UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN QUÍMICA
COHORTE 2021

Tema: Aprovechamiento de las propiedades de *Oxalis lotoides* (*Kunth)* y sus potenciales usos industriales.

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magíster en Química

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyectos de Desarrollo

Autora: Ing. Tatiana Anabel Ortiz Pérez.

Director: Quím. Lander Vinicio Pérez Aldás, Mg.

Ambato – Ecuador

2024

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia Magíster, e integrado por los señores: Ingeniero Diego Manolo Salazar Garcés, PhD., y la Ingeniera Nelly del Pilar Pazmiño Miranda, Mg, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: *"*Aprovechamiento de las propiedades de *Oxalis lotoides* (Kunth) y sus potenciales usos industriales*"* elaborado y presentado por la señora Ingeniera Tatiana Anabel Ortiz Pérez, para optar por el Titulo de cuarto nivel de Magíster en Química; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Firmado electrónicamente por:
ELSA PILAR URRUTIA URRUTIA

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.
Presidente y Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
DIEGO MANOLO SALAZAR GARCES

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés, PhD.
Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
NELLY DEL PILAR PAZMINO MIRANDA

Ing. Nelly del Pilar Pazmiño Miranda, Mg
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: *"*Aprovechamiento de las propiedades de *Oxalis lotoides* (Kunth) y sus potenciales usos industriales*"*, le corresponde exclusivamente a: Ing. Tatiana Anabel Ortiz Pérez, Autora bajo la Dirección de Quim. Lander Vinicio Pérez Aldás, Mg, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Firmado electrónicamente por:
TATIANA ANABEL
ORTIZ PEREZ

Ing. Tatiana Anabel Ortiz Pérez

c.c.:1804434791

AUTORA

Firmado electrónicamente por:
LANDER VINICIO
PEREZ ALDAS

Quím. Lander Vinicio Pérez Aldás, Mg.

c.c.: 1802706596

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Firmado electrónicamente por:
TATIANA ANABEL ORTIZ PEREZ

Ing. Tatiana Anabel Ortiz Pérez

c.c.:1804434791

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA i

A la Unidad Académica de Titulación. ii

CAPÍTULO I 1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1

1.1. Introducción 1

1.2. Justificación 2

1.3. Objetivos 3

1.3.1. General 3

1.3.2. Específicos 3

CAPITULO II 4

MARCO TEÓRICO 4

a) ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 4

b) FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA 5

2.1. Generalidades de la planta 5

2.2 Taxonomía 6

2.3. Morfología 6

2.4. Beneficios, usos y derivados del producto 7

2.5. Caracterización bromatológica de especies nativas en el Ecuador 7

2.6. Infusiones 8

2.7. Microencapsulación por secado por aspersión 9

2.8. Actividad Antioxidante 10

2.9. Muestreo Aleatorio Simple 13

CAPITULO III 12

MARCO METODOLÓGICO 12
3.1. Tipo de investigación 12
3.2. Población y muestra 12
3.3. Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender 14
3.3.1 Hipótesis 14
3.3.2. Idea a defender 14
3.4. Recolección de información 14
3.5. Equipos, materiales y metodología 15
3.6. Procesamiento de la información y análisis estadístico. 25
3.6.1. Factores de estudio 25
3.6.2. Tratamientos. 25
CAPITULO IV 26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26
4.1. Muestreo Aleatorio simple 26
4.2. Determinación de parámetros físicos-químicos. 27
4.3. Determinación de la actividad antioxidante mediante el método DPPH para las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) 31
4.4. Formulación óptima de la infusión de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) obtenido mediante secado por aspersión 33
4.5. Análisis de las propiedades sensoriales de las infusiones de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) 34
4.5. Análisis microbiológico para los dos tipos infusiones de *Oxalis Lotoides* (Kunth). 40
CAPÍTULO V 42
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA 42

5.1. Conclusiones 42
5.2. Recomendaciones 43
5.3. Bibliografía 43
5.4. Anexos 49
CAPÍTULO VI 59
PROPUESTA 59
6.1. Título 59
6.2. Descripción 59
6.3. Desarrollo de la propuesta 59
6.3.1. Recolección y tratamiento previo del material vegetal. 59
6.3.2. Obtención y concentración del extracto etanólico de hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) 60
6.3.3. Ensayo *in vitro* de la actividad antiinflamatoria 60
6.3.4. Recursos económicos 60
6.3.5. Cronograma de actividades 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de Oxalis Lotoides (Kunth) a nivel de taxo superior 6

Tabla 2. Materiales, equipos y reactivos empleados en la investigación 15

Tabla 3. Tratamientos del proyecto de desarrollo. 25

Tabla 4. Parámetros físicos de hojas y tallos de Oxalis Lotoides (Kunth) 27

Tabla 5. Resultados de los análisis bromatológicos de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) en base seca 30

Tabla 6. Resultados de los análisis bromatológicos de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) en base seca 30

Tabla 7. Tratamientos para determinación de la formulación óptima de la infusión. 34

Tabla 8. Evaluación sensorial del perfil de sabor de la infusión de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) 38

Tabla 9. Evaluación sensorial del perfil de apariencia de la infusión de las hojas y tallos de Oxalis *Lotoides* (Kunth) 39

Tabla 10. Ensayos microbiológicos realizados a las infusiones aromáticas de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Equipo Soxhlet 17

Figura 2. Diagrama de flujo de la obtención de una infusión aromática a partir de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth). 24

Figura 3. Representación gráfica de la toma de muestra representativa mediante muestreo aleatorio simple de *Oxalis Lotoides* (Kunth) 26

Figura 4. Porcentajes de Inhibición de DPPH de los diferentes tratamientos con una concentración 250 $\mu g/mL$ 33

Figura 5. Secado por aspersión para la obtención de las infusiones aromáticas 34

Figura 6. Respuesta de los catadores respecto al color de la infusión 35

Figura 7. Respuesta de los catadores respecto al olor de la infusión 36

Figura 8. Respuesta de los catadores respecto al sabor de la infusión 37

Figura 9. Respuesta de los catadores respecto a la aceptabilidad de la infusión 37

Figura 10. Perfil de sabor de las infusiones de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) 39

Figura 11. Perfil de apariencia de las infusiones de hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) 40

AGRADECIMIENTO

A Dios por concederme salud y vida para lograr cumplir con este sueño profesional.

A mi familia que amo, por impulsarme a ser mejor cada día.

A mi tutor Quim. Lander Pérez por aporte de conocimientos y saberes que me permitió culminar con existió este proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencias y Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por permitirme realizar mi parte experimental en sus laboratorios.

A todos quienes, formaron parte de esta etapa en mi vida y me ayudaron desinteresadamente para culminarla con éxito.

DEDICATORIA

A Dios.

A mi madre Genoveba por ser mi motor que me impulso a culminar esta etapa profesional.

A mi padre Camilo por enseñarme que todos se puede lograr con perseverancia y esfuerzo.

A mi tía Ale por siempre acompañarme en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Vale y Oscar por su compañía y amor.

A mi compañero de vida Iván por su paciencia y amor.

A mis fieles compañeros de cuatro patas Scrapy y Leia por su amor incondicional

RESUMEN EJECUTIVO

El uso de plantas medicinales en el Ecuador ha mostrado un constante crecimiento, este crecimiento se debe al valor terapéutico que las plantas poseen de acuerdo a composición y principios activos. Estos principios están involucrados en procesos biológicos de gran relevancia, pudiendo ser utilizadas en distintos procesos industriales para la obtención de productos funcionales. El objetivo de la investigación fue estudiar las propiedades antioxidantes y bromatológicas de las hojas y tallos de Oxalis lotoides (Kunth) y su uso en la formulación de una infusión. El material vegetal, se secó a 70° C, se molió hasta obtener un polvo fino y se procedió la extracción de los principios activos mediante el método Soxhlet, el extracto obtenido se concentró y se almaceno en botellas ámbar. La actividad antioxidante se determinó mediante el método DPPH, asimismo se determinó las características bromatológicas mediante métodos fisicoquímicos. Los resultados para el extracto etanólico siendo el tratamiento OLH (Oxalis Lotoides Hojas) fue 24.515 % mientras que para extracto etanólico de tallos siendo el tratamiento OLT (Oxalis Lotoides Tallos) fue 50.193%. Los análisis bromatológicos se mostraron los siguientes valores: humedad OLH= 8.190 % y OLT= 6.181 %; proteína cruda OLH= 18.2 % y OLT= 4.71 %; grasas totales OLH=8.48 % y OLT= 4.44 % cenizas OLH= 5.143 % y OLT= 5.766 %; acidez titulable ácido cítrico OLH= 1.658 % y OLT= 0.662 %; pH OLH= 1.74 y OLT= 2.72 y sólidos solubles OLH= 4.157 % y OLT= 2.90 %. Con los extractos etanólicos de hojas y tallos se realizó el proceso de microencapsulado mediante secado por aspersión con una temperatura de entrada y salida fue 150 ° C y 80 ° C respectivamente, con estos microencapsulados se realizó las infusiones aromáticas las mismas que fueron evaluadas por un panel de estudiantes mediante una escala hedónica, se obtuvo que la infusión con mejores características de sabor, olor, color, apariencia y aceptabilidad fue el tratamiento OLH.

DESCRIPTORES: *ACIDEZ TITULABLE, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, CENIZAS, DPPH, HUMEDAD, INFUSIÓN AROMÁTICA, OXALIS LOTOIDES KUNT, PH, PROTEÍNA, SECADO POR ASPERSIÓN.*

ABSTRACT

The use of medicinal plants in Ecuador has shown constant growth, this growth is due to the therapeutic value that plants have according to their composition and active ingredients. These principles are involved in highly relevant biological processes and can be used in various industrial processes to obtain functional products. The aim of the research was to study the antioxidant and bromatological properties of the leaves and stems of Oxalis lotoides (Kunth) and their use in the formulation of an infusion. The plant material was dried at 70° C, ground to obtain a fine powder and the active ingredients were extracted using the Soxhlet method. The extract obtained was concentrated and stored in amber bottles. The antioxidant activity was determined by the DPPH method, and the bromatological characteristics were also determined by physical-chemical methods. The results for the ethanolic extract being the OLH treatment (Oxalis Lotoides Leaves) was 24.515 % while for the ethanolic extract of stems being the OLT treatment (Oxalis Lotoides Stems) was 50.193 %. The bromatological analysis showed the following values: humidity OLH = 8.190 % and OLT = 6.181 %; crude protein OLH = 18.2 % and OLT = 4.71 %; total fats OLH = 8.48 % and OLT = 4.44 % ashes OLH = 5.143 % and OLT = 5.766 %; titratable acidity citric acid OLH = 1.658 % and OLT = 0.662 %; pH OLH = 1.74 and OLT = 2.72 and soluble solids OLH = 4.157 % and OLT = 2.90 %. With the ethanolic extracts of leaves and stems, the microencapsulation process was carried out by spray drying with an inlet and outlet temperature of 150 ° C and 80 ° C respectively, with these microencapsulates the aromatic infusions were made which were evaluated by a panel of students using a hedonic scale, it was obtained that the infusion with the best characteristics of flavor, smell, color, appearance and acceptability was the OLH treatment.

KEYWORDS: *ANTIOXIDANT CAPACITY, AROMATIC INFUSION, ASHES, DPPH, HUMIDITY, OXALIS LOTOIDES KUNT, PH, PROTEIN, SPRAY DRYING, TITRATABLE ACIDITY,*

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.Introducción

En la actualidad la seguridad alimentaria está orientada a brindar a las personas productos alimenticios que cumplan con requisitos como: disponibilidad, acceso y estabilidad en el tiempo, encontrándose estrechamente ligado a la actividad de cultivo, venta y distribución de productos agrícolas que presentan propiedades medicinales y alimenticias que han sido utilizadas desde tiempo ancestrales, sin embargo, el consumo ha ido disminuyendo debido a la destrucción progresiva de los ecosistemas y por mínima difusión de estos conocimientos ancestrales a las nuevas generaciones.

Oxalis Lotoides (Kunth) conocida como chulco es una planta herbácea que crece en la Región Interandina, aproximadamente a 400 m. s. n. m., ha sido utilizada por las personas comúnmente como: astringente y alimento. En estudios realizados a esta planta muestran que contiene: ácido oxálico, minerales como: calcio, magnesio y fósforo. Además, en su composición presentan fibra y vitamina C en porcentajes de 1.8 % y 5.1 % respectivamente (Arevalo, 2019).

El secado de aspersión es una técnica que transforma una muestra en estado líquido en polvo seco a través de un gas. Las ventajas son las siguientes: tiempo de secado cortos, adecuado para materiales sensibles al calor y los importante es una técnica sencilla y de bajo costo en comparación con otra metodología (Lara et al., 2024). La técnica pretende lograr mejorar la vida útil del producto debido a que se genera una pared que ayuda a mantener a los principios activos sin contacto con el medio externo, además se considera que es una técnica rápida y sencilla.

Las infusiones aromáticas son una mezcla de raíces, hojas, bayas que se colocan en agua caliente con el fin de éstas liberen sus propiedades y aromas propios de cada una, el uso de este tipo de producto data desde hace tiempo, a pesar que la preparación ha evolucionado el principio se sigue siendo el mismo (NTE INEN 2 392, 2017).

1.2.Justificación

El consumo prolongado de suplementos alimenticios y medicinas de origen sintético puede tener efectos negativos en la salud, debido a que afecta a la respuesta inmune de los organismos. Por lo cual es de gran relevancia incorporar a la dieta diaria suplementos alimenticios y medicinas que contengan en sus composición principios activos de origen natural que se pueden extraer de las plantas, y que en la actualidad son poco estudiadas en el Ecuador, a pesar de que ser considerado uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo, estas plantas han sido utilizadas desde tiempo ancestrales por sus propiedades y en la actualidad su uso ha ido disminuyendo progresivamente de manera conjunta con el proceso de pérdida y de degradación de los ecosistemas naturales por cual dichos conocimientos, no se trasmiten, de forma adecuada, a las nuevas generaciones (Contreras & Ramírez, 2022) (Varea, y otros, 2019).

La utilización de las plantas endémicas para la formulación de suplementos alimenticios y medicinas presenta una gran ventaja, debido a que en las plantas los principios activos se encuentran equilibrados por la presencia de sustancias complementarias que van a potenciarse entre sí, además estas formulaciones permiten mayor accesibilidad para personas de ingresos medios y bajos teniendo un impacto positivo en el ámbito social (Jover & García, 2019).

