

Capacidad antioxidante

de las hojas de higuerilla (*ricinus communi*)



Autores :

Pilar Asunción Soledispa Cañarte M.sc.
Glenda Marcela Sarmiento Tomalá M.sc.
Francisca Patricia Jimenez Granizo Mg.
Zoraida Del Carmen Burbano Gómez Mg.
Alexandra Jenny López Barrera M.sc.
Giomara Margarita Quizhpe Monar Mg.

**CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE
DE LAS HOJAS
DE HIGUERILLA
(*ricinus communi*)**

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS HOJAS DE HIGUERILLA (*ricinus communi*)

AUTORES:

Pilar Asunción Soledispa Cañarte. M.sc.
Glenda Marcela Sarmiento Tomala. M.sc.
Francisca Patricia Jimenez Granizo. Mg.
Zoraida Del Carmen Burbano Gómez. Mg.
Alexandra Jenny López Barrera. M.sc.
Giomara Margarita Quizhpe Monar. Mg.

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

Nicolás Sancán Asunción

© de los textos: los autores

© de la presente edición: CEO Editorial

PRIMERA EDICIÓN: 28 de NOVIEMBRE del 2024

ISBN: 978-9942-7196-1-4

<https://doi.org/10.59764/ceo.94>

Publicado por acuerdo con los autores
Capacitación y Estrategia Online CEO
Editorial

Guayaquil – Ecuador

Fecha: 14-11-2024 Cámara Ecuatoriana de Libro

NOTA EDITORIAL: Los puntos de vista, opiniones y contenidos expresados en esta obra son de exclusiva responsabilidad de sus respectivos autores. Dichas posturas y contenidos no reflejan necesariamente los puntos de vista de CEO editorial, ni de los editores o coordinadores de la obra. Los autores asumen la responsabilidad total y absoluta de garantizar que todo el contenido que contribuyen a la obra es original, no ha sido plagiado y no infringe los derechos de autor de terceros.

<https://editorialceo.ceocapacitacionestrategias.com/index.php/editorial/catalog/book/94>

ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
ANEXOS.....	13
Prólogo.....	14
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA.....	4
<i>I.1. Planteamiento del problema.....</i>	<i>4</i>
<i>I.1.1 Formulación del problema:.....</i>	<i>5</i>
<i>I.2. Justificación e Importancia.....</i>	<i>5</i>
<i>I.3. Hipótesis.....</i>	<i>6</i>
<i>I.4. Objetivos.....</i>	<i>6</i>
<i>I.4.1. Objetivo General.....</i>	<i>6</i>
<i>I.4.2. Objetivos Específicos.....</i>	<i>6</i>
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	9
<i>II.1. Antecedentes:.....</i>	<i>9</i>
<i>II.2 Capacidad Antioxidante.....</i>	<i>10</i>
<i>II. 2.1. Antioxidantes en la salud.....</i>	<i>12</i>
<i>II.2.2. Clasificación según su actividad.....</i>	<i>12</i>
<i>II.2.2.1. Antioxidantes Enzimáticos (endógenos).....</i>	<i>12</i>
<i>II.2.2.1.1. Catalasa.....</i>	<i>13</i>
<i>II.2.2.1.2. Superóxido dismutasa (SOD).....</i>	<i>13</i>
<i>II.2.2.1.3. Glutación Peroxidasa (GPX).....</i>	<i>14</i>
<i>II.2.2.2. Antioxidantes No enzimáticos (exógenos).....</i>	<i>15</i>
<i>II.2.2.2.1. Flavonoides.....</i>	<i>15</i>
<i>II.2.2.2.2. Carotenoides.....</i>	<i>16</i>
<i>II.2.2.2.3. Ácidos hidroxicinámicos.....</i>	<i>17</i>
<i>II.2.2.2.4. Vitamina C.....</i>	<i>17</i>
<i>II.2.2.2.5. Vitamina A.....</i>	<i>18</i>
<i>II.2.3. Antioxidantes fitoquímicos.....</i>	<i>19</i>
<i>II.2.4. Metabolitos secundarios de carácter fenólico.....</i>	<i>19</i>
<i>II. 2.4.2. Estructura química.....</i>	<i>19</i>

II. 2.5. Radicales libres.....	21
II.2.6. Especies reactivas del oxígeno.....	22
II.2.7.1. Superóxido (O₂⁻).....	22
II.2.7.2. Peróxido de hidrógeno (H₂O₂).....	22
II.2.7.3. Hidroxilo (OH⁻).....	22
II.2.7.4. Oxígeno singlete ¹O₂.....	22
II.2.8. Mecanismo de producción y neutralización	23
II.2.9. Estrés oxidativo	23
II.2.10. Métodos de determinación de capacidad antioxidante.....	23
II.2.10.1. Ensayo de potencia férrica antioxidante reductor (FRAP)	24
II.2.10.2. Técnica del 2,2-difenil-1-picril hidracilo (DPPH).....	24
II.2.10.3. Ensayo del ABTS•+ (ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina)- 6-sulfónico).24	24
II.3.1. Origen	25
II.3.2. Descripción Botánica de la Higuera.....	26
II.3.3. Historia	26
II.3.4. Morfología	27
II.3.4.1. Hoja	27
II.3.4.2. Semilla	27
II.3.4.3. Tallo.....	28
II.3.4.4 Raíz	29
II.3.5. Siembra	29
II.3.5.1. Crecimiento y desarrollo.....	30
II.3.6 Clasificación Taxonómica.....	30
II.3.7. Variedades	31
II.3.7.1. Variedad (Pequeña).....	31
II.3.7.2. Variedad (Mediana).....	32
II.3.7.3. Variedad (Alta)	32
II.3.8 Factores que afectan a la germinación	33
II.3.8.1 Factores extrínsecos.....	33
II.3.8.2 Factores Intrínsecos.....	33
II.3.9 Composición nutricional de la higuera.....	34
II.3.10. Composición Química de la higuera	34

II.3.11. Beneficios	34
II.3.12. Actividades Farmacológicas	35
II.3.13. Usos y Aplicaciones	35
II.3.13.2 Usos Industriales	35
II.3.13.3 Usos Medicinales	36
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS	39
III.1. Tipo y enfoque de la investigación	39
III.2. Estudio Farmacognóstico y Actividad Antioxidante. III.2.1. Metodología.	39
III.2.2. Recolección, selección e identificación.	39
III.2.3. Macromorfología:	40
III.3. Estudio Taxonómico Hojas Higuera.	41
III. 4. Secado y triturado.	41
III.5. Parámetros fisicoquímicos.	41
III.5.1.1. Humedad residual: Procedimiento:	42
Donde:	42
III.5.1.2. Contenido de sustancias solubles: Procedimiento:	42
Donde:	42
III.5.1.3. Identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico.	43
Extractos utilizados:	44
III.5.2. Obtención del extracto y parámetros fisicoquímicos de calidad	44
III.6. Identificación de metabolitos secundarios al extracto hidroalcohólico por tamizaje fitoquímico.	45
III.7. Determinación de Fenoles totales.	45
Muestras:	45
Procedimiento:	45
III.8 Determinación de flavonoides totales.	46
Muestras	46
Procedimiento	46
III.9 Capacidad antioxidante	47
III.9.1 Método FRAP	47
Materiales:	47
Reactivos:	47
Muestras:	48

Procedimiento:	48
III.9.2 Método DPPH	48
Materiales:	49
Reactivos:	49
Muestra:	49
Procedimiento:	49
Donde:	49
III.9.3 Ensayo ABTS	50
Materiales:	50
Reactivos:	50
Muestras:	50
Procedimiento:	50
Análisis estadístico	51
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	53
IV.1.1 Humedad residual	53
IV.1.2. Sustancias solubles	53
IV.1.3 Cenizas Totales	54
IV.2 Identificación de metabolitos secundarios por Tamizaje fitoquímico	55
IV.3 Identificación de metabolitos secundarios al extracto hidroalcohólico por tamizaje fitoquímico	56
IV.4 Obtención de extractos y parámetros fisicoquímicos de calidad	57
IV.5 Determinación de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu	59
IV.6 Determinación de flavonoides totales por el método colorimétrico del tricloruro de aluminio	59
IV.6 Capacidad antioxidante	61
IV.6.1 Ensayo FRAP	61
IV.6.2 Determinación por el método DPPH	62
IV.6.3 Ensayo del ABTS	62
CONCLUSIONES:	64
RECOMENDACIONES:	65
GLOSARIO	78
ANEXOS	79

- II.3.1. Origen25
- II.3.2. Descripción Botánica de la Higuera26
- II.3.3. Historia.....26
- II.3.4. Morfología27
- II.3.5. Siembra.....29
- II.3.6 Clasificación Taxonómica30
- II.3.7. Variedades31
- II.3.8 Factores que afectan a la germinación33
 - II.3.8.2 Factores Intrínsecos33
- II.3.9 Composición nutricional de la higuera34
- II.3.10. Composición Química de la higuera34
- II.3.11. Beneficios.....34
- II.3.12. Actividades Farmacológicas35
- II.3.13. Usos y Aplicaciones.....35
- CAPITULO III MATERIALES Y METODOS.....39**
- III.1. Tipo y enfoque de la investigación.....39
- III.2. Estudio Farmacognóstico y Actividad Antioxidante39
 - III.2.1. Metodología39
 - III.2.2. Recolección, selección e identificación.....39
- III.3. Estudio Taxonómico Hojas Higuera41
- II. 4. Secado y triturado41
- III.5. Parámetros fisicoquímicos.41
 - III.5.1. Parámetros Fisicoquímicos de la droga cruda de las hojas de higuera *Ricinus communis*.....41
 - III.5.1.1. Humedad residual42
 - III.5.1.2. Contenido de sustancias solubles:.....42

III.5.1.3. Identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico.43

III.5 2. Obtención del extracto y parámetros fisicoquímicos de calidad 44

III.6. Identificación de metabolitos secundarios al extracto hidroalcohólico por tamizaje fitoquímico45

III.7. Determinación de Fenoles totales.45

III.8 Determinación de flavonoides totales.....46

III.9 Capacidad antioxidante.....47

III.9.1 Método FRAP47

III.9.2 Método DPPH.....48

III.9.3 Ensayo ABTS50

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....53

IV.1. Parámetros fisicoquímicos de la droga cruda de *Ricinus communis*53

IV.2 Identificación de metabolitos secundarios por Tamizaje fitoquímico55

IV.3 Identificación de metabolitos secundarios al extracto hidroalcohólico por tamizaje fitoquímico56

IV.4 Obtención de extractos y parámetros fisicoquímicos de calidad.....57

IV.5 Determinación de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu59

IV.6 Determinación de flavonoides totales por el método colorimétrico del tricloruro de aluminio.59

IV.6 Capacidad antioxidante.....61

IV.6.1 Ensayo FRAP61

IV.6.2 Determinación por el método DPPH.....62

IV.6.3 Ensayo del ABTS.....62

CONCLUSIONES:64

RECOMENDACIONES:65

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
GLOSARIO.....	78
ANEXOS.....	79

INDICE DE TABLA

Tabla I Operacionalización de las variables	7
Tabla II Operacionalización de las variables	21
Tabla III Clasificación taxonómica de la planta de higuera.....	31
Tabla IV Clasificación Taxonómica de <i>Ricinus communis</i> L.....	41
Tabla V humedad residual de hojas de <i>Ricinus communis</i>	53
Tabla VI Sustancias solubles.	54
Tabla VII Cenizas Totales.	55
Tabla VIII Identificación de los metabolitos secundarios de la hoja de higuera (<i>Ricinus communis</i>) mediante el tamizaje fitoquímicos.....	56
Tabla IX Tamizaje del extracto hidroalcohólico de <i>Ricinus communis</i> L.....	57
Tabla X Parámetros físico-químicos del extracto de hojas de <i>Ricinus</i> <i>communis</i> L.....	58
Tabla XI Contenido de fenoles totales y flavonoides totales en el extracto de <i>R. communis</i>	60
Tabla XII Actividad ferro-reductora del extracto de hojas de <i>R. communis</i> . 6 1	61
Tabla XIII Capacidad secuestradora de DPPH del extracto	62
Tabla XIV Capacidad secuestradora del radical ABTS•+ del extracto.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Efectos adversos por presencia de fuentes exógenas.	11
Figura 2 Antioxidantes Enzimáticos (endógenos).	12
Figura 3 Estructura de Catalasa	13
Figura 4 Superóxido dismutasa (SOD)	14
Figura 5 Glutación Peroxidasa (GPX)	15
Figura 6. Estructura general de las clases de flavonoides.	16
Figura 7. Estructura química de carotenoides.....	16
Figura 8 Ácidos hidroxicinámicos.....	17
Figura 9 Estructura del ácido ascórbico o vitamina C	18
Figura 10 . Estructura de la Vitamina A.	18
Figura 11 Estructura química de las diferentes clases de polifenoles	20
Figura 12 Mecanismo general de producción y neutralización	23
Figura 13 Planta de higuera 25	25
Figura 14 Hoja de higuera	27
Figura 15 Semilla	28
Figura 16 Tallo	28
Figura 17 Raíz.....	29
Figura 18 Crecimiento y Desarrollo de la higuera	30
Figura 19 Higuera de menor tamaño.....	32
Figura 20 Planta de mediana altura.....	32
Figura 21 Planta de higuera con mayor Altura	33
Figura 22. Coordenada satelital donde se recolectó la muestra.....	40
Figura 23 esquema de extracción del material vegetal para la aplicación de técnicas de tamizado fitoquímico	43
Figura 24 Reacciones de tamizado fitoquímico a realizar a los extractos.....	44

Figura 25 Imagen capilar del extracto hidroalcohólico de hojas de <i>Ricinus communis</i> L.....	58
Figura 26 Curva de calibración del ácido gálico para la determinación de fenoles totales.	59
Figura 27 Curva de calibración de la quercetina para la determinación de flavonoides totales.....	60
Figura 28 Curva de calibración como sustancia de referencia ácido ascórbico por el método FRAP	61

ANEXOS

Anexo A Solicitud para el estudio taxonómico de la Planta higuera .	79
Anexo B Recolección de la muestra	80
Anexo C Selección de muestra	81
Anexo D Medición de muestra	81
Anexo E Proceso de lavado	82
Anexo G Proceso de triturado	83

Prólogo

El presente proyecto se tiene como objetivo evaluar las características farmacognósticas y la actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Ricinus communis* obtenido por maceración. Esta propuesta surgió para reconocer las propiedades y beneficios que brinda esta especie e incentivar su aprovechamiento en el campo alimenticio y farmacéutico. La calidad del material vegetal se determinó mediante análisis fisicoquímicos obteniendo un 9.5% de humedad, 8,82% de cenizas totales y sólidos solubles un porcentaje superior al 5%. El tamizaje fitoquímico mostró la presencia de taninos, flavonoides, lactonas, antocianidinas. Mediante el método Folin-Ciocalteu se cuantificó el contenido de fenoles totales presente alcanzando valores por encima de 11,74 mg eq. Ácido gálico/100 g material seco, y por el método colorimétrico del Tricloruro de Aluminio se cuantificó los flavonoides totales dando valores 1,52mg eq a Quercetina. Los resultados de los tres métodos *in vitro* ensayados, se pudo constatar que a medida que aumentaba la concentración, se incrementaba el poder reductor (ensayo FRAP) y la actividad antirradicalaria (ensayos DPPH y ABTS) del extracto, manifestándose actividad antioxidante. Lo cual contribuyen a desarrollar futuras investigaciones sobre extractos vegetales con vistas a la creación de productos terapéuticos, alimenticios y cosméticos

INTRODUCCIÓN

Los diversos sistemas endógenos, vida sedentaria, mala alimentación y exposición a las condiciones ambientales han afectado a la salud humana, lo que ha generado múltiples enfermedades crónicas y degenerativas. Las nuevas investigaciones indican que mantener un estilo de vida saludable involucra que en nuestro organismo exista un equilibrio entre los radicales libres y los antioxidantes (Angelini, 1991).

La alteración del equilibrio del sistema redox en nuestro organismo provoca la producción de radicales libres causando daño en el ADN y activación de los marcadores tumorales que provocan la generación del cáncer. Las diferentes condiciones patológicas causadas, se deben a la presencia de los radicales superóxidos (O_2^-), hidroxilo (OH^\cdot), óxido nítrico (NO) y el radical alcoxi (RO) que en el organismo pueden dañar los tejidos y las células (Maddu, 2019).

La tendencia de estudio por los radicales libres se inició en 1990 con el trabajo de Moses Gomberg al demostrar la presencia del radical trifenilmetilo (Aruoma, 2007).

En la década de 1930 los radicales libres son reconocidos como moléculas orgánicas que pueden formarse circunstancialmente, cuando estas se producen en estado excesivo puede desarrollar cáncer, envejecimiento y otros procesos de enfermedades graves (Henderson, 2000).

Para tratar enfermedades causadas por los radicales libres las plantas son una fuente notable de antioxidantes, que al no producir en suficiente cantidad el organismo va a necesitar alternativas para protegerse de la producción o amenaza de las especies reactivas del oxígeno. (Biswas et al., 2017)

En los últimos años existe una amplia gama de estudios en diversas especies vegetales, en las cuales confirman su capacidad antioxidante, mostrando eficacia contra enfermedades causadas por radicales libres, debido a que los antioxidantes producidos sintéticamente son dañinos para la salud humana. Estudio reciente muestra, que los antioxidantes son de mucha utilidad para el tratamiento neurológico causado por Covid-19. (Flieger et al., 2021)

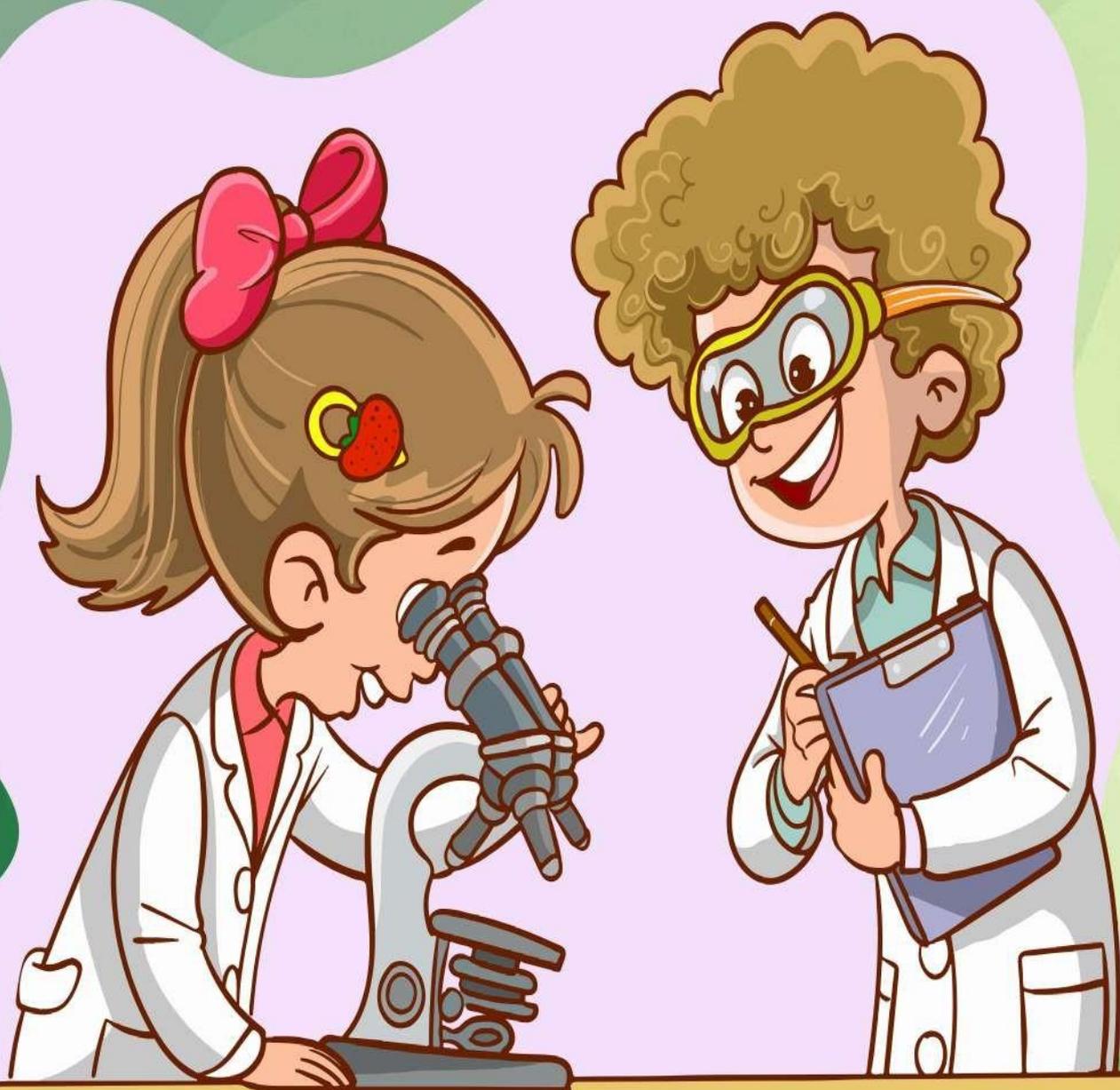
En varios países especialmente en la india y china, las especies vegetales son

muy utilizadas en el tratamiento de diversas dolencias, la especie *Ricinus communis* ha sido muy utilizada por poseer una gran actividad biológica para tratar diversas dolencias que van desde cólicos, tratamientos contra el estreñimiento, forúnculos, llagas, dolores de cabeza, fiebre, hinchazones y la gota para lo cual se calentaban sus hojas y se aplicaban de forma externa (Iqbal et al., 2012).

