterpenos y/o esteroides	Rx. Liebermann Burchard	+	
E	Flavonoides	Rx. Shinoda	+
	Leucoantocianidinas y catequinas	Rx. Rosenheim	+
F	Saponinas	Rx. Espuma	+

Nota: + positivo, - negativo

Para considerar positivos taninos deben dar positivas las dos reacciones.

Determinación de polifenoles

Tabla 3. Valores de absorbancia del estándar de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales

Patrón	Lectura 1	Lectura 2	Promedio Lectura
Ácido gálico	absorbancia	absorbancia	absorbancia
ug/mL			
50	0,064	0,057	0,061
100	0,217	0,229	0,223
200	0,422	0,423	0,423
300	0,701	0,0,698	0,7
400	0,878	0,896	0,887
500	1,221	1,229	1,225

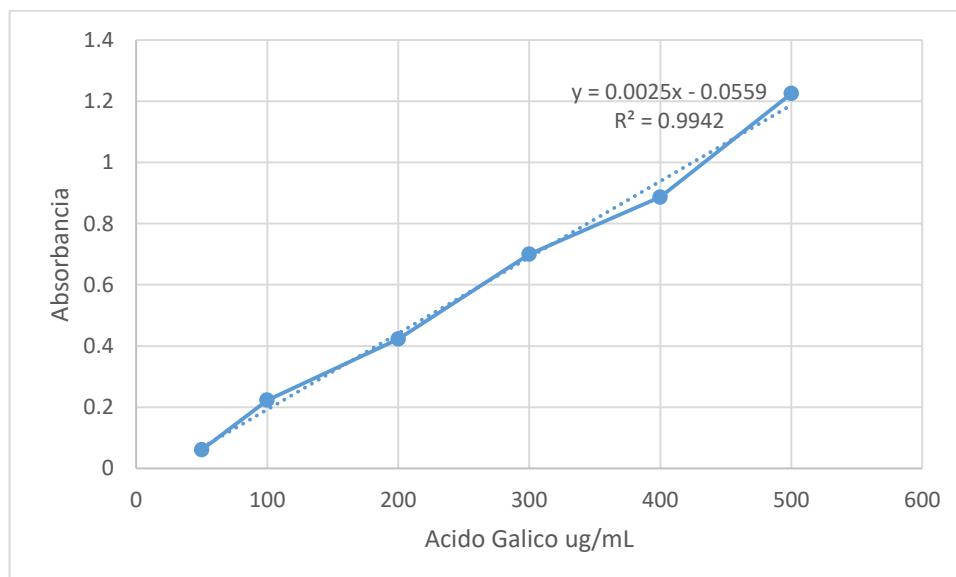


Figura 11. Curva de cuantificación de ácido gálico para polifenoles

Tabla 4. Valores de absorbancia de las diluciones de extracto de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” y su correspondiente concentración en ácido gálico

Extracto	Lectura 1	Lectura 2	Promedio	Polifenoles
concentración	absorbancia	absorbancia	Lectura	totales
mg/mL			absorbancia	ug EAG/mg
0,62	0,011	0,010	0,011	26,72
1,24	0,061	0,067	0,064	47,96
2,49	0,122	0,126	0,124	71,96
4,97	0,268	0,272	0,27	130,1
9,94	0,534	0,502	0,518	229,6

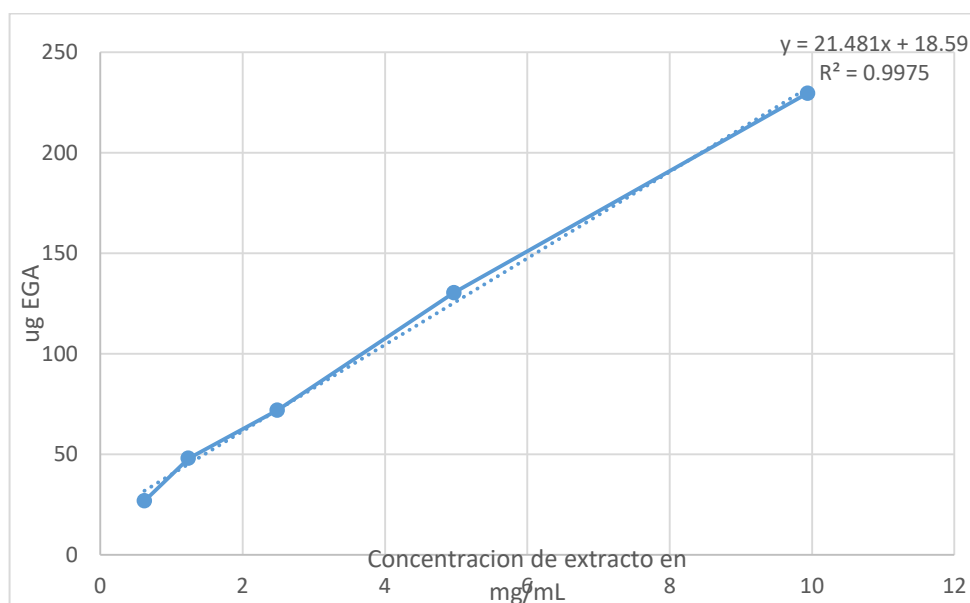


Figura 12. Curva de correlación entre concentración de extracto y su equivalente de ácido gálico

