



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

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



AT 2025-FFBB-065

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:

**Compuestos bioactivos, determinación de metales y
citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.***

Presentado por:

CAYO VALLE MONICA XIMENA


Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **1%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20171067

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

Ica, 31 de julio de 2025



Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Compuestos bioactivos, determinación de metales y citotoxicidad de
la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

Línea de investigación
Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:

BACH. CAYO VALLE MONICA XIMENA

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

A mi madre y hermana, por no soltarme la mano en este camino a convertirme en profesional, y porque han sido, son y serán mi mayor motivación en cada proyecto que tenga.

A mis dos ángeles que cuando estuvieron conmigo me alentaron a seguir mis sueños, ahora desde el cielo me cuidan y guían mis pasos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme en cada paso y darme las oportunidades necesarias para cumplir con mis sueños y metas.

A mi asesora de tesis Dra. Doris Laos Anchante por guiarme y ayudarme en este largo camino a obtener mi título profesional. Gracias por todas las orientaciones y conocimientos brindados a mi persona, ya que fueron claves para poder realizar mi tesis.

Al Dr. Felipe Surco Laos, quien me enseñó valores importantes dentro de nuestra profesión y me brindó su apoyo incondicional mientras realizaba mi proyecto de investigación.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	12
1.2. Antecedentes de la investigación.....	12
1.3. Justificación e importancia.....	14
1.4. Formulación del problema.....	15
1.5. Objetivos de la investigación.....	15
1.6. Hipótesis y variables	16
1.7. Marco teórico	17
1.7.1. Compuestos bioactivos.....	17
1.7.2. Determinación de metales.....	17
1.7.3. Citotoxicidad.....	18
1.7.4. <i>Heliotropium curassavicum</i> L.....	18
1.7.5. Valores máximos permisibles de metales	21
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	22
2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	22
2.1.1. Tipo de investigación	22
2.1.2. Nivel de investigación	22
2.1.3. Diseño de investigación.....	22
2.2. Lugar donde se realizó el trabajo.....	22
2.3. Instrumentos de trabajo	22
2.3.1. Materiales de laboratorio	22
2.3.2. Equipos de laboratorio.....	23
2.3.3. Reactivos de laboratorio	23
2.3.4. Otros materiales.....	23
2.4. Población y muestra	24
2.5. Métodos y técnicas de trabajo	24
2.5.1. Recolección del material vegetal	24
2.5.2. Tratamiento de la muestra	24
2.5.3. Obtención del extracto etanólico	25

2.5.4.	Determinación de compuestos bioactivos	25
2.5.5.	Métodos para la determinación minerales.....	28
2.5.6.	El bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga	28
2.5.7.	Análisis e interpretación de resultados.....	29
III.	RESULTADOS	30
3.1.	Resultados de compuestos bioactivos.....	30
3.2.	Resultados de la determinación de metales.....	31
3.3.	Resultados de los ensayos de citotoxicidad	33
IV.	DISCUSIÓN	36
V.	CONCLUSIONES.....	39
VI.	RECOMENDACIONES.....	40
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
VIII.	ANEXOS.....	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Determinación de compuestos bioactivos del extracto etanólico de la raíz de la especie <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.	30
Tabla 2. Metales presentes en el extracto etanólico seco de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L. con importancia nutricional	31
Tabla 3. Metales presentes en el extracto etanólico seco de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L. con posible efecto tóxico	32
Tabla 4. Primer ensayo de citotoxicidad del extracto seco de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L. frente a semillas de lechuga	33
Tabla 5. Segundo ensayo de citotoxicidad del extracto seco de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L. frente a semillas de lechuga	34
Tabla 6. Tercer ensayo de citotoxicidad del extracto seco de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L. frente a semillas de tomate	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de acumulación de distintos metales en la planta	18
Figura 2. Especie vegetal recolectada	19
Figura 3. Especie vegetal en su hábitat	20
Figura 4. Gráfico de barras del primer ensayo de citotoxicidad	33
Figura 5. Gráfico de barras del segundo ensayo de citotoxicidad.....	34
Figura 6. Gráfico de barras del tercer ensayo de citotoxicidad	35
Figura 7. Constancia de clasificación botánica obtenida del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (N° 222-USM-MHN-2024).....	47
Figura 8. Recolección de la muestra vegetal <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.	48
Figura 9. Secado de la muestra vegetal <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.....	48
Figura 10. Separación de partes de la muestra vegetal <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.	49
Figura 11. Fraccionamiento de la raíz de la muestra vegetal <i>Heliotropium Curassavicum</i> L. ...	49
Figura 12. Maceración de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.....	50
Figura 13. Filtrado del extracto etanólico de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.	50
Figura 14. Obtención del extracto seco de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.	51
Figura 15. Fraccionamiento del extracto etanólico de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.	51
Figura 16. Reacción de identificación de taninos en el extracto etanólico de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum</i> L.	52

Figura 17. Reacción de identificación de flavonoides en el extracto etanólico de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	52
Figura 18. Reacción de identificación de aminoácidos en el extracto etanólico de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	53
Figura 19. Reacción de identificación de triterpenos y/o esteroides en el extracto etanólico de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	53
Figura 20. Reacción de identificación de antraquinonas en el extracto etanólico de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	54
Figura 21. Reacción de identificación de cardenólidos en el extracto etanólico de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	54
Figura 22. Reacción de identificación de alcaloides en el extracto etanólico de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	55
Figura 23. Reacción de identificación de leucoantocianidinas y catequinas en el extracto etanólico de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	55
Figura 24. Reacción de identificación de saponinas en el extracto etanólico de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	56
Figura 25. Equipo utilizado en la determinación de metales	56
Figura 26. Patrón utilizado en la determinación de metales	57
Figura 27. Ensayos de citotoxicidad de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	57
Figura 28. Ensayos de citotoxicidad de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	58
Figura 29. Control de ensayos de citotoxicidad de la raíz de Heliotropium Curassavicum L.	58
Figura 30. Certificado de análisis de metales	59
Figura 31. Permiso de uso de laboratorio	61

RESUMEN

Los pobladores de todo el mundo utilizan plantas medicinales para poder prevenir y/o curar enfermedad, ya que lo consideran un método alternativo a la medicación habitual. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar compuestos bioactivos, metales y citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* La especie vegetal fue recolectada en la ciudad de Chincha, se maceró en alcohol de 96° para luego obtener el extracto seco de la misma. Los compuestos bioactivos se determinaron mediante la realización de una marcha fitoquímica, en donde se obtuvieron diferentes fracciones y en cada una se realizaron reacciones de coloración y/o precipitación para el reconocimiento de grupos funcionales. La determinación de metales fue realizada mediante el método de Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma Acoplado Inductivamente. La citotoxicidad se analizó mediante la germinación de las raíces en dos especies. Como resultado de la marcha fitoquímica se presenciaron los siguientes compuestos: taninos, flavonoides, aminoácidos, alcaloides, y saponinas. En referencia a los metales, se resalta la presencia de: Potasio, Magnesio, Sodio y Calcio. Y con respecto a la toxicidad, las semillas que germinaron fueron en concentraciones iguales y menores al 1%. Por ello se concluye que hay presencia de metabolitos estrechamente relacionados con actividad antioxidante, antiinflamatoria y antibacteriana, también que la especie vegetal *Heliotropium Curassavicum L.* es medianamente tóxica y presenta significativa concentración de metales de importancia nutricional.

Palabras clave: *Heliotropium Curassavicum L.*, compuestos bioactivos, marcha fitoquímica, citotoxicidad.

ABSTRACT

Medicinal plants are used by people around the world to prevent and/or cure diseases, as they consider them an alternative to conventional medication. This research aimed to determine the bioactive compounds, metals, and cytotoxicity of the root of *Heliotropium Curassavicum L.* The plant species collected in the city of Chíncha was macerated in 96° alcohol to obtain its dry extract. Bioactive compounds were determined through a phytochemical process, in which fractions were obtained, and coloring and/or precipitation reactions were performed on each fraction to identify functional groups. Metals were determined using the method of Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. Cytotoxicity was analyzed through germination of roots of two species. The following compounds were found as a result of the phytochemical process: tannins, flavonoids, amino acids, alkaloids and saponins. Regarding metals, the presence of potassium, magnesium, sodium, and calcium was highlighted. Regarding toxicity, the germinated seeds were found in concentrations equal to or less than 1%. Therefore, it is concluded that metabolites closely related to antioxidant, anti-inflammatory, and antibacterial activity are present. The plant species *Heliotropium Curassavicum L.* is also moderately toxic and has a significant concentration of metals of nutritional importance.

Keywords: *Heliotropium Curassavicum L.*, bioactive compounds, phytochemical pathway, cytotoxicity.

I. INTRODUCCIÓN

En todas las ciudades del mundo se pueden encontrar una gran cantidad de plantas, y muchas de ellas tienen propiedades medicinales y/o industriales descubiertas por los habitantes de dichos lugares (1). Estos pobladores en el pasado usaban las plantas con mucha frecuencia para tratar las diversas enfermedades que aquejaban a su pueblo. Hoy en día, aún se mantiene esa tradición del uso de plantas medicinales para tratar diversas dolencias, ya que los conocimientos ancestrales adquiridos a lo largo de los años han sido transmitidos de generación en generación; razón por la que son utilizadas en la búsqueda de compuestos que sirvan para la formulación y fabricación de nuevos fármacos y/o cosméticos (2); así como de productos industriales y/o textiles.

Los elevados niveles de metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso que se encuentran en los suelos y en el agua residual utilizada para el riego agrícola, pueden acumularse en estos sistemas agrícolas, los cuales son fundamentales para la producción. Debido a su naturaleza no biodegradable, su toxicidad para diversos cultivos y su facilidad para ser absorbidos, representan un riesgo potencial (25). Según la Organización Mundial de la Salud, un aproximado entre 15 y 18 millones de niños en países en desarrollo llegan a sufrir daño cerebral debido a una intoxicación por plomo; además de millones de mujeres embarazadas y niños que se encuentran expuestos a este metal (26).

No todos los órganos de una planta desempeñan el mismo papel en la acumulación de metales pesados. Generalmente, la raíz actúa como el principal punto de entrada y almacenamiento. Sin embargo, en casos excepcionales, como ocurre con el Tecnecio, la acumulación se concentra principalmente en las partes aéreas, especialmente en las hojas (27).

