



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PREVIO
PARA OPTAR EL GRADO DE QUÍMICO Y FARMACÉUTICO**

MODALIDAD: TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO
ALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE FICUS CARICA L. (HIGO)”**

AUTOR:

LAINIZ CABRERA PABLO CESAR

TUTOR (A):

DRA. QF. HAYDEE MARÍA ALVARADO ALVARADO. Mgs.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2022 – 2023

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"Evaluación de la actividad antioxidante en extracto alcohólico de las hojas de <i>Ficus carica</i> L. (higo)"		
AUTOR:	Lainez Cabrera Pablo Cesar		
DOCENTE TUTOR:	Dra. Qf. Haydee María Alvarado Alvarado. Mgs. (Tutor)		
DOCENTE REVISOR:	Dra. María Elena Jiménez Heinert (Revisor)		
INSTITUCION:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS		
MAESTRIA/ESPECIALIDAD:	N/A		
GRADO OBTENIDO:	Tercer nivel – Químico y Farmacéutico		
FECHA DE PUBLICACION:	2022	No. DE PAGINAS:	72
AREAS TEMATICAS:	Ciencias básicas, Bioconocimiento y Desarrollo industria		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Radicales libres, Antioxidante, Polifenoles Totales, <i>Ficus carica</i> .		

RESUMEN

Los polifenoles son compuestos químicos con una extensa variedad de estructuras y propiedades, son una fuente de metabolitos bioactivos que poseen la capacidad de retardar o neutralizar a los radicales libres, impidiendo el desbalance prooxidante/antioxidante del cuerpo. Existe la recomendación de Organismos Internacionales de consumir vegetales y frutas por su alto contenido de polifenoles que poseen actividad antioxidante que evitan el desarrollo de enfermedades crónicas. La Hoja de *Ficus carica* es conocida por sus diferentes propiedades terapéuticas; por esta razón esta investigación se centró en demostrar la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales de las hojas de *Ficus carica* en extracto etanólico a diferentes concentraciones. Este estudio es de tipo descriptivo, experimental con enfoque cualitativo y cuantitativo. Se procedió al realizar la cuantificación de los polifenoles totales por el método de Folin-ciocalteu en el extracto etanólico de 70%, obteniendo un 5,63%; mientras que en el extracto etanólico a 96% tiene un valor de 5,23%. Mientras que para la actividad antioxidante se empleó la técnica de DPPH (2-2difeníl-1-picrilhidrazilo), consiguiendo que el extracto de etanólico a 96% un valor de IC50 de 11,25 ug/ml; el extracto etanólico a 70% obtuvo un valor de 15,40 ug/ml. El extracto etanólico al 70 % de hojas de higo obtuvo un mayor contenido de compuestos polifenólicos presentes, en cambio el extracto etanólico al 96% presento mayor actividad antioxidante.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: Pablo Lainez 0982659951	E-mail: pablo.lainezc@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	
	Teléfono: (04) 2293680	
	E-mail: www.fcq.ug.edu.ec	

ANEXO VI.- CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Guayaquil, 9 de septiembre del 2022
Sra. Q.F María Auxiliador Alarcón Mg.
DIRECTORA DE LA CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
FACULTAD CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Guayaquil. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de integración curricular **“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE FICUS CARICA L. (HIGO)”** del estudiante **LAINÉZ CABRERA PABLO CESAR** con **C.I: 092958880-4**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de integración curricular con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de integración curricular, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante, está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
HAYDEE
MARIA
ALVARADO
ALVARADO

DRA. QF. HAYDEE MARÍA ALVARADO ALVARADO. Mgs.
TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I. 0912369691
FECHA: 9/09/2022

ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Guayaquil, 19 septiembre 2022

Sra. Q.F. María Auxiliadora Alarcón Mgs.

DIRECTORA DE LA CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Guayaquil. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE FICUS CARICA L. (HIGO)**, del estudiante **LAINÉZ CABRERA PABLO**

CESAR. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 16 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublínea de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años. La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**María
ELENA
JIMENEZ
HEINERT**

DRA. MARÍA ELENA JIMÉNEZ HEINERT
DOCENTE REVISOR DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I. 0905366985
FECHA: 19/09/ 2022



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado, **Dra. HAYDEE ALVARADO ALVARADO Msc.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo ha sido elaborado por el estudiante **LAINÉZ CABRERA PABLO CESAR** con **C.I.:092958880-4**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÍMICO Y FARMACÉUTICO**.

Se informa que el trabajo de Titulación: **“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE FICUS CARICA L. (HIGO)”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa anti-plagio **TURNITIN** quedando el 5 % de coincidencia.

HIGO

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ tesis.ipn.mx

Fuente de Internet



Firmado electrónicamente por:

**HAYDEE
MARIA
ALVARADO
AT.VARADO**

DRA. QF. HAYDEE MARÍA ALVARADO ALVARADO. Mgs.
TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I. 0912369691
FECHA. 11/09/2022



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Pablo Lainez
Título del ejercicio:	TITULACION
Título de la entrega:	HIGO
Nombre del archivo:	HIGO.docx
Tamaño del archivo:	101.55K
Total páginas:	38
Total de palabras:	7,696
Total de caracteres:	45,552
Fecha de entrega:	09-sept.-2022 09:16a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega...	1895902876

INTRODUCCIÓN

El texto incluido en esta introducción pertenece a la obra de autoría propia del autor de la entrega, en virtud de la cual se ha depositado en los archivos de esta institución, mediante el uso de la herramienta Turnitin, para su comparación con los textos de autoría propia que se encuentran en la base de datos de esta institución, con el fin de verificar la originalidad y la integridad de la entrega.

El texto incluido en esta introducción pertenece a la obra de autoría propia del autor de la entrega, en virtud de la cual se ha depositado en los archivos de esta institución, mediante el uso de la herramienta Turnitin, para su comparación con los textos de autoría propia que se encuentran en la base de datos de esta institución, con el fin de verificar la originalidad y la integridad de la entrega.

Por otro lado, están comprendidos dentro de esta introducción los textos de autoría propia que se han depositado en los archivos de esta institución, mediante el uso de la herramienta Turnitin, para su comparación con los textos de autoría propia que se encuentran en la base de datos de esta institución, con el fin de verificar la originalidad y la integridad de la entrega.

Desde la adopción de esta herramienta se aplican los derechos de autor de la obra de autoría propia del autor de la entrega, en virtud de la cual se ha depositado en los archivos de esta institución, mediante el uso de la herramienta Turnitin, para su comparación con los textos de autoría propia que se encuentran en la base de datos de esta institución, con el fin de verificar la originalidad y la integridad de la entrega.



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 11/09/2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación, certifico: Que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es: **“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE FICUS CARICA L. (HIGO)”** presentado por **LAINÉZ CABRERA PABLO CESAR** con C.I: **092958880-4**, previo a la obtención del título de Químico Farmacéutico.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta informe de Anti-plagio del programa **TURNITIN**, quedando el **5%** de coincidencia. Lo certifico:



Firmado electrónicamente por:
**HAYDEE MARÍA
ALVARADO
ALVARADO**

**DRA. QF. HAYDEE MARÍA ALVARADO ALVARADO. Mgs.
TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I. 0912369691
FECHA: 11/09/2022**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 15 septiembre 2022

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrada **MARÍA ELENA JIMÉNEZ HEINERT**, tutora revisora del Trabajo de Titulación: **“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE FICUS CARICA L. (HIGO)”** certifico que el presente Trabajo de Titulación, elaborado por **LAINÉZ CABRERA PABLO CESAR** con **C.I. 0929588804**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÍMICO Y FARMACÉUTICO**, en la Carrera de Química y Farmacia de la Facultad de Ciencias Químicas, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.



Firmado electrónicamente por:

**MARIA ELENA
JIMENEZ
HEINERT**

DRA. MARÍA ELENA JIMÉNEZ HEINERT
DOCENTE REVISOR DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
C.I.: 0905366985
FECHA: 15 /09/ 2022



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**

Guayaquil, 6 de Octubre 2022

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

ACTA DE REGISTRO DE LA SUSTENTACIÓN FINAL

El tribunal de Sustentación del Trabajo de Titulación certifica al Sr. **LAINÉZ CABRERA PABLO CESAR** con **C.I. 0929588804**, después de ser examinado en su presentación, memoria científica y defensa oral, da por aprobado el Trabajo de Titulación.



Firmado electrónicamente por:

**MARIA ELENA
JIMENEZ
HEINERT**

**Dra. JIMENEZ HEINERT MARIA ELENA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**WILLIAM JOHNNY
JIMENEZ
JIMENEZ**

**QF. JIMENEZ JIMENEZ WILLIAM JOHNNY Msc.
MIEMBRO 1 DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**HENRY XAVIER
PONCE SOLORZANO**

**ING. PONCE SOLORZANO HENRY XAVIER
MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**FRANCISCO XAVIER
PALOMEQUE ROMERO**

**AB. FRANCISCO PALOMEQUE ROMERO Mgs.
SECRETARIO GENERAL**



ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS - CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo **PABLO CESAR LAINEZ CABRERA** con **C.I: 092958880-4**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de integración curricular, cuyo título es **“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE FICUS CARICA L. (HIGO)”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

Pablo Cesar Lainez Cabrera
C.I: 0929588804

CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n 899-Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi madre y a mi padre quienes fueron el pilar fundamental para que siga este camino, me inculcaron valores y me dieron ejemplo de superación. A Mi familia tanto abuelos y tíos por sus consejos, motivación y respaldo incondicional. A mi otra familia por estar pendiente a mi carrera de principio a fin, por las innumerables veces que me apoyaron, brindaron afecto y consejos. A mis amigos y compañeros por colaborar con sus conocimientos y amistad.

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por cada día de vida, por las bendiciones que me ha brindado tanto a mi como a mi familia y me ha permitido llegar a esta etapa de mi vida aunque al principio se veía lejana hoy es una realidad.

Agradezco a mi madre por inculcarme principios, valores, y su inagotable amor que me ayudaron a lograr una meta más en mi vida a pesar de las adversidades que se han presentado. Por estar siempre conmigo apoyándome dándome ánimos desde mi niñez hasta la actualidad.

A mi Madrina por su apoyo, cariño y sus consejos de seguir siempre adelante ante las adversidades, por acogerme en su casa como si fuera un miembro más de su familia. Por estar presente desde el comienzo de la carrera hasta ahora en la culminación.

A mis abuelos que estuvieron pendientes de mí y de mi familia a lo largo de estos años, dándome consejos pero sobretodo su cariño para terminar mi carrera universitaria.

Agradezco a mi tutora Dra. Haydee Alvarado que siempre estuvo pendiente del desarrollo de la tesis, por su tiempo, paciencia y conocimiento que fueron de gran ayuda para terminar la investigación de Tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XX
ABSTRACT	XXI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA	3
I.1 Planteamiento y Formulación del problema	3
I.1.2 Planteamiento del Problema	3
I.1.2 Formulación del Problema	4
I.2 Justificación e Importancia	5
I.3 Hipótesis	6
I.4 Objetivos	7
I.4.1 Objetivo General	7
I.4.2 Objetivos Específicos	7
I.5 Operacionalización de las variables	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
II.1 Antecedentes de la Investigación	9
II.2. Ficus Carica	12
II.3 Distribución	12
II.4 Taxonomía	13
II.5 Descripción botánica	13
II.5.1 Hojas	14
II.5.2 Raíces	14
II.5.3 Flores	15
II.5.4 Tallos	15
II.5.5 Frutos	15
II.5.6 Semillas	15
II.6 Usos y beneficios	15

II.7 Condiciones Agronómicas	16
II.8 Antioxidantes	17
II.8.1 Antioxidantes endógenos.....	17
II.8.2 Antioxidantes Exógenos: Polifenoles	17
II.9 Radicales libres	18
II.10 Estrés Oxidativo.....	19
II.11 Enfermedades asociadas al estrés oxidativo	19
II.12 Ensayos Cuantitativos.....	21
II.12.1 DPPH	21
II.12.2 Folin-Ciocalteu.....	21
II.13 Ensayos Cualitativos.....	22
II.13.1 Tamizaje Fitoquímico.....	22
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	24
III.1 Tipo de Investigación	24
III.2 Diseños de la investigación.....	24
III.3 Alcances	24
III.4 Recolección de la muestra.....	24
III.5 Selección de la Muestra.....	25
III.5.1 Criterios de Inclusión	25
III.5.2 Criterios de Exclusión	25
III.6 Equipos, aparatos, materiales y reactivos.....	26
III.6.1 Equipos	26
III.6.2 Materiales.....	26
III.6.3 Reactivos.....	26
III.7 Metodología experimental.....	27
III.7.1 Proceso de Secado y extracción Hidroalcohólica 70% y 96%.....	27
III.7.2 Tamizaje Fitoquímico.....	27