1mg de extracto equivale a 40,07 ug de ácido gálico

Determinación de flavonoides

Tabla 5. Valores de absorbancia del estándar de quercetina para cuantificar flavonoides

Patrón	Lectura 1	Lectura 2	Promedio Lectura
Quercetina ug/mL	absorbancia	absorbancia	absorbancia
50	0,086	0,074	0,071
100	0,140	0,122	0,131
200	0,252	0,240	0,246
400	0,434	0,433	0,434
500	0,513	0,539	0,526

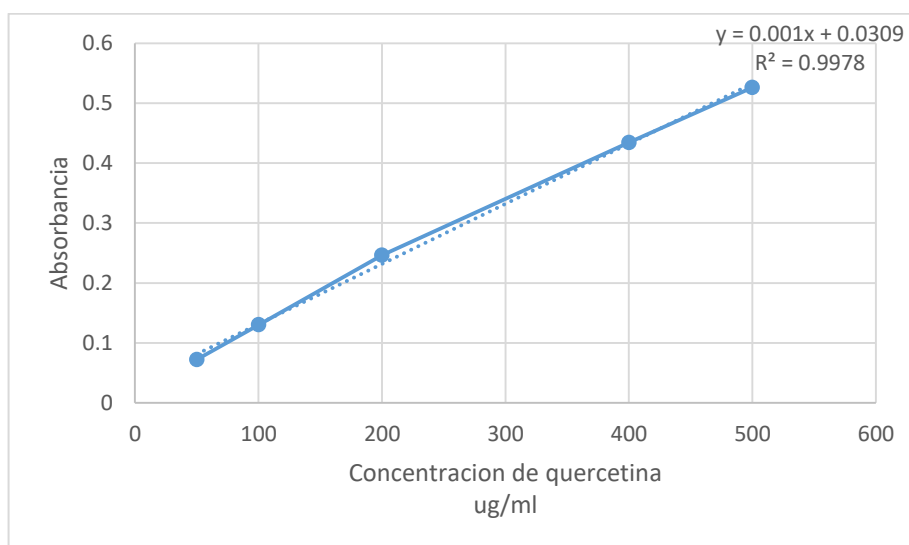


Figura 13. Curva de calibración de quercetina para cuantificación de flavonoides

Tabla 6. Concentración de flavonoides en el extracto de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” expresado como equivalentes de Quercetina

Extracto	Lectura 1	Lectura 2	Promedio	Flavonoides
concentración	absorbancia	absorbancia	Lectura	ug EQ/mg
mg/mL			absorbancia	
0,34	0,056	0,060	0,058	27,1
0,68	0,101	0,109	0,105	74,1
1,36	0,172	0,184	0,178	147,1
2,73	0,334	0,306	0,32	289,1
5,45	0,636	0,648	0,642	611,1

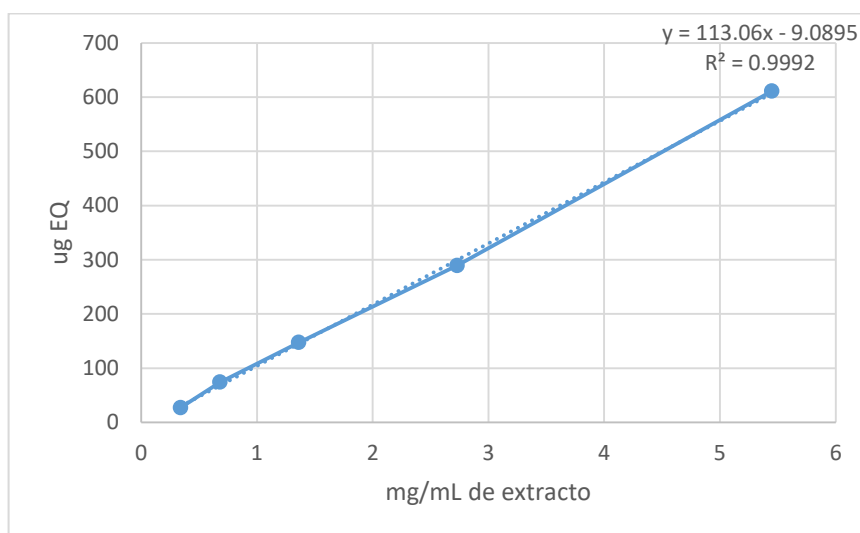


Figura 14. Curva de correlación entre concentración del extracto y equivalentes de quercetina

Por Tanto: 1mg de extracto contiene 103,97ug equivalentes de quercetina

Tabla 7. Minerales de importancia nutricional del extracto etanolico de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán”