El ser humano necesita metabolitos primarios para poder subsistir y algunos metabolitos secundarios que ayuda a prevenir o neutralizar algunas enfermedades, pero algunos elementos como estos en exceso pueden resultar nocivos para la persona, por ejemplo, el exceso de alguna sustancia oxidante podría originar un efecto oxidante con un exceso en la producción de oxígeno y conducir al estrés oxidativo. Es por ello que estudiar estas plantas medicinales para conocer sus fitoconstituyentes es importante, ya que además de brindarnos información sobre los beneficios y permitirnos expandir el conocimiento sobre sus componentes, nos permite conocer los perjuicios de su uso, y así atribuir otras actividades no descubiertas para brindar soluciones a diferentes enfermedades, dolencias y/o problemas de la salud humana. A las especies vegetales que contienen taninos, flavonoides, aminoácidos, alcaloides, y saponinas, se les atribuyen las propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antibacterianas; las partes aéreas de *Heliotropium Curassavicum L.* han sido utilizadas para el tratamiento de inflamaciones, úlceras, heridas y problemas estomacales (4), motivo por el cual en el marco de un aprovechamiento integral de las especies vegetales se realizó la presente investigación

titulada “Compuestos bioactivos, determinación de metales y citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*”, en donde se realizaron diversos ensayos experimentales en el laboratorio que permitieron conocer un poco más sobre los fitoconstituyentes de esta parte de la especie vegetal y los beneficios que podría brindar al ser humano, también se realizó un ensayo de determinación de metales para conocer en qué cantidad se encuentran presentes en esta parte de la planta que, como ya se mencionó líneas arriba, la raíz puede ser acumuladora de estos metales, resultando así dañina su ingestión.

1.1. Descripción de la realidad problemática

El Perú posee una amplia variedad de flora (aproximadamente 25 000 especies de plantas, lo que hace el 10% de la vegetación del mundo), por lo cual existe un amplio valor cultural y ancestral proveniente de comunidades andinas y/o amazónicas con respecto al uso correcto de estas plantas para alimentarse, refugiarse, y sobre todo para el tratamiento de diversas enfermedades o dolencias (14).

Sin embargo, muchas de estas especies vegetales no han sido suficientemente estudiadas, como para que haya un respaldo científico de su uso terapéutico atribuido hace muchos años atrás, por ello se debe investigar y averiguar si estos usos son correctos. Ese es el caso de *Heliotropium curassavicum L.*, al cual se le atribuyen propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antivirales y anticancerígenas; pero no se conocen sus efectos adversos ni el riesgo tóxico al que se expone la persona que lo consume (15).

Existen algunas investigaciones que demuestran que dentro de su composición química contienen polifenoles, específicamente los flavonoides, los cuales son usados para detener la degeneración oxidativa mediante la inhibición de los radicales libres (8), sin embargo, se desconoce si esta planta y sobre todo sus raíces de acuerdo al tipo de suelo en el que crece, sea una especie bioacumuladora de metales pesados y la citotoxicidad que estos pudieran producir.

1.2. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

- Umoren et al. (2024) realizaron una investigación, con el objetivo de explorar la eficacia de los extractos de hojas de *Heliotropium curassavicum* (HCLE) para retardar el deterioro del acero de grado API X60 en una solución de HCl al 5% en peso y la influencia del disolvente de extracción. La caracterización de los extractos de hojas de *Heliotropium curassavicum* se logró mediante espectroscopías infrarroja y ultravioleta. Concluyendo que sea el disolvente que se use para los extractos, estos pueden suprimir la disolución del sustrato en las condiciones que se han estudiado, sin embargo, hay mejor rendimiento con extracto etanólico (1).

- Prasanna Lakshmi y Narasimha Rao (2023) en su investigación analizaron la actividad antimicrobiana de *Heliotropium curassavicum* L. contra algunos patógenos vegetales y humanos. Los extractos obtenidos fueron con hexano, cloroformo, metanol y agua mediante el aparato de extracción Soxhlet y se determinó la actividad antimicrobiana con el Método de Difusión de Pozos. Concluyendo que los extractos de hojas y tallos tienen actividades antibacterianas y antifúngicas (2).
- Pothiraj et al. (2021) realizaron una investigación, con el propósito de describir compuestos fisiológicamente activos de *Acanthus ilicifolius* y *Heliotropium curassavicum* que tenían propiedades antimicrobianas, antioxidantes y nutraceuticas utilizando una variedad de solventes. Para analizar los compuestos bioactivos se aplicaron ensayos de detección fitoquímicos comunes, análisis proximales, análisis FTIR y ensayos de antioxidantes, y para determinar la actividad antibacteriana se usó la técnica de difusión en disco. Concluyendo que el extracto etanólico tuvo mayor rendimiento (3).
- Suthar y Solanki (2021), realizó su trabajo de investigación con el objetivo de conocer la bioactividad de la planta para la síntesis de compuestos con actividades específicas para tratar diversos padecimientos de salud y también enfermedades crónicas. La extracción de los compuestos bioactivos se realizó con cuatro disolventes diferentes y se extrajeron por el método de extracción Soxhlet. Concluyendo que algunos fitoconstituyentes están presentes en 2 disolventes, pero ausentes en los otros 2, por ello el metanol y la acetona son los mejores disolventes (4).
- Akram et al (2019) en su investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto rodenticida de extractos de acetona y metanol de *Heliotropo Curassavicum* en ratas albino macho en condiciones de laboratorio. El extracto acetónico mostró más sustancias químicas que el extracto metanólico y el estudio de toxicidad se evaluó mediante el método aritmético Karber. Concluyendo que los extractos de *Heliotropo Curassavicum* pueden utilizarse para controlar plagas ya que tienen efecto rodenticida (5).
- Abd-ElGawad et al (2019), en su investigación tuvo como objetivo explorar la variación en los aceites esenciales (AE) y fenólicos de *Heliotropium curassavicum* recolectados de los hábitats costeros e interiores; además de su actividad antioxidante y alelopática contra la maleza *Chenopodium murale*. Utilizando el método de análisis por HPLC. Concluyendo que a pesar que esta planta sea considerada como invasora, los extractos tanto de EO y MeOH de *H. curassavicum* son antioxidantes y pueden usarse para controlar la maleza (6).

- Gokulnath et al (2014) en su investigación identificó la presencia de compuestos bioactivos en *Spinifex littoreus* y *Heliotropium curassavicum* L. El tamizaje se realizó usando metanol, cloroformo y agua, y por método de difusión en disco contra bacterias gram positivas y gram negativas. Concluye que los extractos de esta planta provocaron una gran actividad antibacteriana (7).

Antecedentes nacionales

- Peña (2024), en su investigación evaluó 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”. La especie se recolectó en las instalaciones de la ciudad universitaria y haciendo un extracto etanólico por maceración para luego desecar. Se concluye que este tipo de extracto contiene una gran cantidad de cenizas y metabolitos secundarios como flavonoides y alcaloides, pero una insignificante cantidad de metales (8).

1.3. Justificación e importancia

Desde la antigüedad, tanto en el Perú como en el resto del mundo, se vienen utilizando extractos de plantas o las plantas completas en dos campos principales: en la medicina para tratar y curar algunas enfermedades, y también se utiliza en la agricultura para poder fabricar insecticidas.

En el caso de la agricultura, utilizar el extracto de plantas contra ciertas plagas es muy beneficioso tanto para la salud de los trabajadores como para los cultivos (16). Y por el lado de la medicina, el uso de estos extractos, sirve como una alternativa al uso de medicamentos, así como también en la formulación de nuevos fármacos.

El *Heliotropium Curassavicum* L. o Alacrancillo es una planta que crece en terrenos salinos y clima semi seco (17), por ejemplo, en los terrenos de la ciudad universitaria. Su familia ha demostrado tener propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antivirales, pero también se han detectado diferencias en sus compuestos de acuerdo al clima y condiciones agronómicas en la que crecen (18). Actualmente no existen muchas investigaciones con respecto al uso terapéutico del *Heliotropium Curassavicum* L., ni a los posibles niveles de concentraciones de metales y citotoxicidad que podría producir esta especie en su totalidad y más aún sus raíces, considerando el tipo de suelo en el cual se desarrolla, lo cual hace que esta investigación sea de suma importancia, comenzando con identificar que compuestos bioactivos y metales contiene y luego determinar su citotoxicidad.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cuál será el contenido de compuestos bioactivos, metales y citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*?

1.4.2. Problemas específicos

Problema específico 1

¿Cuáles son los compuestos bioactivos de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*?

Problema específico 2

¿Cuál será el contenido de metales de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*?

Problema específico 3

¿Cuál será la citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Determinar compuestos bioactivos, metales y citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

1.5.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Determinar los compuestos bioactivos de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

Objetivo específico 2

Determinar los metales de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

Objetivo específico 3

Determinar la citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

1.6. Hipótesis y variables

1.6.1. Hipótesis

Hipótesis general

El extracto etanólico de las raíces de *Heliotropium curassavicum L.* presentan gran contenido de compuestos bioactivos, baja cantidad de metales y baja actividad citotóxica.

Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

El extracto etanólico de las raíces de *Heliotropium curassavicum L.* presentan una cantidad significativa de compuestos bioactivos.

Hipótesis específica 2

El extracto etanólico de las raíces de *Heliotropium curassavicum L.* presentan valores de metales por debajo de lo permitido por normas internacionales.

Hipótesis específica 3

El extracto etanólico de las raíces de *Heliotropium curassavicum L.* presentan valores permisibles por la U.S.F. indicando una baja citotoxicidad.

1.6.2. Variables

V. Independiente		
Variable	Indicador	Índice
Extracto etanólico de la raíz de <i>Heliotropium curassavicum L.</i>	Metabolitos secundarios	Reacciones de coloración y precipitación
V. Dependiente		
Variable	Indicador	Índice
Metales	ICP-OES (AOAC)	mg/100g
Citotoxicidad	Bioensayo de toxicidad	DL ₅₀

1.7. Marco teórico

1.7.1. Compuestos bioactivos

Definición

Es cualquier tipo de sustancia química que está presente en las plantas y en algunos alimentos en pequeñas cantidades. Estos compuestos pueden ayudar a prevenir o aliviar alguna enfermedad en la preservación de la salud (19).

Son sustancias de los alimentos que intervienen en las funciones celulares y fisiológicas, generando un impacto positivo en la salud tras su consumo. Se considera que estos compuestos no son nutrientes elementales para la vida. Por lo general, se encuentran en cantidades muy reducidas en nuestra dieta diaria y, en la mayoría de los casos, provienen de fuentes vegetales (20)

1.7.2. Determinación de metales

El desarrollo de las industrias, la expansión agropecuaria y el crecimiento demográfico dan lugar a la aparición de residuos y emisiones que constituyen una creciente amenaza para el medio ambiente. Entre los contaminantes se encuentran los metales, que pueden acumularse en los cultivos, ya sea a través de su absorción por el agua contaminada, por la tierra a través de las raíces o por la deposición de partículas aerotransportadas.