III.7.2.1 Ensayos de Mayer Y Wagner	27
III.7.2.2 Ensayo de Liebermann-Burchard	28
III.7.2.3 Ensayo de Cloruro Férrico	29
III.7.2.4 Ensayo de la Espuma	29
III.7.2.5 Ensayo de Shinoda	30
III.7.3 Contenido de compuesto fenólicos totales (Folin- Ciocalteu).....	31
III.7.4 Evaluación de la actividad antioxidante (DPPH)	32
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
IV.1 Resultados	33
IV.1.1 Resultados del tamizaje Fitoquímico	33
IV.1.2 Determinación de Polifenoles Totales	34
IV.1.3 Determinación de la actividad antioxidante.....	35
IV.4 Discusiones	37
IV.5 Conclusiones	39
IV.6 Recomendaciones	40
BIBLIOGRAFÍA	41
GLOSARIO.....	46
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.- Definición Operacional de las variables	8
Tabla II.- Flavonoides encontrados en las hojas de higuera	12
Tabla III.- Clasificación taxonómica del Higo	13
Tabla IV.- Ensayos del tamizaje fitoquímico	22
Tabla V.- Extracto etanólico al 96% de hojas de Ficus carica L.	33
Tabla VI.- Extracto etanólico al 70% de hojas de Ficus carica L.	34
Tabla VII.- Determinación de Polifenoles Totales	34
Tabla VIII.- Determinación de la actividad antioxidante.....	35

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Higuera (<i>Ficus carica</i> L.)	14
Ilustración 2.- Hojas y frutos de la planta del Higo	14
Ilustración 3.-: <i>Método de DPPH</i>	21
Ilustración 4.- Método de Folin-Ciocalteu	22
Ilustración 5.- Ubicación de la recolección de la muestra	25

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Relación del contenido de Polifenoles Totales de los extractos de la hoja de <i>Ficus carica</i> L	35
Gráfico 2: Relación de la actividad antioxidantes de los extractos etanólico de la hoja de <i>Ficus carica</i> L	36

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama I.- Procedimiento para la identificación de alcaloides.....	27
Diagrama .- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de alcaloides.....	28
Diagrama III.- Procedimiento para la identificación de triterpenos y esteroides.....	28
Diagrama IV.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de triterpenos y esteroides.....	28
Diagrama V.- Procedimiento para la identificación de fenoles y Taninos.....	29
Diagrama VI.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de fenoles y taninos.....	29
Diagrama VII.- Procedimiento para la identificación de saponinas.....	29
Diagrama VIII.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de saponinas.....	30
Diagrama IX.- Procedimiento para la identificación de flavonoides.....	30
Diagrama X.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de flavonoides.....	30
Diagrama XI.- Procedimiento para la determinación de fenoles Totales.....	31
Diagrama XII.- Procedimiento para la determinación de Fenoles Totales.....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.- Recolección de las muestras.....	48
Anexo B.- Selección de las hojas de Ficus carica L	48
Anexo C: Ensayo de Shinoda	48
Anexo D: Determinación de Polifenoles Totales	49
Anexo E: Decoloración de DPPH	49
Anexo F: Determinación de fenoles totales	50

LISTA DE ABREVIATURAS

DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidracilo

ERO: Especies Reactivas de Oxígeno

ERN: Especies Reactivas de Nitrógeno

RL: Radicales Libres

IC50: Concentración media inhibitoria

GAE: Estándar de Ácido Gálico



ANEXO XII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR (ESPAÑOL)

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS - CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE FICUS CARICA L. (HIGO)”

Autor: Pablo Cesar Lainez Cabrera

Tutor: Dra. QF. Haydee María Alvarado Alvarado. MSc

RESUMEN

Los polifenoles son compuestos químicos con una extensa variedad de estructuras y propiedades, son una fuente de metabolitos bioactivos que poseen la capacidad de retardar o neutralizar a los radicales libres, impidiendo el desbalance prooxidante/antioxidante del cuerpo. Existe la recomendación de Organismos Internacionales de consumir vegetales y frutas por su alto contenido de polifenoles que poseen actividad antioxidante que evitan el desarrollo de enfermedades crónicas. La Hoja de *Ficus carica* es conocida por sus diferentes propiedades terapéuticas; por esta razón esta investigación se centró en demostrar la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales de las hojas de *Ficus carica* en extracto etanólico a diferentes concentraciones. Este estudio es de tipo descriptivo, experimental con enfoque cualitativo y cuantitativo. Se procedió al realizar la cuantificación de los polifenoles totales por el método de Folin-ciocalteu en el extracto etanólico de 70%, obteniendo un 5,63%; mientras que en el extracto etanólico a 96% tiene un valor de 5,23%. Mientras que para la actividad antioxidante se empleó la técnica de DPPH (2-2difenil-1-picrilhidrazilo), consiguiendo que el extracto de etanólico a 96% un valor de IC50 de 11,25 ug/ml; el extracto etanólico a 70% obtuvo un valor de 15,40 ug/ml. El extracto etanólico al 70 % de hojas de higo obtuvo un mayor contenido de compuestos polifenólicos presentes, en cambio el extracto etanólico al 96% presento mayor actividad antioxidante.

PALABRAS CLAVES: Radicales libres, Antioxidante, Polifenoles Totales, *Ficus carica*.

ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR (INGLÉS)

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS - CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA

TITLE: EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY IN ALCOHOLIC EXTRACT OF THE LEAVES OF *FICUS CARICA* L. (FIG)”

Author: Pablo Cesar Lainez Cabrera

Advisor: Dra. QF. Haydee María Alvarado Alvarado. MSc

ABSTRACT

Polyphenols are chemical compounds with a wide variety of structures and properties, they are a source of bioactive metabolites that have the ability to retard or neutralize free radicals, avoiding the prooxidant/antioxidant imbalance. There is the recommendation of International Organizations for the consumption of vegetables and fruits due to their high content of polyphenols that have antioxidant activity that prevent the development of chronic diseases. The *Ficus carica* Leaf is known for its different therapeutic properties; For this reason, this research focused on demonstrating the antioxidant activity and total polyphenol content of *Ficus carica* leaves in ethanolic extract at different concentrations. This study is descriptive, experimental with a qualitative and quantitative approach. Total polyphenols were quantified by the Folin-ciocalteu method in the 70% ethanolic extract, obtaining 5.63%; while in the 96% ethanolic extract it has a value of 5.23%. While for the antioxidant activity, the DPPH (2-2diphenyl-1-picrylhydrazyl) technique was used, achieving that the 96% ethanolic extract had an IC₅₀ value of 11.25 ug/ml; the 70% ethanolic extract obtained a value of 15.40 ug/ml. The 70% ethanolic extract of fig leaves obtained higher content of polyphenolic compounds present, while the 96% ethanolic extract presented higher antioxidant activity.

Keywords: Free radicals, antioxidant, Total Polyphenols, *Ficus carica* .

INTRODUCCIÓN

El estrés oxidativo es una condición metabólica en la cual existe un desequilibrio entre la producción de oxidantes en relación con la disminución de las defensas antioxidantes, mediante estudios se han logrado comprobar su relación con el daño celular por el cual causarían varios padecimientos como la arterosclerosis, cáncer, Alzheimer, enfermedades respiratorias y cardiovasculares y el envejecimiento.(Sies, 2020)

El estrés oxidativo es una consecuencia de la elevación en los niveles de radicales libres en el organismo, los radicales libres son definidos como moléculas con uno o varios electrones desapareados, por lo tanto, son altamente reactivos e inestables.(Maddu, 2019) La capacidad altamente reactiva daña a las biomoléculas cercanas a los radicales libres mediante la oxidación que genera una reacción en cadena.(Cruz-Rodríguez, J. et al., 2019)

Por otra parte, existen compuestos químicos presentes en especies vegetales que se han empleado para reducir o neutralizar los daños causados por el desequilibrio de las especies químicas reactivas, estos son los compuestos fenólicos que reaccionan capturando los RL (radicales libres), previniendo el daño celular y aportando antioxidantes esenciales para el organismo. Los antioxidantes se obtienen mediante una dieta rica en frutas la cual contiene en su mayoría compuestos fenólicos que otorgan la capacidad antioxidante. Existe actualmente una creciente investigación por alimentos funcionales que sean fuente de antioxidantes, por la necesidad de mejorar la salud humana. (Grande-Tovar,C. et al. 2020)

Desde la antigüedad el ser humano ha optado por emplear las plantas como medicina para curar o aliviar múltiples dolencias, este conocimiento ancestral es reconocido por las Organizaciones de la salud como la OPS (Organización Panamericana de la Salud) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) quienes han resaltado la aportación de la medicina tradicional para garantizar el acceso universal con la finalidad del bienestar y mejora en la salud humana.(Reyes Castro et al., 2021). En contraste, en la actualidad solo se han estudiado científicamente alrededor del 10% de las especies vegetales del

mundo y existen alrededor 15.000 especies vegetales que están peligro de extinción, es relevante que se haga un enfoque hacia la medicina tradicional y que se realicen investigaciones sobre los efectos terapéuticos.(Jiménez González et al., 2021). El Ecuador posee climas y ecosistemas muy variados a lo largo y ancho de su territorio, por esta razón existen una gran biodiversidad de especies vegetales las cuales no han sido estudiadas con detenimiento, algunas especies vegetales presentan la capacidad de disminuir el deterioro causado por el estrés oxidativo.

La *Ficus carica L* es una planta que ha sido una de las especies más cultivadas a lo largo de la historia de la humanidad por el mediterráneo oriental dado sus beneficios, su cultivo se ha extendido a largo del tiempo.(Solana, R. y Romano,A., 2019)

Las hojas de la higuera también han sido usadas tradicionalmente en infusiones para distintas dolencias, se le han atribuido propiedades medicinales contra el asma, bronquitis, estreñimiento, diabetes además de regular la presión.(El universo, 2020) Esta investigación busca analizar los principios activos que presenta la planta de Higo (*Ficus carica L.*) para emplearlo como prevención del aumento de los radicales libres que generan daños que repercuten en la vida celular y generan enfermedades, dando a las personas una mejor calidad de vida.

El presente estudio se realizará sobre la planta de Higo (*Ficus carica L.*) proveniente de la provincia del Azuay, la cual posee una elevada cantidad de metabolitos secundarios, que son partícipes en el desarrollo óptimo de la planta. El tipo de estudio es descriptivo, experimental con enfoques cuantitativo y cualitativo; por esta razón se determinará el contenido de Fenoles Totales por el método de Folin Ciocalteu y la actividad antioxidante por el método de DPPH.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

I.1 Planteamiento y Formulación del problema

I.1.2 Planteamiento del Problema

Actualmente, existen diversas patologías que se relacionan con el estrés oxidativo, el cual se origina por el aumento en los niveles de radicales libres en el organismo, el cual sobrepasa la defensa antioxidante de los organismos aerobios. Las especies reactivas contienen uno o varios electrones no apareados, lo que hacen que sean inestables y altamente reactivos, además que poseen la capacidad de formar reacciones químicas en cadena afectando a moléculas contiguas.(Benítez-Estrada et al., 2020)

Las especies reactivas son generadas por mecanismos endógenos y fuentes exógenas, entre los mecanismos endógenos del cuerpo humano están la fosforilación oxidativa que se origina en la mitocondria, siendo la vía con mayor producción de las especies reactivas de oxígeno, además existen otras fuentes como las causadas por células del sistema inmune como los macrófagos, neutrófilos, fibroblastos, células musculares lisas y monocitos cardíacos pueden producir radicales libres. Entre los mecanismos exógenos se pueden encontrar productos secundarios del metabolismo de productos exógenos, además de contaminación ambiental, casos de drogadicción, alcoholismo, tabaquismo, mala alimentación, exposición a metales pesados, disolventes y radiación.(Ortiz, J. y Medina,M., 2020)

El estrés oxidativo se genera ya que el aumento de la producción de las especies reactivas sobrepasa los mecanismos antioxidantes, debido a estos se producen patologías asociadas al estrés oxidativo. El organismo en condiciones normales lograría neutralizar los radicales libres, mantener la estabilidad y prevenir el daño oxidativo, mediante la producción de varias enzimas antioxidantes. (Cruz-Rodriguez, J. et al., 2019)

Los antioxidantes posee la facultad de inhibir y prevenir la oxidación en biomoléculas, entre sus funciones está la reducción del estrés oxidativo, la protección del ADN, así como otros parámetros de daño celular.(Galina, M., et al., 2018). En tiempos actuales se ha comprobado un creciente interés o

tendencia en la cuantificación y demostración de la capacidad antioxidantes de varios alimentos por parte de la agricultura, profesionales de la salud, industria e investigadores.(Benítez-Estrada et al., 2020)

En la actualidad existen una preferencia hacia el consumo de alimentos funcionales, es decir, que además de tener un valor nutritivo, contribuyen a mejorar la salud. Algunas investigaciones se centran la capacidad antioxidante debido a sus propiedades pueden prevenir enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, Alzheimer, diabetes y otros.