La planta *Oxalis Lotoides* (Kunth) presentan una concentración elevada de vitamina C que está directamente relacionado con la actividad antioxidante debido que a reduce considerablemente el estrés oxidativo de las células provocando la inhibición de radicales libres que son responsables de un sin número de enfermedades. Además, al presentar altas concentraciones de este tipo de vitamina soluble se podría considerar un precursor de colágeno (Kumar, 2018).

Por estas razones se ha propuesto la presente investigación que tiene por objeto evaluar las propiedades antioxidantes y bromatológicas de las hojas y tallos de *Oxalis lotoides* (Kunth) presentes en la comunidad de Teligote, parroquia Huambaló del cantón Pelileo.

1.3.Objetivos

1.3.1. General

Estudiar las propiedades antioxidantes y bromatológicas de las hojas y tallos de *Oxalis lotoides* (*Kunth*) y su uso en la formulación de una infusión, presentes en la comunidad de Teligote, parroquia Huambaló del cantón Pelileo.

1.3.2. Específicos

- Recolectar las muestras de *Oxalis lotoides (Kunth*) mediante un muestreo aleatorio simple con el fin de obtener diferentes tipos de muestras.
- Determinar las propiedades físico-químicas de las hojas y tallos *Oxalis lotoides* (*Kunth)* mediante un análisis bromatológico.
- Obtener un microencapsulado de los tallos y hojas *Oxalis lotoides* (*Kunth*) mediante secado por aspersión.
- Establecer una formulación óptima para la elaboración de una infusión a base de un microencapsulado de *Oxalis lotoides* (*Kunth*).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

a) **ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Según Contreras et al. (2022), señalan que los usos de las plantas con fines medicinales relatan desde tiempo inmemorables, sin embargo, este tipo de medicina natural, tiene sus bases en las comunidades rurales de todo el mundo, sobre todo en países que aún el acceso a sistemas de salud primarios resulta aún complicado y representa un costo elevado. En la actualidad la demanda de medicina de origen natural ha ido en aumento, lo que ha provocado que grandes farmacéuticas comiencen exploraciones de la biodiversidad vegetal existente en países del África y del América del Sur, en donde las plantas medicinales todavía son utilizadas por la gran parte de la población para el alivio y en algunos casos la cura de diferentes dolencias (Contreras & Ramirez, 2022). En otra investigación realizada por Bermúdez et al. (2022) indica que el Ecuador es considerado uno los países más megadiversos debido a la presencia de diferentes pisos climáticos y además porque sus tierras están abarrotadas de nutrientes naturales, lo que permiten el crecimiento de diferentes tipos de plantas medicinales con distintos principios activos, sin embargo, no existen muchos estudios etnobotánicos y fitoterapéuticos lo que dificulta que dichas plantas pueden ser usadas en formulación de medicamentos o suplementos alimenticios (Bermúdez et al., 2022).

Entre las plantas antes mencionas se encuentra la *Oxalis lotoides* (*Kunth*) cuyo nombre común es Trébol amarillo, de la cual ha sido utilizada principalmente sus hojas y flores en las regiones interandinas siendo maceradas para ser aplicadas sobre heridas leves, debido a las propiedades astringentes (Ríos et al., 2024). Además, ha sido utilizada como fuente de alimentación principalmente para los niños por presentar un sabor ligeramente acido esto puede deberse la presencia de concentraciones elevadas de vitamina C. También se usa en la prevención de caries, para prevenir recaídas y para tratar la inflamación de las amígdalas, y no menos importante se dispone como alimento para animales (Aguilar et al., 2023).

De Ruiz (2023) realizó el estudio de un encurtido de consumo humano a base de este tipo de planta con diferentes tratamientos a la misma, obteniéndose los mejores resultados al utilizar los tallos frescos sin blanqueado y con una salmuera al 10% teniendo la mejor aceptabilidad (Ruiz, 2023). Del mismo modo en otro estudio con fines alimenticios realizado a una planta de la misma familia de *Oxalis lotoides* (*Kunth*) conocida como Chulco, se usaron sus flores para ser incorporada a una vinagreta, teniendo resultados positivos, debido a sus características organolépticas y nutricionales, considerándose un producto innovador (Arevalo, 2019).

Sin embargo, no se ha encontrado investigaciones en donde utilice esta planta con fines medicinales por lo que destaca la importancia de este proyecto, además al mismo se le va incorporar una técnica que permita prolongar la vida útil de los principios activos presentes en dicha planta, siendo el secado por aspersión. Esta técnica es la mayormente usada a nivel industrial debido a su facilidad de manejo, a su bajo costo en comparación con otras técnicas de secado, al ahorro de tiempo de procesamiento y al control de las condiciones de operación (Rios & Gil, 2021)

b) FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

2.1. Generalidades de la planta

La planta medicinal y alimenticia *Oxalis Lotoides (Kunth)* es una especie propia de los páramos y es conocida de acuerdo a la región del Ecuador donde se desarrolla, entre los nombres más comunes se encuentran chulco, chullku, warmi chullku o cañitas. Su distribución se encuentra principalmente en la Región Interandina del Ecuador en las provincias de Pichincha, Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, Carchi, Bolívar y Azuay a una altura aproximada de 2000 a 4000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). También se ha identificado su crecimiento en altas elevaciones de los países de Venezuela, Perú, Colombia y Bolivia (Romoleroux et al., 2016).

2.2 Taxonomía

La taxonomía de la *Oxalis Lotoides (Kunth)* se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de Oxalis Lotoides (Kunth) a nivel de taxo superior

Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Geraniales
Familia	Oxalidaceae
Género	Oxalis
Epíteto Específico	lotoides
Autor	Kunth
Determinador	Killip, Ellsworth P.

Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2017).

2.3. Morfología

Este tipo de planta es considerado una hierba que presenta tallos que crecen a lo largo del suelo sin echar raíces, sosteniéndose principalmente de los troncos de arbustos o árboles permitiendo que se expanda en sentido horizontal, mientras que los ápices ascendentes permiten que la planta crezca en sentido vertical.

Sus tallos se encuentran densamente ramificados, sin embargo, la base se encuentra desprovista de este tipo de ramificaciones. Sus ramas se encuentran muy separadas entre sí, presentando tonalidades rojizas (Romoleroux et al., 2016).

Sus hojas son alternas y compuestas; presentan un peciolo que mide aproximadamente entre 14 y 35,5 mm de largo. A su vez este tipo de hoja se encuentra separada en tres foliolos, los mismos que presentan una medida que oscila entre 8,5 y 17 mm de largo, mientras que el ancho puede ir desde 5.5 a 14 mm. Los foliolos se encuentran sostenidos mediante estructuras que presentan una forma de cojín conocidos como pulvínulos, además su textura es submembranosa, lo que produce que tenga una apariencia de transparencia, su forma es un corazón invertido. Presenta una vena

principal la que es visible tanto en la parte inferior y superior de los foliolos. El borde que presentan este tipo de foliolos es entero, sin lóbulos y en ocasiones puede presentan pelos amarillentos en el haz y envés de la hoja (Aguirre et al., 2019) (Romoleroux et al., 2016).

En cuanto a sus flores se encuentran dispuestas en la parte superior de la planta de manera solitaria, este tipo de inflorescencias son hermafroditas y presentan una simetría radial. Son de forma alargada y puntiaguda, su corola presenta tonalidades violetas y amarillentas en el extremo, generalmente se encuentran conformada por cinco pétalos, los mismos que se están separados de dos en dos, siendo mucho más largos que los sépalos (Romoleroux et al., 2016).

Su fruto presenta en su interior una cierta cantidad de semillas, se presentan en forma de capsula la misma que se abre cuando ocurre el proceso de división de lóculo (Aguirre et al., 2019).

2.4. Beneficios, usos y derivados

Los beneficios de la planta *Oxalis lotoides (Kunth)*en el ámbito medicinal se mencionan que es utilizada para el tratamiento en infecciones de las amígdalas, además para el tratamiento de caries esto se puede deber a que según estudios realizados a la planta contiene gran cantidad de vitamina C. (De la Torre y otros, 2019) Además, se menciona que es una planta alimenticia debido a que sus tallos son consumidos por su sabor agridulce agradable al paladar acompañado con sal (Pancorbo y otros, 2020).

En estudios recientes realizados por Ruiz, (2023), se mostró que los tallos pueden ser usados para la elaboración de encurtidos, lo cuales presentaron gran aceptación por sus características sensoriales de sabor. Del mismo modo se menciona que las flores fueron utilizadas para la elaboración de una vinagreta (Arevalo, 2019).

2.5. Caracterización bromatológica de especies nativas en el Ecuador

Ecuador al ser considerado uno de país con mayor biodiversidad a nivel mundial, le permite tener un sinnúmero de especie nativas que crecen en las diferentes regiones del país, de las cuales en su mayoría se desconoce sus características bromatológicas, lo

que dificulta su correcto consumo y subestima sus potenciales usos industriales (Albán et al., 2019).

La caracterización bromatológica determina la composición química de los alimentos y plantas, permitiendo conocer el valor nutritivo de las mismas, en la cual se determina la concentración de estos nutrientes como: proteínas, glúcidos, vitaminas, lípidos y grasas los cuales se encuentran en diferentes concentraciones (Carbajal, 2023). Cabe mencionar que algunas plantas silvestres son incluidas en la dieta de países mediterráneos debido a sus características organolépticas por lo es importante conocer su composición.

Además, al conocer dicha composición permite clasificar a las plantas y alimentos de acuerdo a las funciones que cumplen en los organismos entre los que se mencionan: restauradoras, modificadoras y energéticas (Carbajal, 2023).

2.6. Infusiones

Las infusiones son bebidas que por lo general se sirven calientes y son usadas de forma tradicional como remedio para el tratamiento de una determinada dolencia, este tipo de bebidas pueden ser preparadas utilizando flores, hojas, semillas, raíces frescas o secas de la planta. Esta bebida puede contener compuestos bioactivos y a nivel sensorial puede presentar olor, sabor y aroma característico de la parte de la planta de la cual se preparó dicha infusión (Ordoñez et al., 2020).

Para la elaboración es de este tipo infusiones es necesario recolectar la materia prima con características organolépticas optimas evitando tomar materia prima que estén rotas, que presenten un color diferente a la planta o con presencia de insectos. Luego se deshidrata la materia prima y se realiza la evaluación bromatológica de la misma. En el caso de muestras secas se coloca 1g por cada 100 mL se deja reposar por 5 minutos y finalmente se filtra, para evitar el proceso de filtración en la actualidad se utilizan bolsitas filtrantes que contiene a la materia prima y solo permiten la liberación de los principios activo presente en la planta (Castro-Vazquez, 2019).

Los beneficios de este tipo de infusiones es que se encuentra libre de conservantes químicos que en ocasiones se tornan peligrosos para la salud, además han sido utilizadas desde tiempo ancestrales para el tratamiento de diferentes dolencias (Limache et al., 2023), en la actualidad este tipo de infusiones de plantas medicinales están siendo utilizadas para el tratamiento del COVID-19 debido a que ciertas plantas presentan propiedades antivirales que reducen los síntomas que presentan este tipo de enfermedad (Legua et al., 2022).

2.7. Microencapsulación por secado por aspersión

La microencapsulación es una técnica que permite obtener partículas que presentan tamaños que oscilan entre 1-1000 um. Esta técnica consiste en rodear mediante una pared porosa a una sustancia activa con el objeto de protegerla del medio, evitando la degradación ocasionada ya sea por la luz, humedad o aire. Además, es importante mencionar que permite una liberación controlada de la sustancia activa. Otra ventaja que presenta esta técnica es que permite cambiar el estado de las sustancias a microencapsular de líquido a sólido siendo importante dentro de la industria alimentaria porque facilita el almacenamiento del producto microencapsulado (Parra, 2019).

Los elementos de la microencapsulación son el núcleo que está formado por la sustancia activa pudiendo encontrarse en cualquier estado de la materia, en ocasiones es necesario realizar tratamientos previos al núcleo con el objeto de obtener microcápsulas con las características deseadas. Por otro lado, se encuentra la pared que es el recubrimiento generalmente se utiliza los derivados de celulosa, lípidos, proteínas, gomas, carbohidratos y algunos materiales inorgánicos, los mismos deben ser capaz de formar películas cohesivas con el núcleo, también deber presentar flexibilidad, permeabilidad, solubilidad y estabilidad. Entre los más comunes que se utilizan es la maltodextrina y goma arábiga (Nava et al., 2019).

Existen varios métodos de microencapsulado pudiendo ser químicos, físicos y fisiquímicos dependiendo de la naturaleza de la sustancia a microencapsular y de la aplicación que se le va a dar a la al producto final (Nava et al., 2019).

En el caso de esta investigación es usarán el secado por aspersión siendo un método físico que consiste en rociar el material líquido para crear gotas, las cuales pierden su solvente al entrar en contacto con una corriente de gas caliente, resultando en una delgada capa del recubrimiento utilizado. Esté método presenta ciertas ventajas sobre otros métodos entre lo que se puede mencionar el costo es bajo, estabilidad del producto final y la eficacia en el proceso de microencapsulado es relativamente alta (Nava et al., 2019).

2.8. Actividad Antioxidante

Un antioxidante es una molécula pequeña capaz reducir o neutralizar por completo la acción oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones al medio o por un mecanismo distinto. Pudiendo obtener este tipo de moléculas de manera endógena es decir que el propio organismo generar este tipo de moléculas para contrarrestar la acción de los radicales libres y la otra forma es de manera exógena es decir que a partir de la alimentación en la cual se ingiere alimentos ricos en vitamina C, vitamina E y carotenoides se puede lograr neutralizar este tipo de radicales libres. Además, dentro de alimentos también se encuentra lo que son ricos en compuestos fenólicos (isoflavonas, flavonoides, quercetina, etc.), siendo la ingesta de este tipo de alimentos de gran importancia para reducir el daño celular ocasionado por los radicales libres (Mejía et al., 2021).

Los radicales libres son especies químicas inestables y reactivas que poseen en su composición electrones desapareados los cuales tienden a tomar electrones de moléculas estables con el objeto de lograr su estabilidad química. Este tipo de especies en el interior de los organismos vivos tienden a reaccionar con todo lo que se encuentre a su alrededor provocando graves daños en las células, tejidos y en ocasiones este tipo de especies químicas se almacena en el interior de los seres vivos y a la larga generan graves problemas de salud (Mejía et al., 2021).