La capacidad de las plantas para bioacumular metales varía según la especie vegetal y la naturaleza de estos y pueden clasificarse en:

- a) Plantas bioacumuladoras (toman el metal por la raíz y lo llevan a las partes aéreas llegando a concentraciones mayores que las del suelo)
- b) Plantas fitoestabilizadoras (toman y acumulan el metal en la raíz)
- c) Plantas exclusoras (no permiten que los metales ingresen por la raíz)
- d) Plantas indicadoras (el metal entra por la raíz hasta sus partes aéreas, pero sin superar las concentraciones presentes en el suelo).

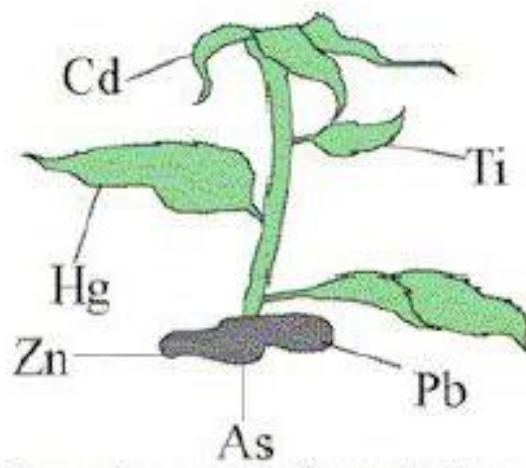


Figura 1. Zonas de acumulación de distintos metales en la planta

Fuente: Fundación hacer futuro

Para ello se deben cuantificar los metales existentes, tomando la raíz que es por donde pasan los metales, y puede realizarse por la técnica de absorción atómica mediante la utilización de un espectrofotómetro. (11)

1.7.3. Citotoxicidad

Actualmente existen muchas formas de contaminación del suelo, y esto se ha convertido en un problema muy grave que afecta a la salud de las personas. Algunas especies han creado mecanismos para reducir el impacto de esta contaminación al controlar su acumulación o al trasladarlos a diversas partes de la planta. (12)

Para determinar la citotoxicidad puede utilizarse la concentración citotóxica 50, que es la concentración aproximada del extracto que va a reducir a la mitad a la cantidad de células disponibles, en comparación de otros controles no sometidos a esta concentración citotóxica 50. (13)

1.7.4. *Heliotropium curassavicum* L.

Descripción

Esta especie crece en suelos salobres y pastizales halófilos, suele identificársele como maleza agresiva que coloniza áreas muy rápido. Se encuentra distribuida desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina, y se le ha introducido en Europa. Es una planta perenne con ramificación difusa, de 50 cm a más de altura. Su tallo es cilíndrico; con hojas alternas, lineares, oblongas de 1-5 cm de longitud y de 3-10 mm de ancho, Su inflorescencia tiene forma escorpioidea, terminal y solitaria,

de 1 a 10 cm de largo. Sus flores carecen de brácteas, son sésiles, blancas. Su fruto es globoso de 2-2,8 mm de altura por 2-3 mm de grosor con una semilla. Se le conoce como cola de mono o alacrancillo. (9,10). Su raíz principal suele ser gruesa, dura y corta, de la cual salen raíces secundarias que son más delgadas, frágiles y largas, pudiendo crecer de manera vertical o de manera horizontal.

Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoleopsida

Orden: Lamiales

Familia: Boraginaceae

Género: *Heliotropium*

Especie: *Heliotropium curassavicum* L. (8)



Figura 2. Especie vegetal recolectada

La especie *Heliotropium curassavicum* L. proviene de América, y se encuentra distribuida desde Argentina hasta Estados Unidos y llegando a Canadá, incluso se la ha introducida en partes de Asia y África. En nuestro país crece principalmente en los departamentos de la costa, como: Piura, Lambayeque, La Libertad, Lima, Ica, Arequipa, Tacna. (6).



Figura 3. Especie vegetal en su hábitat

Según reportes de personas que practican la medicina popular, esta especie ha sido utilizada para poder eliminar el ácido úrico del cuerpo cuando se encuentra en exceso, también se ha usado para que los cálculos renales se disuelvan, así como también en enfermedades como el reuma, artritis y las hemorroides (22). En la literatura mexicana, reportan que sus habitantes utilizan la especie *Heliotropium curassavicum* L. para tratar problemas del sistema digestivo, como la diarrea o la indigestión, mediante el cocimiento de las ramas y su posterior ingestión. También la usan para tratar la anemia, la fiebre o el asma. (17).

1.7.5. Valores máximos permisibles de metales

Según la United States Pharmacopeia (USP), Organización Mundial de la Salud (OMS) y Food Drugs Administration (FDA), los valores permitidos de metales son (31, 32, 33):

Metal	Dosis oral diaria máxima
Arsénico	0,015 mg/L
Aluminio	0,2 mg/L
Boro	4 mg/L
Bario	1,4 mg/día
Berilio	0.0002 mg/L
Bismuto	0.001 mg/L
Calcio	500 mg/L
Cadmio	0,025 mg/día
Cromo	11 mg/día
Cobre	3 mg/día
Hierro	3 mg/L
Potasio	100 mg/L
Magnesio	50 mg/L
Manganeso	4 mg/L
Molibdeno	3 mg/día
Sodio	200 mg/L
Niquel	0,2 mg/día
Plomo	0,005 mg/día
Selenio	0,15 mg/día
Estroncio	4 mg/L
Uranio	0,03 mg/L
Zinc	2 mg/L

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación:

Básica, porque busca adquirir conocimientos importantes sobre los componentes del extracto etanólico de la especie que se ha obtenido por maceración.

2.1.2. Nivel de investigación:

Descriptivo - Explicativo, ya que va a explicar las características de los problemas elegidos y buscar porque suceden estos.

2.1.3. Diseño de investigación:

Analítico-Experimental, porque se aplicaron técnicas analíticas para poder obtener los resultados.

2.2. Lugar donde se realizó el trabajo

La investigación fue realizada en el laboratorio de Química General de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, perteneciente a la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

2.3. Instrumentos de trabajo

2.3.1. Materiales de laboratorio

- Embudos
- Baguetas
- Probetas
- Espátulas metálicas
- Soporte universal
- Pinza metálica
- Pera de bromo
- Vasos de precipitado
- Piseta
- Tubos de ensayo
- Rejillas
- Placa de cerámica
- Pipetas
- Propipetas
- Matraces
- Papel tornasol rojo

- Tiras reactivas de pH
- Placas Petri de plástico

2.3.2. Equipos de laboratorio

- Balanza analítica
- Placa calefactora

2.3.3. Reactivos de laboratorio

- Alcohol 70°
- Agua destilada
- Solución gelatina-sal
- Hidróxido de sodio
- Tricloruro férrico
- Ninhidrina
- Reactivo de Mayer
- Reactivo de Wagner
- Reactivo de Dragendorff
- Limaduras de Magnesio
- Alcohol amílico
- Ácido clorhídrico 1%
- Diclorometano
- Amoniaco
- Anhidrido acético
- Ácido sulfúrico
- Solución A de Kedde
- Solución B de Kedde

2.3.4. Otros materiales

- Barril de vidrio
- Papel filtro
- Papel kraft
- Algodón
- Frascos de vidrio
- Papel aluminio
- Papel toalla

- Etiquetas autoadhesivas
- Guantes
- Mascarillas
- Tocas
- Palas

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Especie vegetal *Heliotropium Curassavicum L.*

2.4.2. Muestra

270 gramos de la raíz de la especie *Heliotropium Curassavicum L.*

2.5. Métodos y técnicas de trabajo

2.5.1. Recolección del material vegetal

La especie se recolectó en la provincia de Chincha, en las inmediaciones de la Institución Educativa Emblemática “José Pardo y Barreda”. La recolección se realizó durante las primeras horas de la mañana para evitar que los rayos solares afecten los componentes de la especie, se utilizaron dos palas para la extracción, realizando agujeros de aproximadamente 15 centímetros de profundidad para la recolección de la raíz completa, y también se emplearon bolsas de papel kraft para el transporte. Posteriormente fue llevada al laboratorio de Química General en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la “Universidad Nacional San Luis Gonzaga”.

De esta recolección, se seleccionó un ejemplar, el cual fue llevado por la autora al Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para que pueda realizarse su clasificación taxonómica.

2.5.2. Tratamiento de la muestra

Selección: Luego de ser recolectada, se escogieron las raíces que se encontraban en mejor estado y completas, para colocarlas en una bolsa de papel kraft y así evitar que se descompongan.

Limpieza: Después de la selección, se procedió a limpiar las raíces para poder eliminar cualquier rastro de residuos, cuerpos extraños o tierra, para que así estos no interfieran en los ensayos que se realizarán posteriormente.

Secado: Este proceso se realizó en un ambiente bajo sombra y dentro del laboratorio de Química General, para que la luz solar no altere los compuestos de esta especie en estudio. Las raíces se distribuyeron sobre pliegos de papel kraft que estuvieron colocados sobre las mesas de trabajo del laboratorio, demorando

un aproximado de 15 a 20 días y cambiándolas de posición de manera periódica para evitar la aparición de hongos y haya un secado de manera uniforme. Luego de este tiempo se comprobó que la especie esté completamente seca utilizando el tacto y verificando que se quiebre con facilidad.

Molienda: Continuando con el tratamiento de la muestra y con la ayuda de unas tijeras de podar, se procedió a cortar las raíces de un tamaño de aproximadamente 1 centímetro, tratando de que todos los pedazos tengan la misma dimensión.

Conservación: Luego de tener toda la muestra fragmentada de manera uniforme, se almacenó en bolsas de papel kraft hasta la siguiente etapa de estudio.

2.5.3. Obtención del extracto etanólico

Utilizando aproximadamente 270 gramos de las raíces secas y fragmentadas, se procedió a macerar en primera instancia con 2,5 litros de etanol por un periodo de 15 días, en un lugar fresco y oscuro (libre de la luz solar), dándole agitación periódica al extracto etanólico. Luego ese macerado se filtró utilizando una probeta de vidrio, embudo de vidrio y papel filtro. Después de la obtención del extracto etanólico líquido se vierte en un frasco de vidrio para posteriormente llevarlo al evaporador rotatorio, del cual se obtendrá un concentrado del extracto. Finalmente, éste se secará completamente con la ayuda de una corriente de aire. En segunda instancia, a las raíces que estuvieron macerando se le adicionaron nuevamente 1,670 litros de etanol para dejarlo macerar por otros 15 días más. Terminado este tiempo se filtró y se volvió a secar de la misma manera que la primera fracción.