I.1.2 Formulación del Problema

¿Cómo incide la concentración de polifenoles totales en la actividad antioxidante en el extracto etanólico de las hojas de *Ficus carica L* (higo)?

I.2 Justificación e Importancia

El objetivo de este estudio es colaborar con la mejora en la salud de la población, y la divulgación científica sobre especies vegetales que podrían mejorar la calidad de vida, previniendo múltiples enfermedades que pueden presentarse al exponerse a diversas circunstancias que generarían el estrés oxidativo en el organismo. Dentro de los compuestos químicos que contienen los vegetales existen algunos importantes como los polifenoles que contiene capacidad antioxidante, que han demostrado una relación inversa entre el consumo de productos con actividad antioxidante y las enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.(Granados Conde et al., 2021)

Por este motivo es importante que la población conozca la gran relación que existen entre las plantas y el beneficio para disminuir el estrés oxidativo, y promover el consumo de alimentos vegetales y frutas para favorecer un buen estado de salud, disminuyendo los riesgos de padecer estrés oxidativo y las complicaciones en la salud que esto conlleva.

La planta del higo es una planta cultivada desde hace miles de años y se origina en medio oriente y se ha empleado para trastornos metabólicos, respiratorios, antiespasmódico y antiinflamatorios, como consecuencias de las propiedades alimenticias y medicinales es una planta de interés científico. (Gafoor, H. et al.,2019)

La importancia de esta investigación se debe a prevenir las enfermedades asociadas al estrés oxidativo, mediante la evaluación de la capacidad antioxidante que contiene las hojas *Ficus carica L* (Higo) en la cual se va a lograr identificar la concentración y cualidades de estos metabolitos encontrados; y así promover el uso de las hojas de la planta *Ficus carica L.* La determinación de estos metabolitos nos ayudará para la investigación, realización de productos e incentivar el consumo por los beneficios que las hojas brindan a personas que la consuman.

I.3 Hipótesis

El extracto alcohólico de *Ficus carica L.* presenta en su contenido compuestos fenólicos que le confieren una actividad antioxidante.

I.4 Objetivos

I.4.1 Objetivo General

Evaluar la actividad antioxidante en extracto alcohólico de las hojas de *Ficus carica L* (Higo).

I.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar los metabolitos secundarios presentes en hojas de *Ficus carica L* en los extractos etanólico al 70% y extracto etanólico al 96% mediante un tamizaje fitoquímico.
- ✓ Determinar el contenido de compuestos fenólicos totales de los extracto etanólicos por el método de Folin-Ciocalteu.
- ✓ Cuantificar la actividad antioxidante de los extractos etanólicos por el método de DPPH.

I.5 Operacionalización de las variables

Tabla I.- Definición Operacional de las variables

Fuente: Autor

VARIABLE	DIMENSION	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA (INDICADOR)
Independiente	Extracto alcohólico de hojas de <i>Ficus carica</i> L	Tamizaje fitoquímico	Concentración del extracto
Dependiente	Actividad Antioxidante Polifenoles totales	DPPH Folin-Ciocalteu	ug/ml %

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

II.1 Antecedentes de la Investigación

En la búsqueda de la humanidad de optimizar la calidad de vida, se han realizado estudios en plantas conocidas tradicionalmente como medicinales que poseen la capacidad de aliviar afecciones o emplearlos para procesos terapéuticos. En la planta *Ficus carica* se han efectuado investigaciones para conocer sus diversas propiedades medicinales en este sentido (Ayoub et al., 2019) desarrollo una investigación donde se comparaba la actividad antioxidante de las hojas de *Ficus carica L.* y *Olea europea L.* .Las muestras de hojas de higo, se obtuvieron en los meses de julio y agosto, posteriormente procediendo a la extracción por maceración en metanol. A continuación, se llevó a cabo el tamizaje fitoquímico que revelo la presencia de polifenoles (+), flavonoides (+), alcaloides (+), cumarinas (+), antocianinas (+), saponinas (+) y trepenoides (+). En el método de Folin-Ciocalteu se empleó como estándar el ácido gálico, dando como resultado $96,46 \pm 0,42(\mu\text{g GAE}/\text{mg de extracto seco})$. Además, se realizó el análisis de contenido de flavonoides totales alcanzando $33,52 \pm 1,34 (\mu\text{g CE}/\text{mg de extracto seco})$, por lo cual el contenido de flavonoides totales y de polifenoles totales es significativo. Mediante el método de 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo se constató un aumento de la actividad antioxidante al aumentar la concentración del extracto metanólico de $11,31 \pm 3,86 \% \text{ IC}$ a $87,03 \pm 0,15 \% \text{ IC}$.

Según(Gálvez-Bustamante; J., 2018) público un estudio titulado capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en las hojas de *Ficus carica* (higo), donde su principal objetivo era evaluar la actividad antioxidante del extracto de la hoja de *Ficus carica L.* obtenidas de la Provincia del Santa de la Región Anchas en Perú. En la investigación se empleó del extracto de metanol / Acido Fórmico (80% + 0,1% respectivamente) la evaluación de los polifenoles totales se realizaron por el método de Folin-Ciocalteu por triplicado utilizando el estándar de catequina, el resultado del promedio fue de $58,54 \pm 6.18 \text{ mg de catequina}$ siendo una cifra muy equivalente. Además, en la curva de calibración se obtuvo un valor de coeficiente de determinación $0.9996 \text{ mg de catequina equivalente/g de hoja seca}$ indicando la presencia de grupos de fenólicos. Por medio del

método de DPPH se determinó la capacidad antioxidante del extracto metanólico al 80% con un análisis por triplicado logrando un promedio de 156.80 ± 27.19 mM Trolox Eq./g en muestra seca, demostrando la capacidad antioxidante.

En la investigación realizada por (Ara Begum et al., 2020) sobre la actividad antioxidante y antibacteriana del polvo de las hojas de *Ficus carica*; se comprobó la presencia de flavonoides principal metabolito que confiere la actividad antioxidante además se hallaron alcaloides, taninos, proteínas, azúcares reductores y no reductores, ácidos oxálicos mediante un tamizaje fitoquímico preliminar. La actividad antibacteriana se determinó empleando el método de difusión de pozos de agar en concentraciones de 200 y 500 mg/ml, frente a las cepas *K. pneumonia*, *E. Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* donde se demostró la formación de halos inhibitorios demostrando así su capacidad antibacteriana. Asimismo, aplicando la técnica del 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) se determinó la actividad antioxidante, donde se realizaron varias mediciones a distintas concentraciones, obteniendo como que el porcentaje de IC 50 aumentó a mayor concentración del extracto reportando un 21%, 29%, 53%, 57% y 63% de porcentaje de inhibición de radicales libres, por lo tanto, se confirmó que existe un gran poder antioxidante en las hojas de *Ficus carica* siendo posible emplear en la medicina para trastornos que se asocien con la incidencia del estrés oxidativo con el fin de impedir la acumulación de las especies reactivas.

(Li, C., et al., 2021) analizó hojas de desecho de la planta *Ficus carica L.* para identificar compuestos antioxidantes, se emplearon tres tipos de solventes distintos como el agua, éter de petróleo y acetato de etilo; este último alcanzó a tener un mayor contenido de polifenoles 2.72 mg/g, pero los otros extractos demostraron tener menor contenido de polifenoles 1.50 mg/g en extracto acuoso y en extracto de éter de petróleo obtuvo un valor de 1.22mg/g esto debido a la polaridad del acetato de etilo presenta mayor similitud con los polifenoles presentes en la hoja. En la determinación de flavonoides se empleó los tres tipos de solventes, logrando un valor de 83.92 mg/g para el acetato de etilo, siendo este el de mayor contenido de flavonoides y el de menor valor fue el extracto de éter de petróleo con un 18,71 mg/g. Evaluó la capacidad antioxidante por medio del método de DPPH en los extractos antes mencionados, el acetato de etilo

presente mayor capacidad antioxidante obtuvo como IC50 el valor de 540 ug/ml debido a su mayor contenido de polifenoles y flavonoides, pero su valor no fue tan relevante.

Los datos obtenidos del método ABTS fueron similares, la capacidad antioxidante presentada por los extractos fueron de mayor a menor en el siguiente orden: acetato de etilo, agua y éter de etilo; siendo el acetato de etilo que alcanzó mejores resultados con una tasa de eliminación del 80,28 % en la concentración de 2,5 mg/ml. En el método de FRAP se hallaron resultados que indican que el extracto de acetato de etilo contiene mayor cantidad de polifenoles y flavonoides, puesto que se encontró una mayor cantidad de capacidad reductora (3,46 mmol/g).

También empleó el HPLC DAD-ESI-MS a 517nm para identificar los flavonoides presentes en lo que se encontraron 11 puntos negativos donde se hallaron varios metabolitos presentes, y al escanear en negativo se destacaron los puntos 1, 6 y 7 que tenían mayor área de pico negativo por lo tanto se infirió que estos aportaban mayor capacidad antioxidante. Los flavonoides encontrados se identificaron mediante la espectrometría de masas, destacando por el poder antioxidante fueron 3-O-(ramnopiranosil-glucopiranosil)-7-O-(glucopiranosil)-quercetina que tiene actividad antiinflamatorias y neuroprotectores, la isoschaftósido participa en la inhibición de la acetilcolinesterasa y la rutina que posee múltiples efectos como antitumoral, antiinflamatorio antiviral respectivamente. Posteriormente mediante se empleó el método DPPH se observaron grandes picos en el punto 1, 6 y 7 en efecto contienen mayor capacidad de reducir los radicales libres.

Tabla II.- Flavonoides encontrados en las hojas de higuera

1	Flavonoides identificados
2	3-O-(ramnopiranosil-glucopiranosil)-7-O-(glucopiranosil)- quercetina
3	2-carboxil-1, 4-naftohidroquinona-4-O-glucopiranosido
4	luteolina 6-C-glucopiranosido, 8-C-arabinopiranosido
5	schaftósido
6	isoorientina
7	isoschaftósido
8	rutina
9	2"-O-ramnosilvitexina
10	isovitexina
11	Isoquercetina
12	kaempferol-3-O-rutinósido

Fuente: (Li, C., et al., 2021)

II.2. Ficus Carica

A través de la historia de la humanidad, una de las especies más cultivadas a lo largo del mediterráneo oriental es la planta de *Ficus carica L.* por causa de sus beneficios su cultivo se distribuyó por todo el mundo, donde el clima es favorable con inviernos fríos y veranos calurosos y secos. Los higos pertenecen al género *Ficus* uno de los más abundantes y a la familia de las Moraceae de los cuales pertenecen alrededor de 800 especies de plantas alrededor del mundo .(Solana, R. y Romano,A., 2019)La planta *Ficus carica* lleva el nombre científico de la región donde se asentaba su cultivo antiguamente el cual corresponde al suroeste de la actual Turquía. La importancia se describe desde tiempos remotos en citas de documentos e incluso en la biblia, en la cual se consideraban como una de las siete plantas sagradas.

II.3 Distribución

La higuera fue cultivada desde la antigüedad por sus frutos, los que poseen un valor nutritivo importante y propiedades para aliviar varias enfermedades, por

esta razón su cultivo se extendió desde la región del mediterráneo donde actualmente se asientan países que hoy en día conocemos con Turquía, Israel, Siria y Arabia Saudita hasta llegar Europa y Asia menor. Posteriormente, con el descubrimiento de América se introdujo la higuera a Sudamérica y el Norteamérica donde se extendió por California y varios estados de la costa occidental. (Ara Begum et al., 2020)

II.4 Taxonomía

Tabla III.- Clasificación taxonómica del Higo

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Urticales
Familia:	Moraceae
Tribu:	Ficeae Gaudich
Género:	Ficus
Especie:	carica
Nombre científico:	Ficus Carica
Nombre común:	Higo

Fuente: (Datiles, 2015)

II.5 Descripción botánica

Ficus carica es un árbol caducifolio, alcanza a crecer entre 4 a 9 metros, posee múltiples ramas que se extienden desde el tronco, el tamaño del tronco llega a superar los 7 metros. Presenta un látex de color blanco lechoso que contiene principalmente ficina.