La especie *Ricinus communis* pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, es arbustiva, comúnmente conocida como ricino, de origen tropical proveniente de África, debido a su rápida adaptabilidad, hoy en día se la puede encontrar en diferentes partes del mundo tanto en áreas tropicales como subtropicales (Orlando et al., 2022).

La medicina busca nuevas alternativas para el desarrollo de fármacos, el presente estudio tiene como propósito encontrar una potencial fuente de compuesto bioactivos con efectos adversos menores a las drogas sintéticas en la especie *Ricinus communis*, debido a que a lo largo de los años los científicos han mostrado un mayor interés en los fitoquímicos ya que poseen diverso potencial biológico (Nemudzivhadi & Masoko, 2014).

CAPITULO I: PROBLEMA



CAPÍTULO I: PROBLEMA

I.1. Planteamiento del problema

En la actualidad las plantas medicinales proporcionan un papel muy importante en la medicina tradicional para uso en diversas dolencias y enfermedades. Sin embargo, se presenta un obstáculo clave que ha provocado que muchas de ellas no sean de utilidad como medicina alternativa en muchos países, principalmente en Ecuador, debido a la falta de estudios científicos. (Akbar et al., 2014).

Ante este inconveniente, se hace sumamente importante realizar estudios farmacognósticos y actividad antioxidante que permitan asegurar la estandarización de la planta higuerrilla (*Ricinus communis*) y de sus partes para ser utilizadas como medicamento (Akbar et al., 2014).

Según (Elkousy et al., 2021) *Ricinus communis* crece en estado silvestre, pertenece a la familia *Euphorbiaceace*, sus principales componentes fitoquímicos que le permiten aportar beneficios medicinales para diversos problemas de salud entre ellos se destacan los flavonoides, alcaloides, taninos, esteroides y terpenos, los cuales les confieren propiedades farmacológicas tales como; analgésica, antioxidante, antibacteriana, antiinflamatoria, anticonceptiva y antimicrobiana (Eldridge, 2022).

Ante los problemas de salud que surgen debido a la acción de los radicales libres en nuestro organismo, en la actualidad se busca en fuentes naturales como alternativa que permita contrarrestar el daño que causan, ya que este tipo de moléculas inestables pueden dañar el ADN y por consiguiente causar mutaciones que pueden derivar a contraer enfermedades cardiacas, cáncer, envejecimiento acelerado y alteraciones homeostáticas es por ello que el presente estudio se centra en la planta *Ricinus communis* debido a sus múltiples propiedades en la que se destaca su acción antioxidante (Eldridge, 2022).

I.1.1 Formulación del problema:

¿Cuáles serán los metabolitos de las hojas de higuera (*Ricinus communis*) encontrados en el estudio farmacognóstico que le confieren beneficios farmacológicos antioxidantes a la especie vegetal?

I.2. Justificación e Importancia

Se han realizado estudios de ciertas enfermedades en la que influye mucho los radicales libres ya que cuando existe un desequilibrio el ser humano va a estar expuesto a ciertas enfermedades como es el cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares, entre otros, por esto surge la propuesta de estudio farmacognóstico y capacidad antioxidante en esta planta, higuera (*Ricinus communis*), ya que en las últimas décadas se han incrementado estudios en muchas plantas medicinales (Subramaniyan, 2020).

En Ecuador esta planta llamada higuera (*Ricinus communis*) es un cultivo tradicional y se encuentra en mayor porcentaje en la costa, sus hojas son de color verde partidas de 5 a 8 segmentos en forma de estrella (Barriga, 2020).

Las Plantas de higuera (*Ricinus communis*) son de gran interés en los procesos industriales y se utiliza en forma de aceite de ricino, ya que dan beneficios para la salud como aumentar la inmunidad, el cuidado de la piel, en el crecimiento del cabello, aliviar el reumatismo, trastornos menstruales y el estreñimiento (Subramaniyan, 2020).

Las hojas de la higuera (*Ricinus communis*) contienen metabolitos secundarios por eso desde la antigüedad hasta la actualidad se realizan diversos estudios que se llevan a cabo con fines medicinales por su efecto antioxidante. La materia prima, es rica en diversos compuestos bioactivos de interés nutricional y comercial como son los flavonoides, taninos, esteroides, aminoácidos, saponinas, terpenoides, los cuales presentan un alto contenido proteico y macrominerales como es el magnesio, calcio, potasio fósforo, y ricas en carbono y nitrógeno ya que todos estos compuestos le confieren diversas propiedades benéficas para la salud (Maldonado & Morales, 2022).

I.3. Hipótesis

Las hojas de higuera (*Ricinus communis*) presentan metabolitos secundarios que tienen capacidad antioxidante.

I.4. Objetivos

I.4.1. Objetivo General

Estudiar las características farmacognósticas y la capacidad antioxidante de la hoja de higuera (*Ricinus communis*).

I.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros farmacognósticos de la hoja *Ricinus communis* en la zona de florida norte Ciudad de Guayaquil
 - Determinar el contenido de compuestos fenólicos por el método de Folium Ciocolteu. y flavonoides totales por el método del tricloruro de aluminio.
 - Evaluar la capacidad antioxidante por 3 método in vitro DPPH, FRAP, ABTS de la hoja de higuera (*Ricinus communis*).
-

I.5. Operacionalización De Variables:

Tabla I Operacionalización de las variables

Tipos	Variables	Conceptualización	Indicador
Independiente	Características Farmacognósticas	-Humedad -Cenizas totales -Cenizas insolubles en agua -Cenizas insolubles en acido	Porcentaje%
	Metabolitos secundarios	Tamizaje fitoquímico	Pruebas positivas
	Capacidad antioxidante	-DPPH -FRAP -ABTS	Porcentaje %
Dependiente	Tipo de muestra	Nombre de la especie y lugar de cultivo.	Hojas de higuera

Fuente: Carmen Suplewiche, Gema Almeida

CAPITULO II : MARCO TEORICO



CAPITULO II: MARCO TEORICO

II.1. Antecedentes:

Las investigaciones realizadas sobre las características y usos de compuestos antioxidantes, como flavonoides, vitaminas, entre otros. Han abierto camino al uso masivo de estos tipos de componentes con el fin de obtener y preservar la salud humana, debido a los antecedentes usados contra muchas enfermedades la planta *Ricinus communis* en la actualidad ha sido objeto de diversos estudios (Ahmed & Iqbal, 2018).

La búsqueda de nuevos fitoconstituyentes en la planta *Ricinus communis*, surgen por sus diversos usos en la medicina tradicional. Estudio realizado por (Khalid et al., 2022) evaluaron la composición fitoquímica en el extracto de semilla, utilizando Cromatografía de gases acoplada a Espectrometría de masas (GC-MS) demostrando componentes bioactivos como flavonoides, alcaloides, terpenos, taninos, antraquinona, saponina, esteroides y azúcares reductores. dando como resultados propiedades, antibacterianas, antifúngica, anticancerígena, antiinflamatoria, inhibidora de las tiroides y antioxidante.

Estudio realizado en Sudáfrica por (Nemudzivhad & Masoko, 2014), se evaluó la actividad antioxidante en extractos de hojas de *Ricinus communis*, por dos métodos DPPH y ABTS, en el ensayo con DPPH al 0,2%, mostro una coloración amarilla en los extractos cetona y metanol, demostrando la presencia de compuestos antirradicales libres. En el ensayo ABTS utilizando extractos de metanol, acetona, diclorometano y hexano, los diferentes porcentajes obtenidos 95% (metanol), 91% (acetona), 62% (diclorometano) y 50 % (hexano) siendo este la menor concentración, demuestran que la planta *Ricinus communis* es un potente agente antioxidante.

En otro estudio efectuado por (Abbas et al., 2018) en la planta *Ricinus communis* mediante extracciones metanolicas por Sonicación, Soxhlet y Agitación de diferentes partes secas de la planta (hojas, tallo, frutos, semillas y raíces), se evaluaron la actividad antioxidante por los métodos TPC (contenido fenólico total), TFC (contenido total de flavonoides), DPPH, sistema del ácido linoleico y determinación del poder reductor. Se obtuvieron resultados variados y favorables en los diferentes extractos, siendo TPC y TFC las concentraciones

más representativas de la actividad antioxidante en las semillas tratadas por Sonicación (361 ± 2 y 171 ± 2.8) y Soxhlet (149 ± 1.5 y $94 \pm 0,4$). Sin embargo, las hojas predominaron en las extracciones por Agitación con valores de ($165 \pm 1,5$ y 71 ± 1) respectivamente. Mientras que en el porcentaje de inhibición por DPPH la tendencia varia siendo el tallo y la raíz los de mayores inhibiciones. En la inhibición del ácido linoleico y el poder reductor (OD) en la semilla exhibió mayores porcentajes en los extractos por sonicación y soxhlet, en comparación con los extractos por agitación en donde las hojas poseen mayor concentración.

(Vermeer et al., 2003) y (Singh & Geetanjali, 2015) realizaron estudio fitoquímico y farmacológico donde comprobaron la presencia de compuestos bioactivos como; alcaloides, hidroxialdehidos y flavonoides, en ceras cuticulares de las hojas que fueron analizadas por ensayos espectroscópico.

(Bulnes, 2019) Realizó un trabajo de investigación en Perú sobre las hojas de *Ricinus communis* evaluando la capacidad antioxidante por DPPH y la cuantificación de polifenoles por el método de Folin Ciocalteu, obteniendo 419.76 ± 6.69 eq/g y 46.98 ± 2.40 mg/g.

II.2 Capacidad Antioxidante

Los antioxidantes son moléculas provenientes de fuentes naturales o artificiales, desempeñan un papel de prevención y retraso del daño celular causado por los radicales libres que se forman en el organismo por forma natural o debido a fuentes ambientales como humo del cigarrillo, luz solar y contaminación (Zehiroglu & Sarikaya, 2019).

Los antioxidantes se comportan en las células como dos sistemas de defensa las cuales incluyen, enzimas antioxidantes y antioxidantes no enzimático, en los cuales se encuentran los flavonoides, carotenoides y los fenoles (Singh et al., 2017).

En el organismo el sistema antioxidante puede mantener un estado de equilibrio entre el proceso de oxidación y antioxidación, la eliminación de radicales evita enfermedades degenerativas y crónicas como resultados de un desequilibrio entre estos procesos (Xu et al., 2017).

Mediante la inhibición que provocan los antioxidantes en las moléculas reactivas del oxígeno, estas pueden donar hidrogeno o aceptar radicales libres con el fin de lograr que sean radicales más estables. La acción eficaz de compuestos antioxidantes puede deberse a varios factores importantes como su propiedad estructural, temperatura y características del sustrato (Munteanu & Apetrei, 2021).

La eficacia de un compuesto antioxidante también se debe a su concentración, localización y distribución en el organismo. La acción de protección a corto o largo plazo se debe a la cinética de reacción, donde interviene la velocidad de reacción, la termodinámica y la capacidad del antioxidante para reaccionar. Estos parámetros son de suma importancia al momento de seleccionar y verificar la eficiencia en una sustancia con carácter antioxidante para un uso específico (Munteanu & Apetrei, 2021).

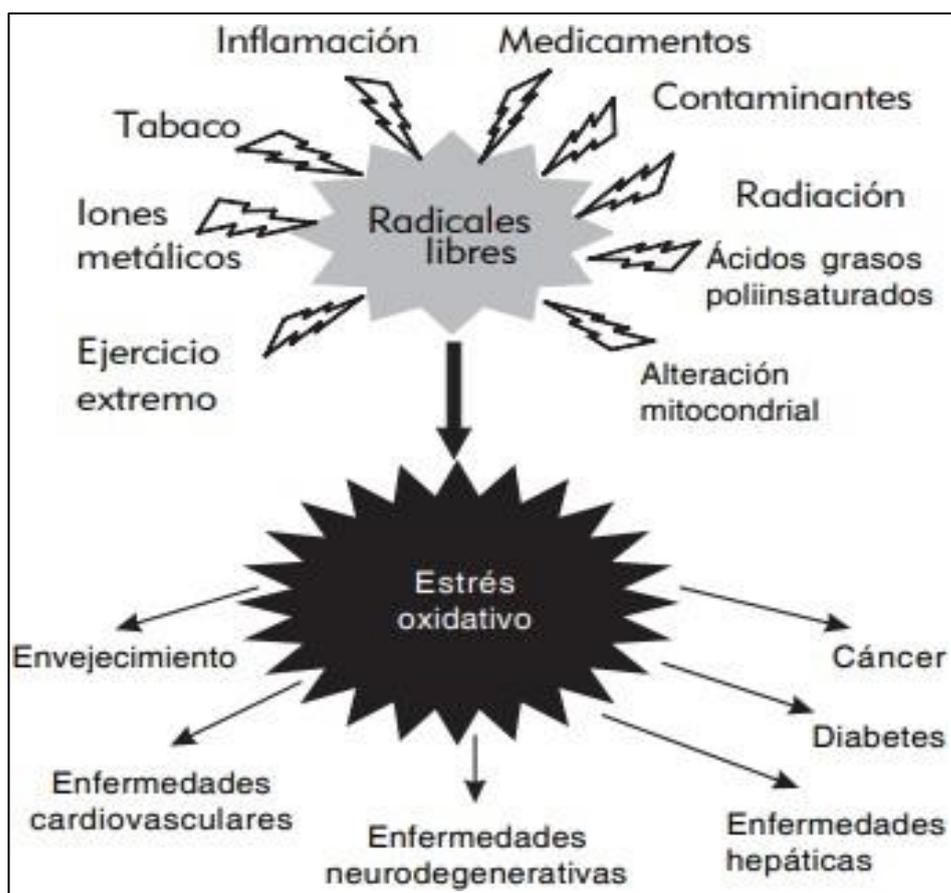


Figura 1 Efectos adversos por presencia de fuentes exógenas.

Fuente: (Sánchez & Méndez, 2013)

II. 2.1. Antioxidantes en la salud.

La salud humana se ha visto en declive por diversas enfermedades asociadas a una alta concentración de radicales libres, como diversos estudios lo demuestran, la deficiencia de consumo de antioxidantes en nuestra dieta conlleva a la generación de enfermedades crónicas degenerativas tales como; lesión cerebral, distrofia muscular, envejecimiento, cáncer, Alzheimer, etc., (Colina, 2016).

Las propiedades antioxidativas obtenidas de frutas y verduras, en el organismo producen una eliminación de los radicales que provocan daño celular, por lo tanto, evitan la generación de la mayoría de enfermedades de carácter crónico degenerativa. Las especies vegetales contienen un alto contenido de poder antioxidante por esta razón son de mucha utilidad, ayudan a mejorar la salud mediante el proceso de inhibición de moléculas reactivas del oxígeno o los llamados radicales libres. Como indica la organización mundial de la salud la ingesta de antioxidantes naturales equivale a 400g como una alternativa de protección ante las enfermedades crónicas (Poljsak, 2021).

II.2.2. Clasificación según su actividad

Se encuentran los antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos.

II.2.2.1. Antioxidantes Enzimáticos (endógenos).

Al ser antioxidantes que fabrican las propias células actúan en las reacciones metabólicas enzimáticas, convierten estos productos de la oxidación metabólica en peróxido de hidrogeno, para que los antioxidantes de carácter no enzimáticos finalicen con las reacciones producidas por los radicales libres.

En este grupo se encuentran las siguientes enzimas (Aguilar et al., 2018).

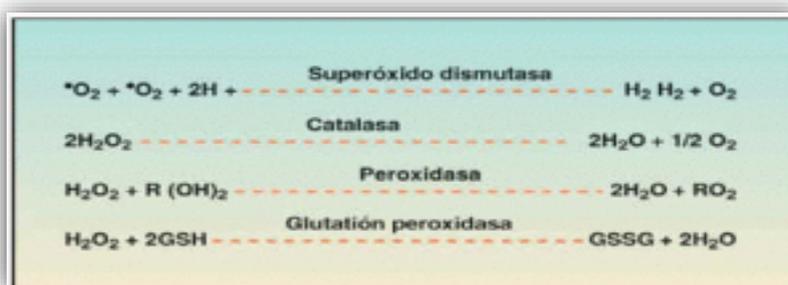


Figura 2 Antioxidantes Enzimáticos (endógenos).

Fuente: (Paredes & Roca, 2002).

II.2.2.1.1. Catalasa.

Como toda enzima ayuda a catalizar reacciones esta enzima cataliza la conversión de peróxido de hidrogeno en oxígeno y agua. Mayoritariamente se encuentra en los tejidos específicamente en los peroxisomas y la mitocondria celular (Aguilar et al., 2018).

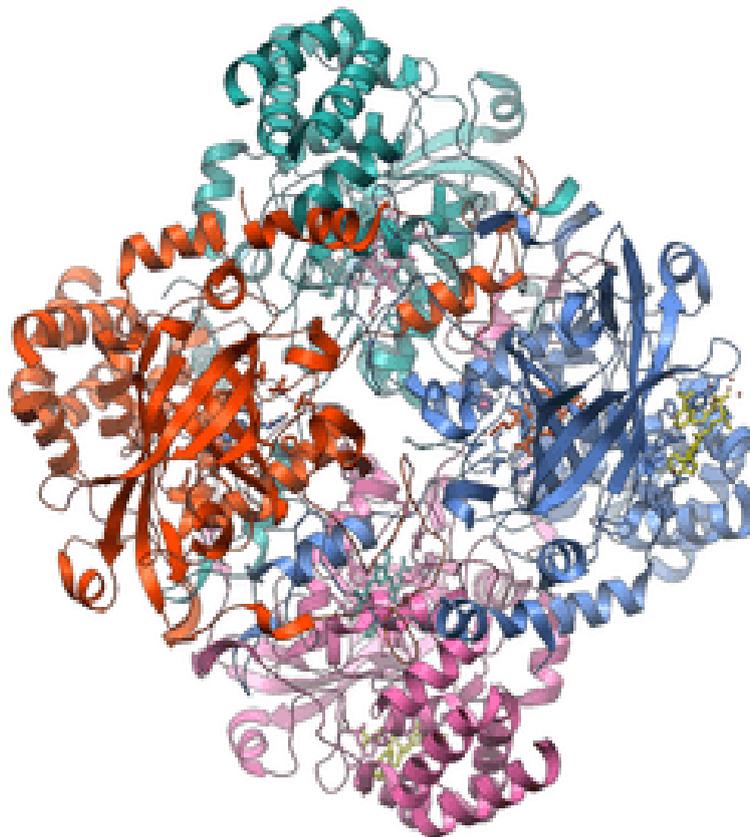


Figura 3 Estructura de Catalasa

Fuente: (Parada, 2019).