Las especies reactivas de oxígeno (ERO) a pesar de no ser considerados como radicales libres, por su inestabilidad química fácilmente se pueden convertir en radicales libres mediante la vida aeróbica, la acumulación de los mismos produce estrés oxidativo

quien es el responsable del daño de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Lo que pueden desencadenar en enfermedades neurodegenerativas, respiratorias, entre otras.

En ocasiones los organismos vivos no son capaces mantener el equilibrio entre los agentes oxidantes y antioxidantes de manera endógena, por lo que es necesario la ingesta de productos o alimentos que en su composición tengan moléculas antioxidantes (Mejía et al., 2021).

Entre los alimentos que se puede mencionar son plantas nativas que según estudios muestran que su concentración de vitaminas, responsable de contrarrestar el ataque de radicales libres es elevada como es caso de la planta *Oxalis Lotoides* que según (Ruiz, 2023) presentan 37,2 mg por cien gramos en otro estudio se muestra que las flores de este tipo de planta presenta 147,8 mg en cien gramos de vitamina C siendo relativamente elevado en comparación con otros tipo de plantas medicinales y alimenticias. El efecto antioxidante de esta vitamina presente en *Oxalis Lotoides* está dado por la reacción que se produce al donar un átomo de hidrógeno formando un radical relativamente estable y poco reactivo (ascorbilo) (Mejía et al., 2021).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue mixto (cualitativo- cuantitativo) debido a que se utilizó datos reportados bibliográficamente y se compararon con los datos que se obtuvieron de los análisis físico- químicos que se realizaron a las muestras de los tallos, hojas *Oxalis lotoides* (Kunth).

Además, se realizó un estudio de intervención ya que se involucró pruebas a nivel laboratorio y un panel de cata para establecer la formulación optima de la infusión a base de *Oxalis lotoides* (Kunth).

El diseño de la investigación fue experimental debido a que se realizaron los diferentes análisis fisicoquímicos en el laboratorio. Además, se realizó una investigación bibliográfica a través de recopilación, organización y valoración de información obtenida de investigación previas realizadas sobre el tema de interés.

El método que se utilizó fue deductivo porque se partió de los datos general sobre las plantas medicinales de la Región Interandina para obtener datos específicos sobre las propiedades antioxidantes y bromatológicas mediante pruebas en el laboratorio e investigación bibliográfica.

3.2. Población y muestra

La recolección de las muestras se realizó mediante la Guía Técnica para la Colecta de Plantas Medicinales del Perú, con ciertas modificaciones. Se usó un muestreo aleatorio que permitió la recolección de hojas y tallos de *Oxalis lotoides (Kunth)*, se verifico las condiciones de maduración sean las adecuadas para la evaluación de las propiedades bromatológicas.

Muestreo Aleatorio Simple

Este tipo de muestreo indica que todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para forma parte de muestra representativa. Este método presenta ciertas ventajas entre las que se mencionan:

Se puede usar estadística inferencial debido a que produce muestras representativas.

Se reducen los sesgos producidos por la selección.

Es simple y directo

El análisis de datos es sencillo.

También es importante mencionar que presentan ciertas desventajas: no puede generar suficientes elementos de subgrupos, además se deja todo al azar lo que produce que se deje a un lado el conocimiento previo del investigador (Porras, 2020).

La fórmula que se utiliza en este tipo de muestreo, sirve para determinar el tamaño muestral siendo la siguiente:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Donde:

N: población

Z: nivel de confianza (95%)

p: probabilidad 0.5

e: error (10 %)

n: muestra.

En una parcela de terreno se identificó 52 plantas de *Oxalis lotoides (Kunth)*, que presentaban un estado adecuado de maduración, a partir de dicha población se determinó la muestra representativa mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Donde:

N: población

Z: nivel de confianza (95%)

p: probabilidad 0.5

e: error (10 %)

n: muestra.

$$\boldsymbol{n} = \frac{52 * 1.96^2 \ * 0.5 * (1 - 0.5)}{(52 - 1) * 0.10^2 \ + 1.96^2 \ * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$\boldsymbol{n} = 34.24 \cong 34$$

3.3. Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender

3.3.1 Hipótesis

Los tallos y hojas de *Oxalis lotoides (Kunth)* presentan propiedades antioxidantes y bromatológicas óptimas para la elaboración de una infusión.

Hipótesis nula

Los tallos y hojas de *Oxalis lotoides* (*Kunth*) presentan propiedades antioxidantes y bromatológicas óptimas para la elaboración de una infusión.

Hipótesis alternativa

Los tallos y hojas de *Oxalis lotoides* (*Kunth*) no presentan propiedades antioxidantes y bromatológicas óptimas para la elaboración de una infusión.

3.3.2. Idea a defender

No existe en el mercado una infusión de microencapsulado a base de tallos y hojas de *Oxalis lotoides (Kunth)* con propiedades antioxidantes, por lo que se elaboró este producto a nivel de laboratorio**.**

3.4. Recolección de información

Para la recolección de datos primarios se utilizó fichas de observación en el cual se registrará parte de la planta, número total de plantas, además al tratarse de un proceso de titulación experimental se realizará ensayos experimentales a nivel laboratorio.

Mientras que para los datos secundarios que servirán de sustentación para la investigación se obtuvieron mediante revisión bibliográfica.

Los instrumentos para recopilar los datos de los indicadores fueron los siguientes:

Muestras de los tallos y hojas de *Oxalis lotoides (Kunth)*

Para la recolección de las muestras de los tallos y hojas de *Oxalis lotoides (Kunth)* se realizó *in-situ.*

3.5. Equipos, materiales y metodología

En el desarrollo del presente proyecto se emplearon distintos materiales, equipos y reactivos que se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Materiales, equipos y reactivos empleados en la investigación

Materiales	Equipos	Reactivos
Tallos y hojas de *Oxalis lotoides (Kunth)*	Equipo Soxhlet	Agua destilada
Fundas con autocierre, frascos ámbar	Plancha de calentamiento	Agua clorada 5%
Cuchillos	Mufla	Etanol 96%
Bandejas	pH-metro	Soluciones tampón
Vasos de precipitación (50, 100, 250 y 500 mL)	Balanza infrarroja de humedad	Metanol 96%
Probeta 500 mL	Extractor semiautomático	Trolox
Crisoles	Spray-dryer	2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH)
Pinzas	Estufa	tableta de digestión Kjeldahl
Bureta	Balanza analítica	Ácido sulfúrico al 95%.
Soporte universal	Balanza gramera	Hexano grado reactivo
Pipetas graduadas (1, 2, 5, 10 mL)	Incubadora	ácido clorhídrico 0,0946 N

Pipetas volumétricas (1, 2, 5, 10 mL)	Espectrofotómetro	Hidróxido de sodio 0,1; 1 N
Micropipetas (200, 1000 μL)	Rotaevaporador	Fenolftaleína
Cápsulas de porcelana	Digestor	Rojo de metilo y azul de metileno
Compact dry	Deshidratador de alimentos	
Pipetas Pasteur	Desecador	

Preparación del material vegetal

Las muestras recolectadas se llevaron al Laboratorio de Vinculación con la Sociedad de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato las muestras se almacenan en fundas con autocierre. Se procedió a separar las hojas de los tallos, luego se retiró las hojas y tallos que se encontraron en mal estado. Se lavo con agua destilada para lograr eliminar la mayor cantidad de impurezas. Las hojas se colocaron en bandejas para escurrir el agua por 12 horas, mientras que los tallos se cortaron en pequeños cuadrados y del mismo modo se colocaron sobre bandejas para eliminar los residuos de agua por 12 horas.

Secado y molienda del material vegetal

Se colocaron las hojas y tallos en el deshidratador (ROSPEC, 5 LAYERS DRYING RACKS) distribuidos de manera uniforme en cada una de las bandejas. En el caso de las hojas se secaron por 12 horas a 70 ° C, mientras que los tallos se secaron por 24 horas a 70 ° C. Se molió las hojas y tallos usando un molinillo, se procedió a triturar aproximadamente por 30 segundos, se repitió el proceso hasta obtener un polvo fino y de tamaño uniforme. Una vez concluido el proceso de molienda se almacenaron en fundas herméticamente cerradas.

Obtención de los extractos etanólicos de hojas y tallos mediante el método Soxhlet

Se pesaron 14 g del material vegetal previamente seco y molido, los mismos fueron colocados en el interior del cartucho poroso que fue hecho a partir de papel filtro. Se

introdujo en el interior del tubo (b) como se muestra en la figura. Se adoso un balón en la parte inferior del tubo (b) en cual se colocó 400 mL de etanol al 96% que se usó para la extracción, bajo el balón se colocó una plancha de calentamiento que se encontraba una temperatura aproximadamente de 80 °C. En la parte superior del tubo (b) se colocó el condensador.

El solvente colocado en el balón empezó a calentarse los vapores ascendieron por el tubo (e), produciendo la condensación del refrigerante (d) y caen dentro del tubo (b) impregnando al sólido que se encuentra en el cartucho (a). El tubo (b) se fue llenando lentamente de líquido hasta que llega al tope del tubo (f) y se descargó dentro del balón (c). Se repitió el ciclo 5 veces hasta que la extracción se completa. Los extractos se almacenaron en botellas ámbar.

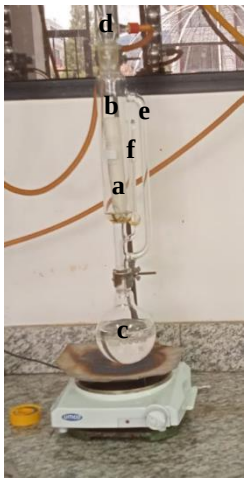


Figura 1. Equipo Soxhlet

Fuente. Propia (2024)

Concentración de los extractos etanólicos de hojas y tallos

Se colocaron aproximadamente 250 mL en un balón que se encontraba conectado a rotaevaporador (ELEYA, OSB -2100) se introdujo el balón en un baño maría a una temperatura de 68°C con agitación constante de 500 rpm y una presión 150 hPa. El proceso se llevó a cabo por 30 minutos en cada extracto hasta observar la máxima evaporación del etanol.

Obtención de micropartículas mediante secado por aspersión (spray dryer)

Se calentó los extractos de hojas y tallos con ayuda de una plancha de calentamiento hasta una temperatura que oscilen entre 20-25 °C y se agregó la cantidad de maltodextrina en una relación de 30% entre la cantidad de sólidos solubles y volumen de alimentación. Luego se preparó el equipo de secado por aspersión (BUCHI B 191) a una temperatura de entrada 150° C y de salida 80°C.

Determinación de la humedad en muestra seca

Con una ayuda de una balanza infrarroja (CITIZEN, MCA 100 IR) se determinó este parámetro. La radiación generada provoca cambios en la estructura interna de muestra aumentando su temperatura y evaporando la humedad, provocando la pérdida de peso que es medida por la balanza. Para lo cual se pesó en el platillo de la balanza 3 g de muestra seca y se distribuyó en todo el plato. Se cerro la tapa y se registró el porcentaje de humedad de cada una de las muestras.

Determinación del contenido de Cenizas

Se utilizó un método gravimétrico, para cual se codifico tres crisoles previamente tarados por cada muestra, se registró el peso el crisol vació. Se pesó 3 gramos de muestra utilizando la balanza analítica (OHASUS, PA214), en los crisoles con ayuda de pinzas, se colocó cada crisol sobre una plancha de calentamiento para producir la combustión de la materia orgánica, este proceso se realizó hasta que no se observó la presencia de humo. Nuevamente con ayuda de una pinza se introdujo las muestras en la mufla (FURNACE, 1400), la cual se encontraba acondicionada a 500°C, por 5 horas. Se retiró las muestras de la mufla y se colocaron en el desecador hasta que adquieran la temperatura ambiente, finalmente se registró el peso del crisol más la muestra calcinada. Para el calculó del porcentaje de cenizas se utilizó la siguiente ecuación 1:

$$\%\ de\ Cenizas = \left[\frac{(P2-P0)}{P1}\right] \times 100$$

Dónde:

P2: peso de final (peso del crisol después de la calcinación) g

P0: peso del crisol tarado (g)

P1: peso de la muestra (g)

Determinación de pH

Se pesó 5 gramos de muestra y se disolvió en 30 mL de agua destilada, se licuó hasta obtener una solución homogénea. La solución obtenida se colocó en un vaso de precipitación de 50 mL. Se introdujo el electrodo del potenciómetro (THERMO SCIENTIFIC, VSTAR40B ORION) en la solución evitando topar paredes y fondo del vaso. Se registró el valor reportando por el potenciómetro por triplicado para cada tratamiento.

Determinación de acidez titulable.

Se preparó una solución pesando 5 gramos de muestra seca de tallos y hojas respectivamente con 30 mL de agua destilada. En una bureta se colocó hidróxido de sodio 0,1 N y las soluciones obtenidas se les agregó 0,5 mL del indicador fenolftaleína, se realizó la titulación hasta observar el cambio de color, registrando el volumen de hidróxido de sodio utilizado en la titulación. Para el calculó del porcentaje de ácido cítrico se utilizó la siguiente ecuación 2:

$$\%\ de\ Ácido\ citrico = 0{,}09 \times 1{,}01 \left[\frac{(V_{NaOH} \times N_{NaOH})}{P}\right] \times 100$$

Dónde:

0,09: factor de peso equivalente de ácido cítrico

1,01: factor de dilución

V_{NaOH}: volumen de hidróxido de sodio titulado (mL)

N_{NaOH}: concentración normal de hidróxido de sodio

P: Peso de la muestra

Determinación del contenido de grasas

Se basó en el método AOAC 991.36, para ello en capsulas previamente taradas se pesó de 8 a 10 g de cada muestra, se colocaron las capsulas en una estufa (MEMMERT, UN30PLUS); a 105°C por 1 hora para eliminar el agua contenida en la muestra de *Oxalis Lotoides*. Se empleó el extractor semiautomático (VELP SCIENTIFICA, SER 148)) con solventes para la extracción de grasa total, se colocó la muestra en los dedales y sobre ella se colocó algodón. Se colocaron 50 mL de hexano de grado reactivo en vasos y la extracción se efectuó durante 6 horas 30 minutos. El tiempo de extracción consistió en 3 horas de calentamiento, 3 horas de lavado y 30 minutos de recuperación del solvente.