Ilustración 1.- Higuera (Ficus carica L.)



Fuente:(Center for the sttudy of the Built Environment, 2021)

Ilustración 2.- Hojas y frutos de la planta del Higo



Fuente: (Gafoor, et al., 2019)

II.5.1 Hojas

Su coloración es verde brillante, grandes, simples, alterno oval e irregularmente dentada. La superficie son vellosas ásperas en la parte superior y suaves, vellosas en la parte inferior, profundamente lobulados. Las flores surgen a partir de las axilas de las hojas viejas.

II.5.2 Raíces

El sistema radicular es generalmente fibroso, poco profundo y extenso, la raíces dependiendo del tipo suelo logrará extenderse verticalmente u

horizontalmente con el fin abarcar más terreno y obtener nutrientes del suelo.

II.5.3 Flores

Son unisexuales, contiene receptáculo hueco carnosos, con forma piriforme a lo que se conoce como sicono, las flores masculinas están ubicadas en la parte inferior, son escasas, contienen 3-4 estambres, 3 sépalos y 4 filamentos. En la parte superior se encuentran las flores femeninas que contienen 4 sépalos, con perianto dividido en 5 partes, ovario superior, 1 solo ovulo.

II.5.4 Tallos

Su coloración varía de blanco ceniza a gris plateada, en la parte central es de color marrón rojiza. La superficie es lisa, con algunas grietas redondeadas irregulares. Durante el desarrollo de la planta crecen tallos (chupones) en la base del tronco, estos por lo general se podan para favorecer el crecimiento.

II.5.5 Frutos

Los frutos son infrutescencias, se generan en las partes axilares de ramas frondosas pareadas o solitarias, en forma de pera. Sus sistemas de reproducción son exclusivos debido a que solo pueden ser polinizados por avispas agaónidas asociadas como (Hymenoptera: Chalcoidea: Agaonidae). Los aquenios son el fruto verdadero que se genera por la fecundación del sicono, convirtiéndose en carnosos, formando la breva o higo de acuerdo a la fecha de madurez. La parte interior de la fruta es un anillo interior blanco que contiene una masa de semillas unidas con una pulpa de gelatina dulce.

II.5.6 Semillas

Las semillas son comestibles, pueden variar de tamaño desde diminutas hasta grandes y la cantidad oscila entre 30 y 1600. Las semillas polinizadas aportan el sabor a nuez a los higos secos. (Salma et al., 2020)

II.6 Usos y beneficios

El fruto de higo se emplea tradicionalmente como fruto seco, son reconocidos por su alto valor nutricional en minerales, azúcares y grasas, además de fibras dietéticas también, el alto contenido de flavonoides, polifenoles y fenoles le

proporcionan una alta capacidad antioxidante. (Solana, R. y Romano, A., 2019).

La planta de *Ficus carica* se ha cultivado desde la antigüedad por poseer diversos benéficos alimenticios y medicinales. El fruto se ha empleado en medicina tradicional para padecimientos respiratorios, cardiovasculares, trastornos metabólicos, espasmódicos y antiinflamatorio. El fruto se ha empleado además como antihemorrágico, expectorante, laxante, diurético, y desobstruyente. Asimismo se conocen los efectos galactogogo, tónico y antibiótico en la piel, el fruto también es empleado como cataplasmas

Al madurar el higo se consume como fruta fresca por su característico dulzor, actualmente vienen en diversas presentaciones como pasta de higo, mermeladas, confituras o en conservas, son empleadas en la preparación de productos de repostería o panadería como pasteles, budines, tartas, batidos. Se emplea como ingrediente principal en postres congelados como helados, yogur, postres y gachas. Industrialmente, se preparan varias formas como nuggets, pastas, polvos, concentrados, polvos o en forma de dados. En su forma fermentada se destina al sector vitivinícola donde se utiliza para producir vinos y además vinagre. (Walia et al., 2022)

A través de los años se ha indicado la importancia medicinal de la hoja de la higuera mediante la preparación de infusiones, decocciones, etc., han mostrado efectos beneficiosos por sus propiedades antiinflamatorias, diuréticas, antihelmínticas, demulcentes, emolientes; han sido empleadas en enfermedades gastrointestinales, enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares, diabetes, enfermedades de la piel, úlceras, disentería y hemorroides. (Li, Z., et al., 2021)

Las semillas de higo también se utilizan como tónico para enfermedades de la piel como el vitíligo y tiña, además se emplea como aceite y lubricante. El látex que posee la planta de higo tiene propiedades expectorantes, diuréticas, antihelmínticos y antianémico. (Gafoor et al., 2019)

II.7 Condiciones Agronómicas

Desde años remotos la planta de *Ficus carica* se ha cultivado por disponer de una gran capacidad de adaptabilidad a varios climas, logrando desarrollarse a bajas temperaturas y altas temperaturas; también en sitios con escasez de agua

por este motivo su cultivo puede darse en secano o regadío.

Por ser un árbol caducifolio subtropical, crece generalmente en climas cálidos, por el contrario, no tienen afinidad con las bajas temperaturas, ya que causan la pérdida de la calidad en la fruta, por la caída de las infrutescencias, provocando una falsa maduración de la fruta, mientras que las de temperaturas cálidas de más de 22° C favorecen en la etapa de desarrollo y maduración del fruto. Los climas fríos perjudican el crecimiento del árbol, llegan a desojarse, con temperaturas de -12° C que provocan la muerte del árbol. Las lluvias prolongadas dañan el sicono, provocando el agrietamiento del fruto o en algunos casos su descomposición. (Parra-Orduño, 2021)

II.8 Antioxidantes

Un antioxidante se refiere a una sustancia con la capacidad de retrasar o prevenir la oxidación del sustrato, siendo el antioxidante un agente altamente reductor, el antioxidante reaccionará en presencia de un RL mediante la donación de un electrón, transformándose el antioxidante en un RL no tóxico. En el organismo actúa un sistema de defensa compuesto por enzimas y moléculas proantioxidantes que pueden ser procedentes de la alimentación con vegetales y frutas. (Torres-Osorio et al., 2019)

II.8.1 Antioxidantes endógenos

Los antioxidantes endógenos son compuestos que el organismo crea para mantener el balance prooxidantes/ antioxidantes. Entre estos se encuentran los sistemas enzimáticos como la catalasa, glutatión peroxidasa, y el superóxido dismutasa son parte fundamental de los mecanismos antioxidantes de la célula. También se encuentran los otros compuestos no enzimáticos como el glutatión, carotenoides, taurina, coenzima Q, vitamina C y E. (Torres-Osorio et al., 2019)

II.8.2 Antioxidantes Exógenos: Polifenoles

Son compuestos numerosos derivados del metabolismo secundario de las plantas, cumplen la función fundamental de proteger a las especies vegetales de microorganismos e insectos, además de condiciones que generan estrés como radiación o elevadas temperaturas. Se caracteriza por contener en su estructura

química entre uno o varios anillos fenólicos. Posee propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, por esta razón es motivo de estudio por científicos para el empleo terapéutico en los padecimientos relacionados con el estrés oxidativo.

En la clasificación por el número de anillos fenólicos existen dos grandes grupos: los flavonoides se caracterizan por tener anillos fenólicos diarilpropánicos. Se componen por flavonoides, flavonas, flavonoles, isoflavonas, proantocianidinas y antocianinas, y los no flavonoides que comprenden monofenoles alcoholes o estilbenos, ácidos fenólicos.(Yatim, 2019)

Mediante investigación epidemiológica se ha comprobado que existe una relación favorable para las personas que añaden a su dieta diaria frutas, verduras, legumbres que en su composición poseen compuestos bioactivos como los polifenoles, vitaminas que reducen el riesgo de sufrir padecimientos crónicos como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, diabetes. Mediante estudios in vitro en animales se ha demostrado que reducen el riesgo a varias enfermedades debido a sus propiedades quimiopreventiva, neuroprotectoras, antioxidante y antiinflamatorias. La OMS y varias organizaciones proponer una buena alimentación con un mayor consumo de frutas, legumbres y otras especies vegetales para obtener una mejor calidad de vida y prevenir de enfermedades.(Yatim, 2019)

II.9 Radicales libres

Los radicales libres son especies altamente reactivas que contienen electrones desapareados en su último orbital. Su elevada reactividad lo hace inestable, en consecuencia su vida media es de escasos nanosegundos, pero alcanzan a causar un gran daño al entrar en contacto con biomoléculas, ya que originan una producción de radicales libres en cadena, deteriorando hasta un millón de moléculas afectando la homeostasis celular. La formación de los RL se dan por vía endógena resultante de procesos aerobios como la respiración celular o por activación de mecanismo de defensa inmunitaria contra infecciones, otra vía de formación es la exógena que se genera por factores externos como la contaminación ambiental, radiación, mala alimentación, consumo de bebidas alcohólicas, uso de drogas, consumo de tabaco, exposición a xenobióticos o

metales pesados. (Galina, M., et al., 2018)

Los radicales libres en condiciones fisiológicas poseen funciones importantes como la respiración celular, protección inmunológica, interpretación de señales celulares, expresión de genes, entre otras. Sin embargo, un aumento de los RL tiene la capacidad de alterar biomoléculas que contengan estructuras como hidroxilos fenólicos, doble enlace carbono-carbono o anillos aromáticos, por lo tanto, su blanco serán el ADN, lípidos, carbohidratos, proteínas, alterando procesos enzimáticos, e incluso producen la muerte celular.

En el organismo aerobio el oxígeno es la mayor fuente de producción de radicales libres, entre estos productos intermediarios se encuentran el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), radicales hidroxilos ($\bullet OH$), radical superóxido ($O_2 \bullet^-$), el oxígeno sínglete ($1O_2$) entre los más relevantes. Otro grupo son las especies reactivas de nitrógeno, están integradas por el ácido nitroso, dióxido de nitrógeno, óxido nítrico.(Cruz-Rodríguez et al., 2019)

II.10 Estrés Oxidativo

El estrés oxidativo resulta de un desequilibrio por el aumento de las especies reactivas de oxígeno/ nitrógeno o la disminución de la defensa antioxidante. Este desequilibrio crea daños en las macromoléculas, por lo que se involucra con varias enfermedades como las enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, y el envejecimiento. Alrededor de 100 enfermedades han sido asociadas al estrés oxidativo. (Cruz-Rodríguez et al., 2019)

II.11 Enfermedades asociadas al estrés oxidativo

Cáncer: Se ha demostrado que existe una relación del estrés oxidativo con la aparición del cáncer, ya que el ADN es un blanco susceptible al ataque de las ERO, a causa de las bases nitrogenadas que lo componen, perturbando información necesaria para la traducción de proteínas, generando proteínas deficientes en su función. Como parte del ciclo celular existen puntos de control que indican si determinada célula podrá iniciar su división, estos puntos son regulados por proteínas como la proteinasa, sin embargo si estas proteínas

sufren una alteración en el ciclo celular, permitirá que células dañadas se dividan produciendo a largo plazo tumores. (Ortiz, J. y Medina, M., 2020)

Enfermedades cardiovasculares: Las ERO son capaces de interactuar con las proteínas, degenerando su estructura, un radical importante es el radical hidroxilo que atacan a los residuos de aminoácidos esenciales como la histidina, tirosina, triptófano, cisteína, metionina y fenilalanina, dañando así a las proteínas reduciendo su funcionalidad. La aterosclerosis se asocia con la capacidad de reacción oxido-reducción de las ERO con las lipoproteínas, también perturba la actividad plaquetaria y la función del sistema endotelial.(Ortiz,J. y Medina, M., 2020)

Alzheimer: Las especies reactivas de oxígeno generan una degradación de las membranas lipídicas por un proceso denominado peroxidación lipídica. Un radical libre reaccionará con los ácidos grasos presentes en la membrana celular, provocando daños en su integridad o incluso conduce a la apoptosis celular.