II.2.2.1.2. Superóxido dismutasa (SOD).

Actúa como agente de defensa al localizarse intercelular como extracelular para ayudar en la catalización de los radicales superóxidos en la conversión a peróxido de hidrogeno (Aguilar et al., 2018).

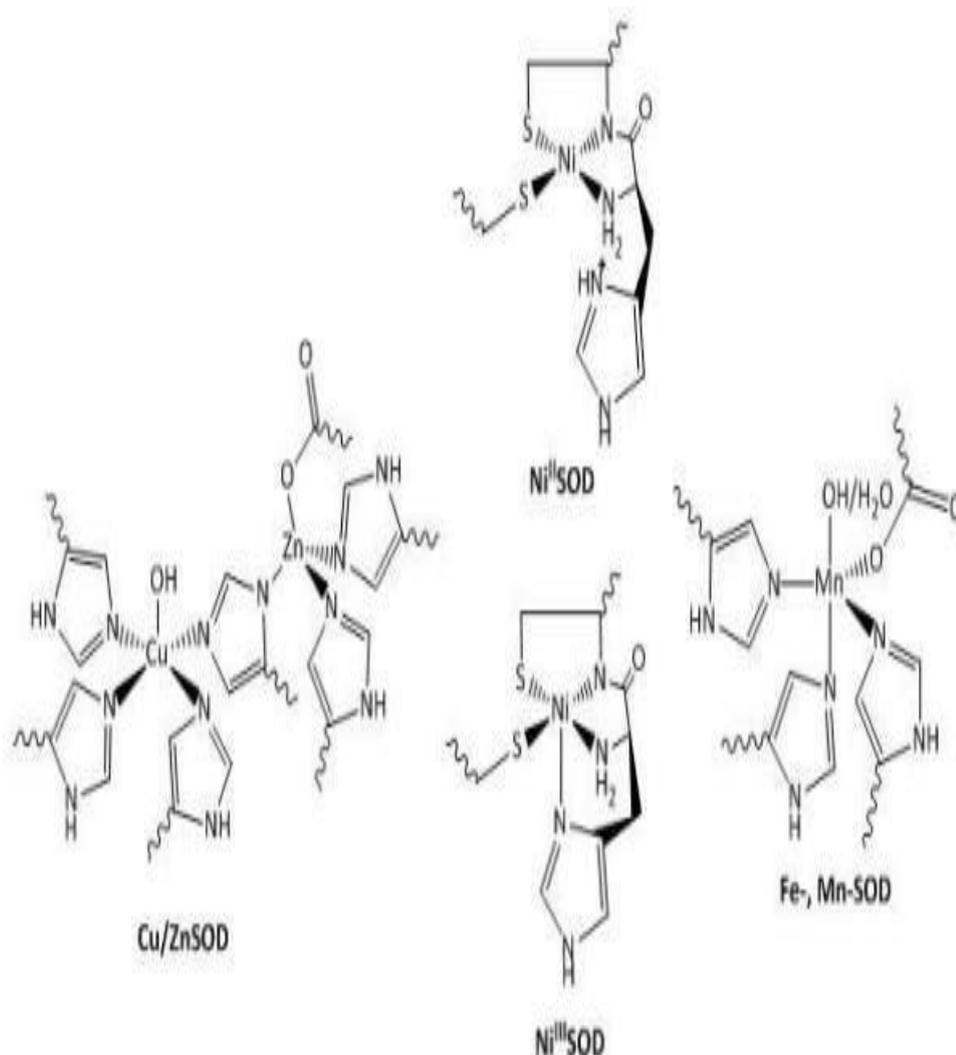


Figura 4 Superóxido dismutasa (SOD)

Fuente: (Garcia, 2012)

II.2.2.1.3. Glutatión Peroxidasa (GPX).

El estrés oxidativo es un proceso que altera el correcto funcionamiento celular, la GPX protege a las células de la epoxidación lipídica al romper los enlaces de peróxido de hidrogeno a agua todo ocurre en la mitocondria y pocas ocasiones en el citosol (Aguilar et al., 2018).

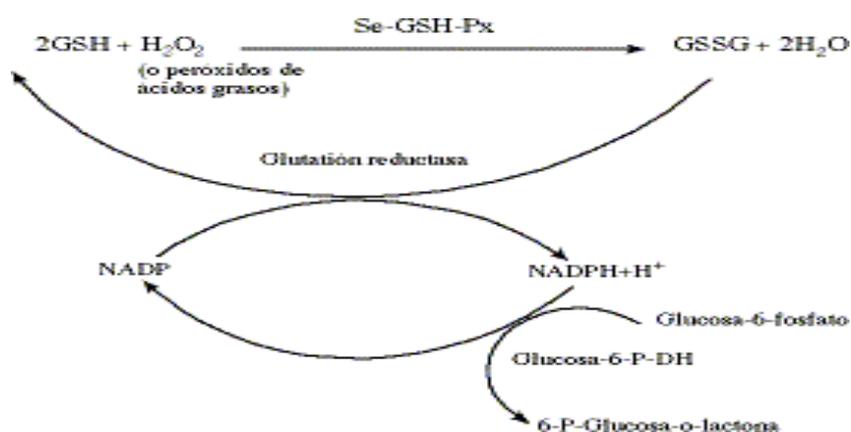


Figura 5 Glutathión Peroxidasa (GPX)

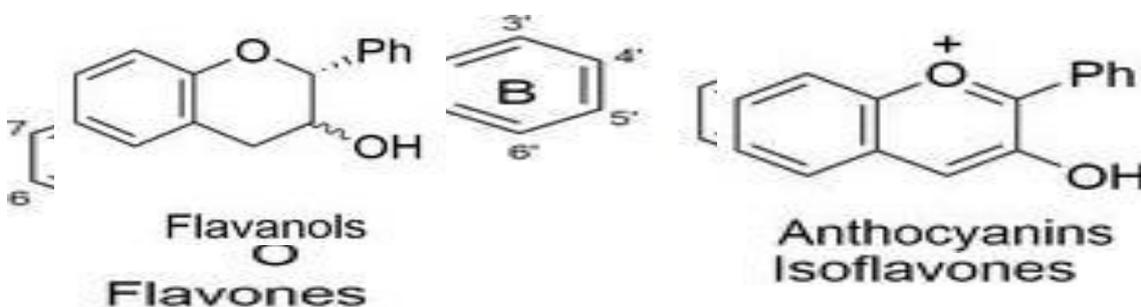
Fuente: (López et al., 1997).

II.2.2.2. Antioxidantes No enzimáticos (exógenos).

Actúan como donadores de electrones ayudan a prevenir el daño que generan los radicales libres, se obtienen a través de la dieta (Dabrowska & Moya, 2009).

II.2.2.2.1. Flavonoides.

Se encuentran en la mayoría de las especies vegetales, existen alrededor de 8000 derivados poseen una diversidad estructural que comprenden un esqueleto de flavona de 15 carbonos y dos anillos fenólicos atados por un anillo heterocíclico. Su clasificación nos permite mencionar a las flavonas, flavanonas, flavanolas, flavonoles y las antocianinas (Moussa et al., 2019).



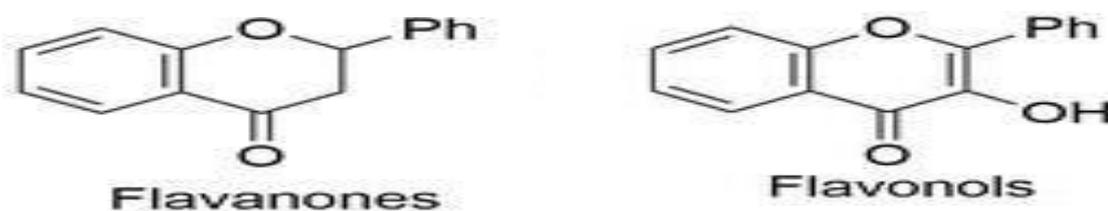


Figura 6. Estructura general de las clases de flavonoides.

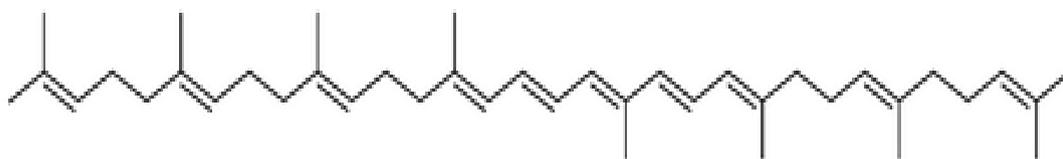
Fuente: (Moussa, Judeh, & Ahmed, 2019)

II.2.2.2.2. Carotenoides.

Poseen una cadena larga insaturada de grupos alquilo hidrocarbonados, son conocidos como tetraterpenos su cadena hace que sean liposolubles. Son muy importantes ya que cumplen la función de protección de la membrana celular y las lipoproteínas. Se han encontrado alrededor de 1100 carotenoides con una alta capacidad de eliminación de radicales peroxidos (Moussa, Judeh, & Ahmed, 2019)



Phytoene (3 c.d.b.)



Phytofluene (5 c.d.b.)

Figura 7. Estructura química de carotenoides

Fuente: (Meléndez et al., 2019)

II.2.2.2.3. Ácidos hidroxicinámicos.

Son derivados del ácido cinámico en su estructura posee un C6-C3, ayuda en la prevención de oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL), su actividad antioxidante se debe a la correlación que existe con el patrón de sustitución en el proceso de metilación e hidroxilación en el anillo bencénico de la estructura (Moussa, Judeh, & Ahmed, 2019).

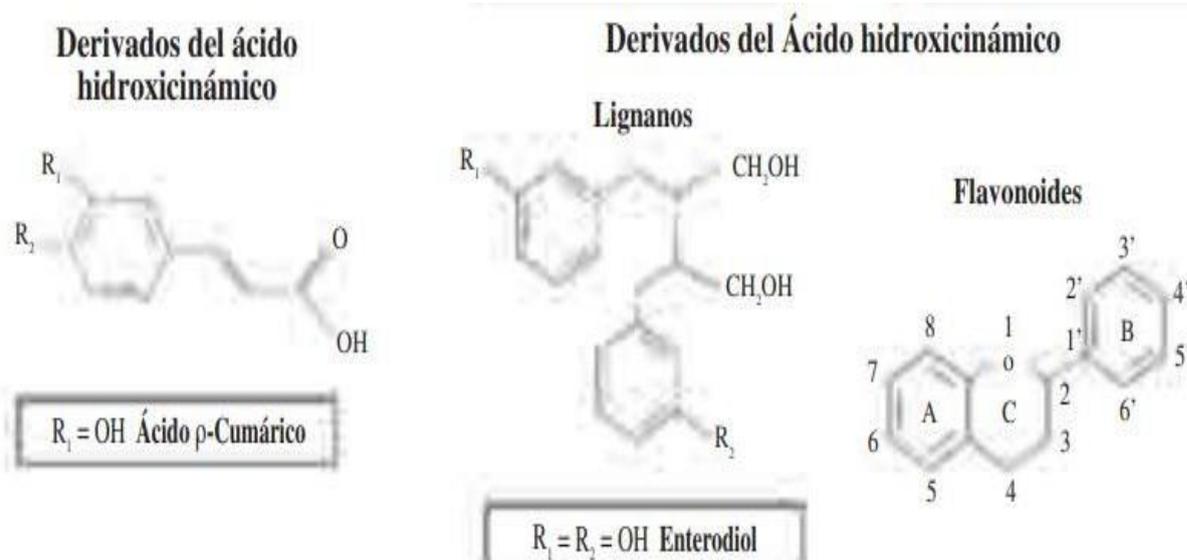


Figura 8 Ácidos hidroxicinámicos.

Fuente: (Quiñones et al., 2012)

II.2.2.2.4. Vitamina C.

Actúa como un antioxidante al eliminar los radicales libres de carácter hidrosoluble, posee un potencial reductor bajo lo que hace que sea un donador de electrones por excelencia. Su estructura se encuentra formada por un 3,4 dihidrofurano-2 un anillo y por el 1,2-dihidroxiétilico. Todas estas propiedades le confieren ser muy esencial en los procesos biológicos de los animales y especies vegetales (Moussa, Judeh, & Ahmed, 2019).

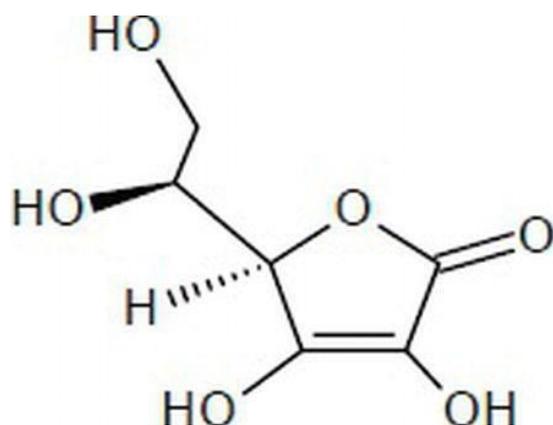


Figura 9 Estructura del ácido ascórbico o vitamina C.

Fuente: (Yussif, 2018)

II.2.2.2.5. Vitamina A.

Posee la función de antioxidante al ayudar a eliminar radicales libres de tipo lipofílicos, su estructura está formada por un diterpeno ($C_{20}H_{32}$), el mecanismo de acción radica en atrapar el radical peroxilo mediante la reacción de adición que se da en el anillo beta del retinol, este tipo de compuestos posee una extensa familia de carácter lipofílicos como son el ácido retinoico, el retinal, el retinol y el ácido palmítico (Moussa, Judeh, & Ahmed, 2019).

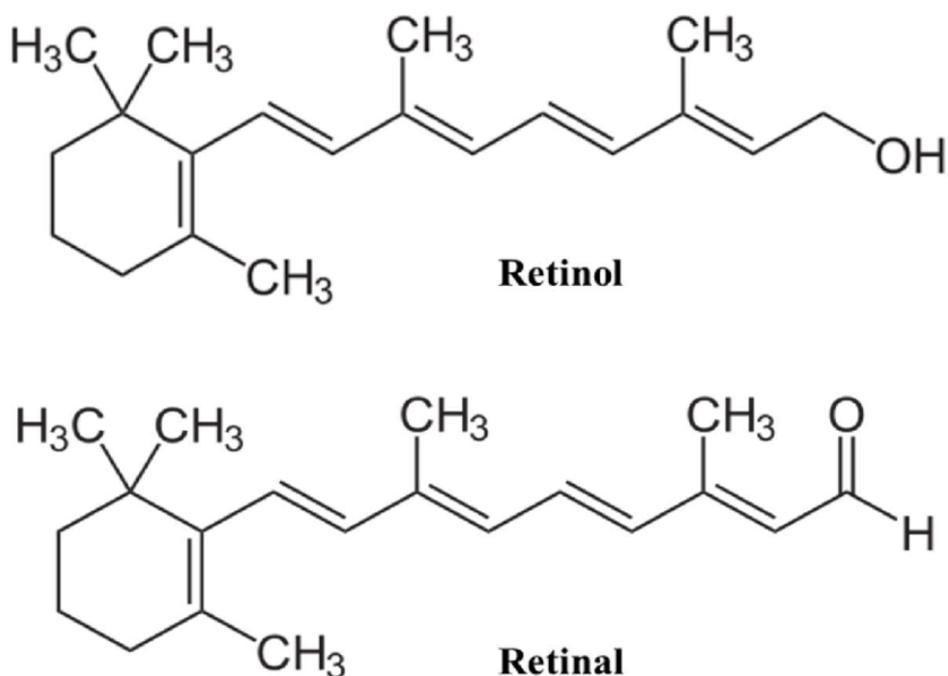


Figura 10 . Estructura de la Vitamina A.

Fuente: (Rufino, 2019).

II.2.3. Antioxidantes fitoquímicos

Las plantas son una gran fuente de compuestos fitoquímicos con propiedades antioxidantes, estas al producirlos les proporciona una barrera de protección contra diferentes microorganismos, en el ser humano se evidencian que estos químicos ayudan a proteger las células evitando diferentes enfermedades a consecuencia de los radicales libres que se generan en el organismo por diversos factores (Singh et al., 2017).

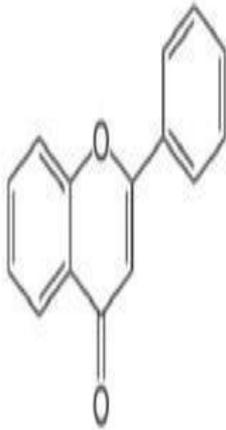
II.2.4. Metabolitos secundarios de carácter fenólico.

En la química se encuentran muchos compuestos considerados de gran interés, los metabolitos secundarios encontrados en las plantas forman parte de ese gran campo (Valverde et al., 2000). Desempeñan un papel importante ya que son responsables de las actividades biológicas de las plantas. En su clasificación general se destacan varias familias como: fenoles, esteroides, flavonoides, compuestos nitrogenados y terpenos. (Zuñiga, 2019).

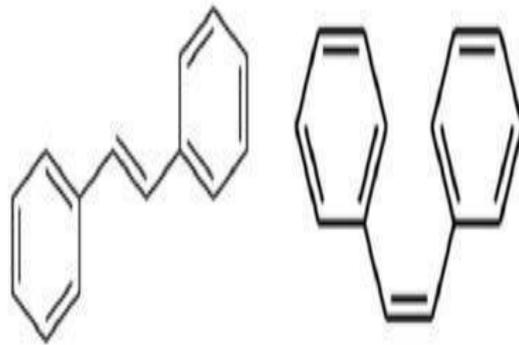
La clase fenólica forma un diverso grupo con interés tecnológico, medicinal y nutricional. Estos tipos de compuestos tienen la función principal de actuar como defensores de las células por sus diversas propiedades. Su actividad antioxidante tiende a obedecer a sus estructuras químicas, que le atribuyen la responsabilidad de actuar como un inhibidor de moléculas reactivas del oxígeno y retrasar la expansión de reacciones de oxidación en el organismo (Valverde et al., 2000).

II. 2.4.2. Estructura química

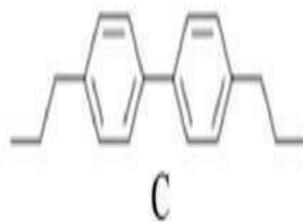
Las plantas poseen metabolitos de carácter fenólicos, que le confieren protección ante agentes agresores exógenos, la conformación de su estructura está compuesta por un anillo aromático ligado a uno o varios grupos hidroxilos. Se presentan cuatro tipos de compuestos donde se destacan los flavonoides, estíbenos, lignanos y ácidos fenólicos (Lee et al., 2017).



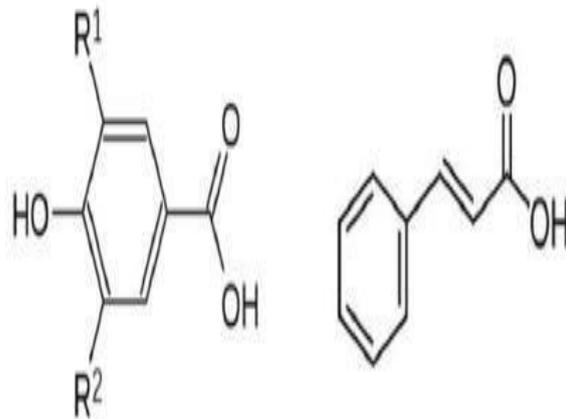
Flavonoid



(E)- and (Z)-Stilbene



Lignan



Phenolic acids

(hydroxyl-benzoic and cinnamic acids)

Figura 11 Estructura química de las diferentes clases de polifenoles

Fuente: (Lee et al., 2017)

II. 2.5. Radicales libres.

La presencia o formación de radicales libres en el organismo se debe tanto a fuentes endógenas y exógenas, en el proceso endógeno se ven producidos por varios factores como la activación de las células inmunitarias, cáncer, estrés mental, la infección, el ejercicio excesivo e intenso, y el proceso de envejecimiento. La penetración a nuestro organismo de sustancias exógenas, provienen de la contaminación ambiental el humo de cigarrillo, etc. En el interior de las células se genera su metabolización y como consecuencia provoca la producción de subproductos denominados radicales libres (Pizzino et al., 2017).