Metal	Concentración en ppm	Concentración en mg/100g	Concentración en mg/100g b.s
Ca	4168,33	416,83	465,00
Cu	10,37	1,04	1,16
Fe	38,06	3,81	4,25
K	16252,51	1625,25	1813,09
Li	12,28	1,23	1,37
Mg	877,41	87,74	97,88
Mo	< 0,0033	N.D.	---
Na	1589,11	158,91	177,28
Se	< 0,0066	N.D.	---
Zn	13,39	1,34	1,49

Tabla 8. Concentraciones de minerales en el extracto etanolico de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” con posible efecto toxico a la salud

Metal	Concentración en ppm (b.s)	Concentración en mg/100g (b,s)	Concentración en mg/100 g b.n
As	< 0,0033	N.D.	---
Al	303,3	30,3	33,80
Ag	N.D.	N.D.	---
B	32,33	3,23	3,60
Ba	3,26	0,33	0,37
Be	< 0,0033	N.D.	---
Cd	< 0,0033	N.D.	---
Cr	< 0,0007	N.D.	----
M n	2,62	0,26	0,29
Ni	< 0,0017	N.D.	---
Pb	1,60	0,16	0,18
Rb	< 0,0033	N.D.	----
Sr	3,96	0,40	0,45

IV. DISCUSION

La especie *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*”, pertenece a la familia Boraginaceae, es oriunda del continente americano, la familia Boraginaceae comprende 94 géneros y 1793 especies, distribuidas principalmente en regiones templadas cálidas del hemisferio norte, pero también en regiones tropicales y subtropicales. El género *Heliotropium* incluye aproximadamente 165 especies que crecen principalmente en hábitats cálidos, secos y abiertos de regiones tropicales, subtropicales y templadas cálidas. Varias especies de *Heliotropium* son plantas de jardín populares y muchas también son malezas es una maleza agresiva que coloniza rápidamente nuevas áreas, en particular en suelos salinos alterados y áreas costeras en hábitats áridos y semiáridos que pueden ser hepatotóxicas si se consumen en grandes cantidades debido a los abundantes alcaloides de pirrolizidina (22).

H. curassavicum a veces se cultiva como una especie ornamental, pero su uso principal es como especie medicinal. Las raíces secas en polvo se aplican sobre llagas y heridas para cicatrizarlas. Se toma una decocción de la planta como remedio para la leucorrea y como sustituto del *Heliotropium indicum*, que se emplea para tratar verrugas, inflamaciones y tumores (23). Las cenizas de la planta se utilizan como sustituto de la sal (31).

En la revisión bibliográfica realizada sobre estudios de esta especie a nivel nacional, no se encontró referencias que acrediten los usos de la medicina tradicional, sin embargo a nivel internacional diversos estudios le atribuyen una series de propiedades como cicatrizantes, antiinflamatorios, antimicrobiano entre otros. Considerando el efecto de los diversos factores climatológicos y agronómicos que pudieran variar la composición de los metabolitos secundarios se realizó esta investigación. En primer lugar se obtuvo un extracto etanólico por maceración de las partes aérea que se llevó a sequedad obteniendo un extracto seco que fue caracterizado fisicoquímicamente como se puede apreciar en la tabla 1, en la determinación de solidos totales /humedad se obtuvo un alto porcentaje de solidos totales de 98,64 % y por ende un valor de 10,36 % de humedad, de estos solidos totales un porción son sólidos solubles; es decir, compuestos solubles en agua que representa un 42% de extracto crudo. en cuanto al contenido de cenizas se puede apreciar un valor bastante alto porque, por lo común en extractos vegetales se han encontrados hasta un 12% y esta especie presenta un 28%; lo que se relaciona directamente con el habitat en donde crece y la capacidad de acumular sales, lo que lo podemos correlacionar con el pH que presenta con un valor de 5,20; normalmente en los extractos vegetales este valor esta alrededor de 3. Asimismo, como unas características propias del extracto se aprecia un color verde oscuro y de olor suigéneris. En cuanto al

estudio fitoquímico se ha descrito una variedad de metabolitos secundarios en esta especie, los cuales varían con el solvente usado (5), según la tabla 2 se observa la presencia de metabolitos secundarios hallados en las fracciones del extracto etanólico, después de aplicada marcha fitoquímica [30], presentado concordancia con los reportados por otros autores como Pothiraj et al 2021, Suthar et al 2021 y Wasiullab et al 2019 para este tipo de extracto y el extracto de acetato de etilo por Wasin et al 2023 et al., 2011, resaltando que todos reportan la presencia de compuestos del tipo flavonoides, fenoles, alcaloides, taninos, saponinas y triterpenos /esteroides en especies cultivadas en Europa y Asia. En la determinación de polifenoles totales se preparó una curva de calibración en base al ácido gálico que fue usada como patrón de referencia según se puede observar en la tabla 3 y la figura 11, lo que permitió la cuantificación posterior del contenido de polifenoles totales del extracto a través de la ecuación que aparece en la figura 11, ya en la tabla 4 y figura 12, se puede visualizar el contenido equivalente de polifenoles totales de 40,07 ug EGA/mg de extracto; que comparado con los reportes de los antecedentes encontramos que todos realizaron una determinación cualitativa (32), y con solventes diferentes como metanol, diclorometano, acetato de etilo esta especie y es sabido que la concentraciones de los metabolitos varían significativamente con el solvente de extracción; sin embargo el valor hallado puede considerarse como pobre o reducido si se ve contra otros estudios como Torres 2023. En lo referente al contenido de flavonoides de manera análogo primero se preparó la curva de calibración con el patrón quercetina según se puede apreciar en la tabla 5 y figura 13, lo que nos proporciona la ecuación que nos permitió hallar el correspondiente equivalente de quercetina y cada una de las diluciones del extracto preparado de la especie, como se observa en la tabla 6 y figura 14, y luego podemos hallar el valor correspondiente a la concentración de flavonoides expresados como ug equivalente de quercetina por miligramo de extracto (103ug EQ/mg), siendo este un valor medio en extractos..