Se ha encontrado una relación entre la peroxidación lipídica y las enfermedades como el Alzheimer, ya que uno de los órganos más afectados será el cerebro debido a que presenta elevadas cantidades de ácidos grasos polinsaturados, ocasionando problemas en la neurotransmisión e interacción neuronal.(Ortiz, J.y Medina, M., 2020)

Diabetes: En condiciones de estrés oxidativo, los carbohidratos, lípidos y otras biomoléculas son alteradas esto repercutirá en la baja producción de enzimas antioxidantes, alteraciones en la señalización de la insulina, modificando su estructura y disminuyendo su funcionalidad, lo cual contribuye al empeoramiento de las manifestaciones de la diabetes mellitus.(Hernández, F. et al., 2018)

Enfermedades infecciosas: Se ha demostrado que el estrés oxidativo está involucrado en infecciones como en las causadas por la bacteria *Helicobacter pylori* el cual induce a la producción de ERO, generando estrés oxidativo y apoptosis en líneas de células epiteliales gástricas. La generación excesiva de radicales libres en pacientes con influenza ha demostrado que el empleo terapéutico de antioxidantes ha sido una alternativa para hacerle frente al virus. El estrés oxidativo inducido por los virus de la hepatitis A y hepatitis B desarrollan

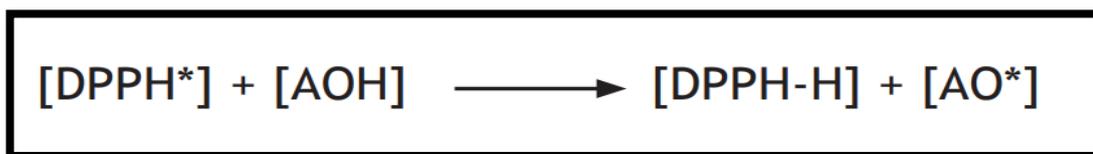
hepatocitos malignos que generan una neoplasia primaria el carcinoma hepatocelular.(Boonla, 2018)

II.12 Ensayos Cuantitativos

II.12.1 DPPH

Consiste en un método empleado para cuantificar la capacidad de eliminar oxidantes de alimentos o plantas. Existen numerosas técnicas empleadas para determinar la capacidad antioxidante, pero es la técnica de DPPH es la mayormente utilizada por su facilidad, estabilidad y disponibilidad en el mercado. En esta técnica, el radical libre estable 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) de color violeta reaccionará con el agente antioxidante, el cual cederá un electrón al radical para crear una molécula estable, produciendo un cambio de color de violeta a incoloro el cual tendrá un pico máximo a 517 nm. (Naspud; M., 2018)

Ilustración 3.-: Método de DPPH



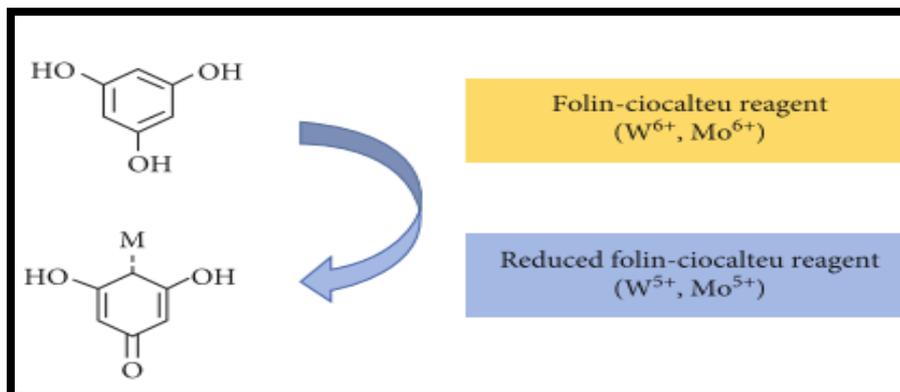
Fuente:(Naspud, M., 2018)

II.12.2 Folin-Ciocalteu

Para la medición de los polifenoles totales de un extracto vegetal se emplea el ensayo de Folin-Ciocalteu el cual se caracteriza por su sencillez y precisión. Este ensayo está basado en el método propuesto por Siglenton y Rossi en 1965 para la cuantificación de tirosina, pero posteriormente en 1999 Siglenton modificó su método para determinar los polifenoles totales de los extractos de plantas mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu. El reactivo de Folin-Ciocalteu está formado por una mezcla de heteropoliácidos, ácidos fosfomolibdico y fosfotúngstico de color amarillo que en presencia de los polifenoles y en un medio alcalino (pH 10) genera una reacción redox reduciendo los metales, cambiando el estado de oxidación Mo (+6) a Mo (+5) para formar un cromóforo azul constituido por un complejo fosfotúngstico-fosfomolibdeno el cual va a hacer medido por espectrofotometría de luz visible a una longitud de onda de 765 nm el ácido gálico se usa generalmente como referencia por esta razón se expresan

en equivalentes de ácido gálico (EAG).(Carmona-Hernandez et al., 2021)(Naspud-Rojas; Maritza, 2018)

Ilustración 4.- Método de Folin-Ciocalteu



Fuente: (Carmona-Hernandez et al., 2021)

II.13 Ensayos Cualitativos

II.13.1 Tamizaje Fitoquímico

Mediante el tamizaje fitoquímico se ejecutan diferentes ensayos para caracterizar los diversos metabolitos secundarios presentes en el extracto vegetal. El tamizaje fitoquímico orienta al investigador dando resultados preliminares para posteriores estudios que se ejecuten. Los ensayos realizados son sensibles, fácilmente realizables y reproducibles, proporcionan datos cualitativos mediante la formación de precipitados o cambios de color.

Tabla IV.- Ensayos del tamizaje fitoquímico

Ensayo	Grupo Fitoquímico
Ensayos de Wagner y Mayer	Alcaloides
Ensayo de Liebermann-Burchard	Triterpenos-esteroides
Ensayo de Shinoda	Flavonoides
Ensayo de la espuma	Saponinas
Ensayo del cloruro férrico	Compuestos fenólicos en general y/o taninos

Fuente: (Toscano, 2017)

Ensayo de Mayer:

Este ensayo sirve para detectar alcaloides, se usa el reactivo de Mayer (Cloruro de potasio y yoduro de potasio), el cual tendrá un precipitado de color blanco o amarillo si existe la presencia de alcaloides en la muestra.

Ensayo de Wagner:

Evalúan la presencia de alcaloides considerando positivo si existe una precipitación marrón al agregar el reactivo de Wagner (yodo-yoduro de potasio).

Ensayo de Liebermann– Buchard:

Permite reconocer en un extracto los triterpenos y esteroides, el núcleo androstano reacciona con el anhídrido acético y el ácido sulfúrico dando origen a la formación de una coloración verde.

Ensayo de la Espuma:

La prueba de saponinas consiste en adicionar agua al extracto y agitar vigorosamente, hasta la formación de espuma de 2mm de espesor y que permanezca durante 2 min. La formación de espuma sucede por las propiedades tensoactivas que contienen las saponinas.

Ensayo de Shinoda:

Permite detectar los flavonoides presentes en el extracto, este ensayo se fundamenta en la reacción del magnesio o zinc con el HCl concentrado que originará hidrógeno, reaccionando con el núcleo benzopirona de los flavonoides obtenidos como producto un ion flavilo, tornándose de color rojo intenso o rosa débil.

Ensayo de Cloruro Férrico:

Ensayo que contribuye a la identificación tanto de taninos y fenoles en medio alcohólicos, y únicamente a taninos si se trata de extractos acuosos, la prueba es positiva si existe un cambio de coloración azul, esto a causa de la formación de un complejo que reaccionara con el Fe (III). (Toscano, 2017)

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

III.1 Tipo de Investigación

La investigación realizada es de tipo experimental con enfoque cualitativo y cuantitativo. Se analizó dos extractos etanólicos a diferentes concentraciones de la hoja de *Ficus carica L.* La investigación experimental se ejecutó en Guayaquil en el Laboratorio de SSV Consulting.

III.2 Diseños de la investigación

En el presente estudio se realizó los siguientes procedimientos:

- Recolección y selección de la muestra
- Proceso de secado y extracción hidroalcoholica.
- Tamizaje Fitoquímico Preliminar.
- Cuantificación de Polifenoles Totales: Folin Ciocalteu
- Evaluación de la actividad antioxidante: DPPH.

III.3 Alcances

Se realizó un análisis cualitativo para conocer los diferentes metabolitos presentes en la hoja de *Ficus carica*

En la investigación también se realizó la cuantificación de los polifenoles totales y la actividad antioxidante de la hoja de *Ficus carica L.*

III.4 Recolección de la muestra

Las muestras fueron recolectadas en la provincia del Azuay en el cantón Cuenca, Ecuador en el sector de Chaullabamba, durante los meses de Julio y Agosto, las muestras obtenidas serán empleados para los procesos experimentales cuantitativos y cualitativos.

III.6 Equipos, aparatos, materiales y reactivos

III.6.1 Equipos

- Balanza Analítica (Marca: Ohaus/ Modelo: Adventurer Pro)
- Desecador de Alimentos (Marca: Ronco / Modelo: FD6000)
- Micropipetas (Marca: Labnet / Modelo: Biopette)
- Espectrofotómetro (Marca: Shen Jia / Modelo: 721)

III.6.2 Materiales

- Pipetas Graduadas 10 ml
- Vasos de Precipitación 250 ml
- Matraces Volumétricos 10 ml
- Pipetas Graduadas 5 ml
- Placas Token
- Tubos de ensayo
- Celda de cuarzo

III.6.3 Reactivos

- DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazina) SIGMA ALDRICH
- Ácido Gálico SIGMA ALDRICH
- Etanol G.R. J.T. Baker
- Metanol ACS J.T. Baker
- Reactivo de Folin-Ciocalteu
- Solución Carbonato Sodio 20%
- Reactivo Liebermann- Burchard
- Reactivo Wagner
- Cloruro férrico G.R
- Reactivo Mayer

III.7 Metodología experimental

III.7.1 Proceso de Secado y extracción Hidroalcohólica 70% y 96%

Las muestras húmedas fueron sometidas a un proceso de secado a bajas temperaturas por largo periodos de tiempo (esto se lo ejecutó para asegurar la conservación de los metabolitos secundarios de la especie vegetal), se sometió a un secado de 50°C por 72 horas en un desecador de alimentos con temperatura controlada. Se realizaron los extractos hidroalcohólicos al 70% y 96%(Etanol G.R. J.T. Baker) por proceso de maceración del material seco obtenido luego de 50°C por 12 horas, durante 48 horas y posteriormente filtrado para desechar material extraño. (Echavarría et al., 2009)

III.7.2 Tamizaje Fitoquímico

Se realizó técnicas simples, rápidas y selectivas para la cuantificación de los diferentes metabolitos secundarios. Se determinó en los extractos alcohólicos los compuestos orgánicos que de acuerdo a su solubilidad podían ser extraídos en este solvente.

Se realizaron los ensayos; Mayer y Wagner (alcaloides), Liebermann-Burchard (triterpenos o esteroides), espuma (saponinas), cloruro férrico (fenoles o taninos), Shinoda, (flavonoides). Se utilizó el sistema de cruces, como criterio de medida, para la identificación de los metabolitos secundarios.(Echavarría et al., 2009)

III.7.2.1 Ensayos de Mayer Y Wagner

Diagrama I.- Procedimiento para la identificación de alcaloides.



Fuente: (Rivas D. et al, 2020)

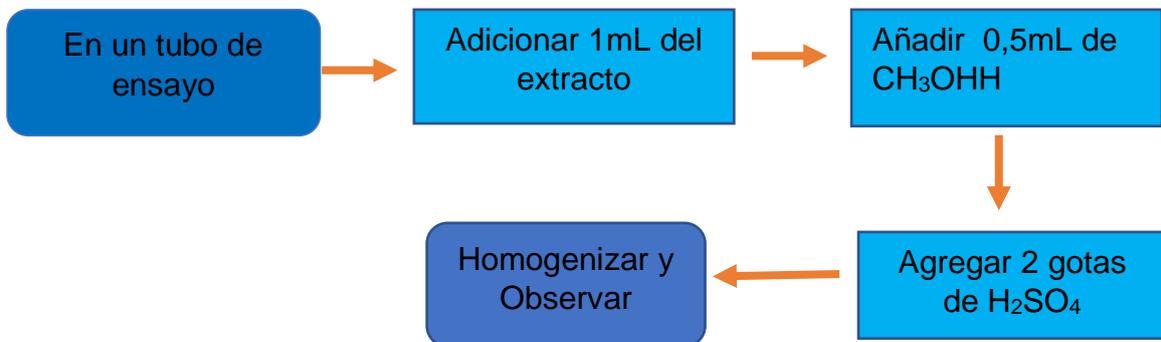
Diagrama II.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de alcaloides.



Fuente: (Rivas D. et al, 2020)

III.7.2.2 Ensayo de Liebermann-Burchard

Diagrama III.- Procedimiento para la identificación de triterpenos y esteroides.