Las moléculas reactivas captadoras de electrones biológicos, son denominados radicales libres, cuando existe alguna afectación patológica, estas moléculas se encuentran sobre producidas (Carocho et al., 2018).

Al contener un electrón desapareado en su último orbital y al encontrarse inestables puede ser un potente agresor celular provocando su oxidación. Los antioxidantes deben encontrarse en perfecto balance con la presencia de radicales libres para que no exista daño celular causado por un desbalance interno (Neyra, 1998).

Las denominadas especies reactivas del oxígeno (ROS) y nitrógeno (RON, en el interior del organismo tienden a reaccionar con las proteínas, lípidos y el ADN, a pesar de tener vida media corta generan daños que contribuyen a afecciones patológicas (Sánchez-Valle & Méndez-Sánchez, 2013).

Tabla II Operacionalización de las variables

RADICALES LIBRES	
ESPECIES REACTIVAS DEL OXIGENO	ESPECIES REACTIVAS DEL NITROGENO
Superóxidos O^{2-}	Óxido nítrico NO
Hidroxilo OH^{\cdot}	Radical nitrato NO_3
Peróxido de hidrogeno H_2O_2	Dióxido de nitrógeno NO_2
Alcoxi RO^{\cdot}	
Oxígeno singlete 1O_2	
Hidroperóxido HO_2	

Elaborada por autoras

II.2.6. Especies reactivas del oxígeno

Se generan por acción metabólica de carácter oxidativo en la mitocondria, inducen daños al ser muy reactivos a moléculas como el ADN, lípidos y proteínas, provocando enfermedades como el Parkinson, Alzheimer, artritis, enfermedades cardiovasculares envejecimiento y cataratas (Mariaca et al., 2016).

II.2.7.1. Superóxido (O₂⁻)

En el sistema celular se encuentra en mayor abundancia al ser muy reactivo tiende a oxidar las macromoléculas, se produce por fuga de oxígeno en la cadena transportadora de electrones mitocondrial (Mariaca et al., 2016).

II.2.7.2. Peróxido de hidrogeno (H₂O₂)

Puede oxidar y generar aniones como el Fe⁺² y el Cu⁺² a pesar de no ser muy potente puede actuar como un mensajero y generar estrés oxidativo producto de fallas en la señalización redox (Mariaca et al., 2016).

II.2.7.3. Hidroxilo (OH⁻)

La inestabilidad que presenta este radical hace que sea difícil de eliminar por los compuestos antioxidantes, genera daños a moléculas como el ADN causando mutaciones al alterar el proceso de división celular. También crea radicales lipídicos causados por la ruptura de átomos de hidrogeno de las cadenas de ácidos grasos, afectando la barrera cutánea y acelerar procesos inflamatorios (Mariaca et al., 2016).

II.2.7.4. Oxígeno singlete ¹O₂

Al igual que el radical hidroxilo posee vida media corta lo cual hace que sea muy reactivo, reacciona instantemente generando en primera instancia O²⁻ y O⁺² cuando da un electrón al oxígeno molecular. También otra forma de reacción es generar radicales lipídicos al romper los enlaces H⁺ de las cadenas de los ácidos grasos insaturados (Mariaca et al., 2016).

II.2.8. Mecanismo de producción y neutralización

La metabolización celular provoca la oxidación del oxígeno molecular (O_2), debido a la activación de la enzima NADPH oxidasa produciendo el radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$), este por presencia de la enzima superóxido dismutasa (SOD) se degrada y forma el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el cual por acción de las enzimas catalasa y glutatión peroxidasa se disminuye a H_2O (Sánchez-Valle & Méndez-Sánchez, 2013).

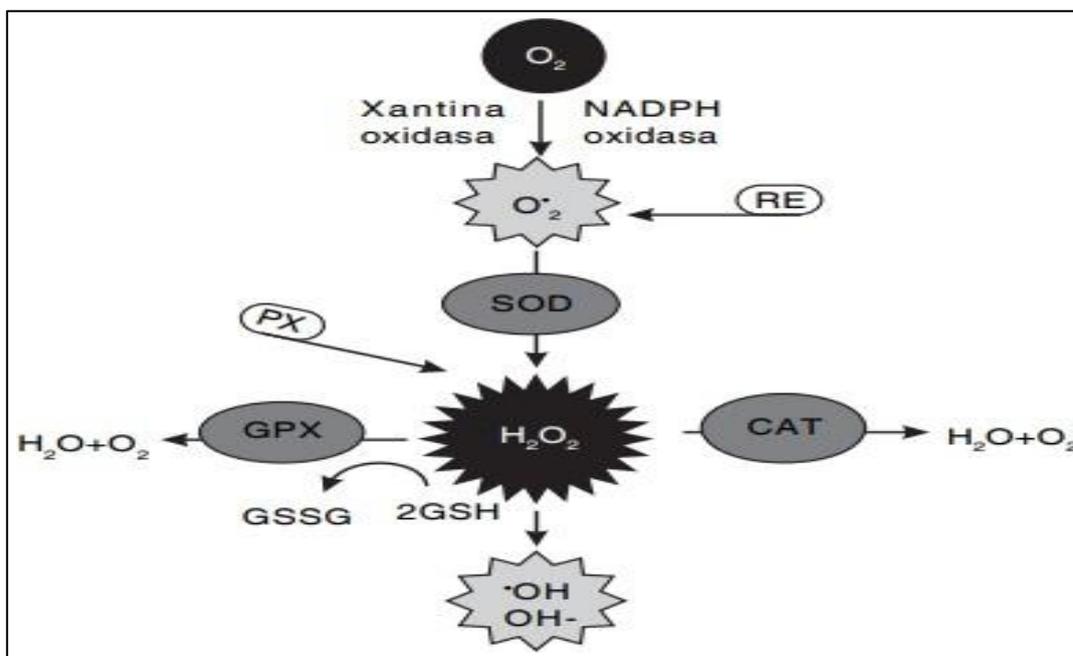


Figura 12 Mecanismo general de producción y neutralización

Fuente: (Sánchez & Méndez, 2013)

II.2.9. Estrés oxidativo

Es un fenómeno que se produce porque existe un descontrol en el proceso redox, por el aumento de moléculas reactivas del oxígeno ROS y la deficiencia del sistema de defensa antioxidante. Si el estado redox se mantiene equilibrado en conjunto con el sistema antioxidante las funciones fisiológicas pueden ser beneficiosas, como consecuencia el sistema humano se ve beneficiado, ya que pueden ayudar a protegerse de infecciones (Wu et al., 2013).

II.2.10. Métodos de determinación de capacidad antioxidante.

Los métodos utilizados para medir la actividad antioxidante se clasifican en métodos *in vitro* la técnica del 2,2-difenil-1-picril hidracilo (DPPH), ensayo del ácido 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolín)-6-sulfónico (ABTS \bullet +; ensayo de

eliminación de peróxido de hidrógeno; de potencia férrica antioxidante reductor (FRAP), entre otros (Shivani & Anjali, 2018) ; (Deepak et al., 2019).

II.2.10.1. Ensayo de potencia férrica antioxidante reductor (FRAP).

El ensayo de FRAP determina la cantidad del catión férrico (Fe^{3+}) que se reduce a ferroso (Fe^{2+}) en presencia de un agente acomplejante, el denominado TPTZ (2,4,6-tri(piridil)-1,3,5-triazina). El complejo de TPTZ y el Fe^{3+} actúan con las sustancias antioxidantes dando como producto un ion complejo de Fe^{2+} , TPTZ y sustancias oxidadas. Este ion complejo $[\text{Fe}(\text{TPTZ})_2]^{2+}$ resultante es de color azul intenso y tiene una absorción máxima a 593 nm. Una absorción alta indica un poder de reducción alto del fitoquímico, es decir, una actividad antioxidante alta (Afsar et al., 2018).

II.2.10.2. Técnica del 2,2-difenil-1-picril hidracilo (DPPH)

La técnica del DPPH ocurre una reducción de dicho radical, que se monitorea por la disminución en la absorbancia a una longitud de onda característica. En su forma de radical libre, el DPPH• absorbe a 517 nm y cuando sufre reducción por un antioxidante esta absorción desaparece. En consecuencia, la desaparición del DPPH• proporciona un índice para estimar la capacidad del compuesto de prueba para atrapar radicales (Afsar et al., 2018).

II.2.10.3. Ensayo del ABTS•+ (ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico).

El ensayo de ABTS consiste en la cuantificación de la actividad antioxidante determinada por el descenso de la absorbancia a 734 nm de una solución de ácido 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico (ABTS•+) en presencia de un antioxidante, usando la solución del radical ABTS como blanco. A mayor capacidad antioxidante de la muestra de ensayo, habrá una mayor pérdida de color, proporcional al grado de captura del radical oxidado (Boligon y col., 2014).

II.3. HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.)

II.3.1. Origen

La higuera (*Ricinus communis*) pertenece a la familia de las *Euphorbiáceas* en cuanto a su origen se estima que proviene de origen africano, se entiende que tiene una alta adaptación y se encuentra desde el nivel del mar hasta más de 2.600m, sus hojas son de color verde, con un tamaño largo con presencia entre 6 a 11 lóbulos, el borde irregularmente glanduloso y con una cantidad de flores femeninas y masculinas apétalas (Orlando et al., 2022).

En el centro de Etiopía, se ha encontrado diferentes clases de higuera (*Ricinus communis*) por eso aseguran que viene de dicho continente, ya que es algo discutible, además es utilizada el aceite muy a menudo en procesos industriales como son los biocombustibles y se desarrolla fácilmente en zonas tropicales y subtropicales (Solera et al., 2015).



Figura 13 Planta de higuera

Fuente. Elaborada por autoras

II.3.2. Descripción Botánica de la Higuerilla

Es una planta herbácea su altura es de acuerdo a las condiciones climáticas, en intertropicales y subtropicales una altura de 8-10m y en climas templados alcanza un mayor tamaño (Leal, 2009).

Comúnmente usadas en procesos industriales o medicinales, una planta que tiene muchas cualidades beneficiosas y se puede adquirir fácilmente, una planta arbusto su mejor cultivación en temporadas de lluvias (Valencia et al., 2019).

Ricinus communis la forma de su tallo es que son erectos, sus hojas son grandes de color verde muy semejante a la higuera con tamaño aproximadamente de 50 cm, las flores son masculinas en su base y femeninas en parte superior de la capsula floral y por último el fruto una capsula dehiscente de tres valvas, con una medición de 1-2 cm, un principal aportador en las industrias ya que se extrae el aceite de ricino (Leal, 2009).

II.3.3. Historia

Se realizó hallazgos arqueológicos en la que detallan que ya existía de hace más de 24.000 años debido a que encontraron un palo de madera que contenía cera de ácidos ricinoleico y ricinelaídico por lo tanto dicha composición indica que naturalmente se encuentra en el aceite de Ricino (Polito et al., 2019).

En Egipto desde la antigüedad en el año 7.000 a.C. ya era utilizada de diversas maneras como sus semillas en tumbas, el aceite en lámparas y en productos medicinales, además esta especie llegó a Europa en el año 1548 desde las Indias Orientales por lo que fue esparcido en diferentes lugares por la colonización europea (Krochmal, 2018).

En el siglo XVIII Durante el periodo Misional Jesuita se menciona sobre la Historia Natural de dos especies invasoras la planta higuerilla *Ricinus Communis* y *Arundo Donax*, debido al comportamiento invasivo, como su rápida adaptabilidad que se logró expandir en diferentes lugares por lo tanto las investigaciones realizadas por los Jesuitas afirmaban que era frecuente en la península además se describe que el nombre de higuerilla habría sido por una comparación a la higuera lo único que le diferenciaba era la forma redonda (Garcillán & Rebman, 2016).

II.3.4. Morfología

La planta higuera (*Ricinus communis*) es una planta arbusto que crece siempre que las condiciones sean las óptimas, con una altura de hasta 7m, un dato muy importante es que la semilla normalmente es usada en la industria debido a su alto contenido de aceite además puede lograr obtener una duración de hasta 10 años (Cabrales et al., 2014).

II.3.4.1. Hoja

Se distribuyen en el tallo a distintos niveles, compuesta por 5 a 11 lóbulos acuminados, forma de estrella, su tamaño es aproximadamente 30 cm de largo con una coloración verde, sus hojas son partidas y con bordes de diente cillo (Cabrales et al., 2014).



Figura 14 Hoja de higuera

Fuente: Elaborada por autoras

II.3.4.2. Semilla

Se obtienen mediante proceso de maduración en la que se distribuye en racimos, de diferentes formas cilíndricas, crónicas y esféricas, un dato muy importante son las condiciones ambientales para el desarrollo de una nueva planta (Cabrales et al., 2014).



Figura 15 Semilla

Fuente: Elaborada por autoras

II.3.4.3. Tallo

El tallo es suculento tiene diferentes formas y colores como verde, rojo cuando surge el proceso de maduración se vuelve leñoso, se puede observar una mayor cantidad de nudos hasta la primera aparición de racimo ya que es muy variable, los entrenudos pueden incrementarse a una mayor altura, este alargamiento se debe cuando la planta llega a su edad adulta y a las condiciones climáticas (Cabrales et al., 2014).



Figura 16 Tallo

Fuente: Elaborada por autoras

II.3.4.4 Raíz

Es importante conocer el sistema radical de la higuera (*Ricinus communis*) ya que es axonomorfa, contiene raíces ramificadas y superficiales en ciclo perenne que puede alcanzar profundidades de 6 metros a diferencia de las plantas que duran una temporada de vida, su crecimiento es prolongado debido al problema que presenta como es el exceso de humedad, mal drenaje o problemas de compactación por maquinaria, animales, etc. (Cabrales et al., 2014).



Figura 17 Raíz

Fuente: Elaborada por autoras

II.3.5. Siembra

Uno de los procesos importantes en el ciclo de las plantas es la germinación se debe por varios factores externos e internos, por lo general las semillas de higuera (*Ricinus communis*) tiene un periodo de tiempo de 6 a 20 días para germinar, cuando esto ocurre se debe por las condiciones óptimas que se encuentre la temperatura del suelo, lo más aconsejable para la siembra es utilizar tratamientos con fungicidas e insecticidas que actuaran de manera protectora y curativa, además una distancia que se debe tener para realizar un cultivo de esta planta es de 1m, para lograr obtener una ramificación normal (Raya et al., 2016).

II.3.5.1. Crecimiento y desarrollo

Para que el crecimiento sea excelente se requiere una temperatura ideal de 15 a 38°C a diferencia de los 40°C ya que no es conveniente, además tiene diferentes variedades como algunas que son enanas 1.6m, medianas que crecen desde 2 a 2.5 m y altas como más de 4m, es indispensable recordar que, en climas calientes y húmedos, tiene un gran desarrollo vegetativo, además cuando carece de humedad tendrá menos contenido de aceite (Raya et al., 2016).



Figura 18 Crecimiento y Desarrollo de la higuera

Fuente: Elaborada por autoras

II.3.6 Clasificación Taxonómica

Tabla III Clasificación taxonómica de la planta de higuera.

Reino:	Plantae
Subreino:	Traqueobinta
Superdivisión:	Spermatophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Subrosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Género:	<i>Ricinus</i>
Especie:	<i>Ricinus communis L.</i>

Fuente: (Correa, 2014)

II.3.7. Variedades

Existen diferentes variedades tanto en color, tamaño, forma además es fácilmente adquirirla ya que se propaga muy rápidamente, debido a que su fruto se abre y cae la semilla, por lo general esta planta higuera (*Ricinus communis*) tiene una gran importancia en la industria, para fines agrícolas o medicinales (Cabrales et al., 2014).

II.3.7.1. Variedad (Pequeña)

Una de las variedades de la higuera (*Ricinus communis*) es que son pequeñas, mide aproximadamente 1,6m la ventaja de esta planta es que no se desgranar, ya que se puede almacenar el racimo seco y con el tamaño que posee Existen diferentes variedades tanto en color, tamaño, forma además es fácilmente adquirirla ya que se propaga muy rápidamente, debido a que su fruto se abre y cae la semilla, por lo general esta planta higuera (*Ricinus communis*) tiene una gran importancia en la industria, para fines agrícolas o medicinales (Cabrales et al., 2014).



Figura 19 Higuerilla de menor tamaño

Fuente: Elaborada por autoras

II.3.7.2. Variedad (Mediana)

Estas variedades que las diferencian de las pequeñas es que su altura es de 2m hasta 2.5m debido a su tamaño las consideran medianas, el tiempo de cosecha es 150 a 240 días, además pueden desgranarse, por eso se recomienda cosecharlas cuando la mitad del racimo este seco (Cabrales et al., 2014).



Figura 20 Planta de mediana altura

Fuente: Elaborada por autoras

II.3.7.3. Variedad (Alta)

Estas variedades son nativas de tamaño alto muy difícil de recolectar los racimos para el respectivo cultivo, contiene ramificaciones abiertas y con una

altura de 2 hasta 10m (Cabrales et al., 2014).



Figura 21 Planta de higuera con mayor Altura

Fuente: Elaborada por autoras

II.3.8 Factores que afectan a la germinación

Se clasifica en factores extrínsecos e intrínsecos

II.3.8.1 Factores extrínsecos

Estos factores se asocian a las condiciones ambientales como es la humedad ya que se requiere un contenido de agua como paso inicial para el progreso de germinación esto favorece a la semilla ya que rehidrata los tejidos obteniendo así una buena producción de semillas y crecimiento de la planta *Ricinus communis*. Una temperatura normal para la producción de semillas es de 25 a 30°C y con una disponibilidad de atmósfera de O₂ y CO₂ para mantener la activación de procesos metabólicos. (Cárdenas, 2020)

II.3.8.2 Factores Intrínsecos

La madurez de la semilla es un factor importante para la germinación de la planta sin embargo se encuentra muchos obstáculos debido a situaciones

fisiológicas, existen semillas que tienen proceso retardado para germinar puede demorar en años, además se requiere una cantidad de humedad moderada ya que puede ser perjudicial. (Cárdenas, 2020)

II.3.9 Composición nutricional de la higuera

La composición nutricional del *Ricinus communis* es muy favorable para el ser humano ya que contiene proteínas, minerales y carbohidratos que ayudan de forma positiva pero también se manifiesta ciertos tipos de compuestos que tienen un alto índice toxicidad y alergénicos, pero eso no ha sido un obstáculo para los análisis de la medicina complementaria ya que son usadas en terapias experimentales y ensayos clínicos (Vasco et al., 2017).

II.3.10. Composición Química de la higuera

La composición química es el 50% de aceite el cual contiene ciertas sustancias como son ricina, Linoleico, Vitamina E, ricina entre otros y se encuentra principalmente en la semilla en mayor concentración además posee beneficios para la salud, se observa muy a menudo en investigaciones concretas, la utilización en las industrias y en procesos medicinales (Ballesteros & Moreno, 2015).

II.3.11. Beneficios

Los beneficios que proporciona esta planta *Ricinus communis* es de gran importancia en la industria para fines cosméticos y medicinales.

- ✓ Uno de los principales beneficios es que contiene propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias ayudando a reducir el Acné, también puede proteger la piel de infecciones bacterianas.
 - ✓ Es rico en ácidos grasos, así evitando la resequeidad del rostro, puntos negros y daños en la piel, además restaura los tonos desiguales de la piel.
 - ✓ Contiene triglicéridos que ayudan a hidratar la piel y eliminar la suciedad de la piel, puede usarse de manera efectiva.
-

- ✓ Para adquirir este producto en cosmético es fácilmente ya que son precios bajos en comparación con otros productos que están el mercado (Kandola, 2018).