Los vasos se colocaron en la estufa (MEMMERT, UN30PLUS) a 105°C por 1 hora para eliminar completamente el solvente. Se colocó en el desecador y se registró su peso. Para el calculó del porcentaje de contenido de grasas se utilizó la siguiente ecuación 3:

$$\%\ de\ Grasa\ \ total = \left[\frac{(PC-C)}{P}\right] \times 100$$

Dónde:

PC: peso de final (peso del vaso después de la extracción sin solvente) g

C: peso del vaso tarado (g)

P: peso de la muestra (g)

Determinación del contenido de proteína.

Se pesó un gramo de muestra en los tubos de digestión, a los cuales se les adiciono la tableta de digestión Kjeldahl y 15 mL de ácido sulfúrico al 95%. Se introdujeron en el digestor (Kjeldahl Labconco) el que se encuentra a una temperatura de 420 ° C por 1 hora. Una vez concluida la reacción de digestión la cual es evidencia por el cambio de color a verde esmeralda, se dejó reposar los tubos hasta que se encuentren a temperatura ambiente, para adicionar 70 mL de agua destilada en cada uno de los tubos.

Luego, se alcalinizó la muestra digerida con hidróxido de sodio 10N agregando 50 mL. El amoníaco que se liberó fue arrastrado por el vapor de agua inyectando en el contenido del tubo durante la destilación y se recogió sobre una disolución de ácido bórico.

Para la cuantificación de nitrógeno amoniacal se realizó mediante una titulación ácido base de ión borato formado, se empleó ácido clorhídrico 0,0946 N y como indicador se usó una solución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno, se realizó la titulación hasta que se observe el viraje de color de verde a fucsia. El volumen de ácido clorhídrico utilizado representa los equivalentes de amoniaco destilados. Para el calculó del porcentaje de contenido de grasas se utilizó la siguiente ecuación 4:

$$\%\ de\ Proteína = 6{,}25 \times 14{,}007 \left[\frac{(V_{HCl} \times N_{HCl})}{P}\right] \times 100$$

Dónde:

6,25: factor de proteínico de acuerdo a tablas

14,007: peso de nitrógeno (g)

V_{HCl}: volumen de hidróxido de sodio titulado (mL)

N_{HCl} concentración normal de hidróxido de sodio

P: Peso de la muestra (g)

Determinación de sólidos solubles

Para la determinación de este parámetro se partió de los °Brix los cuales se cuantificó con ayuda de un refractómetro, debido que la cantidad de solidos solubles (generalmente azúcares) se expresa como gramos de sólidos disueltos por 100 gramos de disolución o fase líquida (FL). Se calculó mediante la siguiente ecuación 5:

$$\frac{^{\circ} Brix}{100} = yss = \frac{xss}{xw + xss}$$

yss correspondería al valor los gramos de sólidos solubles por gramo de fase líquida

Análisis microbiológico

Se basó en el método Compact dry, para lo cual se pesó 10 g de la muestra en una funda estéril, a la cual se adicionó 90 mL del diluyente el cual está conformado por solución

salina, agua peptona al 0,1 %. Se agito vigorosamente hasta lograr homogenizar la muestra. Luego se tomó 1 mL de la solución el mismo que se agregó en el centro de la placa, la solución se distribuyó uniformemente alrededor de la placa. Se procedió a invertir la placa y se incubó (MEMMERT, UN30PLUS) por 24 horas a 37 ± 1 °C. Se coloque la placa en el contador de colonias y se enumeró el número de colonias según las especificaciones del análisis. Se cuantificó coliformes totales y *E. coli.*

Determinación de la capacidad antioxidante

Se basó en el método de 2-2 difenil-1- picrihidrazilo DPPH. Inicialmente se preparó la solución DPPH disolviendo 0,0059 g 100 ml de una solución de metanol-agua (80/20) v/v.

Luego se preparó la solución madre de Trolox, pesando 0,0125 g de Trolox el cual se disolvió en una solución de metanol-agua (50/50) v/v, a partir de esta solución se preparó seis soluciones con concentración de 50, 100, 200, 300, 400 y 500 μmol/L respectivamente, a partir de las cuales se realizó la curva de calibración.

Para la solución de control se midió 20 μL de agua con 180 μL de la solución DPPH, mientras que el blanco de calibración se mezcló 20 μL de agua con 180 μL metanol-agua (80/20) v/v.

Una vez preparada las soluciones se tomó la placa multipocillos para la medición de las absorbancias mediante la utilización del espectrofotómetro (FISHER SCIENTIFIC, Multiskan FC). Las soluciones fueron distribuidas en los pocillos de la siguiente manera: A1 hasta A5 contenían el blanco, los pocillos B1 hasta B5 contenían el control, C1 a C5 180 μL de la solución DPPH más soluciones adicionales, D1 a D5 contenían 180 μL de la solución DPPH más 20 μL del extracto de las hojas de *Oxalis Lotoides (Kunth)* y finalmente en los pocillos de la E1 a E5 180 μL de la solución DPPH más 20 μL del extracto de los tallos de *Oxalis Lotoides (Kunth),* una listo la placa se cubrió con papel aluminio y se guardó en un ambiente oscuro a temperatura ambiente se dejó reaccionar por 40 minutos. Una vez concluido los 40 minutos se procedió a

medir con una longitud de onda de 515 mm, se realizó 5 réplicas por cada extracto. El porcentaje de inhibición de DPPH se calculó mediante la siguiente ecuación 6:

$$\%\ de\ \text{porcentaje de inhibición de DPPH} = \left[1 - \left(\frac{Am-Ab}{Ac-Ab}\right)\right] \times 100$$

Dónde:

Am: absorbancia de la muestra

Ab: absorbancia del blanco

Ac: absorbancia del control

Elaboración de una infusión a base de un microencapsulado de hojas y tallos de Oxalis lotoides (Kunth)

Para la elaboración de la infusión se basó en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2392 con ciertas modificaciones.

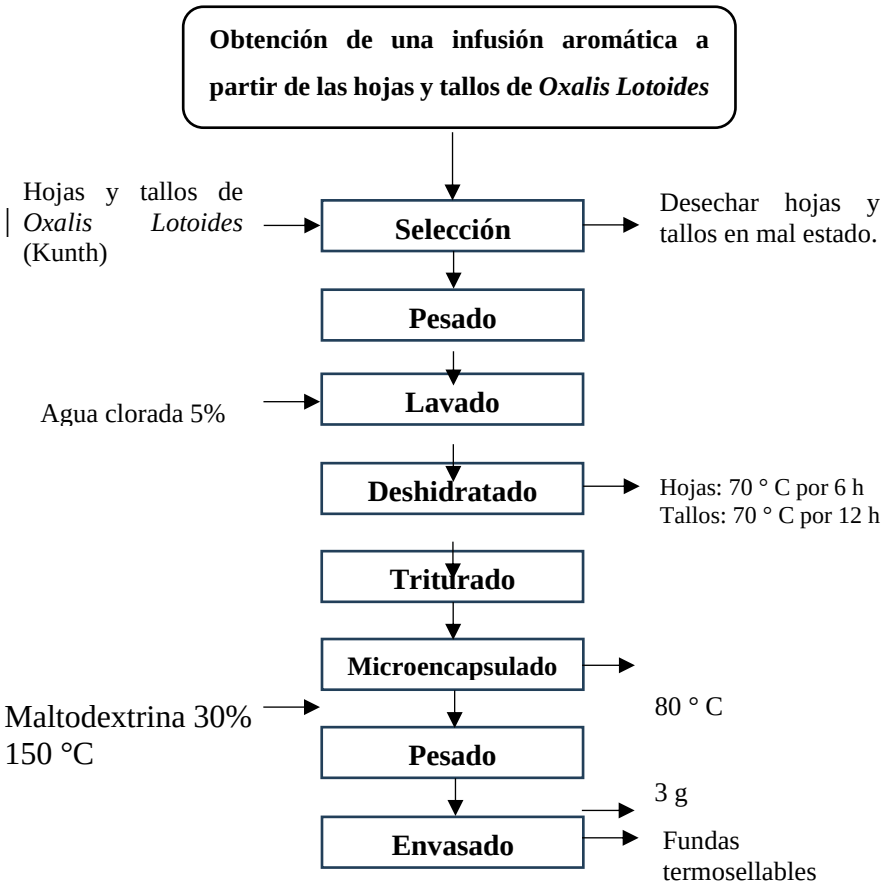


Figura 2. Diagrama de flujo de la obtención de una infusión aromática a partir de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth).

Fuente. Propia (2024)

Evaluación de las propiedades sensoriales

Para la evaluación sensorial de la infusión de hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) se utilizó una escala hedónica de 5 puntos donde 5 corresponde a "me gusta mucho" y 1 "me disguta mucho". Las infusiones fueron evaluadas por un grupo de 30 panelistas cuya edad oscila entre 18- 28 años de edad. Los panelistas evaluaron las dos infusiones en parámetros de sabor, color, olor y grado de aceptabilidad.

Además, se realizó un análisis del sabor y la apariencia que presentaba cada una de las infusiones. En el parámetro de sabor se evaluó también la acidez, dulzura, amargor y sabores herbales que podrían estar presentes en la infusión, mientras que para la apariencia se determinó el grado de intensidad de color, transparencia, homogeneidad y presencia de sedimentos, estos parámetros fueron evaluados mediante una escala hedónica en donde la puntuación 0 fue la "ausencia total", 1 "casi imperceptible", 2 "ligera", 3 "media", 4 "alta" y 5 "extrema". Con estos factores evaluados, se determinó la aceptabilidad final del producto obtenido.

Tipo de variables

Variable independiente

Hojas y tallos de *Oxalis Lotoides (Kunth).*

Variable dependiente

Capacidad antioxidante de los extractos de *Oxalis Lotoides (Kunth).*

3.6. Procesamiento de la información y análisis estadístico.

El diseño experimental que se aplicó fue completamente al azar con análisis de factores con ello se estudió el efecto individual y con respecto a la parte de la planta de donde se tomó las muestras ya sea el tallo o las hojas. Además, se aplicó pruebas estadísticas Tukey para determinar cuál fue la muestra que presentó mayor actividad antioxidante.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico Statgraphics y R Comander y los resultados obtenidos se presentaron mediante tablas y gráficos estadísticos con su respectivo análisis e interpretación.

Para la validación de los resultados se comparó con datos bibliográficos de estudios realizados anteriormente a la planta de *Oxalis lotoides* (Kunth) en la elaboración de un encurtido y en uso como aditivo de una ensalada.

3.6.1. Factores de estudio

Para el proyecto de desarrollo se utilizaron los siguientes factores de estudio:

Factor A: Planta herbácea medicinal y alimenticia

OL= *Oxalis Lotoides*

Factor B: Parte de la planta utilizada en la investigación

H= Hojas

T= Tallos

3.6.2. Tratamientos.

Se combinó los factores de estudio A y B para determinar los tratamientos que se utilizaron en la investigación, a continuación, se detallan:

Tabla 3. Tratamientos del proyecto de desarrollo.

N. Tratamiento	Simbología	Descripción
1	OLH	*Oxalis Lotoides* hojas
2	OLT	*Oxalis Lotoides* tallos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos y capacidad antioxidante realizados a las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth), además el análisis sensorial realizado a las infusiones obtenidas a partir de los microencapsulados de hojas y tallos de la planta antes mencionada.

4.1. Muestreo Aleatorio simple

Como se mencionó en el capítulo III la muestra representativa fue de 34 plantas, con ayuda el programa Microsoft Excel se determinó de manera aleatorio el número de planta que se debe tomar, en la figura 1 se detallan este tipo de muestreo realizado, de la parcela en análisis se tomó 34 plantas que contenía hojas y tallos en perfecto estado de maduración permitiendo tener una muestra representativa para realizar el estudio de las propiedades bromatológicas físicas y antioxidante (Porras, 2020).

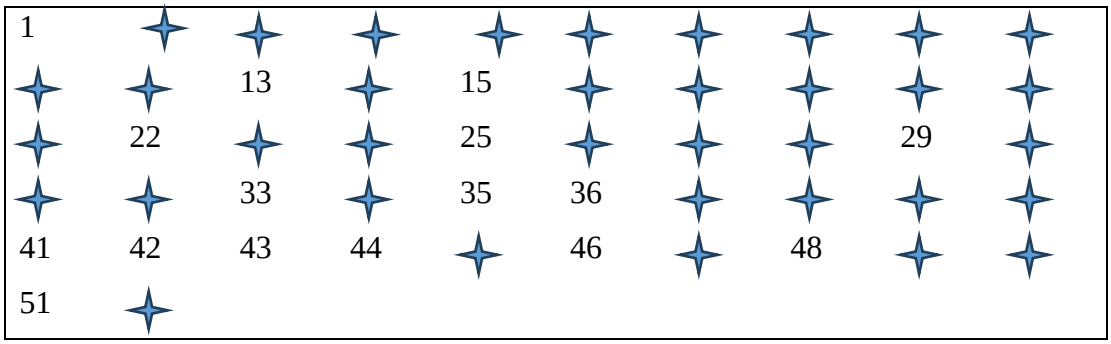


Figura 3. Representación gráfica de la toma de muestra representativa mediante muestreo aleatorio simple de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

Indica el número de planta que se tomó en el muestreo.

4.2. Determinación de parámetros físicos-químicos.

Las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) recolectadas en el cantón Pelileo mediante un muestreo simple aleatorio, presentaron características propias de este tipo de especie de herbácea entre las que se destaca su color en el caso de las hojas son de color verde intenso oscuro, mientras que los tallos presentaron un color rojizo. El sabor amargo característico de las hojas, mientras que para los tallos su sabor fue agridulce.