Fuente: (Guachalá, J., 2019)

Diagrama IV.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de triterpenos y esteroides.



Fuente: (Guachalá, J., 2019)

III.7.2.3 Ensayo de Cloruro Férrico

Diagrama V.- Procedimiento para la identificación de fenoles y Taninos.



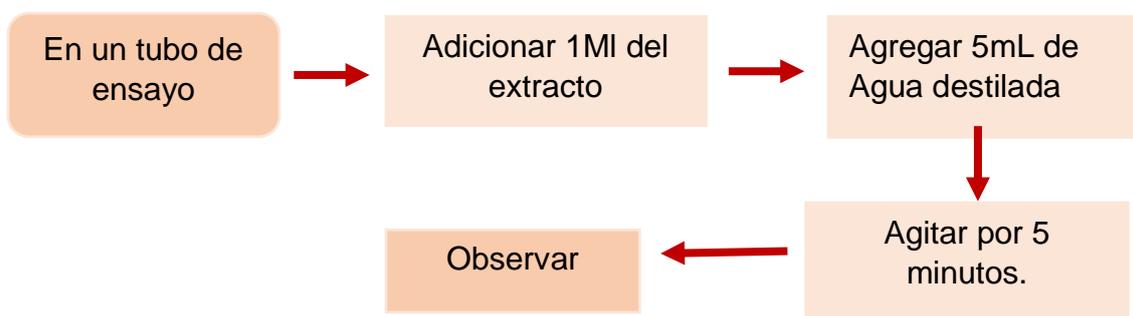
Diagrama VI.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de fenoles y taninos.



Fuente: (Rivas D. et al, 2020)

III.7.2.4 Ensayo de la Espuma

Diagrama VII.- Procedimiento para la identificación de saponinas.



Fuente: (Rivas D. et al, 2020)

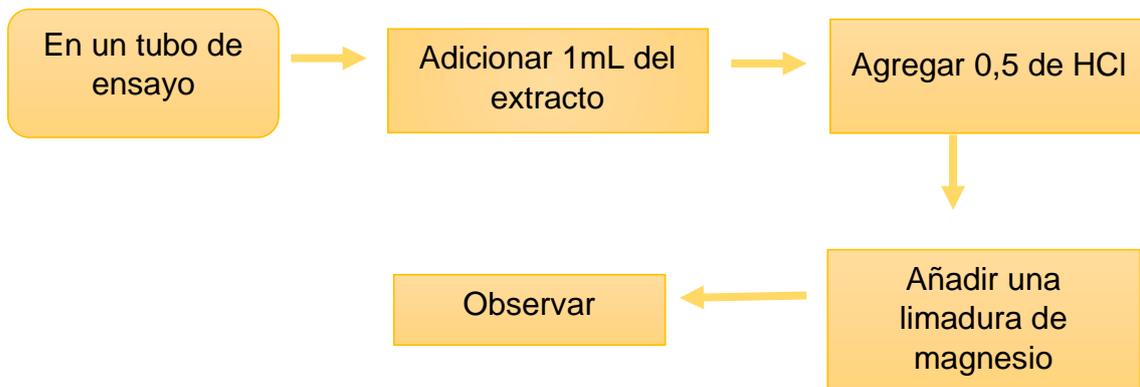
Diagrama VIII.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de saponinas.



Fuente: (Rivas D. et al, 2020)

III.7.2.5 Ensayo de Shinoda

Diagrama IX.- Procedimiento para la identificación de flavonoides.



Fuente: (Rivas D. et al, 2020)

Diagrama X.- Interpretación de los resultados en la determinación cualitativa de flavonoides.



Fuente: (Rivas D. et al, 2020)

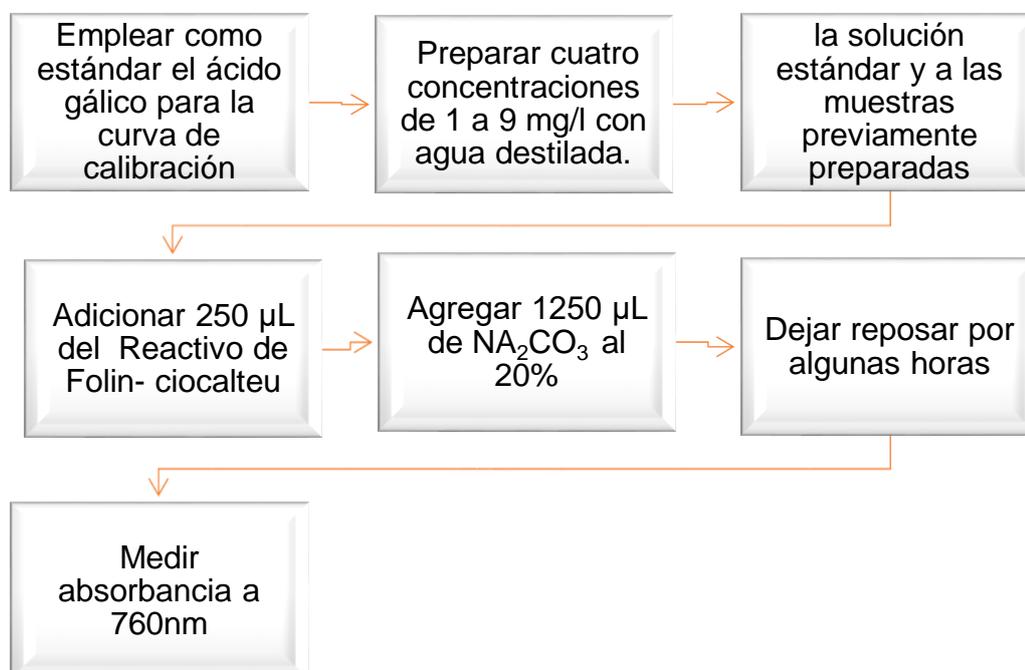
III.7.3 Contenido de compuesto fenólicos totales (Folin-Ciocalteu)

La concentración de fenoles totales en los extractos fue medida por espectrofotometría, fundamentándose en una reacción colorimétrica de óxido-reducción.

El agente oxidante utilizado fue el reactivo de Folin-Ciocalteu. Para la curva de calibración se utilizó una solución estándar de ácido gálico, de la cual se prepararon cuatro concentraciones de 1 a 9 mg/l con agua destilada.

A la solución estándar y a las muestras previamente preparadas se les adicionaron 250 μL de reactivo de Folin-Ciocalteu 1N. Posteriormente se adicionaron 1250 μL de Na_2CO_3 al 20% y se dejó reposar durante horas. La absorbancia fue medida a 760 nm. (Echavarría et al., 2009)

Diagrama XI.- Procedimiento para la determinación de fenoles Totales.



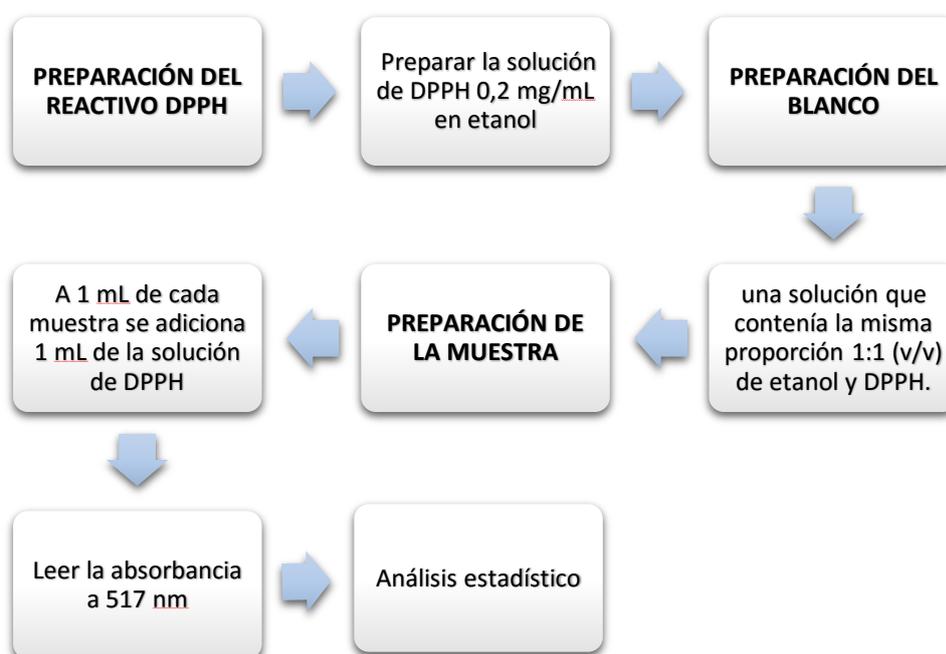
Fuente: (Echavarría et al., 2009)

III.7.4 Evaluación de la actividad antioxidante (DPPH)

Para la determinación cuantitativa se utilizó el método del radical libre DPPH, el cual reduce el radical 2,2- difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) en la 2,2-difenil-1-picril hidrazina por la acción antioxidante de compuestos que contienen grupos -OH que decoloran dicho reactivo.

Se preparó una solución de DPPH 0,2 mg/mL en etanol grado reactivo y a 1 mL de cada muestra se le adicionó 1 mL de la solución de DPPH preparada. La absorbancia a 517 nm fue determinada en un espectrofotómetro Shen Jia 721, exactamente 30 minutos después de iniciada la reacción, y la decoloración fue comparada con una solución que contenía la misma proporción 1:1 (v/v) de etanol y DPPH. Una solución de extracto y etanol en la misma proporción 1:1 (v/v) sirvió como blanco de la muestra para corregir su color. (Echavarría et al., 2009)

Diagrama XII.- Procedimiento para la determinación de Fenoles Totales.



Fuente: (Echavarría et al., 2009)

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

IV.1 Resultados

IV.1.1 Resultados del tamizaje Fitoquímico

Tabla V.- Extracto etanólico al 96% de hojas de Ficus carica L.

Metabolitos	Método o ensayo	Simbología	Interpretación
Triterpenos/Esteroles	Reactivo Liebermann-Burchard	+	Presencia
Alcaloides	Reactivo Mayer	+	Presencia
	Reactivo Wagner	+	Presencia
Flavonoides	Prueba Shinoda	+	Presencia
Saponina	Prueba Espuma	-	Ausencia
Taninos/Fenoles	Cloruro férrico	+	Presencia

Fuentes: SSV Consulting

Tabla VI.- Extracto etanólico al 70% de hojas de Ficus carica L.

Metabolitos	Método o ensayo	Simbología	Interpretación
Triterpenos/Esteroles	Reactivo Liebermann-Burchard	+	Presencia
Alcaloides	Reactivo Mayer	+	Presencia
	Reactivo Wagner	+	Presencia
Flavonoides	Prueba Shinoda	+	Presencia
Saponina	Prueba Espuma	-	Ausencia
Taninos/Fenoles	Cloruro férrico	+	Presencia

Fuentes: SSV Consulting

IV.1.2 Determinación de Polifenoles Totales

Tabla VII.- Determinación de Polifenoles Totales

Extractos	Método de referencia	Resultado	Unidad
Extracto Etanólico 96%	Folin-Ciocalteu	5.23	%
Extracto Etanólico 70%	Folin-Ciocalteu	5.61	%