En la tabla 7, del contenido de minerales de importancia nutricional en el extracto etanólico de las partes aéreas de esta especie, podemos apreciar que la concentración de cationes tenemos que el calcio está presente en una cantidad considerable, este mineral que es parte constituyen de la estructura ósea del organismo. Así mismo, los valores de potasio con una concentración de 1813 mg/100g es una cantidad reducida en comparación con extractos de otras especies que reportaron un menor cantidad de cenizas (Torres 2023), y por último el contenido de sodio es bastante bajo a pesar del tipo de terreno en el cual crece, en cuanto a los cationes el reporte total es reducido lo que nos puede llevar a pensar que el alto contenido de cenizas se debe a presencia de minerales o aniones no determinados en este estudio. En lo referentes a minerales que

podrían ser nocivos para la salud o metales pesados en la composición del extracto de acuerdo a lo visualizado en el reporte de la tabla 8, solo se aprecia el contenido de aluminio con un valor de 33,80 mg/100g de extracto expresado en base seca; siendo el mineral que podría causar una preocupación por su concentración; sin embargo hay que recordar que el organismo humano tiene una capacidad de eliminarlo rápidamente por los riñones en cantidades de 15 a 55 $\mu\text{g}/\text{día}$, pero cuando la capacidad excretoria del riñón es excedida algo de Al se deposita en los tejidos, donde puede alcanzar niveles tóxico (33), Niveles altos de Al puede ocasionar diversas enfermedades por su interferencia con diversos mecanismos biológicos y enzimáticos. En los huesos es donde se produce el mayor depósito de Al (34). El Al inhibe a nivel glandular la síntesis de la hormona paratiroidea y reduce la respuesta ósea a la misma (35). otros dos minerales que se puede apreciar pero en cantidades que podrían considerarse despreciable es el boro (3,60mg/100g) y el estroncio (0,45mg/100g). La presencia en cantidades despreciables o ausencia de metales pesados como plomo, manganeso, cadmio y cromo según se muestra la tabla 8, nos permite indicar que el extracto etanolico de esta especie obtenido en las condiciones de este estudio, es adecuado para el uso, en lo referente a la posible toxicidad que podría presentarse por metales pesados. Los resultados demuestran que en lo referentes a compuestos polifenolicos en general su concentración es baja por lo que pensamos que las actividades atribuidas deben ser debido a la presencia de compuestos tipos alcaloides que reportan muchos autores como Pothiraj et al 2021, Suthar et al 2021 y Wasiullab et al 2019.

III. CONCLUSIONES

De los resultados del presente estudio y teniendo en consideración los objetivos planteados podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- La cantidad de polifenoles totales en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” es reducida.
- La cantidad de flavonoides determinada en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” se puede considerar de contenido medio.
- La presencia de metales o minerales de importancia nutricional en el extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “*Hierba del Alacrán*” no fue significativa en cantidad, es importante recalcar que los metales pesados de mayor peligrosidad estuvieron ausentes.

IV. RECOMENDACIONES

En razón de los resultados obtenidos en el presente estudios se hacen necesario seguir las investigaciones de esta especie en lo referente a:

- Determinación del tipo de compuestos polifenólicos y en especial del tipo flavonoide presente en este tipo de extracto de la especie vegetal teniendo la consideración que no se ha encontrado estudios en extractos etanólicos
- Profundizar en el estudio en lo relaciona al contenido de metales y la alta concentración de cenizas que presenta el extracto
- Evaluar otros tipos de metabolitos secundarios como los alcaloides .