II.3.12. Actividades Farmacológicas

En la actualidad se realizan estudios en diferentes clases de plantas una excelente idea para ayudar a contrarrestar enfermedades catastróficas, por ende, se ha analizado la higuera *Ricinus communis* ya que todo lo que contiene es de gran utilidad como actividades farmacológicas destacables tenemos la hemaglutinante, antipsicótico, convulsivo, antiviral, hepaprotector y antioxidante (Iqbal et al., 2012).

II.3.13. Usos y Aplicaciones

II.3.13.1. Usos étnicos

A nivel Nacional el uso etnológico de la planta *Ricinus communis* especialmente las hojas son usadas en baños calientes de infusión que ayuda a reducir dolores de huesos y aliviar el dolor de las articulaciones al igual que el aceite de semilla sirve para contrarrestar los parásitos intestinales aplicando una combinación natural con leche caliente (Uribe, 2021).

En México son utilizadas como antipirético es decir sirve para reducir la fiebre además también alivia el empacho producto de una ingesta excesiva de comida, por medio de infusiones o colocando en las partes donde se presente el problema (Uribe, 2021).

En niños recién nacidos con problemas de deformidades de la cabeza que era adquirido en el útero, durante los primeros meses de vida o causadas por mutaciones genéticas, en esa situación se aplicaba una hoja de higuera en toda la parte afectada y dando ligeros masajes (Uribe, 2021).

II.3.13.2 Usos Industriales

Es utilizada para fines industriales, crece de manera rápida, para algunos es un problema ya que la consideran como maleza, pero su importancia radica en

sus principales beneficios como su alto contenido de aceite que oscila entre el 40 al 60% que sirve para fabricaciones de pinturas, tintas, incluso para muchos productos químicos industriales (Velasco et al., 2015).

El aceite de ricino no es comestible, sino que es ampliamente usado como materia prima para crear diversos productos químicos industriales mayoritariamente se utiliza este aceite vegetal para industrias químicas que actúa como precursor en recubrimientos, lubricantes (Uribe, 2021).

Normalmente son usadas como repelente, insecticidas y fungicidas por lo tanto es una excelente alternativa para una buena producción de cultivos y así evitar que las plagas afecten al crecimiento de la planta (Escoto et al., 2013).

II.3.13.3 Usos Medicinales

Se han realizado estudios científicos sobre esta planta (*Ricinus communis*) no solamente industriales, sino que también para procesos medicinales que ayudan a personas que presentan problemas de dolores de cabeza, también sirve como laxante y para hinchazones (Maldonado & Morales, 2022).

Aporta beneficios para ciertas dolencias una de ellas es la erisipela, una infección bacteriana de la piel que causa dolor, por ello es de gran importancia utilizarla ya que nos brinda beneficios para la salud (Keller et al. 2018).

Se ha realizado investigaciones donde nos indica que el aceite de ricino se usa para problemas digestivos, ya que se descompone en forma de ácido ricinoleico en el intestino delgado acelerando el proceso de digestión y así dando resultados favorables como para personas que padecen de estreñimiento, indigestión, etc. (Kandola, 2018).

Se ha comprobado que existen muy buenos efectos mostrados por los compuestos antioxidantes en el sistema vascular que se analizan por in vitro y en vivo contra la aterosclerosis por cierto periodo de tiempo corto, ya que si se usan más a menudo su efecto será controvertido y puede ser peligroso ocasionando así alteraciones o la muerte (Ahmed & Iqbal, 2018).

Es sometida a un estudio en la que nos indica que puede ser útil contra la ictericia, es de gran ayuda para personas que presentan una coloración

amarillenta tanto en los ojos como en la piel por problemas hepáticos. Las actividades biológicas se deben tanto al extracto crudo como a sus compuestos fitoquímicos que pueden ser de gran interés en el futuro para el desarrollo de la medicina complementaria (Abbul et al., 2018).

CAPITULO III : MATERIALES Y METODOS



CAPITULO III MATERIALES Y METODOS

III.1. Tipo y enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo exploratorio y experimental con enfoque cualitativo y cuantitativo, porque se utilizó ensayos de laboratorio para el estudio farmacognóstico y examinar la capacidad antioxidante presente en las hojas de higuera *Ricinus Communis* debido a que en Ecuador no existe investigaciones relacionadas al tema.

III.2. Estudio Farmacognóstico y Actividad Antioxidante.

III.2.1. Metodología.

- Recolección y selección de la hoja de higuera *Ricinus communis*
- Características Farmacognósticas
- Tamizaje Fitoquímico
- Capacidad antioxidante por el método DPPH, FRAP, ABTS.

III.2.2. Recolección, selección e identificación.

Nuestro objetivo de análisis fueron las hojas del material vegetal *Ricinus communis*, se recolectaron el 06 de enero del 2023 en un terreno vacío ubicado en el sector Florida Norte de la ciudad de Guayaquil, provincias del Guayas.

Se seleccionó 60 hojas de *Ricinus communis*, de las cuales se descartaron 30 deterioradas y se conservaron 30 de aspecto fresco, sano y color verde para el respectivo análisis.

Para la respectiva identificación del material vegetal, se llevó al Herbario GUAY ubicado en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil.

Las hojas recolectadas de diferentes tamaños fueron lavadas con agua potable en el laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias Químicas para su respectiva medición y posterior secado.

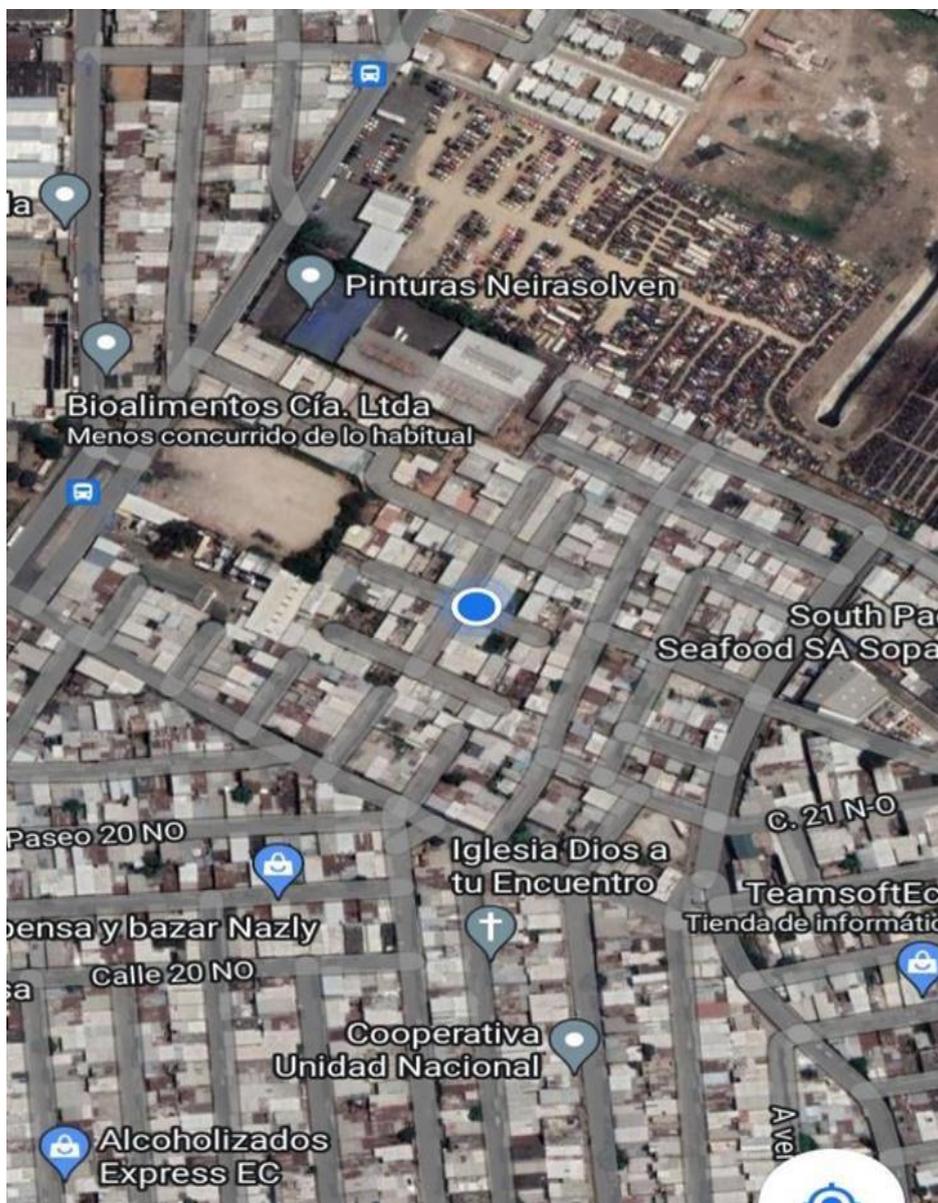


Figura 22. Coordenada satelital donde se recolectó la muestra.

Fuente: (Autoras)

III.2.3. Macromorfología:

Se realizó mediante los órganos sensoriales, evaluando los siguientes aspectos: tamaño, color, olor, forma y condiciones de las hojas de *Ricinus communis*.

III.3. Estudio Taxonómico Hojas Higuierilla.

Tabla IV Clasificación Taxonómica de *Ricinus communis* L.

Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht
Superorden	Rosanae Takht.
Orden	Malpighiales Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia	Euphorbiaceae Juss.
Genero	<i>Ricinus</i> L
Nombre científico	<i>Ricinus communis</i> L
Nombre común	Higuierilla

Fuente: Herbario GUAY (2023)

Características: Es una planta arbusto con una altura de 4 metros, hojas peltadas palmeadamente tiene aproximadamente 9 lóbulos acerrados, lamina de 30 cm, flores es tipo ciato, además son verdes cuando son inmaduras y rojizas cuando son maduras.

III. 4. Secado y triturado.

Se colocó las hojas en una estufa a 50°C dejándolo así durante 48 horas para luego retirarlas. Posteriormente se pulverizo en una licuadora y se almaceno la cantidad de muestra necesaria.

III.5. Parámetros fisicoquímicos.

III.5.1. Parámetros Fisicoquímicos de la droga cruda de las hojas de higuierilla (*Ricinus communis* L).

Se realizaron los procedimientos de acorde a los reportados en la NRSP 309 (1992) y (Miranda & Cuéllar, 2000) donde se determinó la humedad residual por el método azeotrópico, contenido de sustancias solubles o extraíbles en agua y mezclas hidroalcohólicas al 30, 50 y 80 %, cenizas totales, cenizas solubles en agua y cenizas insolubles en ácido clorhídrico al 10 %.

III.5.1.1. Humedad residual:

Procedimiento:

Mediante el método azeotrópico por triplicado se determinó la humedad residual, se tomó 10g de muestra utilizando como disolvente el tolueno.

Los resultados se obtuvieron mediante la siguiente formula.

$$Hr = \frac{V_f - V_i}{M} \times 100$$

Donde:

H_r: humedad residual (%)

V_f: volumen final de agua (mL)

V_i: volumen inicial de agua (mL)

M: masa de la muestra (g)

100: factor matemático para el cálculo.

III.5.1.2. Contenido de sustancias solubles:

Procedimiento:

La determinación se realizó por triplicado tomando 5g de muestra, utilizando agua y mezclas hidroalcohólicas al 30, 50 y 80 %. Durante 6 horas se sometió a agitación por medio de una zaranda y por último procedió a filtrar para obtener los extractos libres de impurezas.

Utilizando la siguiente formula se determinó el contenido de sustancias solubles.

$$Ss = \frac{R \times 500 \times 100}{M (100 - H)}$$

Donde:

Ss: sustancias solubles (%)

R: residuo de la muestra (g)

M: masa de la muestra (g)

H: humedad residual (%)

500 y 100: factores matemáticos para el cálculo.

III.5.1.3. Identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico.

Se utilizó el ensayo descrito por (Miranda & Cuéllar, 2000) utilizando un sistema de extracción con una batería de disolventes sobre la droga cruda, con el fin de extraer todos los metabolitos adecuadamente en referencia a su selectividad por el disolvente empleado. De forma sucesiva utilizando éter de petróleo (30 -30 °C), etanol y agua.

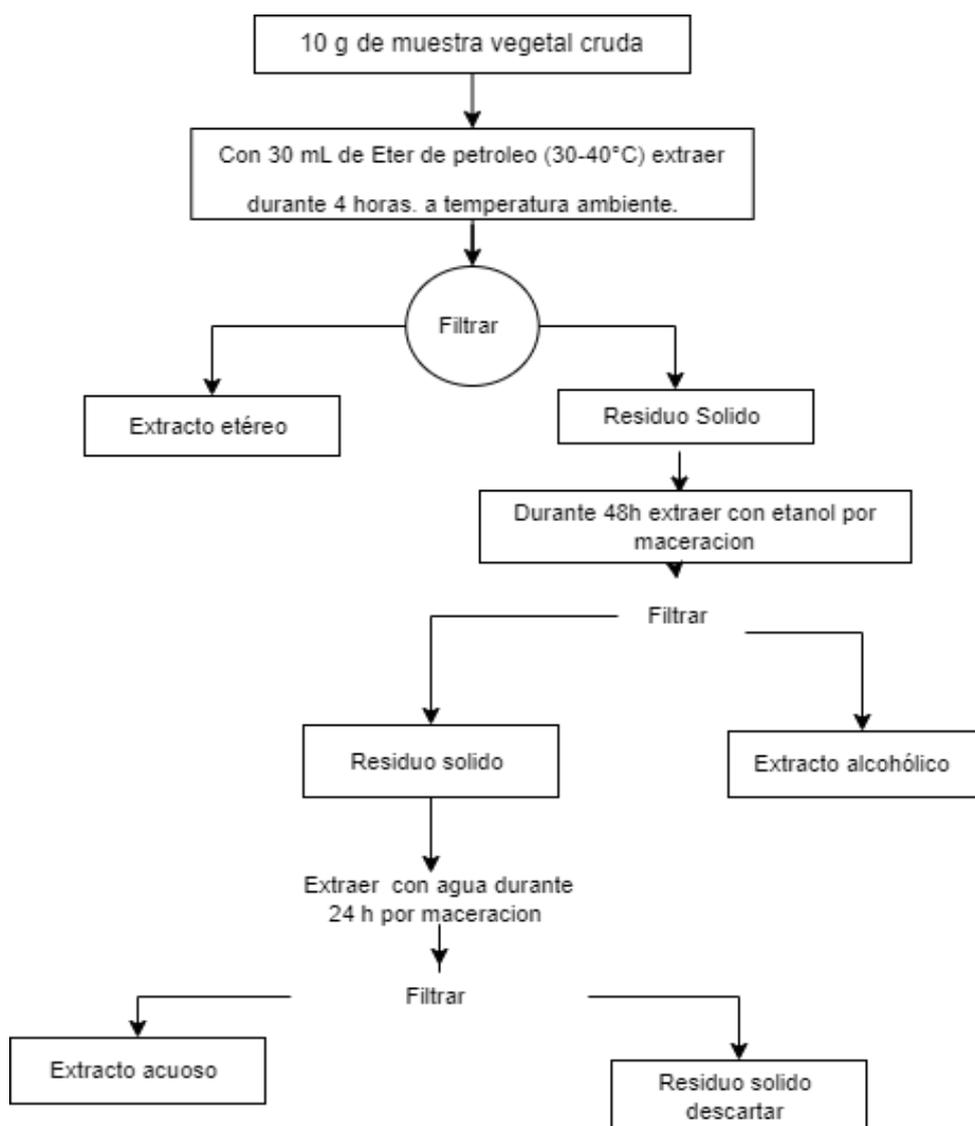


Figura 23 esquema de extracción del material vegetal para la aplicación de técnicas de tamizaje fitoquímico.

Extractos utilizados:

EXTRACTO ETÉREO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sudan (compuestos grasos) ▪ Dragendorff, Mayer, Wagner (alcaloides) ▪ Baljet (lactonas y coumarinas) ▪ Liebermann-Burchard (triterpenos y esteroides)
EXTRACTO ALCOHÓLICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resinas ▪ Fehling (sustancias reductoras) ▪ Cloruro de hierro III (fenoles/taninos) ▪ Baljet (lactonas y coumarinas) ▪ Espuma (saponinas) ▪ Liebermann-Burchard (triterpenos y esteroides) ▪ Dragendorff, Mayer, Wagner (alcaloides) ▪ Ninhidrina (aminoácidos) ▪ Börntrager (quinonas) ▪ Shinoda (flavonoides) ▪ Kedde (cardiotónicos) ▪ Antocianidinas ▪ Catequinas
EXTRACTO ACUOSO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fehling (sustancias reductoras) ▪ Cloruro de hierro III (fenoles/taninos) ▪ Espuma (saponinas) ▪ Dragendorff, Mayer, Wagner (alcaloides) ▪ Shinoda (flavonoides) ▪ Mucílagos

Figura 24 Reacciones de tamizaje fitoquímico a realizar a los extractos.

III.5.2. Obtención del extracto y parámetros fisicoquímicos de calidad

Mediante el método de maceración con agitación esporádica se elaboró un extracto del material vegetal con 20 g de droga en 100 mL de disolvente hidroalcohólico al 50% durante 7 días a $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, el ensayo se realizó por triplicado, siguiendo la norma NRSP 312 (1992) y por (Miranda & Cuéllar, 2000)

Se evaluaron los siguientes parámetros:

- pH
- propiedades organolépticas (olor y color)
- Índice de refracción (refractómetro digital)
- Densidad relativa (por picnometría)
- Sólidos totales
- Análisis capilar: se desarrolló a partir de 20mL de extracto, empleando papel Whatman #1. Tiempo de corrida fue de 2 horas a temperatura de

25°C (± 1). Se tomo en cuenta para el color, altura, descripción de las franjas (límite superior de Ascensión del líquido), sub-franja (región poco coloreada de la banda superior), banda (zona generalmente pigmentada debido a la presencia de sustancias coloreadas) y sub-banda (situada debajo de la banda hasta el límite de inmersión], y cambios de coloración con vapores de amoníaco.

III.6. Identificación de metabolitos secundarios al extracto hidroalcohólico por tamizaje fitoquímico.

Procedimiento:

Se efectuaron los ensayos a los extractos alcohólicos, de acorde a la metodología de (Miranda & Cuéllar, 2000)

III.7. Determinación de Fenoles totales.

Se evaluó mediante el método de Folin-Ciocalteu (Sengul et al., 2009); (Chlopicka et al., 2012).

Muestras:

- Extractos hidroalcohólicos de *R. communis*.
- Sustancias de referencia: Acido gálico (Sigma-Aldrich).

Procedimiento:

- Solución diluida de Folin-Ciocalteu: se tomó 10 mL del reactivo Folin-Ciocalteu y se diluyó a 100 mL con agua destilada.
- Solución de carbonato de sodio 7,5 %: se pesó 75 g de Na_2CO_3 anhidro y se disolvió en un litro de agua destilada.

En tubos de ensayos de aproximadamente 50 mL de capacidad se adicionaron:

- 200 μL de la muestra (extractos y solución de referencia de ácido gálico)
 - 10 mL de solución diluida de Folin-Ciocalteu
 - 1,8 mL de agua destilada
 - Se agitó y esperó cinco minutos
-

- Se adicionaron 8 mL de solución 7,5 % de Na₂CO₃. Se agitó nuevamente
- Se dejó en reposo durante dos horas
- Se leyó la absorbancia a 765 nm (espectrofotómetro Rayleigh UV-1601, China)
- El blanco estuvo constituido por las soluciones señaladas anteriormente sin las muestras de ensayos.