Además, mediante observación y referencias bibliográficas se determinó que la forma de sus hojas corresponde a Obcordada, reciben este nombre las hojas que presentan en su forma un corazón invertido, mientras que en el caso de los tallos se le denomina trepadores porque tiende a sujetarse de otro tipo de plantas que permiten que se fije a la misma y sirva como soporte para su crecimiento (Romoleroux et al., 2016). Los resultados obtenidos de las dimensiones reportadas en la Tabla. 4 son similares a los que se reportan en el estudio Romoleroux et al., 2016. En la Tabla. 4 se mencionan los descriptores físicos cualitativos y cuantitativos de la planta en estudio:

Tabla 4. Parámetros físicos de hojas y tallos de Oxalis Lotoides (Kunth)

Tratamientos	Forma/ Tipo	Color	Olor	Sabor	Ancho (cm)	Largo (cm)
OLH	Obcordada	Verde Oscuro	Característico	Amargo	0.65	1.5
OLT	Trepadores	Rojizo	Característico	Agridulce	1.5	25.2

A continuación, se detallan en la Tabla. 5 y 6 el análisis físico-químico realizado en base seca a esta planta considera como medicinal y alimenticia, reportándose un valor promedio de 3 réplicas obtenidos para cada parámetro bromatológico analizado. En el caso de la muestra OLH que se obtuvo a partir de la hojas de la planta se obtuvo 8,190 % de humedad, mientras que para la muestra que obtuvo a partir de los tallos se obtuvo un valor de 6,181 % de humedad en base seca estos valores reportados son inferior a los limites permisibles por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que indica un

porcentaje de 12%, esto puede ser beneficioso dentro del ámbito industrial porque reduce la proliferación de mohos y otros microorganismos que pueden afectar la calidad del material vegetal, que este caso servirá como materia prima para la elaboración de infusiones aromáticas. Estos valores pueden verse afectado por las condiciones atmosféricas a las que se encuentra sometida la planta antes del proceso de cosecha, sin embargo, en un estudio realizado a otro tipo de plantas medicinales como la cola de caballo, achiote entre otras se muestra, que los valores obtenidos para las hojas y tallos de chulco son similares a los reportados en este estudio. Al realizar el análisis estadístico t de student a este parámetro para las dos muestras obtenidas de diferentes partes de la planta se obtuvo que, si existe diferencia significativa en el porcentaje de humedad entre las hojas y los tallos, esto puede deberse a que en las hojas se llevan procesos químicos como la gutación con el objeto de mantener el equilibrio químico en la planta, lo que puede provocar un mayor porcentaje de humedad en las hojas (Lara et al., 2024).

En cuanto al parámetro de porcentaje de proteína cruda en base seca, presente en las distintas muestras se obtuvieron los siguientes resultados en el caso de las hojas 18,2% mientras que para los tallos se obtuvo 4,71% mostrando que existe una diferencia significativa entre las dos partes de la planta, esto puede deberse a que las hojas están involucradas en proceso de fotosíntesis, respiración y metabólicos por lo que en su composición presentan mayor concentración de esta biomolécula. En un estudio realizado a las flores de chulco se obtuvieron valores similares a los obtenidos en las hojas, mientras que Ruiz (2023) en un estudio realizado a los tallos de chulco para la elaboración de encurtido obtuvo el mismo porcentaje proteína, lo que indica que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos de investigaciones anteriores (Ruiz, 2023).

Además, estos valores de proteína cruda obtenidos son significativos, debido a que el porcentaje de esta biomolécula es relativamente mayor en comparación con el de la moringa siendo 13,92%, por lo cual se considera que este tipo de planta podría ser utilizada como fuente de alimento para animales y el humano por su alto contenido en proteína.

En el caso del porcentaje de grasa para las hojas de chulco OLH 8,48 % mientras que para los tallos OLT 4,44 % estos resultados indican la presencia de algún tipo de ácido graso natural presente en las hojas y tallos del Chulco pudiendo tratarse de ácido palmítico y esteárico en mayor porcentaje, mientras que concentraciones ínfimas se podría encontrar el ácido butanoíco, ácido 9 hexadecanoíco, este tipo de biomolécula se considera de gran relevancia para llevar a cabo los procesos metabólicos en el interior de la planta. Sin embargo, estos valores son distintos a los reportando en otros estudios realizado a la planta de Jamaica esto puede deberse al estado de la planta durante la cosecha (Pacheco et al., 2021). Al realizar el test estadístico T-student al 95% se determinó que si existe diferencia significativa entre las muestras de hojas y tallos de Chulco.

Al analizar el parámetro de cenizas los resultados fueron los siguientes para la muestra OLH se obtuvo 5,143 % mientras para la muestra OLT fue 5,766 % estos resultados se encuentran por debajo de los valores permisibles reportados por la OMS siendo de 14%, indicando que la muestra se encuentra libre de algún contaminante como metales pesados o alguna sustancia inorgánica como arena o sales que podrían afectar a las propiedades del material vegetal. Además, se encuentra dentro de los valores reportados para otro tipo de plantas medicinales como es el caso de la “pasuchaca” que presentó un porcentaje 5,3451 % (Lara et al., 2024). En este parámetro no se evidenció que existe diferencia significativa entre las dos muestras analizadas.

Además, se analizó el porcentaje de acidez obteniendo los siguientes resultados en el caso de la muestra de OLH 1,658 % mientras que para la muestra OLT 0,662 %, estos resultados no concuerdan con los otros datos reportados en estudios similares esto puede deberse al grado de maduración de la planta lo que está directamente relacionado con la presencia de algún tipo de ácido como el ácido cítrico (Obregón et al., 2021).

En cuanto al pH se obtuvo para la muestra de OLH 1,74 lo que indica que es de carácter ácido, del mismo para la muestra OLT 2,72 también de carácter ácido estos resultados son similares a los reportados por (Sánchez, 2023) quién estudio las flores de *Oxalis Lotoides* (Kunth) obteniendo un pH de 3,109, esto tipo de parámetro se puede ver afectado por la presencia de un determinado tipo de mineral en el suelo como el hierro

que al ser absorbido por las raíces provoca el cambio de pH de la planta (Aguilar et al., 2023; Sánchez, 2023).

Y finalmente el parámetro de sólidos solubles, se obtuvo los siguientes resultados en el caso de la muestra OLH 4,157 grados Brix mientras que para la muestra OLT fue de 2,90 grados Brix en cuanto a este parámetro se encuentra estrechamente relacionado con la concentración de azúcares solubles estos valores relativamente bajos para las dos muestras concuerdan con el sabor que presentan tanto las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) que es agridulce, ya que este parámetro determina el grado de dulzura. Además, puede verse afectado por contenido de almidón que durante el verano es mayor en comparación del invierno (Jácome et al., 2023).

Tabla 5. Resultados de los análisis bromatológicos de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) en base seca.

Muestra	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasas Total (%)	Cenizas (%)	Sólidos solubles ° Brix
OLH	8.190 ± 0.014	18.2 ± 0.409	8.48±0.248	5.143±0.060	4.157 ± 0.250
OLT	6.81 ± 0.039	4.71± 0.146	4.44±0.250	5.766 ± 0.542	2.90 ± 0.234

Nota. Los valores reportados corresponden a la media ± una desviación estándar.

Tabla 6. Resultados de los análisis bromatológicos de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) en base seca.

Muestra	Acidez titulable cítrico (%)	pH
OLH	1.658 ± 0.045	1.74± 0.035
OLT	0.662 ±0.026	2.72 ±0.003

Nota. Los valores reportados corresponden a la media ± una desviación estándar.

4.3. Determinación de la actividad antioxidante mediante el método DPPH para las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

El parámetro de la actividad antioxidante de las muestras de hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) se determinó mediante el ensayo DPPH, este ensayo permite cuantificar el porcentaje de inhibición de radicales DPPH (Bobo-García y otros, 2015). A partir de la interacción de la muestra con el reactivo durante 40 min. en ausencia de luz, se elaboró la curva de calibración de Trolox la misma que sirvió como punto de partida para el cálculo del porcentaje de inhibición Anexo. 6, teniendo la siguiente ecuación y=0,001x + 0,901 y un coeficiente de R^2 de 0,9971 siendo cercano a 1 este valor estadístico indica la correspondencia entre las variables analizadas en el estudio, además se considera que es un modelo fiable que permite medir tendencias con elevada precisión.

En la figura 3 se muestra los porcentajes de porcentaje de inhibición de radicales DPPH en cada muestra, en el caso de la muestra obtenida de las hojas se obtuvo un porcentaje de inhibición o estabilización de los radicales libres de 24,515, mientras que para la muestra que se obtuvo a partir de los tallos fue el doble de porcentaje de inhibición siendo de 50,193 concluyendo que los tallos tienen mayor actividad antioxidante en comparación con las hojas de *Oxalis Lotoides* (Kunth), esto puede deberse a que los tallos tiene en su composición mayor concentración de compuestos fenólicos que son considerados los responsables de la actividad antioxidante debido a que estos actúan como protectores celulares tras el deterioro oxidativo ocasionado por la presencia de dichos compuestos, es decir que la relación existente entre los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante es directamente proporcional (Ramirez, 2020). Este tipo de compuestos fenólicos son capaces de estabilizar a los radicales libres mediante la transferencia de electrones, dando lugar la formación de estructuras químicas más estables con lo que se evita el estrés oxidativo (Bouabid et al., 2020). La capacidad para contrarrestar a los radicales se debe principalmente a que estos compuestos detienen las reacciones de oxidación en cadena y actúan como quelantes de metales, agentes reductores, mensajeros químicos, reguladores fisiológicos e inhibidores del

ciclo celular (Köksal et al., 2019). Además, se considera que el método de obtención de los extractos con el solvente etanol permitió la mayor extracción de la mayor cantidad de estos compuestos bioactivos involucrados en este tipo de actividad biológica, debido a que el etanol al ser un solvente polar logra disolver sustancias polares y no polares, además no provoca la degradación de compuestos fenólicos debido a que no permite la generación de peróxido de hidrógeno (Nouasri et al., 2022). Al realizar el análisis estadístico para las dos muestras se determina que existe una diferencia significa entre las hojas y tallos de Chulco.

Se realizó la comparación con estudios realizados en otro tipo de plantas usadas como medicina natural debido que no se registra un estudio previo sobre la actividad antioxidante para *Oxalis Lotoides* (Kunth), en el estudio realizado por (Ore, F; 2022) a una bebida funcional del jugo del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol comúnmente conocida como oca obtuvo un porcentaje de inhibición de 89,56% en comparación con los resultados obtenidos en esta investigación son relativamente bajos, esto puede deberse a que la concentración de muestra usada en la investigación es más elevada en relación a la que se usó con *Oxalis Lotoides*, por lo que se puede considerar que la concentración del extracto está directamente relacionado con la actividad biológica en estudio (Ore et al., 2022).

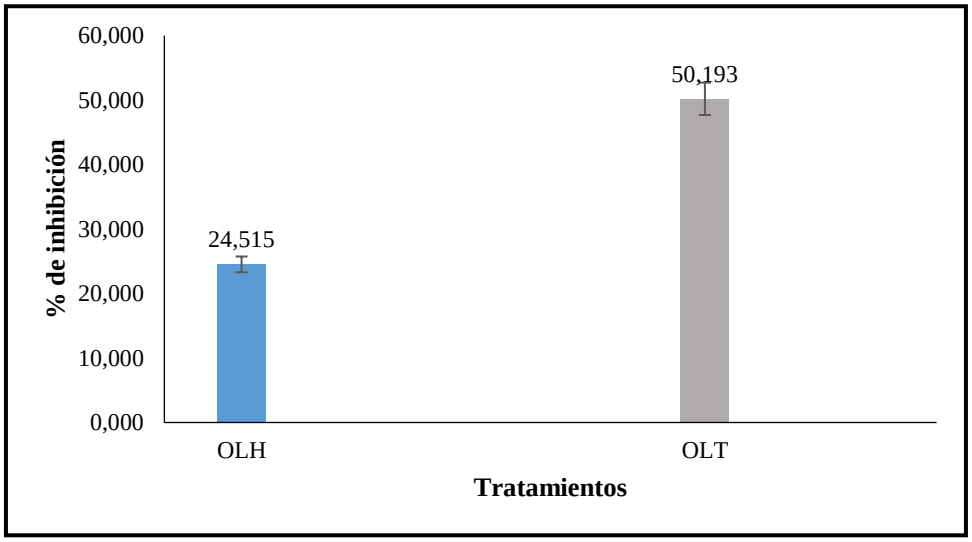


Figura 4. Porcentajes de Inhibición de DPPH de los diferentes tratamientos con una concentración 250 $\mu g/mL$

Nota. OLH extracto etanólico de *Oxalis Lotoides hojas, OLT* extracto etanólico de *Oxalis Lotoides* Tallos.

4.4. Formulación óptima de la infusión de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) obtenido mediante secado por aspersión

En la figura 4 se muestra el proceso al cual se sometió el polvo compacto de *Oxalis Lotoides* para obtener el microencapsulado se realizó varias pruebas previas para determinar la temperatura de entrada y salida y mediante estudios previos realizados por (Ortiz, 2017) en una planta con características similares al Chulco por crecer en la Región Interandina se determinó que la temperatura óptima para obtener microesfera con las características deseas y eficiencia en el microencapsulado es de 150 °C y 80° C respectivamente.

Una vez obtenido el microencapsulado se realizó pruebas previas con varias combinaciones en la tabla 7. se muestran los tratamientos que se planteó. Mediante un análisis cualitativo del color, olor, sabor se observó que el mejor tratamiento es que se agrega 4 gramos y se infusiona por 30 segundos esto se consideró porque existió la presencia de un color más intenso agradable a la vista, el olor característico herbal y sabor presentaba un toque dulce, porque al aumentar la cantidad de microencapsulado el proceso de disolución fue mejor esto puede deberse a que el proceso mismo de secado por aspersión reduce la solubilidad de ciertos compuestos (Arrazola et al., 2023).





Figura 5. Secado por aspersión para la obtención de las infusiones aromáticas

Tabla 7. Tratamientos para determinación de la formulación óptima de la infusión

Cantidad de microencapsulado (g)	Tiempo de infusión (s)
3	10
4	20
5	30

4.5. Análisis de las propiedades sensoriales de las infusiones de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

Para la evaluación de la aceptabilidad y calidad del producto final se realizó un análisis sensorial para evaluar características específicas como olores y sabores desagradables. A través del sentido de la vista se detectó sí es que existe presencia de algún sedimento y el color de la infusión, siendo características importantes al momento de proponer un producto nuevo al mercado (Severiano, 2019).

La figura 5 muestra los resultados obtenidos al analizar el color de la infusión, los resultados más destacados corresponden al tratamiento OLH con un porcentaje de 36,67 de preferencia de me gusta, mientras que para el tratamiento OLT se obtuvo un 40% en la opción de "ni me gusta ni me disgusta", esto puede deberse a que los evaluadores no percibieron ninguna característica que les permita aceptar o rechazar el producto. Asimismo, es probable que los tallos microencapsulados requieran más tiempo para infusionar y se pueda observar con mayor intensidad el color de la infusión, además al microencapsular se puede reducir la solubilidad de un determinado compuesto que podría ser afectado por la temperatura de entrada y el porcentaje de material encapsulante utilizado en el proceso de secado por aspersión, lo que dificulta que el pigmento propio de los tallos se observe en la infusión preparada (Arrazola et

al., 2023). Otro factor que pudo afectar al producto final de tallos de *Oxalis Lotoides* es el tiempo de secado que experimento el material vegetal siendo de 12 horas con lo cual se pudo afectar a ciertas estructuras vegetales responsables del color (Tapia et al., 2019). A diferencia de la infusión de las hojas el material vegetal fue secado solo por 6 horas a 70 ° C, lo que permitió que el color final de la infusión sea más intenso siendo agradable para los participantes del análisis sensorial.