V. FUENTES DE INFORMACION.

1. Pothiraj C, Paulraj Balaji, Ramkumar Shanthi, Muthukrishnan Gobinath, Rangasamy Suresh Babu, Abdullah Al-Dosary Munirah, Atef Hatamleh Ashraf, Kamatchi Ramesh Kumar, Veeramani Veeramanikandan, Ramasubramanian Arumugam, Evaluating antimicrobial activities of *Acanthus ilicifolius* L. and *Heliotropium curassavicum* L against bacterial pathogens: an in-vitro study, *nJournal of Infection and Public Health*, 2021, Volume 14, Issue 12, Pages 1927-1934, <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.10.013>.
2. Venéreo, J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 2002. 31 (2), 126-133.
3. Alarcón R., Salcedo Y. y Sosaya M. Evaluación de la actividad antioxidante y hepatoprotectora del extracto etanólico de flores de *Cordia lutea* LAM. "Changuaro" [Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico]. Ica: Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"; 2018.
4. Mostacero León J, Peláez Peláez F, Alarcón Rojas M, De La Cruz Castillo J, Alva Calderón R, Charcape Ravelo M. "Plantas utilizadas para el tratamiento del cáncer expandidas en los principales mercados de la provincia de Trujillo, Perú, 2016 – 2017". *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 2019; 18 (1): p. 81-94.
5. Wasim Akram Syed Akbar, Mary Shamy Arokiarajan, J. John Christopher, N Zaheer Ahmed, Rampratap Meena, Evaluation of bioactive compounds as antimicrobial and antidiabetic agent from the crude extract of *Heliotropium curassavicum* L., *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2023, Volume 50, 102745, <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102745>.
6. Suthar R, Solanki H. "Phytochemical Screening of Halophytic Plant *Heliotropium curassavicum* L." *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*. 2021 March-April; 8(2): p. 141-145.
7. Eldidamony, A. M., Moustafa, G. G., Mead, H. M., El-Shafiey, S. N., & Abdel-Hafez, M. M. New insight on *Heliotropium curassavicum* L. extracts as a rodenticide. *Annals of Biology*, 2020. 36(1), 102-111.
8. Wasiullah , Jan S, Saeed A, Shad A, Basit A, Ullah F. "Phytochemical Investigation and Pharmacological Activities of *Heliotropium Curassavicum* Linn." *Latin American Applied Research*. 2019; 49: p. 105-109.
9. Abd-ElGawad A, Elshamy A, Al-Rowaily S, El-Amier Y. "Habitat Affects the Chemical Profile, Allelopathy and Antioxidant Properties of Essential Oils and

- Phenolic Enriched Extracts of the Invasive Plant *Heliotropium Curassavicum*". MDPI. 2019 Noviembre; 8 (482).
10. Amoabeng B. W *et al.* Natural enemy enhancement and botanical insecticide source: a review of dual use companion plants *Appl. Entomol. Zool.* 2019.
 11. García-Gutiérrez, C., P. Tamez Guerra, H. Medrano Roldán y M. B. González Maldonado. Mercado de bioinsecticidas en México. En: *Biología Financiera Aplicada a Bioplaguicidas*. Cipriano García Gutiérrez e Hiram Medrano Roldán (Eds). 2006. 17-40 pp.
 12. Dresler S., *et al.* Comparison of some secondary metabolite content in the seventeen species of the Boraginaceae family. *Pharmaceut. Biol.* 2017
 13. Perron, N.R., Brumaghim, J.L. A Review of the Antioxidant Mechanisms of Polyphenol Compounds Related to Iron Binding. *Cell Biochem Biophys* 2009. **53**, 75–100 <https://doi.org/10.1007/s12013-009-9043->
 14. Mercado-Mercado Gilberto, Rosa Carrillo Laura de la, Wall-Medrano Abraham, López Díaz José Alberto, Álvarez-Parrilla Emilio. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutr. Hosp.* [Internet]. 2013 Feb [citado 2023 Oct 02] ; 28(1): 36-46. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000100005&lng=es. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6298>.
 15. Quiñones M, Miguel M y Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr. Hosp.* 2012. vol.27 no.1 Madrid ene./feb.
 16. Surco L. Evaluación de la actividad de flavonoides y sus metabolitos en el organismo modelo *Caenorhabditis elegans*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca. España 2011.
 17. Martínez-Flórez S, González-Gallego J, Culebras JM y Tuñón M J. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutr. Hosp.* 2012. XVII (6) 271-278
 18. Gallegos M, Estudio de la actividad antioxidante de diversas plantas aromáticas y/o comestibles. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Química. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona 2016
 19. Mengel K, y Kirkby E.A. Principio de nutrición vegetal. 4ª Edición . Instituto Internacional de la Potasa. Basilea/Suiza 2000
 20. Torres V. Determinación de polifenoles totales, flavonoides y minerales del extracto etanólico de las partes aéreas de *Conyza bonariensis* “venadillo” Tesis.

- Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional San Luis Gonzaga 2023.
21. Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski . Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 2001.
 22. Sandoval R. Heliotropium curassavicum (salt heliotrope). CABI Compendium. 2018. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.114723>
 23. PROTA, PROTA4U web database. In: *PROTA4U web database*. Wageningen and Nairobi, Netherlands\Kenya: Plant Resources of Tropical Africa. 2018. <https://www.prota4u.org/database/>
 24. BDMTM. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. Alacranillo. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. 2009
 25. Colmeiro, Miguel: «Diccionario de los diversos nombres vulgares de muchas plantas usuales ó notables del antiguo y nuevo mundo», Madrid, 1871
 26. Martínez V. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. Mexico. D.F. 1979
 27. Zamora S Juan Diego. Antioxidantes: Micronutrientes en lucha por la salud. Rev. chil. nutr. [Internet]. 2007 Mar [citado 2023 Mar 27]; 34 (1): 17-26. Disponible en:
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000100002&lng=es.](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000100002&lng=es) <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000100002>
 28. Coronado H Marta, Vega y León Salvador, Gutiérrez T Rey, Vázquez F Marcela, Radilla V Claudia. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev. chil. nutr. [Internet]. 2015 Jun [citado 2023 Oct 11] ; 42(2): 206-212. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182015000200014
 29. Lock. O. , Investigación Fitoquímica Métodos en el estudio de productos naturales, ., 2ªedicion, PUCP. Perú- Lima.1994
 30. AOAC. Methods Officials of Analysis. AOAC International, 16ª Edition. Rockville, Maryland. 2012.
 31. Tropical Plants. Useful tropical plants. database. In: *Useful tropical plants database*. K Fern. 2019. <http://tropical.theferns.info/>
 32. Rodríguez JM, Menéndez JR, Trujillo Y. Radicales libres en la biomedicina y estrés oxidativo. Rev. Cub. Med. Mil [Internet]. 2001 Mar [Citado 2020 Feb 24];

30(1): 15-20. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572001000100007&lng=es

33. Fernández-Maestre R. Ph.D. Aluminio: ingestión, Aluminum: Intake, absorción, excreción absorption, excretion y toxicidad. Rev Costarr Salud Pública 2014; 23: 113-118
34. Ruster M, Abendroth K, Lehmann G, Stein G. Aluminum deposition in the bone of patients with chronic renal failure--detection of aluminum accumulation without signs of aluminum toxicity in bone using acid solochrome azurine. Clin. Nephrol. 2002; 58(4):305-312.
35. Zitt E, Jäger C, Rosenkranz AR, Eigner M, Kodras K, Kovarik J, et al. use of cinacalcet for the treatment of secondary hyperparathyroidism in Austrian dialysis patients--results of the Austrian cohort of the ECHO study. Wien Klin. Wochenschr. 2011; 123(1-2):45-52.

VI. ANEXOS

Figura 15: Selección y limpieza de las partes aéreas de la especie *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán”



Figura 16. Extracto etanolico seco de la especie *Heliotropium curassavicum* (L)
“Hierba del Alacrán”