2.5.4. Determinación de compuestos bioactivos

Del extracto etanólico seco, se efectuó una marcha fitoquímica según la metodología descrita por Olga Lock (21) que nos consintió obtener diferentes fracciones por los diversos solventes de extracción empleados y así determinar cualitativamente los compuestos que se encontraban en la especie vegetal.

2.5.4.1. Obtención de fracciones:

De extracto crudo una porción se disolvió en etanol para constituir **la fracción A**, la otra porción se disolvió con HCl al 1% (2 x 20 mL), se filtró con la finalidad de obtener dos partes:

a) Insoluble

Esta porción se lavó hasta lograr pH neutro usando agua destilada, luego se disolvió con 5mL de diclorometano, se hizo secar con sulfato

de sodio anhidro, se llevó a filtrar y este filtrado constituyó **la Fracción B.**

b) Solución ácida

Esta se filtró y se alcalinizó con amoníaco, para extraerse con diclorometano (2x25mL) y obtener las siguientes dos fases:

✓ **Fase Diclorometánica**

Con 10 ml de agua destilada se lavó, luego se secó con sulfato de sodio anhidro y se filtró para así obtener **la Fracción C.**

✓ **Fase Acuosa**

Con 5g de sodio anhidro se saturó esta fase y se extrajo con diclorometano: etanol (3:2) (2 x 25mL). Aquí obtuvimos dos porciones o fases:

-Fase Orgánica

Utilizando 10 ml de sulfato de sodio anhidro se lavó hasta que se aglutinaron las fases acuosas, luego se deshidrató con 1g de sulfato sodio anhidro, se filtró y esto constituyó **la Fracción D.**

-Fase Acuosa

A esta se le agregaron residuos acuosos que se obtuvieron de la fase anterior, lo que constituyó **la Fracción E.**

Y en dichas fracciones se realizaron reacciones de coloración o precipitación para la respectiva identificación de los grupos funcionales de metabolitos presentes.

2.5.4.2. Detección de taninos:

a) Reacción de gelatina-Sal.- En tres tubos de ensayo se les colocaron independientemente 0,5 mL de extracto; al tubo 1 se añadió 1 mL de NaCl 5%; al tubo 2, se añadió 1 mL de solución de gelatina 1% y al tubo 3 se adicionó 1 mL solución de gelatina – sal; la presencia de precipitación con el último reactivo o con ambos será positiva para taninos (21).

b) Reacción de Cloruro Férrico. - En tubo de ensayo se ubicaron 0,5 mL de una dilución del respectivo extracto y se agregó una gota de solución de FeCl₃ 1% (acuoso). La reacción positiva es la presencia de colores azul-negro, verde o azul verdoso (21)

2.5.4.3. Detección de flavonoides:

a) Reacción de Shinoda.- Se tomaron aproximadamente 20 gotas del extracto en un tubo de ensayo, se adicionaron limaduras de Mg y unas

3 gotas de HCl q.p. La aparición de tonos de color rojo, anaranjado y violeta revelaron que la reacción es positiva (21)

2.5.4.4. Detección de aminoácidos:

a) **Reacción de Ninhidrina.-** En tiras de papel filtrante se humedecieron con un capilar: Una gota de extracto más una gota de reactivo Ninhidrina al 2%.

- Blanco: Solución etanólica de Ninhidrina al 2%.

Una vez secadas las tiras se colocaron en una placa de calefacción o estufa hasta la visión un color pardo-marrón en el blanco. Si la tira de la muestra presenta un color azul violáceo es positiva la reacción (21).

2.5.4.5. Detección de triterpenoides y/o esteroides:

a) **Reacción de Liebermann-Burchard.-** En un tubo de ensayo se disolvió un poco de la fracción B en diclorometano (1ml aproximadamente), luego se le agregó 5-7 gotas de anhídrido acético y 5-7 gotas de ácido sulfúrico. La reacción será positiva si se evidencia una coloración verde o azul.

2.5.4.6. Detección de cardenólidos:

a) **Reacción de Kedde.-** En 2 tubos de ensayo se pusieron 1 mL de la fracción C en cada uno, y al primero se le agregó la solución A de Kedde y al segundo la solución B. Es positiva la reacción si aparece un color púrpura.

2.5.4.7. Detección de antraquinonas:

a) **Reacción de Borntrager.-** Se agregó una cantidad de la fracción B en un tubo de ensayo y se disolvió con diclorometano, luego de ello se le agregó 5ml de NaOH 5% y se agitó suavemente. Se espera coloración roja en la fase acuosa si la reacción es positiva.

2.5.4.8. Detección de alcaloides: Se utilizaron 4 tubos de ensayo y a cada uno depositaron 4 mL de extracto y 1 mL de HCl 1% y posteriormente se procedió con la reacción de precipitación respectiva como se indica, dejando uno como blanco:

a) **Dragendorff:** añadir de 2-4 gotas y observar precipitado anaranjado.

b) **Mayer:** Añadir 2 - 4 gotas y apreciar precipitado blanco.

c) **Wagner:** Añadir 2 - 4 gotas y apreciar precipitado marrón rojizo.

2.5.4.9. Detección de leucoantocianidinas y catequinas:

a) **Reacción de Rosenheim.-** a 2mL de la fracción D se le agregaron 3 gotas de HCl concentrado, se llevó a calentar por 10 minutos y luego se dejó enfriar. Una vez listo se le agregaron 2ml de agua y 0,4 ml de

alcohol amílico. Se considera positiva la reacción si aparece una coloración de rosada a carmesí oscuro en la fase amílica.

2.5.4.10. Detección de saponinas:

- a) Prueba de espuma.-** En dos tubos de ensayo conteniendo 10 mL de agua destilada, se adicionaron 2,5 mL del extracto y se agitaró por un minuto. Se dejó reposar 15 minutos y observará la formación de espuma. Se considera negativa si la altura de la espuma es menor de 5 mm (21)

2.5.5. Métodos para la determinación minerales (Calcio, Magnesio, Cobre, Hierro, Zinc y potasio).

La determinación de estos elementos minerales se realizó por el método de emisión atómica mediante la técnica de Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-AES por sus siglas en inglés) en lo cual primeramente se realizó una digestión húmeda de la muestra, por disolución en ácido clorhídrico al 10%, y posterior enrase a un volumen determinado. Previamente se preparó una curva patrón para cada uno de los elementos a analizar. Para el caso de análisis de K, Ca y Mg, a 2 ml de las soluciones de la muestra y patrón se le añadieron 10 ml de solución de lantano al 1% y 8 ml de agua destilada y se llevó al equipo de emisión para la lectura correspondiente. Para la determinación de los otros metales, la muestra que fue filtrada originalmente se analizó directamente en el equipo ICP y realizando diluciones cuando el caso lo amerite (23).

2.5.6. El bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga

Es una prueba estática de toxicidad aguda (120 h) en la que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos en el desarrollo de la plántula durante los primeros días de crecimiento. En la prueba, se tomaron 10 semillas de lechuga de tamaño similar, forma y color; se distribuyeron uniformemente sobre algodón impregnado con 4 mL del extracto de la muestra a diferentes diluciones dentro de una placa de Petri, se incubaron en oscuridad a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 7 días. Después del periodo de incubación, se midió y registró el promedio de longitud de las raíces por cada concentración de la muestra. Finalmente, se estimó la concentración que produce el 50% de inhibición (CE/CI50) en el crecimiento de la raíz. Se utilizó como control negativo y como diluyente agua destilada y como control positivo agua de caño cruda (24).

2.5.7. Análisis e interpretación de resultados

2.5.7.1. Recolección de los datos

Los resultados obtenidos de cada ensayo realizado fueron anotados en un cuaderno de trabajo de manera detallada, así como también en hojas de papel bond donde se habían impreso tablas para un más ordenado.

2.5.7.2. Procesamiento de los datos

Los datos fueron pasados del cuaderno de campo y hojas a programas como Microsoft Word 2016 y Microsoft Excel 2016 y, para así tener un acceso digital a ellos y construir los gráficos correspondientes.

2.5.7.3. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron expresados en sus gráficos correspondientes para así realizar una comparación de los resultados obtenidos.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados de compuestos bioactivos

Tabla 1. Determinación de compuestos bioactivos del extracto etanólico de la raíz de la especie *Heliotropium Curassavicum L.*

Fracción	Compuesto	Reacción	Resultado
A	Taninos	Rx. Gelatina-sal	+
		Rx. FeCl ₃	+
	Flavonoides	Rx. Shinoda	+
	Aminoácidos	Rx. Ninhidrina	+
B	Triterpenos y/o esteroides	Rx. Liebermann-Burchard	+
	Antraquinonas	Rx. Borntrager	-
C	Triterpenos y/o esteroides	Rx. Liebermann-Burchard	-
	Cardenólidos	Rx. Kedde	-
		Rx. Mayer	+
	Alcaloides	Rx. Wagner	+
		Rx. Dragendorff	+
D	Flavonoides	Rx. Shinoda	-
	Leucoantocianidinas y catequinas	Rx. Rosenheim	-
		Rx. Kedde	-
	Triterpenos y/o esteroides	Rx. Liebermann-Burchard	-
		Rx. Mayer	-
	Alcaloides	Rx. Wagner	-
		Rx. Dragendorff	-
E	Flavonoides	Rx. Shinoda	-
	Leucoantocianidinas y catequinas	Rx. Rosenheim	+
Droga seca	Saponinas	Rx. Espuma	+

Nota: + (reacción positiva); - (reacción negativa)

3.2. Resultados de la determinación de metales

Tabla 2. Metales presentes en el extracto etanólico seco de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* con importancia nutricional

Metal	Concentración en mg/L	Concentración en mg/100g
Ca	294,90	29,49
Cu	1,12	0,11
Fe	11,52	1,15
K	13 124,16	1312,42
Mg	1380,20	138,02
Mo	<0,0017	N.D.
Na	897,97	89,80
Se	<0,0066	N.D
Zn	9,03	0,90

Tabla 3. Metales presentes en el extracto etanólico seco de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* con posible efecto tóxico

Metal	Concentración en mg/L	Concentración en mg/100g
As	<0,0033	N.D.
Al	7,78	0,78
B	4,20	0,42
Ba	<0,0010	N.D.
Be	<0,0003	N.D.
Cd	<0,0003	N.D.
Cr	<0,0007	N.D.
Mn	3,21	0,32
Ni	<0,0017	N.D.
Pb	<0,0033	N.D.
Sr	1,07	0,11
U	<0,0033	N.D.