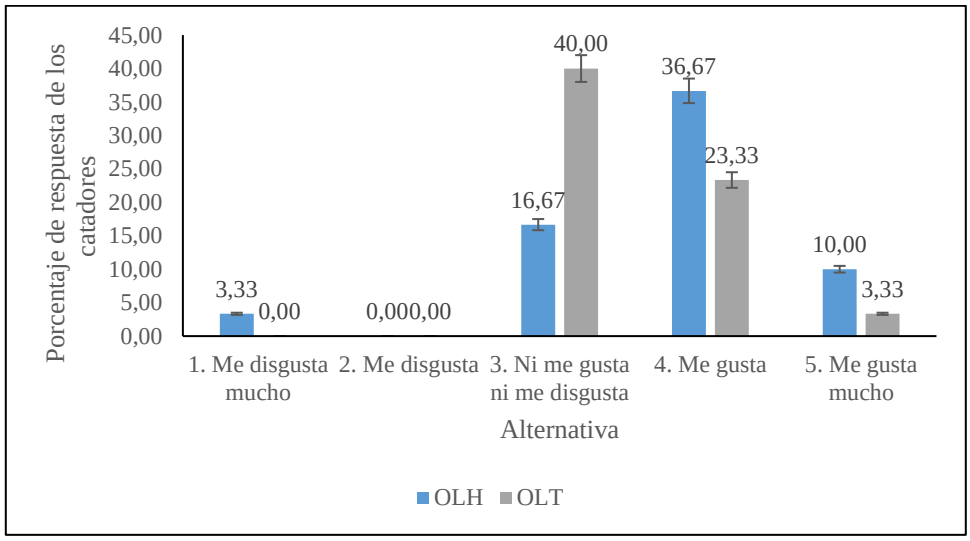


Figura 6. Respuesta de los catadores respecto al color de la infusión

En la figura 6 se muestran los resultados respecto al atributo de olor para los dos tratamientos, el porcentaje más alto se obtuvo en la alternativa "Ni me gusta ni me disgusta" que corresponde al tratamiento OLH con un 50% mientras que para el OLT fue de 43,33%, estos resultados pueden deberse a que los compuestos responsables del aroma en las plantas son los aceites esenciales que generalmente son compuestos volátiles como los hidrocarburos terpénicos que pueden verse afectado su concentración por el contenido de humedad y el tiempo de extracción, lo que disminuye su presencia en la infusión de tallos y hojas de Chulco (Ruiz et al., 2015) (Calderón y Loor, 2023).

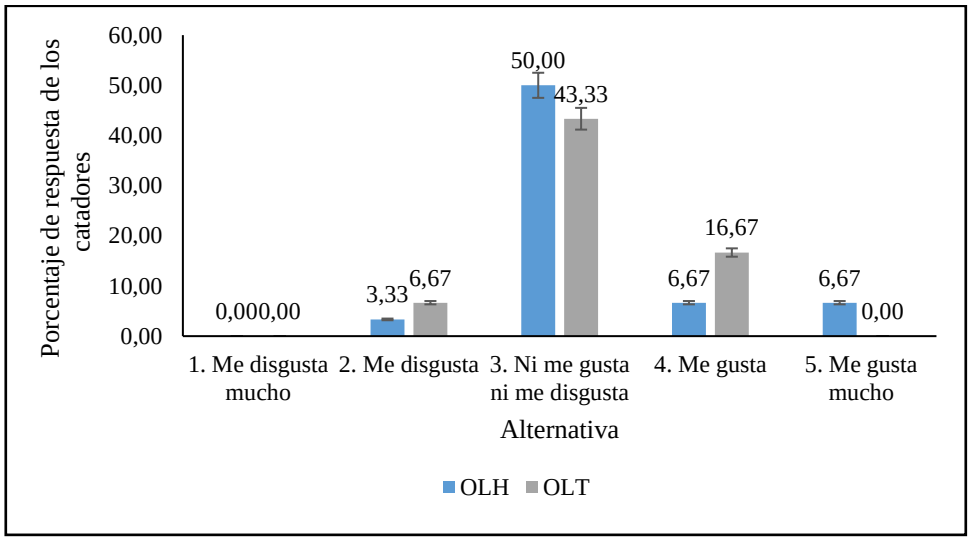


Figura 7. Respuesta de los catadores respecto al olor de la infusión

Con respecto al atributo sabor (Figura 7) se observó que el porcentaje más alto para los dos tratamientos fue “me gusta” teniendo un porcentaje para OLH 33,00% mientras que para OLT fue de 30 %. Los resultados obtenidos son interesantes debido a que el sabor es considerado uno de los parámetros más importantes en un producto nuevo, del mismo modo que el olor este atributo se ve afectado por la concentración aceites esenciales. La concentración de aceite esencial va a depender de factores externos como la época del año en se realizó la recolección del material vegetal, las condiciones atmosféricas al cual está sometida la planta. Además, este resultado indica que la planta en estudio puede presentar en su composición azúcares que dan el sabor característico a cada una de las infusiones en estudio (Marín y Céspedes, 2017).

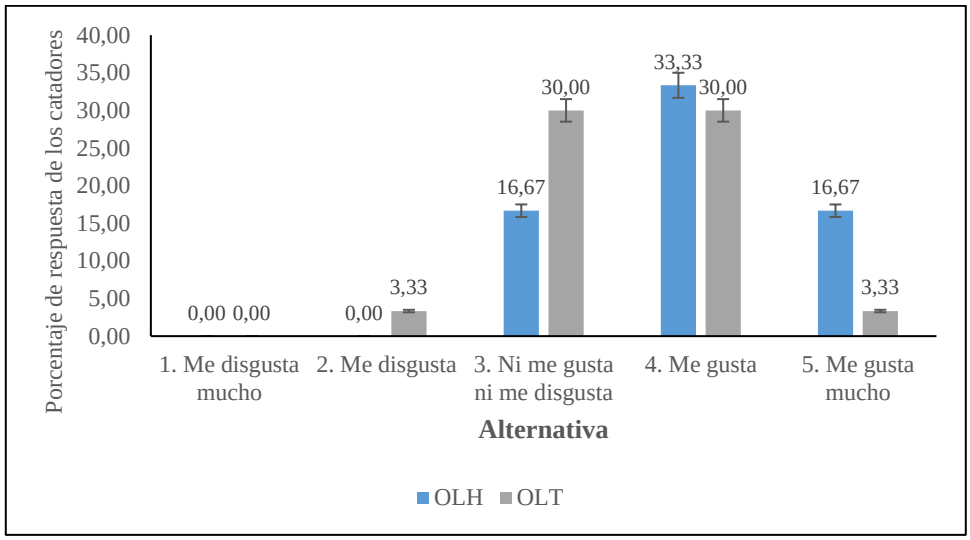


Figura 8. Respuesta de los catadores respecto al sabor de la infusión

La aceptabilidad de las infusiones mostro que el tratamiento que presentó mayor porcentaje le corresponde a OLH con un 46,67 % en la alternativa de "me gusta", mientras que para el tratamiento OLT se obtuvo un 30 % en la alternativa de "ni me gusta, ni me disgusta" Los resultados se muestran en la Figura 8. Este atributo de aceptabilidad según las observaciones de los estudiantes encuestados se puede mejorar mediante la incorporación de algún tipo de endulzante natural, lo que permita potenciar el aroma y sabor de las infusiones de chulco.

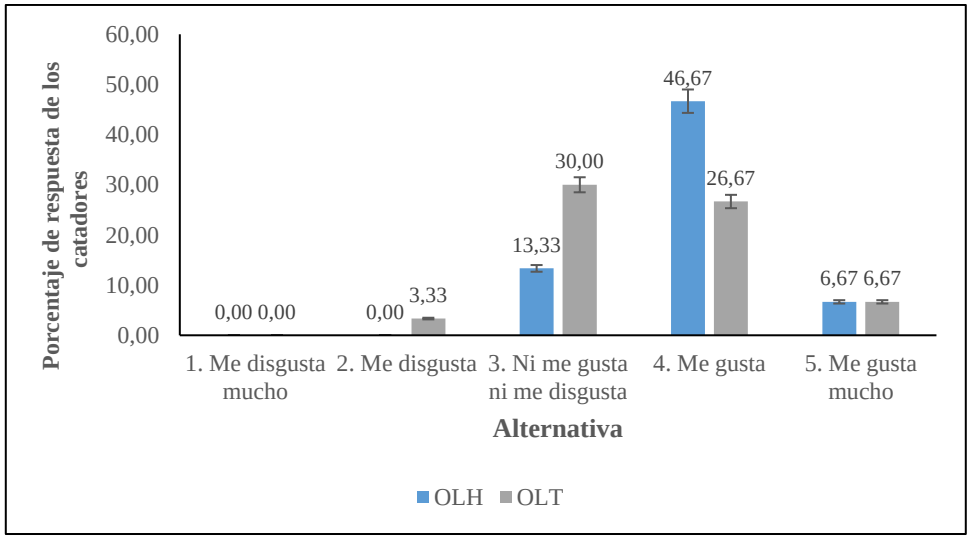


Figura 9. Respuesta de los catadores respecto a la aceptabilidad de la infusión

Para el análisis del perfil de sabor se utilizó en una escala hedónica en donde la puntuación 0 fue la “ausencia total”, 1 “casi imperceptible”, 2 “ligera”, 3 “media”, 4 “alta” y 5 “extrema”. El análisis de los atributos permitió establecer que los dos tratamientos presentaron resultados similares (Figura 9). En el caso de la acidez el tratamiento OLH fue de 0,90 mientras que para OLT el valor fue de 0,80, lo que es indicativo que el sabor ácido fue casi imperceptible en los tratamientos, sin embargo estos resultados no concuerdan con el potencial hidrógeno que indica que es una sustancia de tipo ácida cuyo pH oscila entre un valor máximo de 3, tal vez el proceso de microencapsulación puede enmascarar este tipo de sabor, mientras que en los restantes parámetros evaluados que se muestran en la tabla 6 se encuentran en un rango ligera-media, lo que podría indicar que los sabores se combinan para mantener un equilibrio (Sánchez, 2023).

Tabla 8. Evaluación sensorial del perfil de sabor de la infusión de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

Tratamientos	**Promedio de las alternativas para el sabor**			
	Acidez	**Dulce**	**Amargo**	**Sabores herbales**
OLH	0.90	2.50	1.10	3.35
OLT	0.80	2.30	0.85	2.70

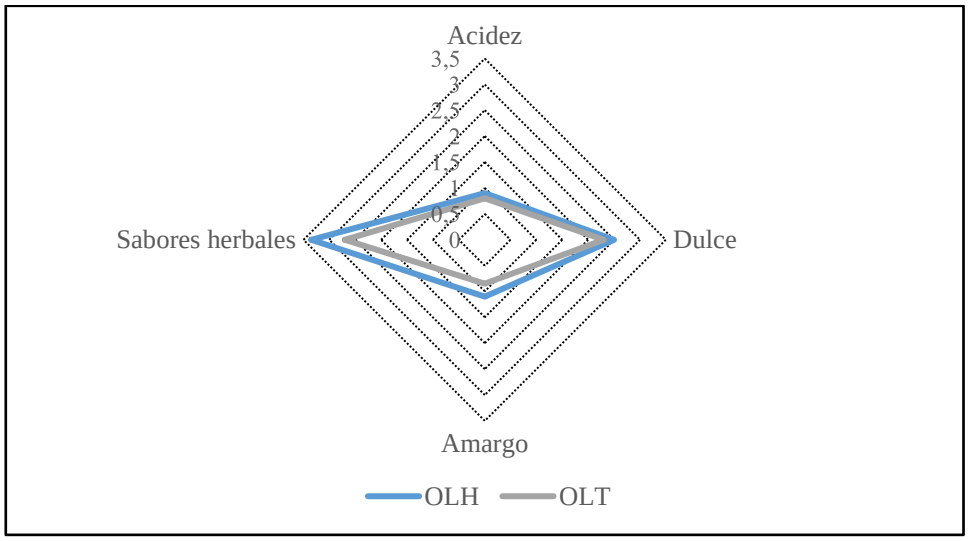


Figura 10. Perfil de sabor de las infusiones de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

En cuanto al perfil de apariencia se observa en la figura 10 que los dos tratamientos presenta tendencia iguales en cuanto a la intensidad del sabor, presencia de sedimentos y homogeneidad, mientras que para la alternativa de trasparencia el tratamiento OLT indican que dentro de la escala hedónica se encuentra en un rango medio, esto puede deberse a que los compuestos responsables del pigmento de las planta se vio afectado por el tiempo de secado de la materia prima, provocando la reducción de la intensidad del color en la infusión obtenida a partir de los tallos (Tapia et al., 2019).