(Sengul et al., 2009); (Chlopicka et al., 2012) Se pesó 500 mg de ácido gálico y se disolvió en 20 mL de etanol al 96%. Se transfirió cuantitativamente a matraz aforado de 50 mL y se enrasó con agua destilada. De esta solución concentrada de ácido gálico se tomaron alícuotas de 1, 2, 3, 4 y 5 mL y se diluyeron a 100 mL. Estas diluciones correspondieron a las concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/100 mL de ácido gálico, con las que se construyó una curva de calibración de absorbancia contra concentración. El contenido de fenoles totales se expresó en miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto seco (mg EAG/g de extracto).

III.8 Determinación de flavonoides totales.

Se llevó a cabo por el método colorimétrico del tricloruro de aluminio, según lo referido por (Chang et al., 2002) y (Pourmorad et al., 2006)

Muestras

- Extracto hidroalcohólico de *R. communis*
- Sustancia de referencia: quercetina (Sigma-Aldrich)

Procedimiento

- Solución de tricloruro de aluminio al 10 % en etanol al 96 %
- Solución de tricloruro de aluminio al 10 % en etanol al 96 %
- Solución de acetato de potasio (CH₃CO₂K) diluida en agua (1 M)
- A partir de una solución madre de quercetina (100 µg/mL) en etanol al 96 % se realizaron diluciones a 10, 20, 50, 60 y 80 µg/mL.

En tubos de ensayos se adicionaron:

- 0,5 mL de extracto o solución patrón de quercetina
- 1,5 mL de etanol al 96 %
- 0,1 mL de tricloruro de aluminio al 10 %
- 0,1 mL de acetato de potasio 1 M
- 2,8 mL de agua destilada
- Esperar 30 minutos y leer a 415 nm (espectrofotómetro Rayleigh UV-1601, China)
- El blanco fue etanol al 96 %

Con las concentraciones del patrón anteriormente señaladas, se construyó una curva de calibración de absorbancia contra concentración. El contenido de flavonoides totales se expresó en miligramos equivalentes de quercetina por gramo de extracto seco (mg EQ/g de extracto).

III.9 Capacidad antioxidante

III.9.1 Método FRAP

La capacidad de reducción de los extractos hidroalcohólicos fue medida acorde al procedimiento descrito por (Benzie & Strain, 1996). Las determinaciones se realizaron en espectrofotométrico UV-visible con una absorbancia de 593nm.

Materiales:

- Micropipetas de 5- 1000ul
- Tubos de ensayos

Reactivos:

- Acetato de sodio anhidro
 - Ácido acético (99,7 %)
 - 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) (Aldrich)
 - Ácido clorídrico (37 %)
 - FeCl₃
-

- $\text{FeSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ (sustancia de referencia)
- Ácido ascórbico (99 % pureza, Aldrich) (sustancia de referencia)

Muestras:

- Extractos hidroalcohólicos al 50% de hojas de *Ricinus communis* de 30, 60, 90, 120 y 150 $\mu\text{g}/\text{mL}$.

Procedimiento:

- Para conformar el reactivo de FRAP, se mezcló buffer acetato de sodio 300 mM (pH 3,6), 10 mM de TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina) y 20 mM de cloruro férrico (25:2,5:2,5 v:v:v).
- Se tomaron 30 μL de cada dilución de los extractos (a las concentraciones de 2, 10, 20, 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{mL}$) y se mezclaron con 900 μL de la disolución FRAP y 90 μL de agua destilada. Una vez realizada la mezcla, la reacción que ocurre mide la reducción del complejo férrico-TPTZ, en la cual el hierro férrico (Fe^{3+} - TPTZ) se reduce a ión ferroso a bajo pH, causando la formación de un complejo ferroso-tripiridil-triazina (Fe^{2+} - TPTZ) de color azul intenso con un máximo de absorción a una longitud de onda de 593 nm. El blanco consistió en 120 μL de agua y 900 μL de reactivo. Cada determinación se llevó a cabo por triplicado.

Los resultados fueron expresados como μmol equivalentes de ácido ascórbico (EAA), a partir del cálculo interpolando la densidad óptica (D.O) de la muestra en la curva de calibración de la sustancia de referencia a las concentraciones de 100, 200, 400, 600 y 800 μM . Las lecturas se realizaron por triplicado a los cuatro minutos.

III.9.2 Método DPPH

En la determinación cuantitativa se utilizó el método DPPH (radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo). Se empleó un espectrofotómetro UV- visible y las determinaciones fueron medidas a 517 nm al cabo de los 30 min. (Brand et al., 1995); (Kedare & Singh, 2011)

Materiales:

- Micropipetas de 5-1000ul
- Tubos de ensayos

Reactivos:

- DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidracilo) (Sigma)
- Etanol absoluto calidad para análisis
- Ácido ascórbico (99 % pureza, Aldrich) (sustancia de referencia)

Muestra:

- Extractos hidroalcohólicos al 50% de hojas de *Ricinus communis* de 30, 60, 90, 120 y 150 µg/mL.

Procedimiento:

Se tomaron 10 µL de cada concentración de los extractos (30, 60, 90, 120 y }150 µg/mL) y de las sustancias de referencia a las mismas concentraciones, se mezclaron con 900 µL del reactivo DPPH (0,075 mg/mL) y 90 µL de etanol absoluto. El blanco consistió en una mezcla de 900 µL de DPPH y 100 µL de etanol absoluto. La reacción se dejó en la oscuridad durante 30 minutos en un espectrofotómetro y posteriormente se leyeron las muestras a una longitud de onda de 517 nm. Cada determinación se llevó a cabo por triplicado (Kedare & Singh, 2011).

Los resultados fueron expresados como porcentaje de inhibición del radical DPPH según la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de inhibición del radical DPPH} = [(Ab - Am) / Ab] \times 100$$

Donde:

Ab: absorbancia del blanco (nm) Am:
absorbancia de la muestra (nm)

Se determinó la concentración inhibitoria media (IC50) mediante una curva de calibración de % de inhibición contra concentración de la muestra, con ayuda del programa estadístico Statgraphics Plus versión 5.1.

III.9.3 Ensayo ABTS

El ensayo se realizó según la metodología de Re y col. (1999) y Arnao y col. (2001)

Materiales:

- Micropipetas de 5-1000 uL
- Tubos de ensayos

Reactivos:

- ABTS (ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico)
- Persulfato de potasio
- Etanol al 96 %
- Ácido ascórbico (99 % pureza, Aldrich) (sustancia de referencia)

Muestras:

Extractos hidroalcohólicos al 50% de hojas de *Ricinus communis* de 100, 200, 300, 400 y 500 µg/mL.

Procedimiento:

- El ensayo fue basado en la habilidad de diferentes sustancias de secuestrar el radical catiónico ABTS•+, el cual fue preparado mezclando una solución de ABTS 7mM y persulfato de potasio 2,45 mM (1/1, v/v). La mezcla se mantuvo en la oscuridad por 16 horas para la formación del radical Re y col. (1999) y Arnao y col. (2001)
- La solución ABTS•+ fue diluida con etanol al 96% hasta lograr una absorbancia de $0,700 \pm 0,05$ a 734 nm.
- Se mezcló 980 µL de la solución de ABTS radicalico con 20 µL del extracto ensayado y la sustancia de referencia (ácido ascórbico) a las concentraciones de 500, 600, 700, 800 y 900 µg/mL.
- Se incubó por 30 min para su posterior lectura a 734 nm en un espectrofotómetro UV- visible. Cada determinación se llevó a cabo por triplicado Re y col. (1999) y Arnao y col. (2001).

Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición del radical ABTS•+ según la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de inhibición} = [A_{734} (\text{ABTS}) - A_{734} (\text{antioxidante})] / A_{734} (\text{ABTS}) \times 100$$

Se determinó la concentración inhibitoria media (IC_{50}) mediante una curva de calibración de % de inhibición contra concentración de la muestra, con ayuda del programa estadístico Statgraphics Plus versión 5.1.

Análisis estadístico

Para el procesamiento y análisis estadístico de los resultados se empleó el programa estadístico SPSS para Windows versión 8.0. Los valores experimentales se expresaron como la media / desviación estándar (DE). Los datos se analizaron por ANOVA de una sola vía, seguido y una prueba de T-student.

CAPITULO IV:

RESULTADOS Y CONCLUSIONES



CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

IV.1. Parámetros fisicoquímicos de la droga cruda de *Ricinus communis*.

IV.1.1 Humedad residual.

La humedad residual permite evaluar el contenido de agua, el cual para la conservación de las especies vegetales es un factor muy importante a considerar. Si el índice de agua es superior que el límite permitido se puede generar crecimiento bacteriano, y por lo contrario si existe límites por debajo se puede generar una degradación u ocasionar pérdida de los principios activos presente. En la **tabla V** se muestra el contenido de humedad con un promedio de 9.5% el cual estuvo enmarcado en el intervalo establecido por la literatura (8-14%) para plantas medicinales (Miranda & Cuéllar, 2000).

Tabla V humedad residual de hojas de *Ricinus communis*.

N°	Humedad % X/SD
1	8,9
2	9,7
3	9,9
Promedio	9,5
DS	0,5

Legenda: \bar{X}/DS : valor medio de las determinaciones/desviación estándar

Fuente: Autoras.

IV.1.2. Sustancias solubles.

Las sustancias solubles se determinaron a partir de los extractos acuosos y alcohólicos (30%,50%,80%). En la **tabla VI** se expresa en porcentaje el promedio de las 3 réplicas del material extraíble, en comparación con los demás extractos el mayor poder extractivo se logró con la mezcla hidroalcohólicas al 50 % con un 22,15 % y una desviación estándar de 0,08.

Tabla VI Sustancias solubles.

N°	Extractos	X/ SD
1		11,74
2	Sustancias solubles en agua	11,81
3		11,63
Promedio/ SD		11,73/0,09
1		20,74
2	Sustancias solubles en etanol 30%	21,52
3		21,03
Promedio/ SD		21,09/0,39
1		22,07
2	Sustancias solubles en etanol 50%	22,24
3		22,14
Promedio/ SD		22,15/0,08
1		13,67
2	Sustancias solubles en etanol 80%	13,45
3		13,53
Promedio/ SD		13,55/0,11

Leyenda: \bar{x}/DS : valor medio de las determinaciones/desviación estándar

Fuente: Autoras.

IV.1.3 Cenizas Totales.

El índice de cenizas expresa la presencia de minerales que se encuentran en el material vegetal. Sin embargo, a la presencia de sustancias extrañas puede variar el porcentaje. Algunas Farmacopeas plantean un índice de cenizas totales hasta el 5% (Lou Zhi-cen, 1980; WHO, 1998) y otra, como la Farmacopea China, refiere hasta un 15% (Commission, 2015). En la experiencia realizada el porcentaje se encontró por debajo del límite máximo admitido por la Farmacopea

China con un 8,82% y la desviación estándar de 0,12. Por su parte, las cenizas insolubles en ácido y solubles en agua fueron algo elevadas (superiores al 2%), lo que requiere el análisis más profundo de las cenizas para conocer su composición química, debido a que un límite superior puede indicar contaminación por material extraño o presencia de metales pesados. Dichos resultados pueden variar ya sea por condiciones ambientales, épocas de recolección y localización geográfica.

Tabla VII Cenizas Totales.

N°	Parámetro	X/ SD
1	Cenizas totales	8,96
2		8,81
3		8,71
Promedio/ SD		8,82/0,12
1	Cenizas solubles en agua	3,06
2		3,02
3		2,99
Promedio/ SD		3,02/0,03
1	Cenizas insolubles en HCl al 10%	6,69
2		6,59
3		6,74
Promedio/ SD		6,67/0,07

Legenda: \bar{x}/DS : valor medio de las determinaciones/desviación estándar

Fuente: Autoras.

IV.2 Identificación de metabolitos secundarios por Tamizaje fitoquímico

En esta tabla se detallan los metabolitos secundarios presentes en cada extracto mostrando en mayor proporción una variabilidad positiva en el extracto hidroalcohólico en comparación con los extractos acuoso y etéreo.

Tabla VIII Identificación de los metabolitos secundarios de la hoja de higuierilla (*Ricinus communis*) mediante el tamizaje fitoquímicos

Ensayos	Metabolitos	Extractos		
		Extracto etéreo	Extracto hidroalcohólico	Extracto acuoso
Sudan	Aceites y compuestos grasos	++	N/A	N/A
Dragendorff	alcaloides	-	-	-
Mayer	alcaloides	-	-	-
Wagner	alcaloides	-	-	-
Baljet	lactonas/ coumarinas	-	+	N/A
Liebermann-Burchard	triterpenoides/ esteroides	+ verde intenso	+ verde	N/A
Resina	resina	N/A	-	N/A
Cloruro de hierro III	taninos/fenoles	N/A	++ verde negruzco	+ rojizo
Espuma	saponinas	N/A	+	+
Ninhidrina	aminoácidos	N/A	+	
Börntrager	quinonas	N/A	-	N/A
Shinoda	flavonoides	N/A	++ carmelita	+ amarillento
Kedde	cardiotónicos	N/A	-	
Antocianidina	antocianidinas	N/A	± carmelita	N/A
Catequinas	catequinas	N/A	-	
Fehling	sustancias reductoras	N/A	++	++
Mucílago	mucílagos	N/A	N/A	-

Legenda: + ensayo positivo; ++ ensayo muy positivo; - ensayo negativo; N/A no aplica

Fuente: Autoras

IV.3 Identificación de metabolitos secundarios al extracto hidroalcohólico por tamizaje fitoquímico.

El extracto hidroalcohólico mostro mayor presencia de metabolitos secundarios al poseer mayor poder de extracción, en la tabla (número de tabla) podemos observar que los metabolitos secundarios de la hoja de higuierilla obtenidos por el tamizaje fitoquímicos son: lactonas/ coumarinas, triterpenoides/esteroides, taninos/fenoles, saponinas, aminoácidos, flavonoides,

antocianidinas, sustancias reductoras.

Tabla IX Tamizaje del extracto hidroalcohólico de *Ricinus communis* L.

Ensayos	Observaciones	Resultados	Metabolitos
Resinas	Resinas	-	No precipitado
Fehling	Azúcares reductores	++	Precipitado rojo ladrillo
Baljet	Lactonas/cumarinas	++	Coloración roja
Cloruro de hierro III	Fenoles/ taninos	++	Coloración verde - negro
Espuma	Saponinas	++	Espuma de 1,5 cm por 1 hora
Libermann-Burchard	Triterpenos/esteroides	+	Color verde
Ninhidrina	Aminoácidos/aminas	±	azul-violáceo
Dragendorff	Alcaloides	-	-
Wagner	Alcaloides	-	-
Börntrager	Quinonas	-	-
Shinoda	Flavonoides	++	Fase amílca carmelita intensa
Antocianidina	Antocianidinas	++	Color marrón
Kedde	Cardiotónicos	-	Color verde oscuro
Catequinas	Catequinas	-	No cambia de color

++ Ensayo muy positivo; + ensayo positivo; - ensayo negativo.

Fuente: Autoras

En el tamizaje fitoquímico de partes áreas (hojas, flores, vaina y corteza) realizado en *R. communis* por (Swaati et al., 2014) en las hojas se identificaron flavonoides, taninos, ácidos grasos, terpenoides, fenoles, glúcidos, esteroides en mayor cantidad, mientras los alcaloides y resinas se reportaron ausencia.

Comparando, se puede hacer énfasis que la especie contiene cantidades similares de compuestos de valor medicinal.

IV.4 Obtención de extractos y parámetros fisicoquímicos de calidad

A partir del extracto hidroalcohólico al 50 % de mayor poder de extracción de sustancias solubles, recordando que cada determinación se realizó por triplicado obteniendo el promedio para cada parámetro.

Tabla X Parámetros físico-químicos del extracto de hojas de *Ricinus communis L*

Parámetros	Resultados \bar{x}/DS
pH	5,63/0,04
Sólidos totales (%)	1,55/0,04
Índice de refracción	1,3605/0,0002
Densidad relativa (g/mL)	0,8706/0,0001
Análisis capilar (altura en cm)	9,56/0,15

Leyenda: \bar{x}/DS : valor medio de las determinaciones/desviación estándar (n=3)

Fuente: Autoras

La imagen capilar mostro una altura (mayor de 8 cm) (Miranda & Cuéllar, 2000) con franja festonada, sub-franja crema amarillenta, banda con diferentes tonalidades (verde-amarillo intenso, verde amarillento-verde olivo), sub-banda amarilla verdosa. Vapores de amoníaco la imagen se tornó amarillenta.

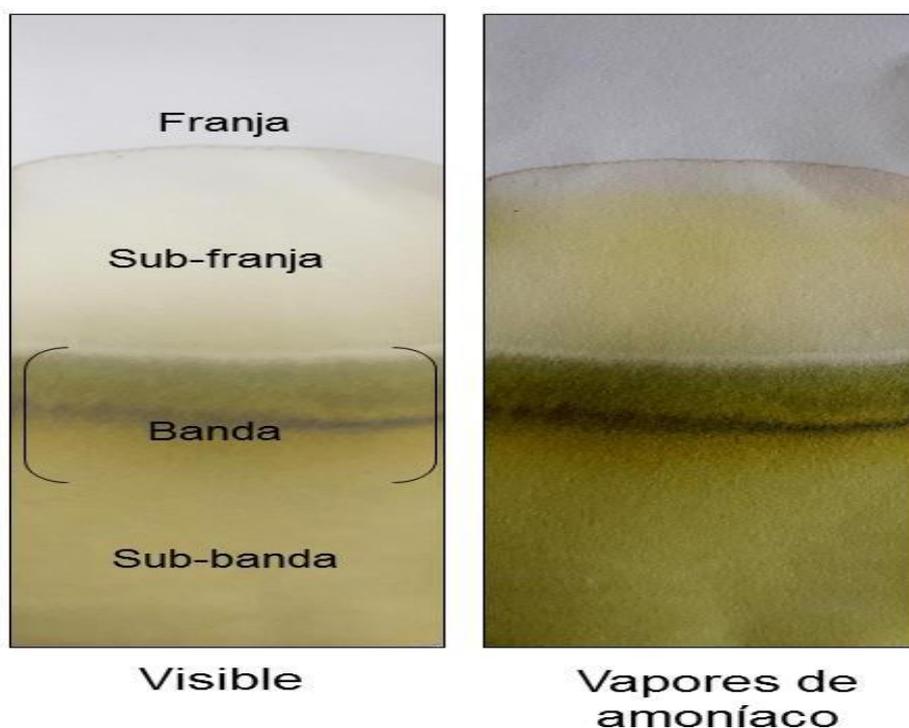


Figura 25 Imagen capilar del extracto hidroalcohólico de hojas de *Ricinus communis L*.

IV.5 Determinación de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu.

El contenido de fenoles totales fue determinado por el método de Folin-Ciocalteu, al reaccionar frente a compuestos fenólicos dio lugar a un precipitado de color azul el cual exhibe un máximo de absorción a 765nm, esto permite su cuantificación por espectroscopia UV/visible y se reporta en equivalentes de ácido gálico (Martinez, 2007)

En las **figuras 26** se muestra la curva de calibración del patrón usado, indicando el coeficiente de determinación $R^2 \geq 0,99$, el cual para fenoles 0,9988 indicando un buen ajuste de la ecuación del modelo a los datos experimentales.

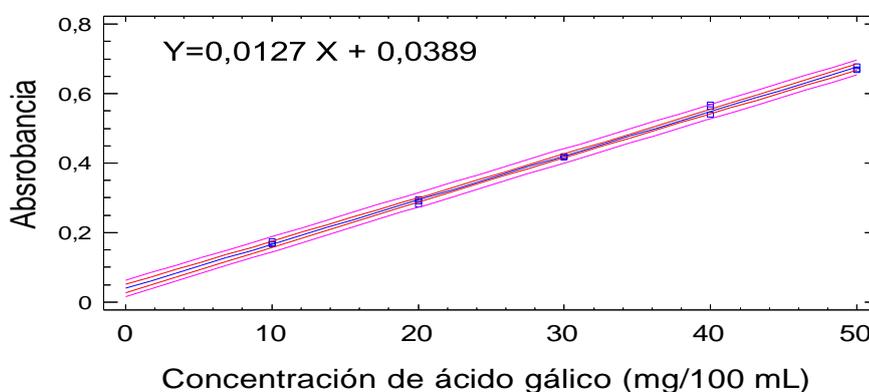


Figura 26 Curva de calibración del ácido gálico para la determinación de fenoles totales.