3.3. Resultados de los ensayos de citotoxicidad

Tabla 4. Primer ensayo de citotoxicidad del extracto seco de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* frente a semillas de lechuga

Diluciones	Ensayos en discos de papel			Ensayo en algodón		
	Whatman			3er día	5to día	7mo día
	3er día	5to día	7mo día			
N° raíces	N° raíces	N° raíces	N° raíces	N° raíces	N° raíces	
Dilución 4%	0	0	0	0	0	0
Dilución 2%	2	2	2	0	0	0
Dilución 1%	3	4	4	5	7	8
Dilución 0,5%	5	6	6	3	5	8
Dilución 0,25%	4	6	8	6	8	8
Controles						
Agua potable (+)	5	8	8	7	9	9
Agua destilada (-)	0	0	0	0	0	0

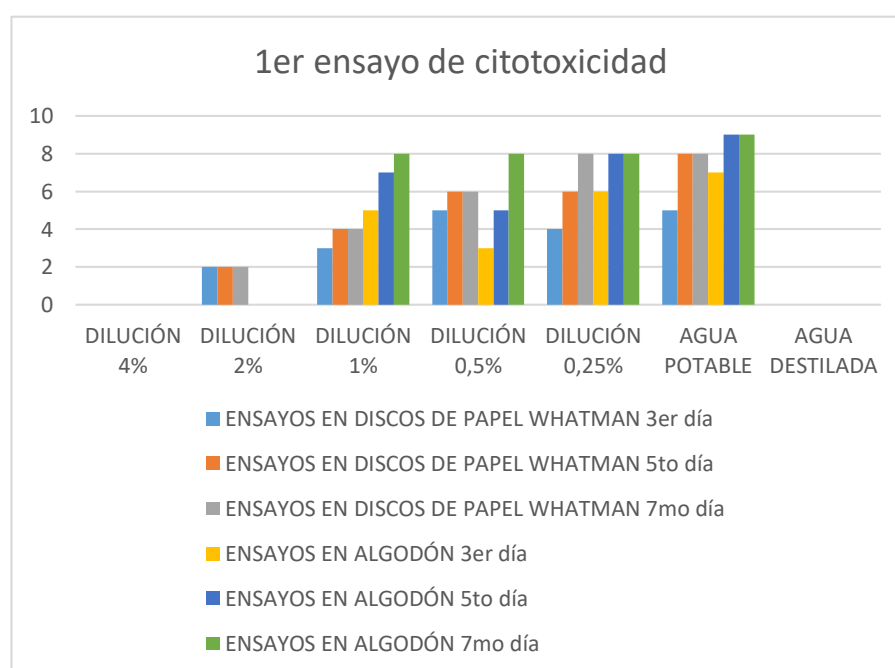


Figura 4. Gráfico de barras del primer ensayo de citotoxicidad

Tabla 5. Segundo ensayo de citotoxicidad del extracto seco de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* frente a semillas de lechuga

Diluciones	Ensayo en algodón		
	3er día	5to día	7mo día
	N° raíces	N° raíces	N° raíces
Dilución 2%	0	0	0
Dilución 1%	2	2	3
Dilución 0,5%	3	4	7
Dilución 0,25%	8	9	10
Dilución 0,125%	3	7	7
Controles			
Agua potable (+)	4	8	8
Agua destilada (-)	0	0	0

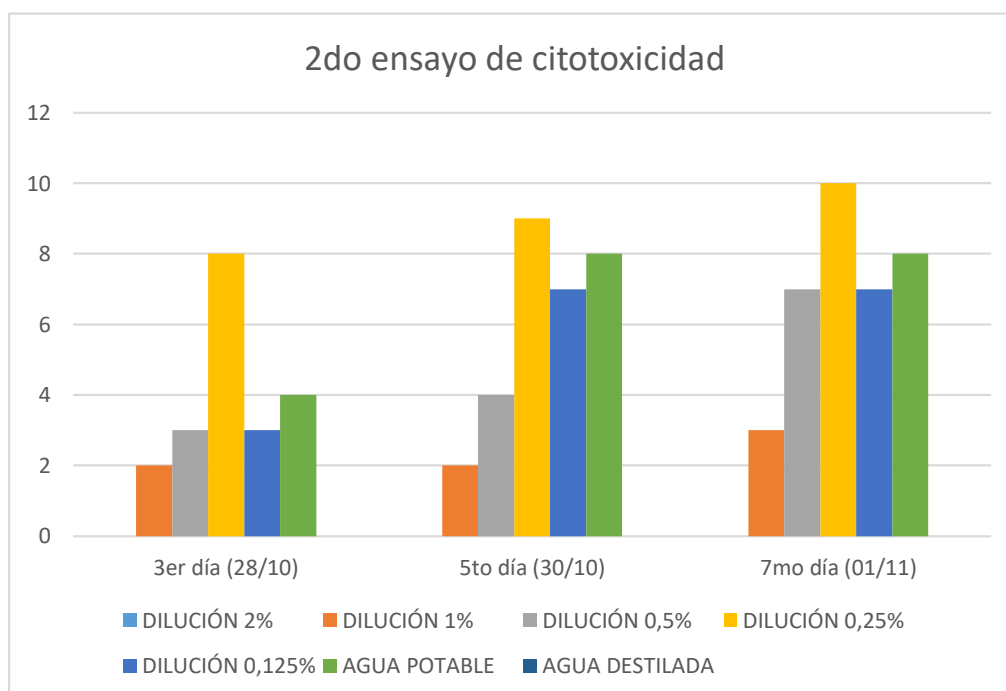


Figura 5. Gráfico de barras del segundo ensayo de citotoxicidad

Tabla 6. Tercer ensayo de citotoxicidad del extracto seco de la raíz de *Heliotropium Curassavicum* L. frente a semillas de tomate

Diluciones	Semillas ANASAC			Semillas sueltas		
	3er día	5to día	7mo día	3er día	5to día	7mo día
	N° raíces	N° raíces	N° raíces	N° raíces	N° raíces	N° raíces
Dilución 2%	0	0	0	0	0	0
Dilución 1%	0	0	3	0	0	0
Dilución 0,5%	2	6	6	2	4	6
Dilución 0,25%	2	4	4	2	7	7
Dilución 0,125%	4	5	5	1	6	8
Controles						
Agua potable (+)	6	7	9	5	8	8
Agua destilada (-)	0	0	0	0	0	0

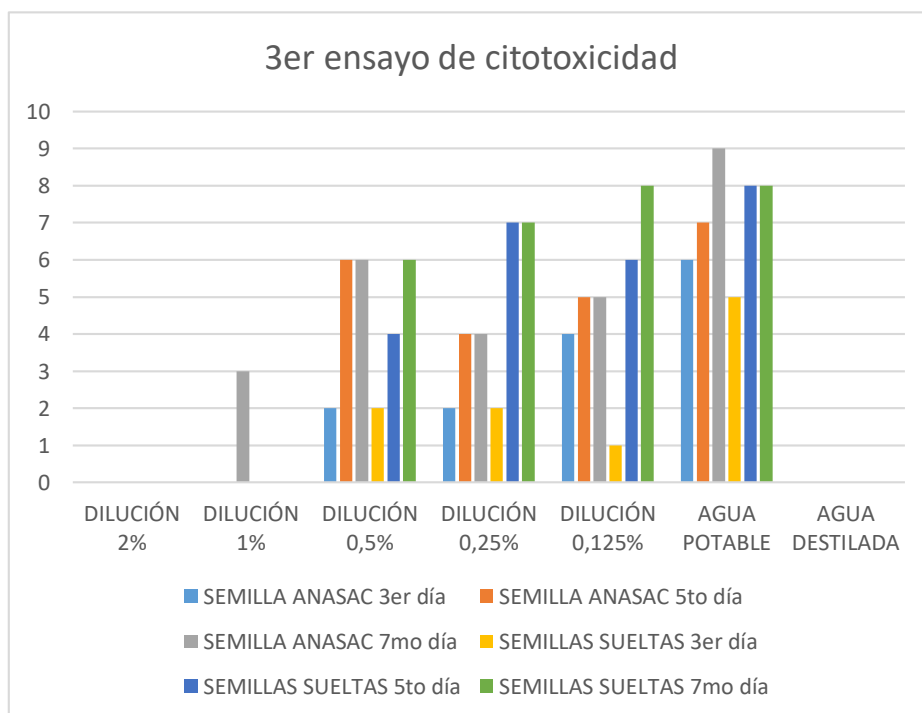


Figura 6. Gráfico de barras del tercer ensayo de citotoxicidad

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación, donde se estudiaron los compuestos bioactivos de la raíz de la especie vegetal *Heliotropium curassavicum* L. o “Alacrancillo, así como su contenido de metales y su actividad citotóxica, ha permitido expandir conocimientos que se han cimentando en evidencias científicas obtenidas a lo largo de la experimentación, para así poder concluir que tan relacionadas estaban las actividades farmacológicas que se le atribuían en la medicina tradicional con los compuestos que la especie, ya que al momento de realizar la revisión de bibliografía tanto nacional como internacional, no se encontraron muchos estudios ni referencias con respecto a su uso en la medicina popular, y los que fueron hallados hacían referencia a la investigación y experimentación con el uso de las partes aéreas de dicha especie vegetal, más no con la raíz que también es utilizada.

Para la determinación de los compuestos bioactivos de la especie *Heliotropium curassavicum* L. se realizó una marcha fitoquímica como lo indica la Dra. Olga Lock en su libro “Métodos en el estudio de productos naturales”. Este método consiste en el fraccionamiento del extracto seco etanólico con diferentes solventes que permitieron una variación en la polaridad del extracto y así continuar con la determinación de diversos grupos funcionales en cada una de las fracciones a través de reacciones específicas. Es así que se tiene un interés en las fracciones A y C, las cuales permiten detectar la presencia de Taninos, Flavonoides, Aminoácidos, Alcaloides y Saponinas según la tabla 1, fitoconstituyentes a los cuales se les atribuyen las propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antibacterianas, y que coinciden en su mayoría con lo que reportaron Suthar y Solanki en 2021 en el estudio “*Phytochemical Screening of Halophytic Plant Heliotropium curassavicum* L.” donde encontraron compuestos como alcaloides, fenoles, taninos, esteroides y proteínas presentes en diluyentes como acetona y metanol, pero ausentes en éter de petróleo y hexano. También existe concordancia con lo reportado por Peña 2023, Pothiraj et al 2021 y Gokulnath et al 2014. La actividad antibacteriana que se le atribuye al extracto etanólico del *Heliotropium curassavicum* L. coincide con lo que reportó Prasanna y Narasimha 2023, donde confirman que esta especie vegetal posee tanto actividad antibacteriana como antifúngica. Así mismo Umoren et al 2024 y Akram et al 2019 indican que la especie vegetal *Heliotropium curassavicum* L. puede ser utilizada como anticorrosivo y como rodenticida, con la finalidad de disminuir el uso de productos sintéticos y dañinos para el medio ambiente, y reemplazarlos por el uso de productos mucho más naturales. Por el contrario, Flores 2024 reportó que luego del tamizaje fitoquímico de las partes aéreas de *Heliotropium Curassavicum* L. comprobó la presencia de triterpenoides, esteroides, antraquinonas, leucoantocianidinas y catequinas además de taninos, flavonoides, aminoácidos, alcaloides y saponinas, los cuales fueron encontrados en el presente estudio.