Fuentes: SSV Consulting

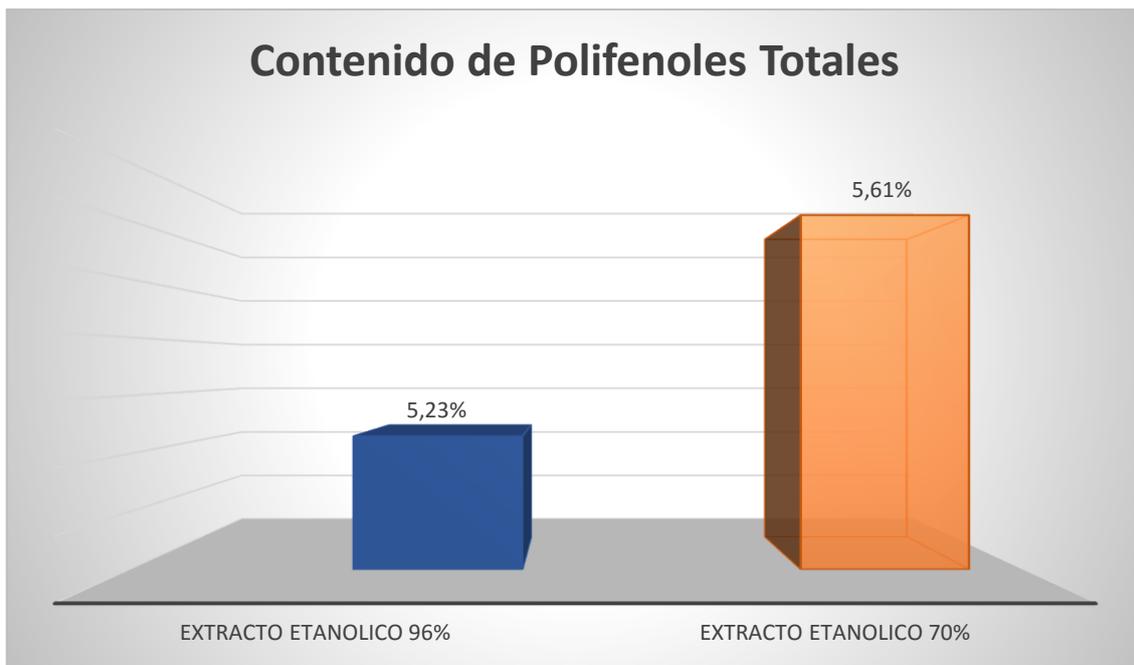


Gráfico 1.- Relación del contenido de Polifenoles Totales de los extractos de la hoja de *Ficus carica L*

Fuentes: Autor

IV.1.3 Determinación de la actividad antioxidante

Tabla VIII.- Determinación de la actividad antioxidante

Extractos	Método de referencia	Resultado	Unidad
Extracto Etanolico 96%	DPPH (IC50)	11.25	ug/ml (Ac. Gálico)
Extracto Etanolico 70%	DPPH (IC50)	15.40	ug/ml (Ac. Gálico)

Fuentes: SSV Consulting

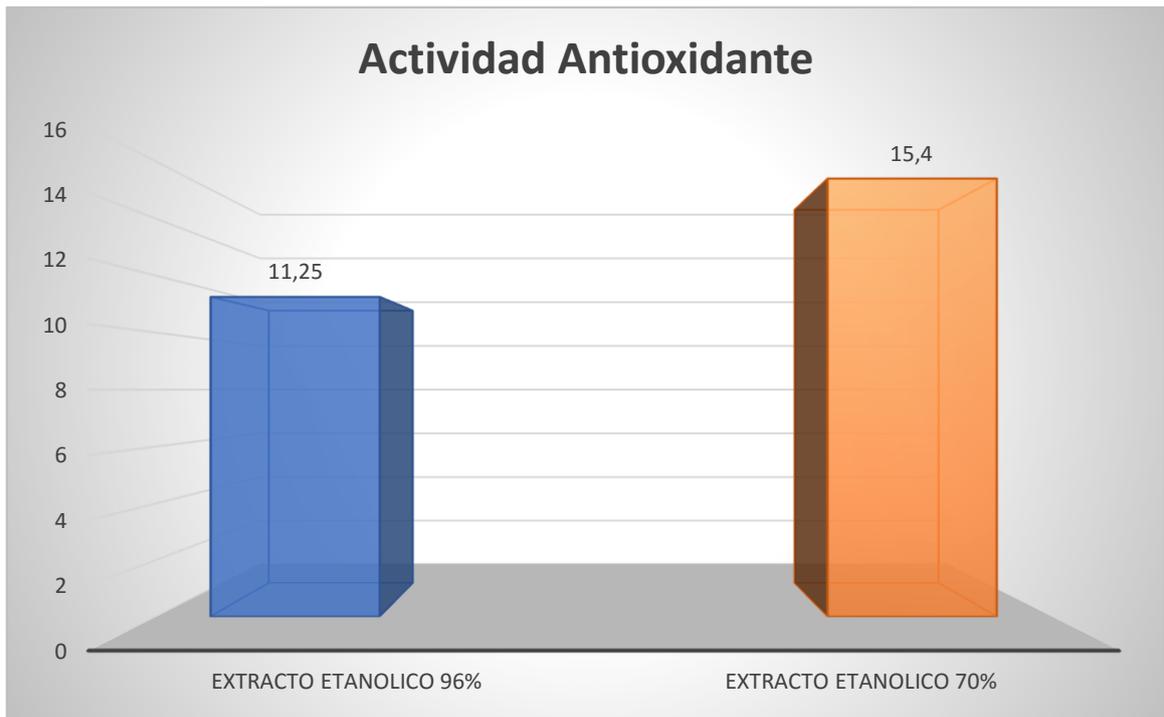


Gráfico 2.- Relación de la actividad antioxidante de los extractos etanólico de la hoja de *Ficus carica L*

Fuente: Autor

IV.4 Discusiones

Los resultados del tamizaje fitoquímico son expresados en las tablas 5 y 6 se evidencia la presencia de metabolitos secundarios que le confieren a las hojas varias propiedades terapéuticas, como antiinflamatoria, antioxidante, antibacteriana. Se demostró que no existe diferencia en la presencia de los metabolitos en los dos extractos etanólicos de diferentes concentraciones de la hoja de higo (*Ficus carica*), encontrado flavonoides, taninos, alcaloides, triterpenos tan solo habiendo la ausencia de las saponinas.

A diferencia del estudio efectuado por (Ayoub et al., 2019) existió la presencia de saponinas en el extracto metanólico. Esta discrepancia en los estudios puede deberse al solvente empleado en la extracción, el rendimiento tanto cuantitativo y cualitativo depende de la polaridad de los solventes empleados, temperatura, concentración del solvente; asimismo de la composición química de los metabolitos secundarios a extraer, tamaño molecular, cantidad, posición de grupos hidroxilos.

Una vez culminada la parte experimental se determinó el valor del contenido de los polifenoles totales; el del extracto etanólico al 96% fue de 523 mg AGE/100g, mientras que el valor del extracto etanólico a 70% es de 561mg AGE/100g, esta diferencia reducida podría deberse al cambio de polaridad del extracto al ser más polar el extracto etanólico a 70%. Estos datos son más elevados que el presentado por (Li C., et al., 2021) el cual realizó una investigación con tres diferentes solventes, obteniendo como resultado 272 mg AGE/100g en extracto de éter etílico, 150mg AGE/100mg para extracto acuoso, y el ultimo el más bajo de los tres de 122 mg AGE/100g en éter de petróleo. Aunque en el estudio de (Ayoub et al., 2019) consiguió un valor más elevado de 9.646 mg AGE/100mg esta diferencia significativa puede atribuirse al empleo de distintos tipos de solventes empleados para la extracción de cada uno de los extractos, siendo los compuestos más polares los más eficientes al momento de la extracción de los polifenoles contenidos en la hoja de higo (*Ficus carica*).

Mientras que en la actividad antioxidante de los extractos etanólicos de la hoja de higo (*Ficus carica*) realizado por la técnica de DPPH se obtuvo como valor de IC50 15,40 ug/ml de ácido gálico para el extracto etanólico al 70%; en cambio

para el extracto etanólico al 96% alcanzó un valor de IC 50 de 11,25 ug/ml de ácido gálico, por ende se obtuvo una mayor capacidad de antioxidante en este último extracto etanólico puesto que se conoce que a menor valor de IC 50 mayor será su actividad antioxidante frente a los radicales libre. Por otra parte los estudios realizados por (Ayoub et al., 2019) obtuvieron un IC50 de 275 ug/ml de ácido ascórbico; así mismo (Li, C. et al., 2021) obtuvo como IC50 el valor de 540 ug/ml de ácido ascórbico, en contraste con el estudio realizado son valores elevados para inhibir el radical DPPH en un 50%. Esta diferencia podría deberse al contenido de Polifenoles encontrados en el estudio fue mayor, la actividad antioxidante es proporcional al contenido de polifenoles de la especie vegetal.

IV.5 Conclusiones

- ❖ Se realizó una extracción por maceración por 48 horas en extracto etanólico, donde se obtuvo extractos a diferentes concentraciones como extracto etanólico al 70 % y extracto etanólico al 96%, para comprobar la polaridad de los metabolitos secundarios de la planta del Higo (*Ficus carica*)
- ❖ Los extractos fueron sometidos a tamizaje fitoquímico preliminar donde se encontraron metabolitos secundarios con propiedades medicinales como flavonoides, triterpenos, esteroides, alcaloides, aunque existió ausencia de saponinas en los extractos.
- ❖ Se llevó a cabo ensayos in vitro con la técnica de 2,2- difenilpicrilhidrazilo, en los extractos etanólicos al 70% y el extracto etanólico al 96%, obteniendo valores de polifenoles totales de 523 mg AGE/100g y 561mg AGE/100g respectivamente, obteniendo diferentes valores de polifenoles contenidos en los extractos etanólico con respecto con el otro extracto.
- ❖ La capacidad antioxidante expuesta en los extractos etanólicos de 70% y 96 % registraron valores de IC 50 de 15,40 ug/ml de ácido gálico y IC50 de 11,25 ug/ml de ácido gálico respectivamente, siendo muy significativa, esto se debe a la presencia de polifenoles en la muestra. Demostrando que tanto las hojas y los frutos de la planta del higo contienen presencia de polifenoles y actividad antioxidante.

IV.6 Recomendaciones

- ❖ Determinar la actividad antioxidante y compuestos polifenólicos de otras partes de la planta de higo como la raíz, tallo, semillas, frutos.
- ❖ Efectuar análisis de Flavonoides totales para la cuantificación de Flavonoides totales presentes en la muestra con diferentes solventes de distinta polaridad.
- ❖ Realizar estudios de identificación y cuantificación sobre los metabolitos secundarios y la capacidad antioxidante en diferentes extractos de distintas polaridades como en extractos acuoso, metanólico, éter etílico de la hoja de *Ficus carica*.

BIBLIOGRAFÍA

- Ara Begum, H., Hamayum, M., Rauf, M., Gul, H., Ali, K., Khan, W., Schulze, M., & Shah, M.(2020).Antimicrobial, antioxidant phytochemical and pharmacognostic study of the leaf powder of *Ficus carica* L. *Pure and Applied Biology*.9 (1),999-1008.
<https://doi.org/10.19045/bspab.2020.90105>
- Ayoub, L., Hassan, F., Hamid, S., Abdelhamid, Z., Souad, A. (2019). Phytochemical screening, antioxidant activity and inhibitory potential of *Ficus carica* and *Olea europaea* leaves.*Bioinformation*.15(3), 232-262.
<https://doi.org/10.6026/97320630015226>
- Benitez- Estrada, A., Villanueva-Sanchez, J., Gonzáles-Rosendo, G., Alcántar-Rodriguez V. E., Puga- Díaz, R., Quintero-Gutierrez, A. G.(2020).Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos(ORAC) y espectrofotométricos (FRAP).*TIP. Revista especializada en Ciencias Químico Biológicas*, 23, 1-9.
<https://doi.org/10.22201/FESZ.23958723E.2020.0.244>
- Boonla, C. (2018). Oxidative stress in Urolithiasis. *Reactive Oxygen Species(ROS) in Living Cells*.Intechopen.
<https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.75366>
- Carmona-Hernandez, J., Taborda, G., Gonzales-Correa, C. (2021). Folin-cioclateu Reaction Alternatives for higher Polyphenol Quantitation in Colombian Passion Fruits. *INternational Journal of Food Science*. (2021), 1-10. <https://doi.org/10.1155/2021/8871301>
- Cruz-Rodriguez, J., Bentazos, G., Camacho, B., y Ortiz-Rodriguez, M. (2019). Papel del estrés oxidativo en el desarrollo del deterioro cognitivo y su progresión a enfermedad de Alzheimer. *ECOFARM. Revista de Ciencias de la Salud*, 6(20), 14-26.
<https://doi.org/10.35429/JOHS.2019.20.6.14.22>
- Center for the sttudy of the Built Environment (CSBE). (2021) Edible Fig(*Ficus*

carica).<https://www.csbe.org/edible-fig-ficus-carica>

Invasive Species Compendium (CABI). (2015). *Ficus carica* (common fig).
<https://doi.org/10.1111/AAB.12188>

Echavarría, B., Franco, A. y Martínez, A. (2009). Evaluación de la actividad antioxidante y determinación del contenido de compuestos fenólicos en extractos de macroalgas del Caribe Colombiano. *Vitae. Revista de la Facultad de Química y farmacia*, 16(1), 126-131.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169815393014>

El Universo.(2020). Té de Hoja de Higo: Descubre lo que esta poderosa infusión puede hacer por tu salud.
<https://www.eluniverso.com/larevista/2020/09/04/nota/7966561/te-hoja-higo-propiedades-beneficios-salud-infusion/>