Tabla 9. Evaluación sensorial del perfil de apariencia de la infusión de las hojas y tallos de Oxalis *Lotoides* (Kunth)

Tratamientos	**Promedio de las alternativas para la apariencia**			
	Intensidad de sabor	**Transparencia**	**Homogeneidad**	**Presencia de sedimentos**
OLH	2.95	2.00	3.40	0.85
OLT	2.05	2.65	3.30	0.60

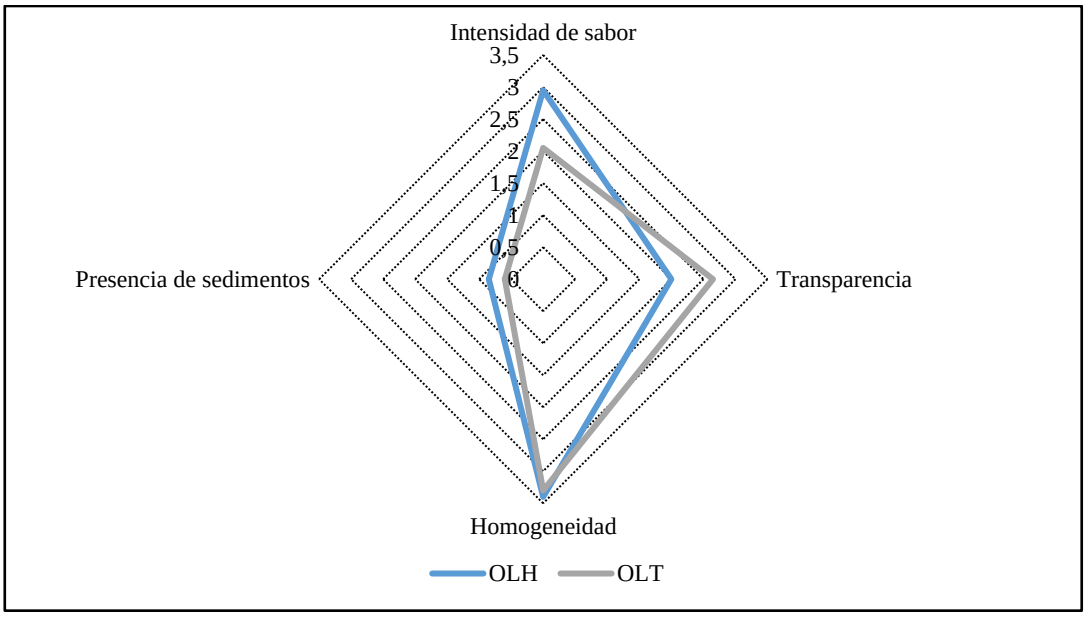


Figura 11. Perfil de apariencia de las infusiones de hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

4.5. Análisis microbiológico para los dos tipos infusiones de *Oxalis Lotoides* (Kunth).

Para garantizar la inocuidad del producto final se realizó el análisis microbiológico obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 10. Ensayos microbiológicos realizados a las infusiones aromáticas de las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

Tratamiento	Ensayo	Unidad	Valor obtenido
OLH	Coliformes totales	UFC/mL	< 10
	Escherichia coli	UFC/mL	< 10
OLT	Coliformes totales	UFC/mL	< 10
	Escherichia coli	UFC/mL	< 10

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de los diferentes ensayos microbiológicos observándose que los valores son $<$ 10 UFC/mL en todos los ensayos, lo que indica la ausencia de colonias bacterianas en las diferentes muestras, de este modo se cumplen con normativa actual vigente NTE INEN 2392 que indica que el valor permitido es de $<$ 10 UFC/mL. Este resultado también es indicativo que las prácticas de manufactura utilizadas para la fabricación de las distintas infusiones es la óptima, con este parámetro se podría comercializar el producto final (NTE INEN 2 392, 2017).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA

5.1. Conclusiones

La recolección las muestras de *Oxalis lotoides (Kunth*) se efectuó mediante un muestreo aleatorio simple se trabajó con 34 plantas siendo la muestra, con el fin de obtener diferentes tipos de muestras, al tratarse de un tipo de planta herbácea que crece de forma silvestre se procedió a tomar muestra en distintos lugares de la parcela de terreno en la Comunidad de Teligote con coordenadas 01°21'55.8" S; 78°33'45.7" W; 3250 m.s.n.m. en compañía de comunero de la zona obteniendo hojas y tallos que sirvieron para el estudio de las propiedades fisicoquímicas, verificando que es encuentren en un estado de maduración óptimo.

Las propiedades físico-químicas de las hojas y tallos *Oxalis lotoides* (*Kunth)* se determinaron mediante análisis bromatológicos en el que indica que a pesar de ser hojas y tallos de la misma planta presentan propiedades físico-químicas que difieren estadísticamente como es el contenido de proteína cruda que en las hojas está presente en 18,2 % mientras que los tallos presentaron 4,71 % de proteína cruda, del mismo modo ocurre con el parámetro de grasas en las hojas tratamiento OLH el porcentaje es 8,48 % y en los tallos tratamiento OLT se encuentra en presente en un 4,44 %, mientras otras propiedades son similares para los dos tratamientos como es el caso del pH que indica que los dos tratamientos son de carácter ácido, el porcentaje de humedad en base seca oscila entre 6-8 % para ambas muestras. En el análisis de la capacidad antioxidante, se obtuvo que el extracto etanólico obtenido de los tallos presentan mayor inhibición de los radicales con 50, 193 % mientras que el extracto de etanólico de las hojas se obtuvo 24, 515.

El microencapsulado de los tallos y hojas *Oxalis lotoides* (*Kunth*) se obtuvo a partir de los extractos etanólicos de hojas y tallos, lo mismos que se emulsionaron con un

material encapsulante en este caso fue maltodextrina al 30%, con la emulsión preparada se estableció mediante revisión bibliográfica y pruebas previas la temperatura de entrada y salida del equipo siendo 150° C y 80° C respectivamente, con lo que se logró obtener un microencapsulado con forma, color deseado.

Para la elaboración de una infusión a base de un microencapsulado de *Oxalis lotoides* (*Kunth*) se elaboró dos tipos de infusiones una a partir de las hojas y otra a partir de tallos microencapsulados, mediante una escala hedónica se determinó la formulación óptima siendo el microencapsulado obtenido a partir de las hojas, debido a que presentó mayor aceptabilidad por los catadores en los diferentes atributos analizados siendo: color, olor, sabor y aceptabilidad.

5.2. Recomendaciones

- Ampliar el análisis de fitoquímico de las hojas y tallos de *Oxalis lotoides* (Kunth) mediante pruebas cuantitativas que establezca el tipo de proteínas y grasas presente en la planta.
- Determinar el contenido de polifenoles totales presentes en las hojas y tallos de *Oxalis lotoides* (Kunth).
- Realizar el análisis nutricional de las infusiones aromáticas de microencapsulado de Oxalis *lotoides* (Kunth).
- Elaborar infusiones aromáticas microencapsuladas Oxalis *lotoides* (Kunth) con la adición de un endulzante no calórico natural como la Stevia.

5.3. Bibliografía

Universidad Nacional de Colombia. (14 de Febrero de 2017). *http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/8215/*. http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/8215/

Aguilar, Z., Ulloa, C., y Hidalgo, P. (22 de junio de 2023). *Guía de Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador*. https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/staff/PDFs/ulloa/Imbabura_Zuleta.pdf

Aguirre, Z., Jaramillo, N., y Quizhpe, W. (2019). *Arvenses asociadas a cultivos y pastizales del Ecuador.* Universidad Nacional de Loja.

Albán, M. S., Echavarría, A. P., y Domínguez, L. D. (2019). Composición nutricional y propiedades funcionales de flores comestibles. *XXX*. http://saber.udo.edu.ve/index.php/saber/article/view/3528

Arevalo, O. (29 de agosto de 2019). *Estudio de la flor de Chulco (OXALIS PES-CAPRAE) como producto andino para uso gastronomico, comunidad Teligote, Provincia Tungurahua*. https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/10827

Arrazola, G., Herazo, I., y Alvis, A. (2023). Microencapsulación de Antocianinas de Berenjena (Solanum melongena L.) mediante Secado por Aspersión y Evaluación de la Estabilidad de su Color y Capacidad Antioxidante . *Información Tecnológica , 25*(3), 31-42. https://doi.org/doi: 10.4067/S0718-07642014000300006

Bermúdez, A., Cardenas, A., y Neira, J. (25 de abril de 2022). *Uso tradicional de las plantas medicinales por la poblacion del Cantón Salcedo, Cotopaxi, Ecuador*. http://doi.org/10.5281/zenodo.6743038

Bobo-García, G., Davidov, G., Arroqui, C., y Virseda, P. (2015). Intra-laboratory validation of microplate methods for total phenolic content and antioxidant activity on polyphenolic extracts, and comparison with conventional spectrophotometric. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 95*(1), 204-209. https://doi.org/ https://doi.org/10.1002/jsfa.6706

Bouabid, K., Lamchouri, F., Toufik, H., y Faouzi, M. E. (2020). Phytochemical investigation, in vitro and in vivo antioxidant properties of aqueous and organic extracts of toxic plant: Atractylis gummifera L. *Journal of Ethnopharmacology*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112640

Calderón, M., y Loor, M. (Febrero de 2023). *Influencia del tiempo y contenido de humedad en el rendimiento del aceite escencial obtenido de hojas de eucalipto frescas y liofilizadas*. https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2059/1/TIC_AI21D.pdf

Carbajal, Á. (2023). *Manual de Nutrición y Dietética.* Universidad Complutense Madrid: https://hdl.handle.net/20.500.14352/36607

Castro-Vazquez, L. A.-R.-C.-G.-M.-J. (2019). Bioactive flavonoids, antioxidant behaviour, and cytoprotective effects of dried grapefruit peels (citrus paradisi macf.). *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2016/8915729

Contreras, J., y Ramirez, M. A. (2022). Uso de plantas medicinales que se comercializan en Guayaquil, Ecuador. *Manglar Scielo Perú, 19*(4). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.57188/manglar.2022.039

De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel M., P., Macía Barco, M. J., y Balslev, H. (2019). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador* . Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador: https://bibdigital.rjb.csic.es/idurl/1/16016

Jácome, C., Ledesma, Frank, Vega, T., y Iza, S. (2023). Utilización Industrial de la Pitahaya. *Digital Publisher CEIT, VIII*(3), 98-109. https://doi.org/https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1693

Köksal, E., Bursal, E., Gülçin, İ., Korkmaz, M., Çağlayan, C., y Gören, A. C. (2019). Antioxidant activity and polyphenol content of Turkish thyme (Thymus vulgaris) monitored by liquid chromatography and tandem mass spectrometry. *20*(3). https://doi.org/Https://Doi.Org/10.1080/10942912.2016.1168438

Lara, E., Castro, L., y Camones, R. (06 de junio de 2024). *Control de Calidad de las Plantas Medicinales de la Farmacia Natural del CAMEC - Hospital III Chimbote*. https://doi.org/https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.8909

Legua, J., More, J., y Yovera Saldarriaga, J. C. (2022). Consumo de hierbas medicinales para aliviar síntomas de afecciones respiratorias y COVID-19.

Revista de Investigacion en Salud Vive, *V*(15), 738-749. https://doi.org/https://doi.org/10.33996/revistavive.v5i15.184

Limache, A., Pastor, G., Salinas, I., Tavera, Y., y Vargas, L. (2023). Clasificación de plantas medicinales con hojas aptas para consumo en infusiones con la ayuda del modelo de las 2-tuplas. *Revista Investigación operacional, XLIV*(3), 323-330. https://rev-inv-ope.pantheonsorbonne.fr/sites/default/files/inline-files/44223-14.pdf

Marín, C., y Céspedes, C. (2017). COMPUESTOS VOLÁTILES DE PLANTAS. ORIGEN, EMISIÓN, EFECTOS, ANÁLISIS Compuestos volátiles de plantas, origen, emisión, efectos análisis y aplicaciones en el Agro. *Revista Fitotec. Mex, 30*(4), 327-351. https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/30-4/1r.pdf

Mejía, J., García, K., Velazquez, G., y Vasquez, A. (2021). Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, *IX*(1), 9-33. https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/4023

Nava, E., Michelena, G., Iliná, A., y Martínez, J. (2019). Microencapsulación de componentes bioactivos. *Investigación y Ciencia*, *23*(66), 64-70. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67446014009

Nouasri, A., Dahmane, D., y Metidji, H. (2022). Effect of extraction mode on phenolics contents and biological activities of two species of thyme extract. *Revue Agrobiologia, 12*(2), 3204-3216.

NTE INEN 2 392. (2017). *Hierbas aromáticas. Requisitos*. https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC069280/

Obregón, A., Contreras, E., Arias, G., y Bracamonte, M. (2021). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas, Scielo, XXIII*(1). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.202

Ordoñez, E., López, A., y Reategui, D. (2020). Infusiones de plantas medicinales: Actividad antioxidante y fenoles totales. *Agroindustrial Science, X*(3), 259-266. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.03.06

Ore, F., Ruiz, A., Muñoz, R., y Dante, D. (2022). Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de Oxalis tuberosa Mol. y jugo de Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer tratado térmicamente. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 6*(18), 545-556. https://doi.org/https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.190

Ortiz, T. (2017). *Evaluación de la actividad antioxidante, antiinflamatoria y citotóxica in vitro de diferentes extractos de Chuquiragua (Chuquiragua jussieui) obtenidos mediante secado por aspersión.* Repositorio Universidad Técnica de Ambato: http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25299

Pacheco, V., Caballero, A., Martínez, S., Prado, O., y García, A. (2021). Bioquímica y vías metabólicas de polisacáridos, lípidos y proteínas. https://doi.org/10.1039/c5np00033e

Pancorbo, M., Parra, F., Torres, J., y Casas, A. (2020). Los otros alimentos: Plantas comestibles silvestres y arvenses en dos comunidades campesinas de los Andes Centrales del Perú: ETNOBIOLOGÍA. *Revista Etnobiología, XVIII*(1), 8-36. Retrieved 2024.

Parra, R. A. (2019). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellin, 63*(2), 5669-5684. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179918602020

Porras, A. (2020). *Tipos de muestreo.* Centro Público de Investigación: https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/163/1/19-Tipos%20de%20Muestreo%20-%20%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf

Ramirez, G. (07 de febrero de 2020). *Efecto del extracto etanólico del fruto de Hylocereus megalanthus (pitahaya) sobre la motilidad intestinal en Mus*

musculus Var. albinus. Universidad San Pedro: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14095

Ríos, M., Yanchaliquin, V., Páez, B., y Haro, X. (29 de agosto de 2024). *Plantas Medicinales de Salinas de Guaranda, Ecuador*. https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/411_1.pdf

Rios, S., y Gil, M. (2021). Microencapsulación por secado por aspersion de compuestos bioactivos en diferentes matrices. *Tecnologicas, 24*(51), 206-229.

Romoleroux, K., Carate, D., Ralf, E., y Navarrete, H. (2016). Plantas vasculares de los bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi. En *Plantas vasculares de los bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi.* PUCE. Retrieved 24 de octubre de 2024, from https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/1185

Ruiz, C., Díaz, C., y Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú, 81*(12). https://doi.org/http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2015000200002#:~:text=Los%20aceites%20esenciales%20son%20compuestos,del%20aroma%20de%20las%20plantas.