IV.6 Determinación de flavonoides totales por el método colorimétrico del tricloruro de aluminio.

Por su parte la cuantificación de flavonoides totales se realizó mediante el método colorimétrico de tricloruro de aluminio, al reaccionar estos tipos de compuestos generan un complejo de color amarillo el cual su absorción posee un pico de luz a 415nm.

El coeficiente de determinación (R^2) fue $\geq 0,99$, para flavonoides de 0,9943, respectivamente; demostrando un buen ajuste de la ecuación del modelo a los datos experimentales.

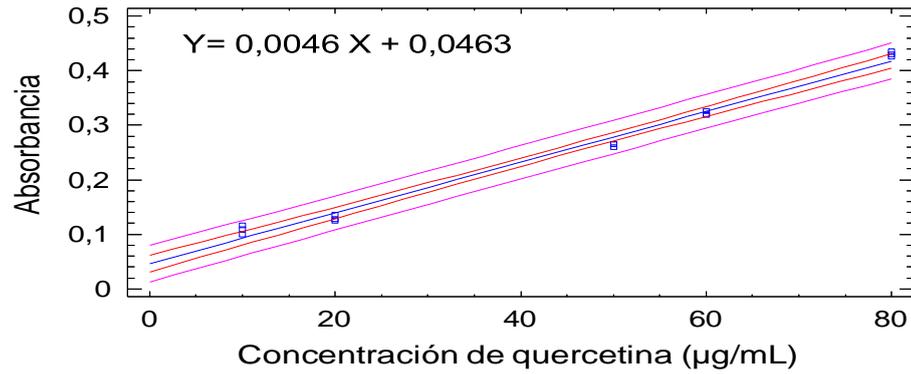


Figura 27 Curva de calibración de la quercetina para la determinación de flavonoides totales.

En la **tabla IX** se presenta las cuantificaciones de fenoles y flavonoides, dando como resultado mayor presencia de contenido de fenoles totales en comparación con los flavonoides totales.

Tabla XI Contenido de fenoles totales y flavonoides totales en el extracto de *R. communis*

Fenoles totales (mg EAG/g)	Flavonoides totales (mg EQ /g)
\bar{x} / DS	\bar{x} / DS
11,74/0,03	1,52/0,01

Leyenda: \bar{x} / DS : valor medio de las determinaciones/desviación estándar (n=3),
EAG: equivalente a ácido gálico, EQ: equivalente a quercetina

Fuente: autoras

En el estudio de la higuera *Ricinus communis* por (Surco et al., 2022) se presentaron diferentes valores en contenido fenólico total de 1,33 mg GAE/g y en flavonoides 0,03 mg QAE/g en comparación con los resultados que detallamos la variación puede deberse por el lugar de análisis y recolección de la planta.

IV.6 Capacidad antioxidante.

IV.6.1 Ensayo FRAP

En la figura 28 dando un coeficiente de determinación $R^2 \geq 0,99$, o sea, $R^2 = 0,9875$; esto es indicativo del buen ajuste de la ecuación del modelo a los datos experimentales.

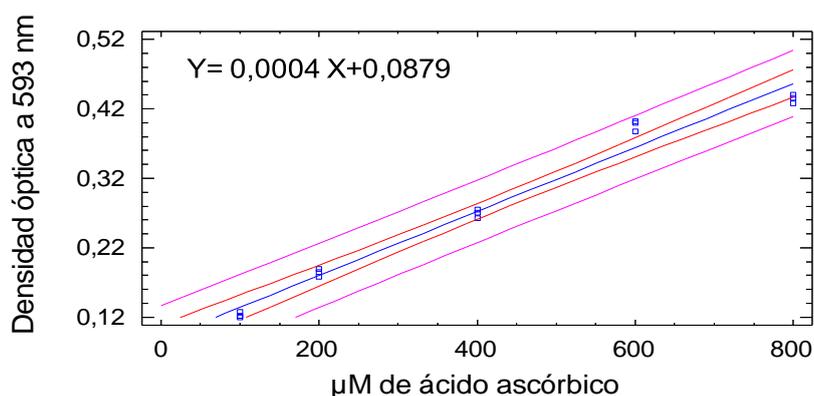


Figura 28 Curva de calibración como sustancia de referencia ácido ascórbico por el método FRAP

En la **tabla X** se muestra la actividad ferro-reductora asociada al extracto. Se evidenció actividad antioxidante de manera concentración-dependiente, lográndose a la mínima concentración del extracto de 30 $\mu\text{g/mL}$, dando como resultado en diferentes concentraciones valores superiores de μM equivalente de ácido ascórbico en comparación con la menor concentración ensayada de 100 μM de la sustancia de referencia esto indica que presenta una elevada actividad antioxidante.

Tabla XII Actividad ferro-reductora del extracto de hojas de *R. communis*.

Concentración ($\mu\text{g/mL}$)	μM equivalentes de ácido ascórbico
30	103,58/6,29
60	212,75/9,01
90	449,41/25,04
120	625,25/26,33
150	990,25/35,55

Se indica la media (n=3) / desviación estándar (DE)

Fuente: autoras

IV.6.2 Determinación por el método DPPH

En los resultados se pudo observar que el extracto a partir de la segunda concentración ensayada (60 $\mu\text{g/mL}$) exhibió valores superiores al 55 %, lo que sugiere su buen poder antioxidante, además en la determinación de la IC_{50} (valor de concentración al cual se alcanza el 50 % de inhibición del efecto máximo de secuestro de DPPH). En este sentido, el extracto mostró una IC_{50} de 48,88 $\mu\text{g/mL}$, en el estudio de (Bulnes, 2019) el extracto dio como resultado un porcentaje de inhibición de 32.28% lo cual indica que ambos resultados son favorables ya que posee efecto antioxidante.

Tabla XIII Capacidad secuestradora de DPPH del extracto

Concentración ($\mu\text{g/mL}$)	% de inhibición	
	Extracto	Vitamina C
30	42,21/0,46 ^a	51,66/3,78 ^b
60	55,04/0,72 ^c	64,38/1,42 ^d
90	61,00/0,50 ^e	78,27/0,86 ^f
120	74,58/0,91 ^g	87,29/0,63 ^h
150	77,61/0,32 ⁱ	92,75/1,13 ^j
IC_{50}	49,88	18,98

Se indica la media (n=3) / desviación estándar (DE)

Letras iguales en una fila muestran que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) y letras diferentes que sí existen diferencias significativas ($p < 0,05$), según t-Student.

IV.6.3 Ensayo del ABTS

En la tabla XIII se muestra el % de inhibición del radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ contra concentración para cada extracto y la sustancia de referencia evaluada. En el extracto de la segunda concentración ensayada (200 $\mu\text{g/mL}$) exhibió valores superiores al 50 %, lo que sugiere un buen poder antioxidante. En la determinación de la IC_{50} de las muestras evaluadas, la que presentó menor IC_{50} y por tanto mayor actividad antioxidante fue la vitamina C con IC_{50} de 79,97 $\mu\text{g/mL}$, pero en el extracto logró inhibir el radical con una IC_{50} de 197,27 $\mu\text{g/mL}$.

Tabla XIV Capacidad secuestradora del radical ABTS●+ del extracto

Concentración (µg/mL)	% de inhibición	
	Extracto	Vitamina C
100	35,87/3,53	51,66/2,89
200	51,64/1,39	60,64/0,63
300	61,53/0,66	82,20/0,47
400	82,33/2,51	91,44/1,17
500	88,86/0,79	93,10/0,67
IC₅₀	197,27	79,97

Se indica la media (n=3) / desviación estándar (DE)
Letras iguales en una fila muestran que no existen diferencias significativas (p>0,05) y letras diferentes que sí existen diferencias significativas (p<0,05), según t-Student.

Fuente: autoras

CONCLUSIONES:

Se estableció para las hojas de la especie *Ricinus communis* sus características fisicoquímicas mediante el estudio farmacognóstico el cual reveló una humedad residual de 9,5% y cenizas totales 8,82%, parámetros que están dentro de los límites establecidos por la OMS. Mediante tamizaje fitoquímico realizado en 3 diferentes extractos, etéreo, hidroalcohólico y acuso se detectaron la presencia de metabolitos secundarios, sin embargo, el mayor contenido se mostró en el extracto hidroalcohólico compuestos como; flavonoides, fenoles y taninos, saponinas, cumarinas, azúcares reductores y antocianinas.

El contenido de compuestos fenólicos promedio fue obtenido por el método de Folin Ciocalteu mostrándonos valores de 11,74 mg eq. HGA/100g, y los flavonoides totales se confirmaron por el método tricloruro de aluminio y dio valores 1,52 mg eq a Quercetina.

La capacidad antioxidante por 3 métodos in vitro de los extractos hidroalcohólicos de las hojas *Ricinus communis* mostraron actividad antioxidante de manera concentración-dependiente en todos los ensayos realizados (FRAP, DPPH, ABTS). Para cada método la actividad antioxidante fue muy satisfactoria mostrando ser útil para un fin en específico.

RECOMENDACIONES:

Estudiar los mismos parámetros en otras especies del género *Ricinus communis* considerando su ubicación geográfica.

Emplear otros métodos y solventes de extracción para las hojas de *Ricinus communis* que permitan tener un mejor rendimiento de compuestos fenólicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, M., Ali, A., Arshad, M., Atta, A., Mehmood, Z., Tahir, I. M., & Iqbal, M. (2018). Mutagenicity, cytotoxic and antioxidant activities of *Ricinus communis* different parts. *Revista Central de Química*. doi:<https://doi.org/10.1186/s13065-018-0370-0>
- Abdul, W. M., Hajrah, N. H., Sabir, J. S., Al-Garni, S. M., Sabir, M. J., Kabli, S. A., . . . Bora, R. S. (2018). Therapeutic role of *Ricinus communis* L. and its bioactive compounds in disease prevention and treatment. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*(11), 177-185.
- Aguilar-Paredes, O. A., Castillo-Guevara, C., Díaz-Godínez, R., Antonio, & Méndez-Iturbide, D. (2018). Antioxidants and inhibition of free radicals: lipoperoxidation and. *Mexican Journal of Biotechnology*, 60-72. Obtenido de https://docs.wixstatic.com/ugd/38ce56_2e8b89ab6f9b45e9866a174fbda533c4.pdf
- Ahmed, F., & Iqbal, M. (2018). Antioxidant activity of *Ricinus Communis*. *Revista Internacional de Química Orgánica y Medicinal*, Departamento de Bioquímica, Universidad de Agricultura, Faisalabad, Pakistán. Obtenido de <https://juniperpublishers.com/omcij/pdf/OMCIJ.MS.ID.555667.pdf>
- Akbar, S., Hanif, U., Ali, J., & Ishtiaq, S. (2014). Pharmacognostic studies of stem, roots and leaves of *Malva parviflora* L. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 410–415. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3985058/>
- Angelini, P. (1991). Indications for Balloon Coronary Angioplasty and Coronary Artery Bypass Surgery. *Texas Heart Institute Journal* , 160-164. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC324991/>
- Aruoma, O. I. (2007). Free Radicals, Oxidative Stress, and Antioxidants. *West Indies, and Pharmacology Group*. Obtenido de <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11746-998-0032-9.pdf?pdf=inline%20link>
- Ballesteros, C. C., & Moreno, M. C. (2015). Estudio de extracción, reacción-

simultanea con etanol supercritico de las semillas de higuierilla para la producción de biodiesel en Colombia. *Épsilon* , 12-30. Obtenido de https://es.scribd.com/document/466035560/Articulo-Cientifico-Higuerilla?fbclid=IwAR1Smp6rJunj1cIA_Ig3qaOFjFMqieEugwnfu3aWcX3ANMc_N86qwSxejU8#

- Barriga, D. V. (2020). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL BIODIÉSEL B5 A BASE DE ACEITE DE HIGUERILLA*. Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10424/2/04%20MAUT%2011%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Benzie, I., & Strain, J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power. *The FRAP assay. Anal. Biochem*, 70-76.
- Biswas, S., Das, R., & Banerjee, E. R. (2017). Role of free radicals in human inflammatory diseases. *Biophysics*, 4(4), 596-614. Obtenido de <https://www.aimspress.com/article/10.3934/biophy.2017.4.596>
- Boligon, A., Machado, M., & Athayde, M. (2014). Antioxidant Activity and Phytochemical Composition of *Solanum corymbiflorum* Fractions (Leaves and Fruits). *Medicinal Chemistry*, 4(7), 517-522. Obtenido de <http://www.sciepub.com/reference/175314>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 22:25-30.
- Bulnes, Y. (2019). *CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CUANTIFICACIÓN DE POLIFENOLES DE LAS HOJAS DE Ricinus communis L. (HIGUERRILLA)*. Obtenido de UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE TRUJILLO-PERU: http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/26808/ACTIVIDAD_ANTIOXIDANTE_POLIFENOLES_BULNES_MARTINEZ_YESSICA_KARINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cabrales, R. A., N, J. L., & Castro, J. L. (2014). RENDIMIENTOS EN SEMILLA Y CALIDAD DE LOS ACEITES DEL CULTIVO DE HIGUERILLA (RICINUS COMMUNIS L.) EN EL VALLE DEL SINÚ DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA. *Fondo Editorial*.

- Cárdenas, P. (2020). *Rangos de conductividad eléctrica para el análisis del poder germinativo de semillas provenientes de la colección de higuera (Ricinus communis L.)*. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21474/1/T-UCE-0004-CAG-259.pdf>
- Carocho, M., Morales, P., & C.F.R.Ferreira, I. (2018). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Elsevier*, 107-120. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224417306568?fbclid=IwAR1f082gtNQqa6j-xH9iAPwZ0YdBhThdLG3IKY_xsVGiGCwS247jQZK9mvc
- Chang, C., Yang, M., Wen, H., & Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, 10(3):178-182.
- Chlopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A., & Zagrodzki, P. (2012). Total Phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. *LWT-Food Science and Technology Press*, 46: 548-555.
- Colina, A. (2016). *Importancia de los antioxidantes para la salud*. Lima- Peru https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7121/Colina_ra.pdf?sequence=3&isAllowed=y: Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Commission. (2015). Pharmacopoeia of the People's Republic of China. *Chinese Medical Science and Technology Press*, 2015:337.
- Correa, M. (2014). "ANÁLISIS COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y FITOQUÍMICAS DEL ACEITE DE RICINO GENERADO EN SEMILLAS DE ECOTIPOS AUTÓCTONOS DE HIGUERA (*Ricinus communis*), EN TUNGURAHUA Y MANABÍ". Ambato. Obtenido de <https://1library.co/document/qmrpnv5y-an%C3%A1lisis-comparativo-caracter%C3%ADsticas-fitoqu%C3%ADmicas-semillas-aut%C3%B3ctonos-higuera-tungurahua.html>

- Dabrowska, C., & Moya, M. (2009). *Tipos de Antioxidante obtenido en Vitaminas y antioxidante*. Madrid: Departamento de Medicina de la Univerisad Autonoma de Madrid. Obtenido de http://2011.elmedicointeractivo.com/Documentos/doc/VITAMINAS_Y_ANTIOX_EL_MEDICO.pdf
- Eldridge, L. (2022). *Free Radicals: Definition, Cause, and Role in Cancer*. Obtenido de Verywell Health: <https://www.verywellhealth.com/information-about-free-radicals-2249103>
- Elkousy, R., Said, Z., A., M., & A.Abu, S. A. (2021). Antiviral activity of castor oil plant (*Ricinus communis*) leaf extracts. *Elsevier Revista de Etnofarmacología*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874121001045?via%3Dihub>.
- Escoto-García, T., Rodríguez-Rivas, A., Díaz-Ramos, S. G., Ochoa-Ruíz, H. G., & Uribe-García, A. (2013). Manejo, estudio y evaluación del *Ricinus comunnis* L. con vista a su aprovechamiento integral en papel corrugado, pseudopapel de corteza y extractos de hojas. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 9(1), 115-123. Obtenido de <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v9-n1-15-manejo-estudio-y-evaluacion-del-ricinus-comunnis-l-con-vista-a-su-aprovechamiento-integral-en-papel-corrugado.pdf>
- Flieger, J., Flieger, W., Baj, J., & Maciejewski, R. (2021). Antioxidants: Classification, Natural Sources, Activity/Capacity Measurements, and Usefulness for the Synthesis of Nanoparticles. *MDPI*, 14(15). Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8347950/#B11-materials-14-04135>
- Garcia, O. (2012). HACIA EL ENTENDIMIENTO DEL MECANISMO DE LA SUPEROXIDO DISMUTASA DE MANGANESO. Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/11831/u627238.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garcillán, P. P., & Rebman, J. P. (2016). Nota sobre los primeros registros

históricos de dos plantas invasoras en la península de Baja California: crónica del misionero jesuita Miguel del Barco. *Scielo: Acta Botanica Mexicana*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512016000200043&fbclid=IwAR2FCgJVVuAXH_924XvhPQKDRzilxjyJ0ceruMOV4JYOTcg45xYGyuS9ZDk

Henderson, N. (2000). Moses Gomberg and the Discovery of Organic Free Radicals. *American Chemical Society*. Obtenido de <https://www.acs.org/education/whatischemistry/landmarks/freeradicals.html>

Iqbal, J., Zaib, S., Farooq, U., Khan, A., Bibi, I., & Suleman, S. (2012). Antioxidant, Antimicrobial, and Free Radical Scavenging Potential of Aerial Parts of *Periploca aphylla* and *Ricinus communis*. *International Scholarly Research Network*, 6. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3418662/>

Kandola, A. (2018). Benefits of castor oil for the face and skin. *Medical News Today*. Obtenido de https://www.medicalnewstoday.com/articles/319844?fbclid=IwAR3CaoBP9Hx1vl_5D2_bzHHBG7zp_fRjKvea1P0DSrzSSdTBz_iSQRfFhfU#benefits

Kasote, D. M., Jayaprakasha, G. K., & Patil, B. S. (2019). Leaf Disc Assays for Rapid Measurement of Antioxidant Activity. *Scientific Reports*, 1884: 1-10. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-018-38036-x>

Kedare, & Singh. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *J Food Sci Technol*, 48(4):412-422.