Con respecto a la determinación de metales, en la tabla 2 podemos observar los metales que están presentes en el extracto etanólico seco de la raíz de la especie vegetal *Heliotropium Curassavicum L.* y que tienen importancia nutricional, pues se pudieron encontrar: Calcio, Cobre, Hierro, Potasio, Magnesio, Molibdeno, Sodio, Selenio y Zinc, resaltando la concentración de Potasio con 1312,42 mg/100g el cual es importante en la salud renal, cardiovascular, muscular y nerviosa; Magnesio con 138,02 mg/100g el cual ayuda en el funcionamiento de los músculos, nervios y corazón; Sodio con 89,80 mg/100g importante en la regulación de la presión arterial, función nerviosa y muscular; y Calcio con 29,49 mg/100g que es un mineral esencial para la salud ósea, de los músculos y nervios. Considerando ello, el contenido de Sodio es bajo a pesar de que la especie vegetal crece y fue recolectada en terreno salitroso; mientras que al encontrar alto contenido de Potasio se le podría atribuir la propiedad de intervenir en la contracción muscular (29), y actuando así a nivel del músculo estomacal para aliviar los dolores de estómago. Según lo reportado por Peña 2023 y comparando con el presente estudio, las partes aéreas de *Heliotropium Curassavicum L.* tienen mayor concentración de Calcio, Cobre, Hierro, Potasio, Sodio y Zinc que las raíces; pero son éstas raíces las que contienen mayor cantidad de Magnesio que las partes aéreas.

Por otro lado, encontramos en la tabla 3 los metales presentes en el extracto etanólico seco de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* con posible efecto tóxico para la salud, o más conocidos como metales pesados, y podemos apreciar que el metal resaltante es el Aluminio, que se encuentra en una concentración de 0,78 mg/100g, seguidamente también encontramos al Boro con una concentración de 0,42 mg/100g, Manganeso con 0,32 mg/100g y Estroncio con 0,11 mg/100g. A pesar de que el Aluminio está presente, no está en una cantidad muy significativa como para poder atribuirle el efecto tóxico; en contraste con Peña 2023 que nos informó que las partes aéreas del *Heliotropium Curassavicum L.* contenían una alta cantidad de dicho metal. Hay que resaltar que se ha relacionado la presencia de niveles elevados de aluminio con la aparición de enfermedades tanto neurodegenerativas como no degenerativas. Su capacidad para acumularse en distintos órganos y tejidos se considera el principal mecanismo que contribuye al origen de dichos males (30). La presencia en cantidades casi nulas o ausentes de metales considerados nocivos para la salud o con posible efecto tóxico según lo mostrado en la tabla 3, permite asegurar que este extracto etanólico de *Heliotropium Curassavicum L.* es apropiado para su uso y que las concentraciones de metales pesados encontrados no son suficientes como para referir una toxicidad.

En referencia a las pruebas de citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*, siempre se usó como control positivo el agua potable y como control negativo el agua destilada; el primer ensayo que fue realizado tanto en discos de papel Whatman como en camas de algodón, arrojó de resultado que las semillas de lechuga no brotaron en dilución

del 4% del extracto etanólico seco, mientras que en diluciones del 2% a menos y en agua potable si crecieron las raíces, observando la figura 4, se ve que el mayor crecimiento se obtuvo al séptimo día en camas de algodón y con diluciones de 1%, 0,5% y 0,25%. Para el segundo ensayo de citotoxicidad se utilizaron solo camas de algodón ya que en el primer ensayo se determinó que era la mejor opción para mantener la humedad y asegurar el crecimiento de las semillas, así como también se realizaron diluciones a menores concentraciones. Según la tabla 5 no hubo crecimiento de raíces en una dilución del 2%, así como en el ensayo anterior, pero si hubo crecimiento en concentraciones menores e iguales al 1%, observando la figura 5, resalta el brote y crecimiento de raíces en el séptimo día y con una dilución de 0,25%. Finalmente, en el tercer ensayo de citotoxicidad del extracto seco de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*, se consideró utilizar también semillas de tomate e incluso de 2 marcas diferentes, para así asegurar la veracidad de los resultados, poniendo en evidencia en la tabla 6 que nuevamente la dilución del 2% inhibía el brote y crecimiento de las semillas de ambas marcas, pero por el contrario la dilución del 0,125% permitió el mayor crecimiento de semillas sueltas en el séptimo día tal como lo muestra la figura 6. Es así que se puede decir que el extracto etanólico seco de *Heliotropium Curassavicum L.* es citotóxico a concentraciones mayores o iguales al 2%, debiendo tener en consideración esto para su uso.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la presente investigación, podemos concluir lo siguiente:

- El extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* demostró la presencia de los siguientes compuestos bioactivos: Taninos, Aminoácidos, Alcaloides, Leucoantocianidinas, Catequinas y Saponinas.
- El contenido de metales importantes en la nutrición presentes en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* es significativa, resaltando la presencia de Potasio, Magnesio, Sodio y Calcio; mientras que los metales considerados muy tóxicos para la salud se encontraron en cantidades casi nulas.
- El extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* posee un potencial fitotóxico que se activa a partir de una cierta concentración (igual o superior a 2%) lo que produce la inhibición del desarrollo de las plántulas.

VI. RECOMENDACIONES

Estos resultados iniciales son valiosos, pero sería útil:

- ✓ Determinar y evaluar los tipos de los compuestos bioactivos que existen en esta parte de la especie vegetal, especialmente los taninos.
- ✓ Ahondar más en el estudio de los metales encontrados en el extracto de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.* y otros beneficios que pueden tener su consumo.
- ✓ Realizar análisis más detallados para cuantificar la inhibición (por ejemplo, calcular la CE50, la concentración efectiva que inhibe el crecimiento en un 50%), así como también sería importante identificar los compuestos presentes en el extracto responsables de la toxicidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Umoren SA, Mamudub U, Alhaffar MT, Umoren PS, Suleiman RK, Salomón MM, Uchechukwu TO, Chong Lim R. Solvent selection and studies of the anti-corrosion efficacy of *Heliotropium curassavicum* leaves extract on API L X60 steel in 5 wt% hydrochloric acid solution. Elsevier [Internet]. 2024 [citado 12 de junio de 2024]; 30: 8705-8717. Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2024.05.218>
2. Prasanna Lakshmi K, Narasimha Rao GM. In vitro Bioactivity of Halophytic Plant *Heliotropium curassavicum* L. against selected pathogens. Saudi Journals [Internet]. 2023 [citado 12 de junio de 2024]; 8(10): 196-201. Recuperado a partir de: https://saudijournals.com/media/articles/SJLS_810_196-201.pdf
3. Pothiraj C, Balaji P, Shanthi R, Gobinath M, Suresh Babu R, Al-Dosary Munirah A, Hatamleh Ashraf A, Ramesh Kumar K, Veeramanikandan V, Arumugam R. Evaluating antimicrobial activities of *Acanthus ilicifolius* L. and *Heliotropium curassavicum* L. against bacterial pathogens: an in-vitro study. Elsevier [Internet]. 2021 [citado 12 de junio de 2024]; 14(12):1927-1934. Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.10.013>
4. Suthar R, Solanki HA. Phytochemical Screening of Halophytic Plant *Heliotropium curassavicum* L. International Journal of Scientific Research in Science and Technology [Internet]. 2021 [citado 12 de junio de 2024]; 8(2): 141-145. Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.32628/IJSRST218221>
5. Akram ME, Gihan GM, Hala IM, Samah ES, Mogeda AH. New Insight on *Heliotropium curassavicum* L. Extracts as a Rodenticide. Researchgate [Internet]. 2019 [citado 12 de junio de 2024]; 36(1): 102-111. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/profile/Akram-Eldidamony/publication/339532156_New_Insight_on_Heliotropium_curassavicum_L_Extracts_as_a_Rodenticide/links/5e57b71d92851cefa1c856bb/New-Insight-on-Heliotropium-curassavicum-L-Extracts-as-a-Rodenticide.pdf
6. Abd-ElGawad AM, Elshamy AI, Al.Rowaily SL, El-Amier YA. Habitat Affects the Chemical Profile, Allelopathy, and Antioxidant Properties of Essential Oils and Phenolic Enriched Extracts of the Invasive Plant *Heliotropium Curassavicum*. Plants [Internet] 2019 [citado 12 de junio de 2024]; 8(11): 482. Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.3390/plants8110482>
7. Gokulnath M, Yuvaraj D, Gayathri PK, Chandran M, Vivek P, Kesavan D. Phytochemical Screening And Anti-Bacterial Studies In Salt Marsh Plant Extracts (*Spinifex littoreus* (BURM.F) MERR. and *Heliotropium curassavicum* L.). Researchgate [Internet] 2014 [citado 12 de junio de 2024]; 6(9): 4307-4311.

- Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/profile/Yuvaraj-Dinakarkumar/publication/301655727_Phytochemical_investigation_and_antibacterial_activity_of_salt_marsh_plant_extracts/links/5bf26a9492851c6b27c9782a/Phytochemical-investigation-and-antibacterial-activity-of-salt-marsh-plant-extracts.pdf
8. Peña Eslava NT. Determinación de polifenoles totales, flavonoides y metales del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium curassavicum* (L) “Hierba del Alacrán” [tesis en Internet]. [Ica]: Universidad Nacional San Luis Gonzaga; 2024 [citado 12 de junio de 2024]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/24f4023c-d89d-4c1a-8cd8-c280b233a9fa/content>
 9. Calderón de Rzedowski G, Rzedowski J. Flora fanerogámica del Valle de México [Internet]. México: Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; 2001. p. 607. Recuperado a partir de: https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Flora_del_Valle_de_Mx1.pdf
 10. Cabidigitallibrary. CABI Compendium [Internet]. *Heliotropium curassavicum* (salt heliotrope); 2018 [citado 12 de junio de 2024]. Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.114723>
 11. Nova Scientia. Análisis in vitro de la acumulación de metales pesados en plantas de la familia Asparagaceae tolerantes a la baja disponibilidad de agua. Scielo [Internet]. 2020 [citado 13 de junio de 2024]; 12(24). Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2081>
 12. Arnaldoa. Citotoxicidad por plomo en *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) “tomate”. Scielo [Internet]. 2022 [citado 13 de junio de 2024]; 29(1). Recuperado a partir de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992022000100185
 13. Verao Esquibel Y, López Sacerio A, Gonzáles Bedia MM, Mollineda Diogo N, Sifontes Rodríguez S. Actividad antileishmanial y citotoxicidad de *Jatropha gossypifolia* L. *Ars Pharmaceutica* [Internet]. 2020 [citado 13 de junio de 2024]; 61(4): 209-213. Recuperado a partir de: <https://scielo.isciii.es/pdf/ars/v61n4/2340-9894-ars-61-04-209.pdf>
 14. Castillo Zavala JL, Mostacero León J, De La Cruz Castillo AJ. 33,2023. Enfermedades más frecuentes tratadas con plantas medicinales por el poblador de la comunidad andina de Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad-Perú. *Revista Unibagua* [Internet]. 2023 [citado 13 de junio de 2024]; 4(1): 26-33. Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i1.137>

15. Agnese M, Mellina S, Cabrera JL. Alcaloides pirrolizidínicos en plantas medicinales que se expenden en la Ciudad de Córdoba (Argentina): *Heliotropium curassavicum* L. *Acta Farmacéutica Bonaerense* [Internet]. 1995 [citado 13 de junio de 2024]; 14(04): 273-276. Recuperado a partir de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/7087>
16. García-Gutiérrez, C., P. Tamez Guerra, H. Medrano Roldán y M. B. González Maldonado. Mercado de bioinsecticidas en México. En: *Biotecnología Financiera Aplicada a Bioplaguicidas*. Cipriano García Gutiérrez e Hiram Medrano Roldán (Eds). 2006. 17-40 pp.
17. Alacrancillo [Internet]. Unam.mx . 2009 [citado 12 de junio de 2024]. Recuperado a partir de: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=alacrancillo>
18. Dresler S, Szymczak G, Wójcik M. Comparison of some secondary metabolite content in the seventeen species of the Boraginaceae family. *Pharmaceutical Biology* [Internet]. 2017 [citado 12 de junio de 2024]; 55(1). Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.1080/13880209.2016.1265986>
19. Compuestos bioactivos [Internet]. Instituto Nacional del Cáncer – NIH. [citado el 04 de agosto de 2024]. Recuperado a partir de: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/compuesto-bioactivo>
20. De Victoria Muñoz EM. Compuestos bioactivos y salud: mitos y realidades. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [Internet]. [citado el 13 de octubre de 2024]. Recuperado a partir de: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-47/>
21. Lock de Ugaz Olga. Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. [Internet]. Lima: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú; 1994. [citado 04 de agosto de 2024]. Recuperado a partir de: <https://books.google.com.pe/books?id=N36g2QOccXkC&printsec=frontcover&#v=onepage&q&f=false>
22. Wasiullah , Jan S, Saeed A, Shad AA, Basit A, Ullah F. Phytochemical Investigation and Pharmacological Activities of *Heliotropium Curassavicum* Linn. *Latin American Applied Research*. 2019; 49: 105-109. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/publication/350184197_PHYTOCHEMICAL_INVESTIGATION_AND_PHARMACOLOGICAL_ACTIVITIES_OF_HELIOTROPIUM_CURASSAVICUM_LINN
23. AOAC Official Method 2015.01; “Determination of Heavy Metals in Food by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry First Action” (2015)

24. Rodríguez Romero Alexis Joseph, Robles Salazar Christopher Alberto, Ruíz Picos Ricardo Arturo, López López Eugenia, Sedeño Díaz Jacinto Elias, Rodríguez Dorantes Angélica. Índices de germinación y elongación radical de *Lactuca sativa* en el biomonitoreo de la calidad del agua del río Chalma. *Rev. Int. Contam. Ambient* [revista en la Internet]. 2014 [citado 2024 Ago 21] ; 30(3): 307-316. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000300007&lng=es
25. Prieto J, González C, Román A, Prieto F. CONTAMINACIÓN Y FITOTOXICIDAD EN PLANTAS POR METALES PESADOS PROVENIENTES DE SUELOS Y AGUA. núm [Internet]. 2009 [citado el 26 de abril de 2025];10(2009):29–44. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf>
26. Maldonado C, Moreno A, Muñoz J, Chávez E, Bracamontes N, Arteaga S. DETERMINACIÓN DE METALES EN PLANTAS EN ALGUNAS ZONAS MINERAS DE ZACATECAS [Internet]. Sedici. 2018 [citado el 26 de abril de 2025]. Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/123226/Documento_completo.pdf?sequence=1
27. Barceló J y Poschenrieder Ch B. RESPUESTAS DE LAS PLANTAS A LA CONTAMINACION POR METALES PESADOS [Internet]. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. 1992 [citado el 26 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.secs.com.es/data/Revista%20edafo/Suelo/Vol2/n2/documento%2014.pdf>
28. Flores Hernández ME. Tamizaje fitoquímico y actividad antioxidante del extracto etanólico de las partes aéreas de *Heliotropium Curassavicum* “hierba del alacrán” [Tesis en internet]. [Ica]: Universidad Nacional San Luis Gonzaga; 2024 [citado 12 de mayo de 2025]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4d245168-4e7a-454f-b11c-22639700b77b/content>
29. National Institutes of Health. Datos sobre el potasio [Internet]. Nih.gov. 2019 [citado el 12 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Potassium-DatosEnEspanol.pdf>
30. Yucra Sevillano S, Fuenzalida Valdivia JA, Farfán Delgado MF, Terreros Abril KA. Efectos tóxicos del aluminio: una intoxicación silenciosa. *Rev Neuropsiquiatría* [Internet]. 2024 [citado el 12 de mayo de 2025];87(2):169–80. Recuperado a partir de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-85972024000200169
31. United States Pharmacopeia. <232> Elemental impurities – limits. *Usp.org* [Internet]. 2017 [citado 9 de junio de 2025]; 40: 8065-8069. Recuperado a partir de:

<https://www.usp.org/sites/default/files/usp/document/our-work/chemical-medicines/key-issues/232-40-35-1s.pdf>

32. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality: fourth edition incorporating the first addendum [Internet]. Suiza; 2017 [citado 10 de junio de 2025]. 631 p. Recuperado a partir de: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
33. Agency for Toxic Substances and Disease Registry [Internet]. United States; 2025 [citado 10 de junio de 2025]. Recuperado a partir de: <https://www.atsdr.cdc.gov/>

VIII. ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general ¿Cuál será el contenido de compuestos bioactivos, metales y citotoxicidad de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i>?</p> <p>Problema específico 1 ¿Cuáles son los compuestos bioactivos de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i>?</p> <p>Problema específico 2 ¿Cuál será el contenido de metales de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i>?</p> <p>Problema específico 3 ¿Cuál será la citotoxicidad de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i>?</p>	<p>Objetivo general Determinar compuestos bioactivos, metales y citotoxicidad de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i></p> <p>Objetivo específico 1 Determinar los compuestos bioactivos de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i></p> <p>Objetivo específico 2 Determinar los metales de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i></p> <p>Objetivo específico 3 Determinar la citotoxicidad de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i></p>	<p>Hipótesis general El extracto etanólico de las raíces de <i>Heliotropium curassavicum L.</i> presentan gran contenido de compuestos bioactivos, baja cantidad de metales y baja actividad citotóxica.</p> <p>Hipótesis específica 1: El extracto etanólico de las raíces de <i>Heliotropium curassavicum L.</i> presentan una cantidad significativa de compuestos bioactivos.</p> <p>Hipótesis específica 2: El extracto etanólico de las raíces de <i>Heliotropium curassavicum L.</i> presentan valores de metales por debajo de lo permitido por normas internacionales.</p> <p>Hipótesis específica 3: El extracto etanólico de las raíces de <i>Heliotropium curassavicum L.</i> presentan valores permisibles por la U.S.F. indicando una baja citotoxicidad.</p>	<p>Variable independiente: Extracto etanólico de la raíz de <i>Heliotropium curassavicum L.</i></p> <p>Variable dependiente: Compuestos bioactivos, metales y citotoxicidad.</p>	<p>- Tipo de Investigación Básica</p> <p>- Nivel de investigación: Descriptivo-Explicativo</p> <p>- Diseño de investigación: Analítico-experimental</p> <p>- Muestra: Muestra vegetal: Raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i></p> <p>- Población de estudio: Extracto etanólico de la raíz de <i>Heliotropium Curassavicum L.</i></p>



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA N° 222-USM-MHN-2024

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Monica Ximena Cayo Valle**, estudiante de pregrado de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga ha sido estudiada y clasificada como: *Heliotropium curassavicum* L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Boraginales Juss. ex Bercht. & J. Presl

FAMILIA : Heliotropiaceae Schrad.

GÉNERO : *Heliotropium* L.

ESPECIE : *Heliotropium curassavicum* L.

Nombre vulgar: “Alacrancillo”

Procedencia: Chincha

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 6 de septiembre de 2024

Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Figura 7. Constancia de clasificación botánica obtenida del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (N° 222-USM-MHN-2024).