Ruiz, V. (septiembre de 2023). *Estudio bromatológico del tallo de Oxalis lotoides (Kunth) y su uso en la formulación de un encurtido*. https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/39418

Sánchez, C. (septiembre de 2023). *Estudio bromatológico de las flores de Oxalis lotoides (Kunth) y su aplicación en una infusión*. https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39419

Severiano, p. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? Inter Disciplina. *Inter Disciplina, 7*(19), 47-68. https://doi.org/https://doi.org/10.22201/CEIICH.24485705E.2019.19.70287

Tapia, I., Muñoz, M., y Fukalova, T. (2019). Efecto del sistema de deshidratación sobre el contenido de carotenoides extraídos de dos variedades del fruto de Carica

papaya. *InfoAnalítica*, *7*(1), 11. https://www.academia.edu/89676620/Efecto_del_sistema_de_deshidrataci%C3%B3n_sobre_el_contenido_de_carotenoides_extra%C3%ADdos_de_dos_variedades_del_fruto_de_Carica_papaya

Universidad Nacional de Colombia. (2017 de febrero de 14). *COL000144471 - Oxalis lotoides Kunth - Oxalidaceae*. http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/8215/

Valdés, L., Arias, Q., Ramírez, J., y Peña, D. (2018). Actividad antiinflamatoria y antioxidante in vitro de extractos etanólicos de Jatropha aethiopica Müell Arg var inermis. *Revista Cubana de Química*, *30*(3), 440-453. https://doi.org/http://ojs.uo.edu.cu/index.php/cq

5.4. Anexos

Anexo 1. Recolección de la hojas y tallos de *Oxalis lotoides* (Kunth**)**



Anexos 2. Lavado, secado y molienda del material vegetal







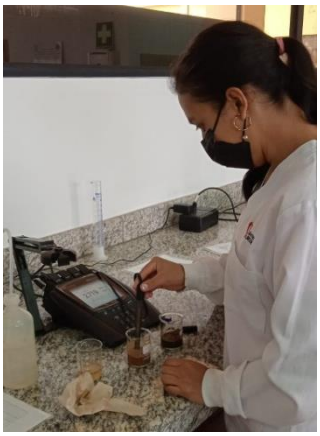
Anexo 3. Extracción de principios activos método Soxhlet y concentración del extracto etanólico





Método Soxhlet	Concentración del extracto etanólico

Anexo 4. Análisis bromatológicos realizados a las hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

 % Humedad	 % Cenizas
 Grasas	 Acidez titulable

Anexo 4. Determinación de la actividad antioxidante mediante el ensayo de DPPH



Placa multipocillos



Espectrofotómetro longitud de onda 515 mm

Anexo 5. Secado por aspersión, preparación de infusiones y cataciones.



Secado por aspersión

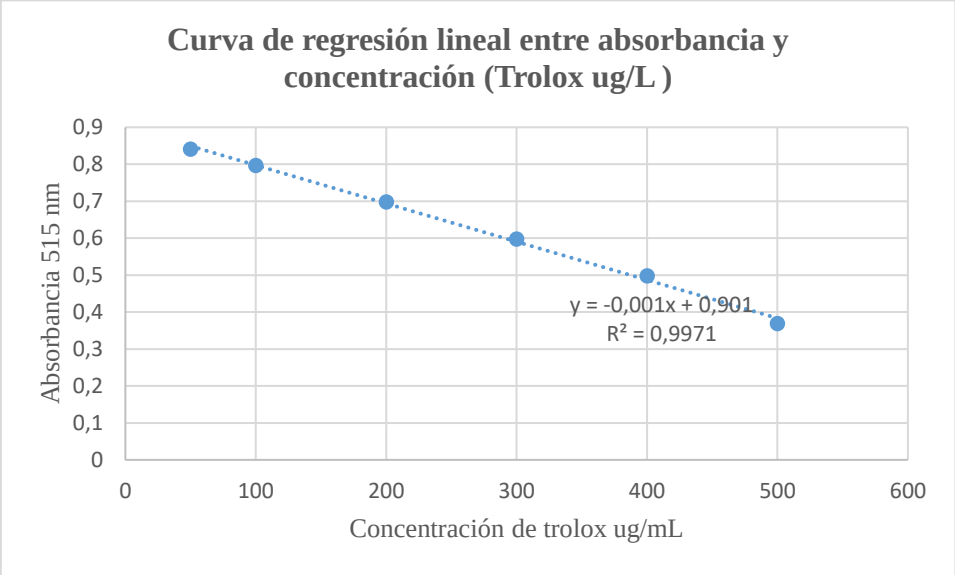


Preparación de infusiones



Cataciones

Anexo 6. Curva de calibración para la determinación de la actividad antioxidante.



Concentración Trolox (ug/L)	Absorbancia 515 nm
50	0.841
100	0.797
200	0.698
300	0.598
400	0.498
500	0.369

Anexo 7. Resultados de la medición de las absorbancias en la celda multipocillos

Muestra	R1	R2	R3
A blanco	0.046	0.052	0.055
B control	1.064	1.115	1.109
C OLH	0.800	0.857	0.863
D OLT	0.567	0.555	0.544

Anexo 8. Análisis estadísticos t-student 95% de significancia realizados para los diferentes parámetros bromatológicos estudiados.

Parámetro bromatológico porcentaje de humedad

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	OLH	***OLT***
Media	8.1904	6.1814
Varianza	0.0002218	0.0015283
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	107.382499	
P(T<=t) una cola	6.64053E-10	
Valor crítico de t (una cola)	2.015048373	
P(T<=t) dos colas	1.32811E-09	
Valor crítico de t (dos colas)	2.570581836	

Parámetro bromatológico porcentaje de proteína

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	OLH	***OLT***
Media	18.320	4.862
Varianza	0.167	0.02127
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	69.3545511	
P(T<=t) una cola	5.9011E-09	
Valor crítico de t (una cola)	2.01504837	
P(T<=t) dos colas	1.1802E-08	
Valor crítico de t (dos colas)	2.57058184	

Parámetro bromatológico porcentaje de grasa

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales		
	OLH	***OLT***
Media	8.684	4.746
Varianza	0.06128	0.06263
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	25.0154048	
P(T<=t) una cola	3.4887E-09	
Valor crítico de t (una cola)	1.85954804	
P(T<=t) dos colas	6.9774E-09	
Valor crítico de t (dos colas)	2.30600414	

Parámetro bromatológico porcentaje de cenizas

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.		
	OLH	***OLT***
Media	5.76643667	5.14270553
Varianza	0.29380258	0.00439901
Observaciones	3	3
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	1.97834975	
P(T<=t) una cola	0.0932409	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.18648181	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

Parámetro bromatológico pH

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.		
	OLH	***OLT***
Media	2.72233333	1.74066667
Varianza	6.2222E-06	0.00081622
Observaciones	4	4

Varianza agrupada	0.00041122
Diferencia hipotética de las medias	0
Grados de libertad	6
Estadístico t	68.4606084
P(T<=t) una cola	3.2672E-10
Valor crítico de t (una cola)	1.94318028
P(T<=t) dos colas	6.5343E-10
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691185

Parámetro bromatológico acidez titulable

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.		
	OLH	***OLT***
Media	0.662093	1.658140
Varianza	0.000695	0.002009
Observaciones	3.000000	3.000000
Varianza agrupada	0.001352	
Diferencia hipotética de las medias	0.000000	
Grados de libertad	4.000000	
Estadístico t	-33.180457	
P(T<=t) una cola	0.000002	
Valor crítico de t (una cola)	2.131847	
P(T<=t) dos colas	0.000005	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445	

Actividad antioxidante

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.		
	OLH	***OLT***
Media	24.51466667	50.1933333
Varianza	1.725442333	0.97524933
Observaciones	3	3
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-27.06422498	
P(T<=t) una cola	5.54111E-06	

Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	1.10822E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	
Media	24.51466667	50.1933333

Anexo 9. Cuestionario de catación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN QUÍMICA
COHORTE 2021

Tema: Aprovechamiento de las propiedades de Oxalis lotoides (*Kunth)* y sus potenciales usos industriales
Nombre: Christopher Moñoz **Edad:** 14 **Fecha:** 29-10-2024
Instrucciones: Por favor, introduzca la bolsita de té en el agua, deje reposar por 20 segundos e identifique su nivel de agrado y marque con una (X) la opción que usted considera. Considerando que 5 es el mayor puntaje y 1 el menor puntaje.

Característica	Alternativa	Muestra	
		OLH	OLT
COLOR	1. Me disgusta mucho		
	2. Me disgusta		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		X
	4. Me gusta	X	
	5. Me gusta mucho		
OLOR	1. Me disgusta mucho		
	2. Me disgusta		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		X
	4. Me gusta	X	
	5. Me gusta mucho		
SABOR	1. Me disgusta mucho		
	2. Me disgusta		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		
	4. Me gusta	X	X
	5. Me gusta mucho		
ACEPTABILIDAD	1. Me disgusta mucho		
	2. Me disgusta		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		
	4. Me gusta	X	X
	5. Me gusta mucho		

Por favor, observe y pruebe indicando la característica de sabor y apariencia presente en la muestra. Escala de grado de intensidad: 0: ausencia total; 1: casi imperceptible; 2: ligera; 3: media; 4; alta; 5: extrema. Coloque el número de (0 a 5) del término que identifique lo que percibe de la muestra

Tabla 1. Sabor

Característica	Alternativa	Muestra	
		OLH	OLT
SABOR	Acidez	2	1
	Dulce	4X	4X
	Amargo	3	1
	Sabores herbales	3	4

Tabla 2. Apariencia

Característica	Alternativa	Muestra	
		OLH	OLT
APARIENCIA	Intensidad del color	4X	1
	Transparencia	4	5X
	Homogeneidad	3	3
	Presencia de sedimentos	2	2

OBSERVACIONES:

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 10. Guía para la colecta del material vegetal Oxalis Lotoides (Kunth)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN QUÍMICA
COHORTE 2021

PAÍS	Ecuador		
PROVINCIA	Tungurahua		
CANTÓN	Pelileo		
LOCALIDAD	Comunidad Teligote		
COLECTOR	Tatiana Ortiz		
HÁBITAT			
HÁBITO DE LA PLANTA (Marcar con una X)			
ARBOL	arbusto X	hierba	liana
FLORES	Inflorescencia amarillas, escasas		
FRUTOS	No presenta		
NOMBRE COMÚN	Chulco		
FECHA DE COLECTA	29 de Septiembre de 2024		
USO TRADICIONAL	Astringente Energético		
FORMA DE USO	Ingesta de tallos con sal Infusiones		

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Título

Evaluación de la actividad antiinflamatoria *in vitro* de los extractos etanólicos de hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth).

6.2. Descripción

Este tema nace como continuación del proyecto de desarrollo realizado, debido a que se determinó que los extractos etanólicos del Chulco, presentan propiedades antioxidantes y se considera que están estrechamente relacionado con la actividad antiinflamatoria. Debido que el estrés oxidativo es un factor que marca el inicio del proceso inflamatorio y su control por el medio de la ingesta de compuestos antioxidantes pueden reducir los efectos ocasionados por la inflamación (Valdés et al., 2018).

6.3. Desarrollo de la propuesta

6.3.1. Recolección y tratamiento previo del material vegetal.

Se recolectarán muestras de hojas, tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth) en la comunidad de Teligote en la en época de verano. Las mismas serán almacenadas en fundas con autocierre para ser utilizadas en los ensayos posteriores.

A vez en el laboratorio de ensayo, se lavarán con una solución de hipoclorito de sodio al 2% con el fin de eliminar la mayor cantidad de impurezas debido a que la planta crece a ras del suelo. Se colocarán las hojas y tallos sobre bandejas de plástico para la eliminación de los residuos de agua por 24 horas.

Se procederá a deshidratar las hojas y tallos mediante la utilización de un deshidratador en el caso de las hojas por 6 horas a 70 ° C, mientras los tallos por 12 horas a 70°C. Una vez secado el material vegetal se procederá a moler mediante la utilización de una licuadora hasta obtener un polvo compacto, el mismo que será almacenado en fundas con autocierre.

6.3.2. Obtención y concentración del extracto etanólico de hojas y tallos de *Oxalis Lotoides* (Kunth)

Se tomará 15 g de polvo vegetal y se adicionará 100 mL de etanol al 96%, la solución formada se someterá a ultrasonido por 2 horas a una frecuencia de 40 KHz y una temperatura de 60 ° C. Mediante un rotoevaporador se concentrará el extracto hasta obtener un residuo consistente las condiciones de ensayo serán 60 °C de temperatura, el extracto se conservará en botellas ámbar a 4 ° C para la realización del ensayo de actividad antiinflamatoria.

6.3.3. Ensayo *in vitro* de la actividad antiinflamatoria

Se usará la metodología descrita por (Valdés et al., 2018) con ciertas modificaciones. Se preparará una solución del extracto con una concentración 1 mg/mL, para el control positivo se usará (diclofenaco de sodio) el cual mezclará con 0,5 mL de suspensión de eritrocitos en solución isosalina (NaCl 0,9 %), 1 mL de buffer fosfato (pH 7,4) y 2 mL de solución hiposalina (NaCl 0,45 %). Como control negativo se utilizará un ensayo con 1 mL de tampón de fosfato en lugar de muestra. La mezcla será incubada por 30 min a 37 º C y luego centrifugada a 3 000 rpm por 10 min. El contenido de hemoglobina del sobrenadante fue estimado espectrofotométricamente a 560 nm. La actividad antinflamatoria se determinará como porcentaje de inhibición de la lisis osmótica eritrocitaria, y se estimará mediante la siguiente ecuación:

$$\%\ \boldsymbol{de\ inhibición} = \frac{DO\ control\ negativo - DO\ muestra}{DO\ control\ negativo} \times 100$$

Donde;

DO: densidad óptica

6.3.4. Recursos económicos

En la presente tabla se estima los recursos económicos que se invertirá para la realización del proyecto.

Rubro	Cantidad	Costo unitario (USD $)	Costo total (USD $)
Movilizaciones	5	20	100

Análisis de laboratorio	10	50	500
Material de oficina	10	8	80
	Total		**680**

Elaborado por: Ortiz; 2024

6.3.5. Cronograma de actividades

	ACTIVIDADES	AÑO 2024															
		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Elección del tema																
2	Anteproyecto																
3	Revisión bibliográfica																
4	Recolección de las muestras de la planta en las diferentes localidades																
5	Obtención de los extractos etanólicos																
6	Determinación la actividad antiinflamatoria *in vitro* de los extractos etanólicos.																
7	Análisis e interpretación de los resultados experimentales mediante revisión bibliográfica																
8	Redacción y entrega del Proyecto.																

Elaborado por: Ortiz; 2024