Keller, Alejandro, H., Pirondo, A., & Pablo, S. (2018). El cultivo del ricino y el amba'y en comunidades guaraníes del Nordeste Argentino, aproximación etnobotánica de su historia y cosmología. *Scielo*, 27(1). Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-84602018000100002&fbclid=IwAR0ZxMUCOIWvXvRvqUppnqh37-BweolOp8QgadGgEnMQ-ZPyidsT9OS_qNY

- Khalid, A., Algarni, A. S., Homeida, H. E., Sultana, S., Javed, S. A., Rehman, Z. u., . . . Abdalla, A. N. (2022). Evaluación fitoquímica, citotóxica y antimicrobiana de *Tribulus terrestris* L., *Typha domingensis* Pers. y *Ricinus communis* L.: Evidencias científicas para usos folclóricos. *Hidawi*, 11 páginas <https://doi.org/10.1155/2022/6519712>.
- Krochmal, C. (2018). THE USEFUL AND VERSATILE CASTOR BEAN PLANT. *Bee Culture*. Obtenido de https://www.beeculture.com/the-useful-and-versatile-castor-bean-plant/?fbclid=IwAR2u7H1QWi760ahqmYC_UH_qdhPuqu24pO4qZpzd-ia750zC-J6eHdVImCk
- Leal, D. (2009). *Caracterización Morfométrica de cinco ecotipos de higuera (Ricinus communis) en la ESPOL "Campus Gustavo Galindo*. Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7830/1/D-39586.pdf>
- Lee, M., Lin, W. C., Yu, B., & Lee, T. (2017). Antioxidant capacity of phytochemicals and their potential effects on oxidative status in animals. *Asian-Australas J Anim Sci*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5337908/>.
- Lee, M., Lin, W. C., Yu, B., & Lee, T. (2017). Estructuras químicas de las diferentes clases de polifenoles.
- Lopez, A., Miranda, M., Hernandez, J., Castillo, C., & Benedito, J. (1997). Glutathione peroxidase (GSH-Px) in ruminants associated to selenium deficiency pathologies. *Scielo: Archivos de medicina veterinaria*, 9(2). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X1997000200001&lng=en&tlng=en
- Maddu, N. (2019). *Diseases Related to Types of Free Radicals*. Intech Open. Obtenido de <https://www.intechopen.com/chapters/65067>
- Maldonado, M., & Morales, G. (2022). Chemical and nutritional Analysis in leaves of *Ricinus communis*. *Revista cubana de Quimica*, 34(1), 3-18. Obtenido

de <https://www.redalyc.org/journal/4435/443570155001/html/>

- Mariaca, C. J., Zapata, M., & Uribe, P. (2016). Oxidation and antioxidants: facts and controversies. *Rev Asoc Colomb Dermatol*, 162-173. Obtenido de https://revistasocolderma.org/sites/default/files/oxidacion_y_antioxidantes_hechos_y_controversias.pdf
- Martinez, J. (2007). *Evaluación de la actividad antioxidante de extractos orgánicos de semillas de Helicarpus terebinthinaceus. Tesis en opción al título de Ingeniero en Alimento*. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Mexico .
- Meléndez, A. J., Mapelli, P., Hornero, D., & Vicario, I. M. (2019). Structures, Nomenclature and General Chemistry of Carotenoids and Their Esters. *Royal Society of chemistry*, 1-50. Obtenido de <https://pubs.rsc.org/en/content/chapterhtml/2019/bk9781788012423-00001?isbn=978-1-78801-242-3>
- Miranda, & Cuéllar. (2000). Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales. 25-49, 74-79.
- Moussa, Z., Judeh, Z. M., & Ahmed, S. A. (2019). Nonenzymatic Exogenous and Endogenous Antioxidants. *Free Radical Medicine and Biology*. Obtenido de <https://www.intechopen.com/chapters/68141>
- Munteanu, I., & Apetrei, C. (2021). Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity. *International Journal of Molecular Sciences*, Department of Chemistry, Physics and Environment, Faculty of Sciences and Environment.
- Nemudzivhad, V., & Masoko, P. (2014). Evaluación in vitro de la citotoxicidad, las actividades antioxidantes y antiinflamatorias de los extractos de hojas de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae). *Hindawi*, Departamento de Bioquímica, Microbiología y Biotecnología, Universidad de Limpopo. <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2014/625961/>.
- Nemudzivhadi, V., & Masoko, P. (2014). In Vitro Assessment of Cytotoxicity, Antioxidant, and Anti-Inflammatory Activities of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) Leaf Extracts. *Evidence-Based Complementary and*

- Alternative Medicine*. Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2014/625961/>
- Neyra, L. C. (1998). RADICALES LIBRES Y SISTEMA DE DEFENSA ANTIOXIDANTE. *Biotiempo*, 3, 27-29.
- NRSP. (1992). *Norma Ramal Medicamentos de origen vegetal. Extractos fluidos y tinturas. Metodos de ensayos*.
- Orlando-López, o. F., Zambrano-Bazurto, L. A., & Gavilanes, F. Z. (2022). CASTOR BEAN (RICINUS COMMUNIS L.) CROP AND ITS CURRENT SITUATION IN ECUADOR. *Paideia XXI*, 12(2), 373-390. Obtenido de <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/5103/6600>
- Parada, R. (2019). Catalasa: características, estructura, funciones, patologías. *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/catalasa/>
- Paredes, F., & Roca, J. (2002). Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. *Elsevier*, 96-100. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-influencia-los-radicales-libres-el-13034834>
- Pizzino, G., Irrera, N., Cucinotta, M., Pallio, G., Mannino, F., Arcoraci, V., . . . Bitto, A. (2017). Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. *Hindawi*, <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2017/8416763/>.
- Polito, L., Bortolotti, M., Battelli, M. G., Calafato, G., & Bolognesi, A. (2019). Ricina: una historia antigua para una toxina vegetal atemporal. *PubMed Central*, 11(6), 324. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6628454/?fbclid=IwAR0WLKeT6oNPWKg70AtwOkRLvxnrhpiLed9BezR7nJ5dC41bv57j5pCd80w>
- Pourmorad et al. (2006). Actividad antioxidante del contenido de fenoles y flavonoides de algunas plantas medicinales iraníes. *REVISTA AFRICANA DE BIOTECNOLOGÍA*, 1142-1145.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Instituto de Investigación en Ciencias de Alimentación*, 76-89. Obtenido de <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/5418.pdf>

- Raya-Pérez, J. C., Ramírez-Pimentel, J. G., Covarrubias-Prieto, J., F., C.-M., & L., A.-M. C. (2016). Agronomic management of castor bean (*Ricinus communis* L.). *Revista Internacional de Investigación e Innovación*(21). Obtenido de https://riiit.com.mx/apps/site/files/review_2_j-a_v1.pdf
- Rojas, G. (2022). Actividad antifúngica del extracto acuoso de la semilla. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2421/3578>
- Rufino, P. (2019). Influencia del tipo de forraje y de la presencia de taninos condensados en la fermentación in vitro de las dietas de ovino en el área mediterránea. *CITA*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Estructura-quimica-de-la-vitamina-A_fig2_342638189
- Sánchez, V., & Méndez, N. (2013). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Revista de Investigación Médica Sur*, 161-168. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2013/ms133e.pdf>
- Sánchez-Valle, V., & Méndez-Sánchez, N. (2013). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2013/ms133e.pdf>
- Sengul, M., Yildiz, H., Gungor, N., Cetin, B., Eser, Z., & Ercisli, S. (2009). Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants. *Pak J. Pharm. Sci*, 102-106.
- Shivani, D., & Anjali, S. (2018). Antioxidant activity and improvement in the yield of antioxidant compounds. *Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacognosy*, 5(2), 86-91. Obtenido de <https://www.apjhs.com/index.php/apjhs/article/view/541>
- Singh, R., & Geetanjali. (2015). Phytochemical and Pharmacological Investigations of. *Revista argelina de productos naturales*, 120-129 Department of Applied Chemistry & Polymer Technology, India.
- Singh, R., Gupta, M., Singh, A., & Kumar, S. (2010). Pharmacognostical investigation of *Ricinus communis* stem. *International Journal of*

Pharmaceutical Sciences and Research. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Pharmacognostical-investigation-of-Ricinus-communis-Singh-Gupta/23b2c591f4342acba45322c13b34b948170e5a32?year%5B0%5D=2017&year%5B1%5D=2022&sort=relevance>

- Singh, R., Sharma, S., & Singh, P. (2017). *Antioxidants: Their Health Benefits and Plant Sources*. Department of Biochemistry, Dr RML Avadh University, Faizabad, India Division of Nephrology, Department of Medicine,. India: International 2014. Fitoquímicos de Importancia Nutracéutica. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320623406_Antioxidants_Their_health_benefits
- Solera-Steller, P., Moreira-González, I., & Hernández-López, J. (2015). Descriptores botánicos para caracterizar germoplasmas de *Ricinus communis* de diferentes zonas de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 28(1). Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822015000100037
- Subramaniyan. (2020). Capítulo 34 - Importancia terapéutica del aceite de semilla de ricino. *Elsevier*, 485-495.
- Surco, F., García, J., Valle, M., Panay, J. F., Bonifaz, M., Melgar, E. J., . . . Alvarado, A. T. (2022). Bioactive compounds and in vitro antioxidant activity of the ethanolic and hydroalcoholic extract of *Ricinus communis* L. (Higuerilla). *Editorial Ciencias Médicas*, 55(4). Obtenido de <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/840/505>
- Swaati et al. (2014). Screening of Phytochemical constituents of Hydro-ethanolic extracts of. *Research Journal of Chemical Sciences*, 54-57. Obtenido de <http://www.isca.me/rjcs/Archives/v4/i8/9.ISCA-RJCS-2014-122.pdf>
- Tayyaba Afsar, c. a., Razak, S., Shabbir, M., & Khan¹, M. R. (2018). Antioxidant activity of polyphenolic compounds isolated from ethyl-acetate fraction of *Acacia hydaspica* R. Parker. *Chemistry Central Journal* , 12: 5. Obtenido

de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5785459/>

- Uribe, G. d. (2021). *MORFOMETRÍA Y FISIOLOGÍA DE PLANTAS DE ECOTIPOS SILVESTRES DE HIGUERILLA (Ricinus communis L.) DEL NORTE DE MÉXICO*. Bermejillo . Obtenido de <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/090f1d5e-f83f-4797-892a-35244f7af685/content>
- Valencia, G. L., Gracia, A. B., Espinoza, X. M., Grijalva, O. A., Hernández, A. H., & Rodríguez, J. L. (2019). Productividad de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el norte de Sinaloa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(5). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n5/2007-0934-remexca-10-05-1011.pdf>
- Valverde, I. M., Periago, M. J., & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Scielo*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100001
- Velasco Varo, L., Fernández de la Cuesta, Á., Pascual-Villalobos, M. P., & Fernández Martínez, J. M. (2015). Variability of seed quality traits in wild and semi-wild accessions of castor collected in Spain. *Elsevier*, 65, 203-209.
- Vermeer, C. P., Nastold, P., & Jetter, R. (2003). 1,3-alkanediols and 3-hydroxyaldehydes in leaf cuticular waxes of *Ricinus communis* L. *Phytochemistry*. *ELSEVIER*, 433–438. 10.1016/s0031-9422(02)00560-5.
- Wu, J. Q., R.Kosten, T., & Zhang, X. Y. (2013). Free radicals, antioxidant defense systems, and schizophrenia. *ELSEVIER*, 200-206 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278584613000493?via%3Dihub>.
- Xu, D.-P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., . . . Li, H.-B. (2017). Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. *obtenido en International Journal of Molecular Sciences*, doi: 10.3390/ijms18010096. PMID: 28067795; PMCID: PMC5297730.

Yussif, N. (2018). Vitamin C. *Interchopen*. Obtenido de <https://www.intechopen.com/chapters/64659>

Zehiroglu, C., & Sarikaya, S. B. (2019). The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. *National Library of Medicine*. doi:10.1007/s13197-019-03952-x

Zuñiga, J. J. (2019). "Extracción y evaluación de extractos de la hoja de higuera (*Ricinus*. Mexicali. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/2214/1/MXL122260.pdf?fbclid=IwAR2gz3T34n3jog1bafPNt6V3qRXtjvjOn6Ev4F2MoVNiuzB4pWKd7gTvGvg>

GLOSARIO

- **Actividad citotóxica:** proceso o sustancia que puede causar daño celular.
 - **Distrofia muscular:** condición genética de carácter hereditario que provoca debilidad muscular que conduce un alto nivel de discapacidad.
 - **Etnológico:** rama de la antropología que compara y analiza las culturas.
 - **Peroxisomas:** especie de granulo que se encuentra unido a la membrana del citoplasma de las células eucariotas.
 - **Metilación:** modificación química del ADN y otros grupos de células por adición de grupos metilo, por lo que puede alterar la expresión genética.
 - **Axonomorfa:** conformación de raíces delegadas que se hunden verticalmente en la tierra que son formadas por una raíz principal más gruesa.
 - **Termodinámica:** rama de la física que se ocupa de las transiciones de energía de un sistema de un estado a otro ocurre entre el calor, trabajo, temperatura y energía.
 - **Dehiscente:** adjetivo calificativo al fruto cuyo pericarpio se abre de forma natural para que sobresalga la semilla.
 - **Alergénicos:** sustancias que generalmente son inofensivas que desencadenan en el sistema inmunitario y como resultado provoca alergia.
 - **Sonicación:** Aplicación de energía mediante ultrasonido con el fin de agitar las partículas de una muestra con fines científicos e industriales.
-

ANEXOS

Anexo A Solicitud para el estudio taxonómico de la Planta higuera

Guayaquil, viernes 06 de enero del 2023

M.Sc. CARMEN BONIFAZ
DIRECTORA
HERBARIO GUAY
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Nosotras, **Carmen Elena Suplewiche Sánchez**, con C.I. 095454093 y **Gema Liseth Almeida Loor** con C.I. 1316042314, Egresadas de la Facultad de Ciencias Químicas, solicitamos comedidamente se realice la identificación del espécimen adjunto a este oficio. El espécimen proviene de (Guayaquil), y tiene el nombre común de Higuera. La identificación es necesaria para la elaboración de tesis titulada **Estudio Farmacognóstico y capacidad antioxidante de las hojas de higuera (*Ricinus communis*)**. A cargo de la tutora Q.F. Pilar Asunción Soledispa Cañarte, MSc.

Atentamente



PIVAR ASUNCION
SOLEDISPA
CANARTE

Tutora de integración Curricular
Q.F. Pilar Soledispa Cañarte. MSc.

Carmen Suplewiche S.

Carmen Elena Suplewiche Sánchez
C.I. 0954549093

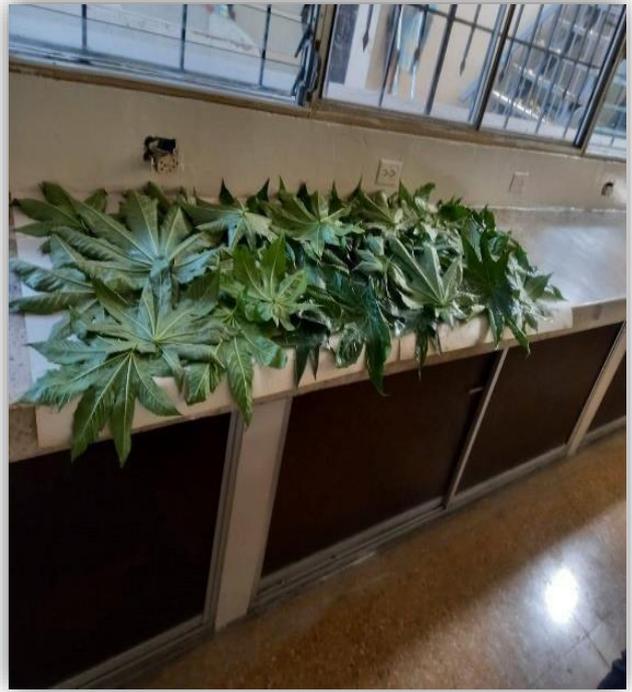
Gema Liseth Almeida Loor
C.I. 1316042314





Anexo D Medición de muestra





Anexo E Proceso de secado



Anexo G Proceso de triturado





Q.F. PILAR ASUNCIÓN SOLEDISPA CAÑARTE. M.Sc

Pilar Asunción Soledispa Cañarte, Química y Farmacéutica Doctor en Bioquímica y Farmacia, Máster en Química Farmacéutica en la universidad de la Habana - Cuba, Actualmente terminando un Doctorado en Ciencias Farmacéuticas. trabajó como analista de medicamentos en el Instituto Nacional de Higiene Leopoldo Izquieta Pérez por más de 20 años, presto servicios para la realización del pre y post registro sanitario, fue jefa de control y aseguramiento de la calidad en Industria Farmacéutica - Indunidas, comenzó su labor educativa en el 2014 en la Universidad de Guayaquil - Facultad de Ciencias Químicas, donde actualmente es docente investigador Máster en Química Farmacéutica, Gestora de Integración Curricular de pregrado,

Participación en producciones científicas: Proyectos de investigación, participación en Congresos, artículos, ponencias Tutora de tesis de pregrado y postgrado, Directora de proyectos FCI y de semilleros.

Q.F. GLENDA MARCELA SARMIENTO TOMALA, M.Sc.

Glenda Sarmiento Tomalá, Química Farmacéutica; docente de la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas desde el 2006. como parte de mi crecimiento profesional obtuve Diploma Superior en Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (cuarto nivel). posteriormente, realice una Maestría en Planificación Evaluación y Acreditación De La Educación Superior. luego, alcance una maestría en Farmacología. actualmente, me encuentro cursando el doctorado en Ciencias Farmacéuticas en la Universidad de la Habana Cuba. como parte de mi trayectoria laboral en la Universidad de Guayaquil he realizado algunas gestiones como: analista gestión de calidad en programa Progeca-Bioterio (realizando ensayos e investigaciones preclínicas en fitofármacos y plaguicidas). coordinadora unidad de titulación. miembro comité científico de investigación. tutora y cotutora de trabajos de titulación. tutora eventos científicos estudiantiles a galardones. SENESCYT. coordinadora maestría farmacia mención Farmacia Clínica. tengo publicaciones de alto impacto y regionales como artículos, capítulos de libro y libros. he participado en proyectos de investigación regional interdisciplinarios e interinstitucionales. he participado en congresos internacionales como ponente desde el año 2014.



Q.F. FRANCISCA PATRICIA JIMENEZ GRANIZO. Mg.

Francisca Patricia Jiménez Granizo, es docente de la universidad de Guayaquil, de la Facultad de Ciencias Químicas por 15 años en tan prestigiosa institución. Magíster en Bioquímica Clínica. Trabajó por 30 años en el Laboratorio Clínico RJ donde era la propietaria.

Q.F. ZORAIDA DEL CARMEN BURBANO GÓMEZ. Mg.

Zoraida Burbano Gómez, es docente de la universidad de Guayaquil, terminados mis estudios de tercer nivel (1987), tuve la suerte de ingresar a trabajar como ayudante de cátedra en la Facultad de Ciencias Químicas (1988), posteriormente realicé estudios en la universidad particular de Loja, 1994 profesor en educación media, doctorado en química y farmacia (2000), los estudios de cuarto nivel empezaron con el diplomado en docencia superior (1997), especialista en proyectos educativos (2005) y magister en educación superior (2006). He sido directora del laboratorio Progeca-bioterio, acreditado (SAE) en el año 2014, tutora de trabajos de titulación, participado en proyectos de investigación,



Q.F. ALEXANDRA JENNY LÓPEZ BARRERA. M.Sc

Alexandra Jenny López Barrera, Química y Farmacéutica. Doctor en Química y Farmacia, Máster en Química Farmacéutica en la Universidad de La Habana – Cuba. Actualmente terminando un Doctorado en Ciencias Farmacéuticas. Trabajo en la implementación de la Norma ISO 17025 en la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria ARCSA, jefe de producción en el laboratorio Master Plant. Analista de control de calidad en el Laboratorio Bristol Meyers Squibb. Jefe de Farmacia en los hospitales IESS Durán, Dermatológico de la ciudad de Quito.

Comenzó su labor en la docencia a partir del 2015 en la Universidad de Guayaquil - Facultad de Ciencias Químicas, donde actualmente es docente investigador. Gestora de Internalización y convenios. Ha participado en producciones científicas: Proyectos de investigación, en Congresos, ponencias, en la publicación de artículos y capítulos de libros. Tutora de tesis de pregrado.

Q.F. GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR. Mg

Giomara Margarita Quizhpe Monar Química Farmacéutica; Magíster en Procesamientos de Alimentos, título otorgado por la Universidad de Agraria del Ecuador, Máster en Gestión de Proyectos; título otorgado por la Universidad Espíritu Santo, Diplomado en Innovación Educativa y Metacognición para el Aprendizaje, título otorgado por la Universidad de la Américas, Química y Farmacéutica graduada en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil. Inicia su vida profesional en el terreno de la Bioquímica Clínica, Hematología y Bacteriología. Luego desempeña cargos de responsabilidad y control en una de las empresas farmacéuticas más prestigiosas del Ecuador. Ingresa en el año 2001 a colaborar con el Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical "Leopoldo Izquieta Pérez".



ISBN: 978-9942-663-14-6