Figura 8. Recolección de la muestra vegetal *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 9. Secado de la muestra vegetal *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 10. Separación de partes de la muestra vegetal *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 11. Fraccionamiento de la raíz de la muestra vegetal *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 12. Maceración de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 13. Filtrado del extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 14. Obtención del extracto seco de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 15. Fraccionamiento del extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

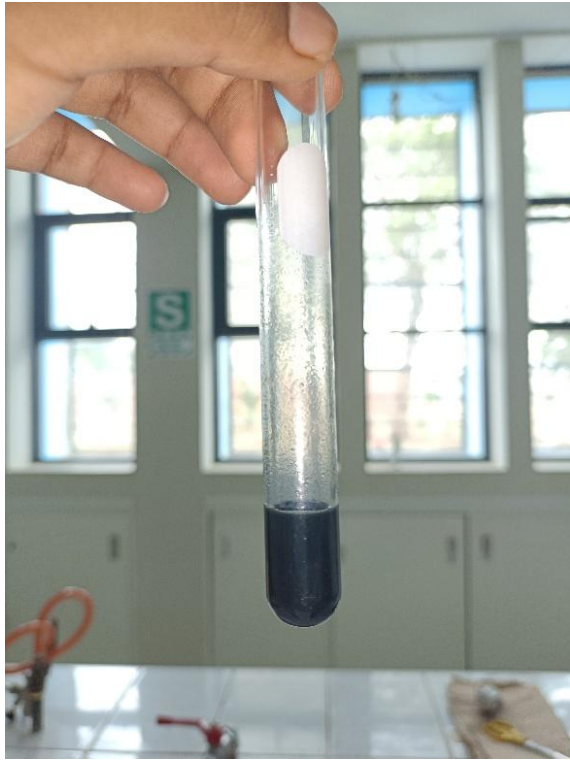


Figura 16. Reacción de identificación de taninos en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 17. Reacción de identificación de flavonoides en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

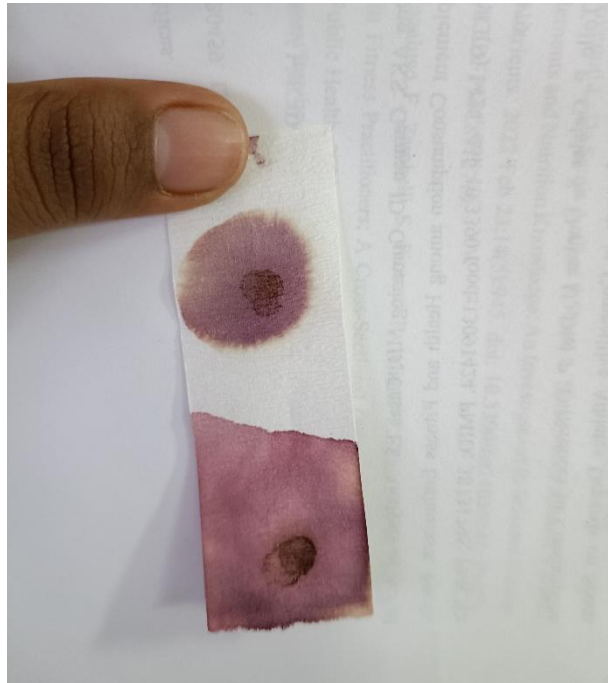


Figura 18. Reacción de identificación de aminoácidos en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

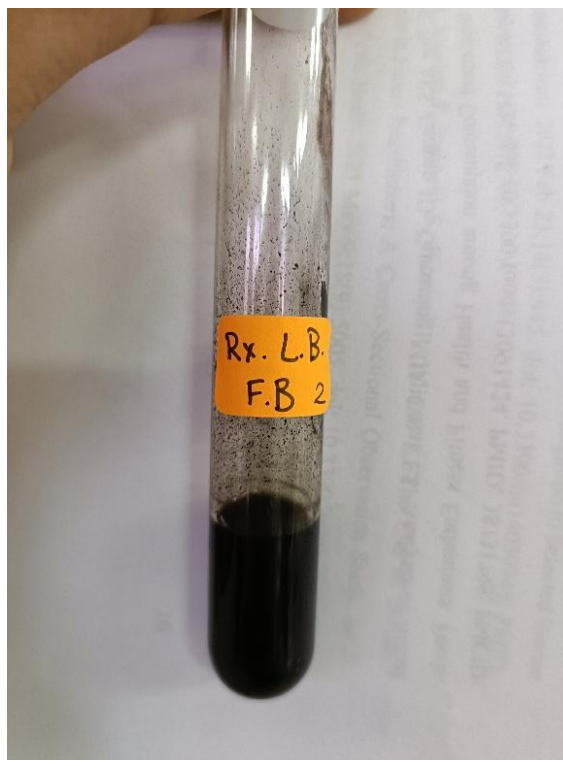


Figura 19. Reacción de identificación de triterpenos y/o esteroides en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

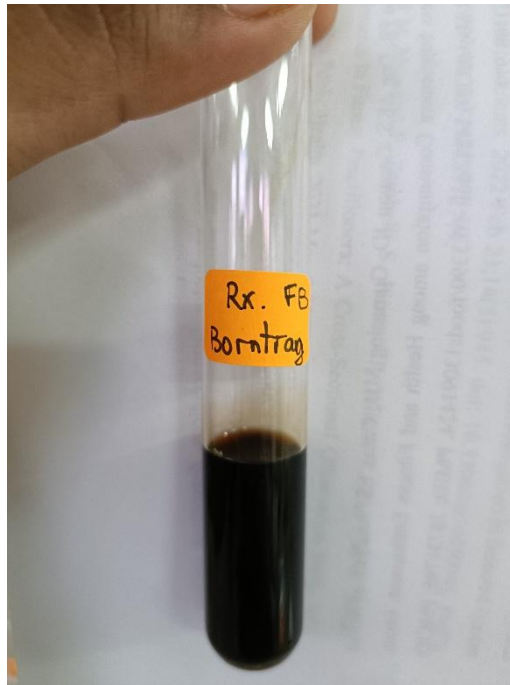


Figura 20. Reacción de identificación de antraquinonas en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 21. Reacción de identificación de cardenólidos en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 22. Reacción de identificación de alcaloides en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*

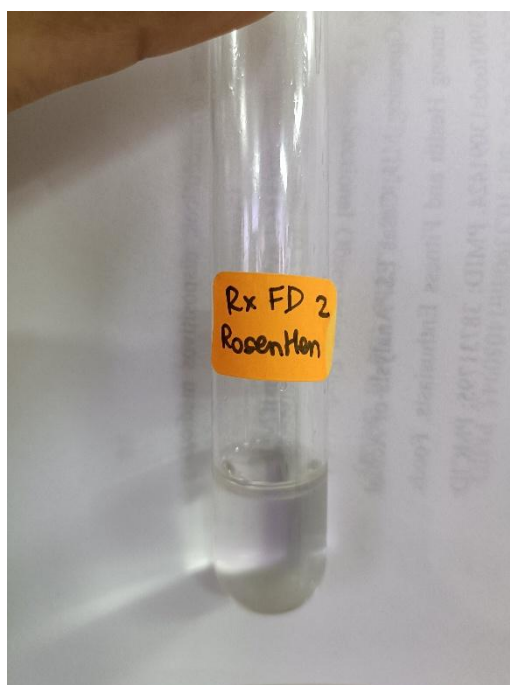


Figura 23. Reacción de identificación de leucoantocianidinas y catequinas en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 24. Reacción de identificación de saponinas en el extracto etanólico de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 25. Equipo utilizado en la determinación de metales

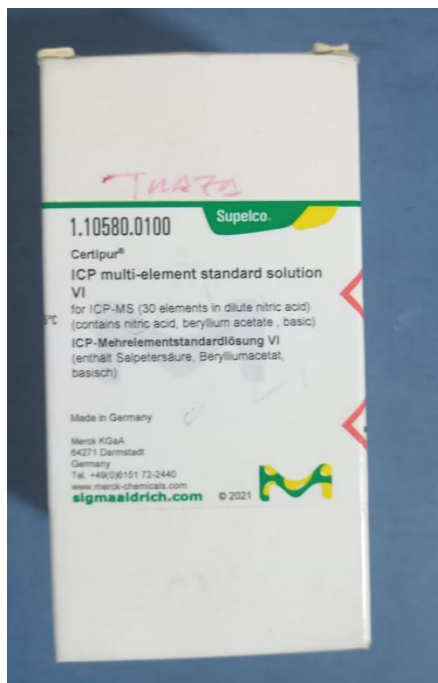


Figura 26. Patrón utilizado en la determinación de metales



Figura 27. Ensayos de citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 28. Ensayos de citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



Figura 29. Control de ensayos de citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum L.*



INFORME DE ENSAYO
N° 2806 - 2025

Ciente: MONICA XIMENA CAYO VALLE
Dirección: CIUDAD UNIVERSITARIA - ICA - ICA
R.U.C.: 71820620 **e-mail:** moxicayo@gmail.com
Solicitud de Ensayo N°: ENS-2263-2025/N
Nombre del Producto: EXTRACTO VEGETAL
Información proporcionada por el cliente: Extracto de Heliotropium curassavicum
Características de la muestra: Presentación: Envasado.
 Tipo de Envase: En frasco de vidrio transparente, sellado.
Cantidad recibida: 5 g. aprox.
Fecha de recepción: 24 de abril de 2025
Fecha de ejecución de ensayos: Del 05 al 1 de mayo de 2025

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Metales totales		
	Arsénico (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/L
	Aluminio (LC= 0,0033)	7,78	mg/L
	Boro (LC= 0,0033)	4,20	mg/L
	Bario (LC= 0,0010)	<0,0010	mg/L
	Berilio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/L
	Bismuto (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/L
	Calcio (LC= 0,0002)	294,90	mg/L
	Cadmio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/L
	Cromo (LC= 0,0007)	<0,0007	mg/L
	Cobre (LC= 0,0013)	1,12	mg/L
	Hierro (LC= 0,0003)	11,52	mg/L
	Potasio (LC= 0,0033)	13 124,16	mg/L
	Magnesio (LC= 0,0003)	1380,20	mg/L
	Manganeso (LC= 0,0003)	3,21	mg/L
	Molibdeno (LC= 0,0017)	<0,0017	mg/L
	Sodio (LC= 0,0017)	897,97	mg/L
	Niquel (LC= 0,0017)	<0,0017	mg/L
	Plomo (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/L
	Selenio (LC= 0,0066)	<0,0066	mg/L
	Estroncio (LC= 0,0002)	1,07	mg/L
	Uranio (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/L
	Zinc (LC= 0,0007)	9,03	mg/L

LC= Limite de cuantificación.



Figura 30. Certificado de análisis de metales



Métodos de ensayo utilizados:

10. 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, 12 de mayo de 2025



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

Informe de Ensayo N° N2806-2025

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



CONSTANCIA

EL RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL DE LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA.

HACE CONSTAR QUE LA ESTUDIANTE:

CAYO VALLE, Mónica Ximena

Código N.º 20171067

Ha solicitado mediante documento el día 15 de noviembre del presente año, el mismo que tiene registro 9178 en mesa de partes de la Facultad, ante lo cual:

Se le autoriza el uso de las instalaciones del laboratorio de **Química General**, para el desarrollo de su proyecto de tesis, el cual lleva como título: "Compuestos bioactivos, determinación de metales y citotoxicidad de la raíz de *Heliotropium Curassavicum* L."; y que aprobado el proyecto deberá presentar un documento con su asesor, indicando los días y horas que hará uso del laboratorio.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Ica, 20 de noviembre 2024

Q.F. Jorge Antonio Garcia Ceccarelli
Responsable del Laboratorio de Química General

Figura 31. Permiso de uso de laboratorio