Figura 17. Pesado de reactivos para preparación de soluciones

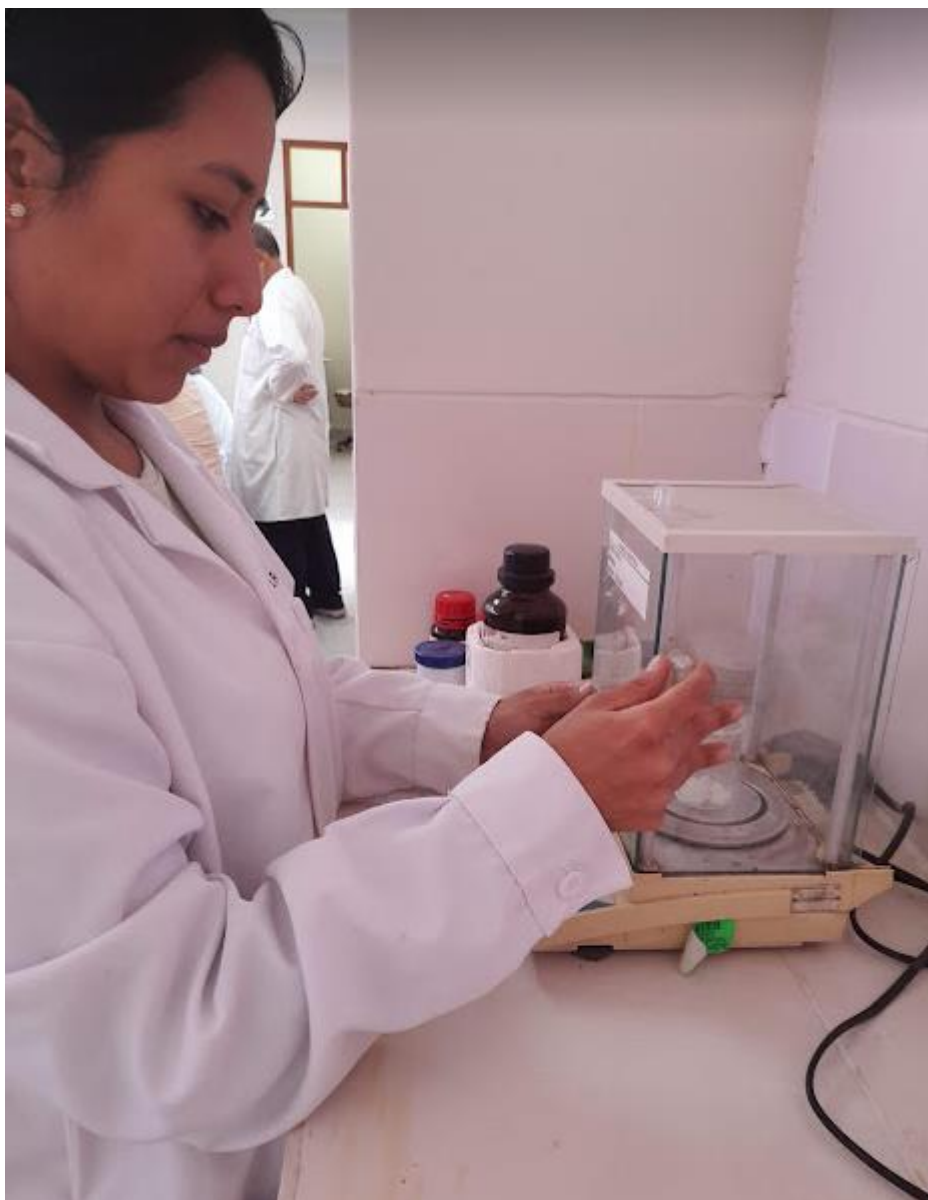


Figura 18. Pesado de reactivos para preparación de soluciones polifenoles

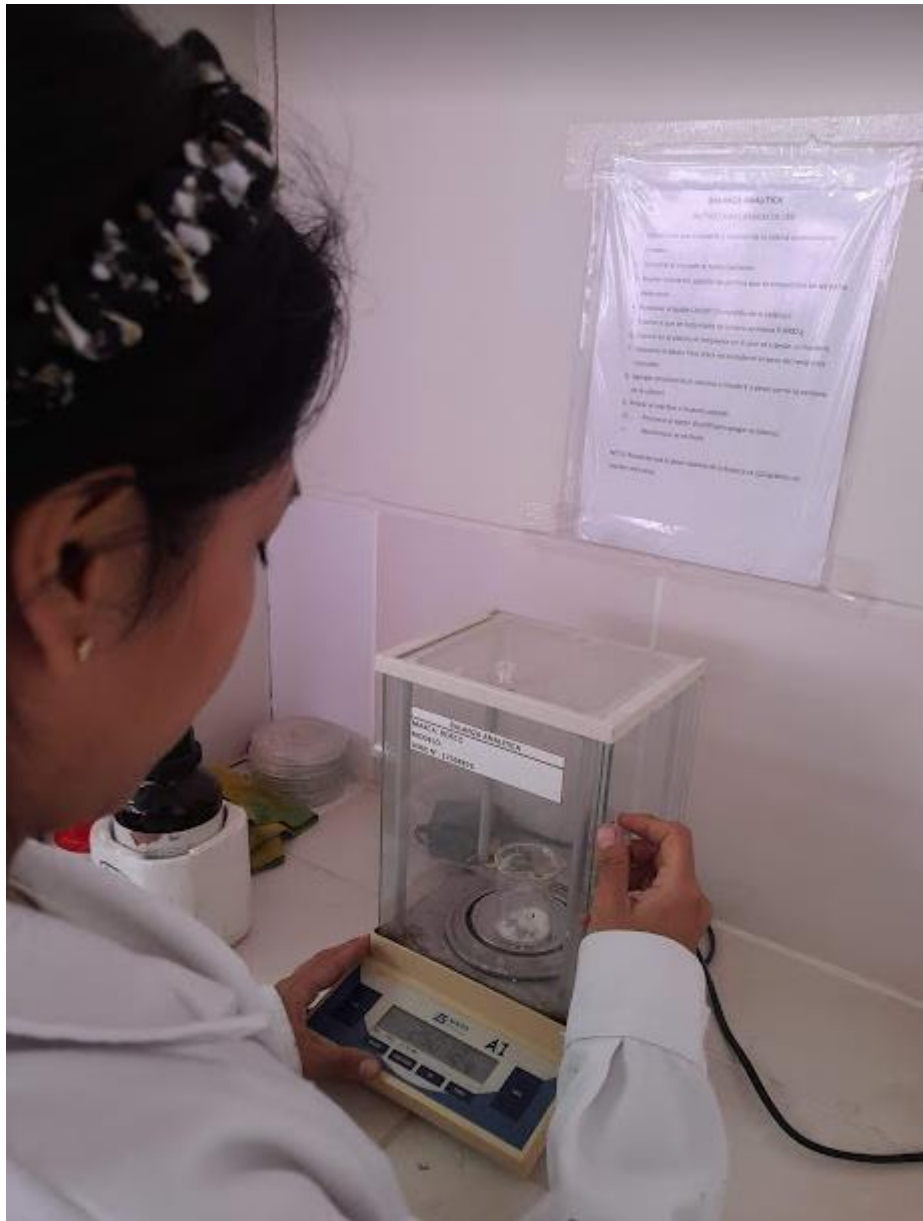


Figura 19. Preparacion de soluciones



Figura 20. Fraccionamiento manual de la especie seca para su molienda



Figura 21. Determinacion de cenizas del extracto



Figura 22. Determinación de características organolépticas del extracto



Figura 23. Certificación botánica

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

El Blgo. Que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga **PEÑA ESLAVA NEYVA TATIANA**, con DNI N° 76661006, para su determinación pertenece al nombre científico de ***Heliotropium curassavicum* L.** “hierba del alacrán”, según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: LAMIALES

FAMILIA: BORAGINACEAE

GÉNERO: ***Heliotropium***

ESPECIE: ***Heliotropium curassavicum* L.**

N.V. “hierba del alacrán”

Se emite la presente certificación a solicitud del interesado, para fines de estudios

Ica 22 de marzo del 2023.