Gafoor, H., Bhattacharjee, A., Hegde, K., Shabaraya, A. (2019). *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*.59 (2), 40-43. <https://globalresearchonline.net/journalcontents/v59-2/10.pdf>

Galina, M., Ortiz, M. y Guerrero, M. (2018). Estrés Oxidativo y antioxidantes. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 22(1), 47-61.
<http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2018/enero/4.pdf>

Gálvez-Bustamante, J. (2018). Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en las hojas de *Ficus carica* (Higo) [Tesis de Licenciatura, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote].
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/7937>

Granados, C., Tejada, C., León, G. (2021). Actividad antioxidante del extracto etanólico de *Capsicum baccatum* L. *Archivos Venezolanos de Farmacología Y Terapéutica (AV FT)*. 40(1), 54-57.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4662064>

Grande-Tovar, C., Aranga- Arias, C., Flores-Lopez, E., Araujo-Pabón, L. (2020). Determinación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de residuos de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Informador Técnico*. 85(1), 64-82. [https://doi.org/Informador Técnico](https://doi.org/Informador%20T%C3%A9cnico)

Guachalá Campoverde, Jhoselyn, (2019). Estudio farmacognosico de productos naturales procesados de uso medicinal comercializados en Quito a base de Boldo (*Peumus Boldus*) y de su extracto vegetal.[Tesis de Licenciatura, Universidad central] <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19288/1/T-UCE-0008-CQU-149.pdf>

Google-Maps(2022) [Sector de Challuabamba, Cuenca ,Azúay]

Hernandez, F., Robaina, J., y Vazquez, E., (2018). Estrés oxidativo y diabetes mellitus, un acercamiento al tema. Universidad Médica Pinareña.13 (2), 69-85. <http://www.revgaleno.sld.cu/index.php/ump/article/view/262>

Jiménez, A. Mora, K., Rosete, S., Cabrera, C. (2021). Utilización de plantas medicinales en cuatro localidades de la zona sur de Manabí, Ecuador. Utilización de plantas medicinales en cuatro localidades de la zona sur de Manabí, Ecuador. Siembra. 8(2), 2-13. <https://doi.org/10.29166/SIEMBRA.V8I2.3223>

Li, C., Yu, M., Li, S. Yang, X., Quiao, B., Shi, S., Zhao, C.(2021). Valorization of Fig (*Ficus carica*) Waste leaves: HPLC-QTOF-MS/MS-DPPH System for Online Screening and Identification of antioxidant compounds. Plants. 10(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants10112532>

Li, Z., Yang, Y., Liu, M., Zhang, C., Shao, J., Hou, X., Tian, J., Cui, Q. (2021). A comprehensive review on phytochemistry, bioactivities, toxicity studies, and clinical studies on *Ficus carica* Linn. leaves. Biomedicine and Pharmacotherapy. 131, 1-10. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2021.111393>

Maddu, N. (2019). Diseases related to Types of Free Radicals. Antioxidants. INTECHOPEN. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.82879>

Naspud Rojas, M. (2018) Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos alcohólicos del fruto de mora (*Rubus glaucus* Benth) obtenidos de tres pretratamientos térmicos.[Tesis de Licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16411/1/UPS-CT007983.pdf>

Ortiz, J. Medina, M. (2020). Estrés oxidativo ¿un asesino silencioso?. *Educacion Quimica. Revista UNAM.* 31(1), 1-11.
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.69709>

Parra- Orduño, E. (2021). Zonificacion agroclimatica de Higo(*Ficus craica L.*) en los estados de Jalisco y Puebla.[Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana de Puebla].
<https://doi.org/10.16/CSS/JQUERY.DATATABLES.MIN.CSS>

Reyes, M., Blanco, L., Galicia, L., Vargas, E. y Villareal, E. (2021). Prevalencia del uso de medicina tradicional herbolaria y e perfil de uso en pacientes con diabetes tipo 2 de uan zona urbana. *Memorias del Instituto de investigaciones en ciencias de la salud.* 19 (3), 73-82.
<https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2021.019.03.73>

Rivas, D., Dueñas, A., Rodriguez, Joan. (2020). Metabolitos secundarios y actividad antioxidante del tomatillo silvete (*Solanum pimpinellifolium L.*). *Revista Tecnica de la Facultad de Ingenieria.* 2020(2), 26-32.

Salma, S., Shamsi, Y., Ansari, S., Nikaht, S. (2020). *Ficus Carica L.*: A Panacea of Nutritional and Medicinal benefits. *TAN [Humanitas Medicine]* 10(1),1-6 <https://doi.org/10.5667/tang.2020.0001>

Sies, H. (2020) . Oxidative Stress: concept and Some practical Aspects.*Antioxidants,* 9(9), 1-6.
<https://doi.org/10.3390/ANTIOX9090852>

Solana, R. y Romano, A. (2019) Chemical and Biological Characteristics of *Ficus carica L.* fruits, leaves, and derivatives (wine, spirit, and liqueur). *Modern fruit Industry.* Intechopen.
<https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.86660>

SSV Consulting (2022).Informe de Resultados, 25. Qf. Stuard Montoya.

Torres-Osorio, V., Urrego, R.,Echeverri-Zuluaga, J., Lopez-Herrera, A.(2019). INIFAP. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.*10, 433-459.

<https://doi.org/https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4652>

Toscano, I. (2017). Determinación de la Fracción activa responsable del efecto herbicida del extracto de las inflorescencia de *Calliandra carbonaria* sobre malezas de cultivos de quinua.[Tesis de Licenciatura, Universidad central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14433/1/T-UCE-0008-QA011-2018-.pdf>

Walia, A., Kumar, N., Singh, R., Kumar, H., Kumar, V., Kaushik, R., & Kumar, A. P. (2022). Bioactive compounds in Ficus Fruits, Their Bioactivities, and Associate Health Benefits: A Review. *Journal Of Food Quality*. 2022, 1-19 <https://doi.org/10.1155/2022/6597092>

Yatim, A. (2019). Efectos de los Polifenoles en el tratamiento de la esclerosis múltiple. *Terapeía*. 11, 121-154.
<https://revistas.ucv.es/terapeia/index.php/terapeia/article/view/562/5>

GLOSARIO

Antioxidante: es aquella sustancia química que posee la capacidad de prevenir o disminuir la oxidación de un sustrato, evitando así los efectos perjudiciales para las funciones biológicas del organismo.

Caducifolio: en botánica se dice de una planta que pierden sus hojas durante ciertos periodos del año, pero las recuperan en estaciones favorables.

Carcinoma Hepatocelular: es una neoplasia primaria o cáncer primario, desarrollado en pacientes con cirrosis hepática, causada por infección preexistente de la hepatitis B y C.

Compuesto Fenólicos: se trata de compuestos químicos orgánicos, que contienen en su estructura un grupo fenol, es decir un anillo aromático unido a un grupo funcional hidroxilo.

Endógeno: se refiere a aquello que se genera en el interior de una célula u organismo.

Exógeno: termino que hace referencia a aquello que se origina desde por factores externos.

Galactogogo: se trata de preparaciones naturales o medicamentos que contribuyen a la mejora de producción de leche materna.

Maceración: consiste en una extracción de una sustancia soluble en una muestra vegetal, mediante un proceso de extracción solido-líquido a temperatura ambiente.

Peroxidación Lipídica: proceso por el cual los radicales libres generan una reacción en cadena con los lípidos presentes en las membranas celulares, causando daño tisular.

Regadío: consiste en suministrar artificialmente agua a un terreno dedicado a la agricultura, para cubrir las necesidades del cultivo para mantener las condiciones ideales para el desarrollo de la especie vegetal.

Secano: se trata de cultivos que a los cuales no se les suministra agua por riego artificial, sino que solo recibe agua de las precipitaciones atmosféricas.

Tiña: es una enfermedad cutánea causada por una infección fúngica. Entre

los síntomas comunes están el sarpullido circular y descamación.

Xenobióticos: se trata de toda sustancia externa al organismo entre estos se encuentran productos químicos industriales, fármacos, contaminantes ambientales, plaguicidas, sustancias de origen vegetal.

ANEXOS

Anexo A.- Recolección de las muestras



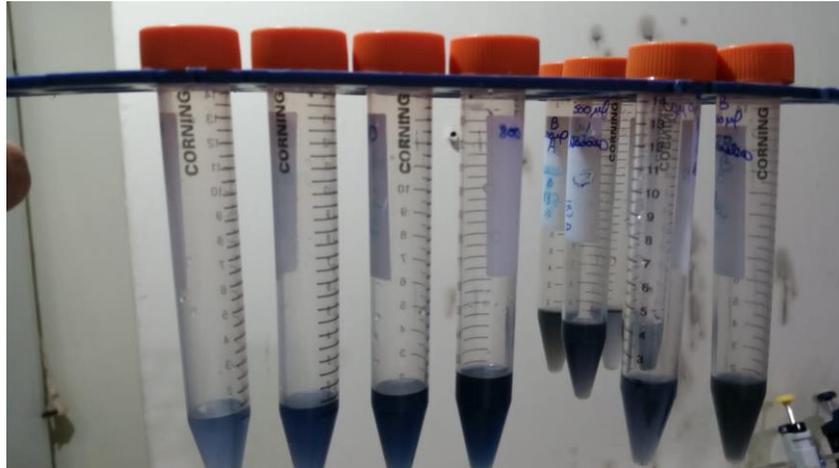
Anexo B.- Selección de las hojas de *Ficus carica L*



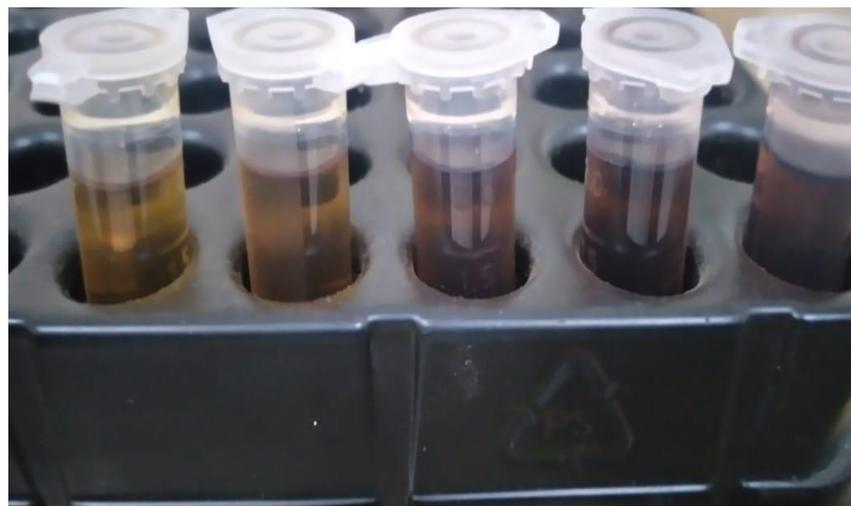
Anexo C: Ensayo de Shinoda



Anexo D: Determinación de Polifenoles Totales



Anexo E: Decoloración de DPPH



Anexo F: Determinación de fenoles totales



INFORME DE RESULTADOS (SSV-025-2022)

Fecha: 28 de Agosto del 2022

DATOS DEL CLIENTE

Nombre	Sr. Pablo Laines
Dirección	Universidad de Guayaquil
Teléfono	0982659951
Contacto	N.A.

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra	Hojas de Ficus carica	Cantidad	Aprox. 200 g
No. de muestras	1	Lote	N.A.
Presentación	Funda de Plástico	Fecha de recepción	15 de Agosto 2022
Colecta de muestra	Realizado por el cliente	Fecha Colecta de muestra	N/A

CONDICIONES DEL ANALISIS

Temperatura (°C)	25.5	Humedad (%)	55.0
Fecha de Inicio de Análisis	16-08-2022		
Fecha de Finalización del análisis	25-08-2022		

RESULTADOS

CODIGO CLIENTE	PARAMETROS	METODO RRFERENCIA	RESULTADOS	Unidad
Extracto Etanolico 98%	Compuestos Fenólicos totales	(Folin-Ciocalteu) Espectrofotométrico	5.23	%
	Actividad Antioxidante	DPPH Method Espectrofotométrico	11.25	ug/ml (Ac. Gálico)
Extracto Etanolico 70%	Compuestos Fenólicos totales	(Folin-Ciocalteu) Espectrofotométrico	5.61	%
	Actividad Antioxidante	DPPH Method Espectrofotométrico	15.40	ug/ml (Ac. Gálico)