Dr. Miranda Huamán David Máximo
 **BIÓLOGO**
CBP. 3681

Figura 24. Certificado de análisis de metales



INFORME DE ENSAYO

N° N6033 - 2023

Cliente: TATIANA PEÑA ESLAVA
Dirección: CIUDAD UNIVERSITARIA SIN NUMERO - ICA
R.U.C.: 00001
email: felipesurco@gmail.com
Solicitud de Ensayo N°: ENS-4428-2023/N
Nombre del Producto: EXTRACTO DE VEGETALES
Información proporcionada por el cliente: M1: M:1
Características de la muestra: **Presentación y Tipo de Envase:** Envasado en frasco de vidrio transparente, sellado.
Cantidad recibida: 1.3270 g.
Fecha de recepción: 11 de agosto de 2023
Fecha de ejecución de ensayos: Del 14 al 24 de agosto de 2023

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Metales totales		
	Arsénico (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/kg
	Aluminio (LC= 0,0033)	303,30	mg/kg
	Boro (LC= 0,0033)	32,23	mg/kg
	Bario (LC= 0,0010)	3,26	mg/kg
	Berilio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/kg
	Calcio (LC= 0,0002)	4168,33	mg/kg
	Cadmio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/kg
	Cromo (LC= 0,0007)	<0,0007	mg/kg
	Cobre (LC= 0,0013)	10,37	mg/kg
	Hierro (LC= 0,0003)	38,06	mg/kg
	Potasio (LC= 0,0033)	16252,51	mg/kg
	Litio (LC= 0,0010)	12,28	mg/kg
	Magnesio (LC= 0,0002)	877,21	mg/kg
	Manganeso (LC= 0,0003)	2,62	mg/kg
	Sodio (LC= 0,0017)	1 589,11	mg/kg
	Níquel (LC= 0,0017)	<0,0017	mg/kg
	Plomo (LC= 0,0033)	1,60	mg/kg
	Selenio (LC= 0,0066)	<0,0066	mg/kg
	Estroncio (LC= 0,0002)	3,96	mg/kg
	Zinc (LC= 0,0007)	12,39	mg/kg

LC= Límite de cuantificación.



Informe de Ensayo N° N6033-2023

Pág. 1 de 2

CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



Métodos de ensayo utilizados:

01. EPA 200.7: 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 28 de septiembre de 2023




Ing. Gabriela Esteban Baldeón
Laboratorio de Físico Química
CIP: 298054

Informe de Ensayo N° N6033-2023

Pág. 2 de 2

CERTIFICADORA Y LABORATORIOS S.A.C.
Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ
Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



Universidad Nacional "SAN LUIS GONZAGA"
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Comisión de Grados Académicos y Títulos Profesionales



FORMATO N°06

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR DE TESIS

Ica, 29 de Enero del 2024.


Señor(a)

Dr. Felipe Artemio Surco Laos
Decano (a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica
Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Presente.

De mi consideración:

Previo cordial saludo, por intermedio de la presente hago de su conocimiento que, en mi condición de **ASESOR(A)** de la **TESIS** titulada: Determinación de polifenoles totales, flavonoides y metales del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) "*Hierba del Alacrán*" presentada por el/la asesorado (a) Neyva Tatiana Peña Eslava, para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico, ésta se encuentra en condiciones aptas para su presentación y sustentación de acuerdo al reglamento vigente, por lo que doy mi **CONFORMIDAD**. Así mismo asumo mi responsabilidad de asesor, indicando que he tenido cuidado de preservar los estándares de calidad correspondientes, de prevenir el plagio y proteger los derechos de autor, de acuerdo al D. L. N. ° 822- Ley sobre el Derecho de Autor. Asimismo, declaro tener conocimiento de los efectos legales y administrativos que se deriven del incumplimiento o falsedad de la presente declaración, previsto en el artículo 411 del Código Penal y del artículo 32.3 de la Ley 27444, Ley de procedimiento Administrativo General. Lo que informo a Usted para la continuación de los trámites correspondientes.

Ica, 29 de Enero del 2024



DR. SURCO LAOS, FELIPE

Nombres y Apellidos
Asesor(a)

Nombres y Apellidos: Felipe A. Surco Laos
Correo Institucional: felipe.surco@unica.edu.pe
Celular: 956710811