



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PREVIO
PARA OPTAR POR EL GRADO DE QUÍMICOS Y FARMACÉUTICOS**

TITULO:

**ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS
DE *Smilax china***

AUTORES:

CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO

MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA

TUTORA:

Q.F SOLEDISPA CAÑARTE PILAR ASUNCIÓN, MSc.

2020 -2021

GUAYAQUIL - ECUADOR



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
ANEXO XI. – FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS DE <i>Smilax china</i> "		
AUTOR(ES) :	CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Q.F. SOLEDISPA CAÑARTE PILAR ASUNCIÓN. MSC Q.F. JIMÉNEZ HEINERT MARÍA ELENA. MSC.		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS.		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	N/A		
GRADO OBTENIDO:	TERCER NIVEL – QUÍMICOS FARMACÉUTICOS.		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	2021	No. DE PÁGINAS:	66
ÁREAS TEMÁTICAS:	CIENCIAS BÁSICAS Y BIOCONOCIMIENTO		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Actividad antioxidante, Extractos, <i>Smilax china</i> , Ensayos in vitro, estrés oxidativo.		
RESUMEN:	<p>El estrés oxidativo es producido en el sistema biológico y causa la disminución de su capacidad antioxidante, debido a que está relacionado con la producción de radicales libres, es considerada como una de las causas del desarrollo de enfermedades principalmente el cáncer, el objetivo de la investigación consiste en comparar mediante evidencia científica reportada la actividad antioxidante por diferentes ensayos in vitro en extractos de <i>Smilax china</i>, de manera que se hizo una investigación documental y exploratoria en artículos y revistas científicas de alto impacto, se aplicó método descriptivo y comparativo donde se enfocó en las cualidades de la planta estudiada como el tipo de extractos, parte de la planta y la actividad antioxidante. Como resultado se demostró que el IC50 del extracto acuoso sin fraccionar y los fraccionamiento con acetato de etilo, acetona, etanol y agua tuvieron cantidades aceptables dependiendo la dosis en todos los estudios y se concluyó que al comparar la actividad antioxidante por varios métodos, presenta una variación en los resultados dependiendo del ensayo que aplicaron, el tipo de extracto y el fraccionamiento utilizado, por lo tanto se recomienda realizar estudio de la actividad antioxidante en Ecuador.</p>		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0990827409 Jairo Cajas 0992170766 Paulina Merchán	E-mail: Jaykiller_@hotmail.com paulina.merchanr@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Facultad de Ciencias Químicas		
	Teléfono: (04) 2293680		
	E-mail: www.fcq.ug.edu.ec		



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VI.- CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Guayaquil, 5 de marzo del 2021

Q.F. ZOILA BELLA LUNA ESTRELLA. M. Sc.
Vicedecana Carrera
FACULTAD CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Guayaquil.

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS DE *Smilax china*”** de los estudiantes: **CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO** con **C.I. 0953246683** y **MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA** con **C.I. 0932197825** indicando que han 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 titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que los estudiantes están aptos para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

PILAR ASUNCION
SOLEDISPA CANARTE

Firmado digitalmente por
PILAR ASUNCION
SOLEDISPA CANARTE
Fecha: 2021.03.05 10:24:54
-05'00'

Q.F. Soledispa Cañarte Pilar Asunción, M.Sc.
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I.0909244352
FECHA: 5 de marzo del 2021



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VIII.- INFORME DEL TUTOR REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Guayaquil, 3 de marzo del 2021

Q.F. ZOILA BELLA LUNA ESTRELLA. M. Sc.
Vicedecana Carrera
FACULTAD CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Guayaquil.

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **“ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS DE *Smilax china*”** de los estudiantes. **CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO** con C.I. **0953246683** y **MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA** con C.I. **0932197825**. 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 18 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 sublíneas 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 los estudiantes están apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente.



Firmado electrónicamente por:
**MARIA ELENA
JIMENEZ HEINERT**

Q.F. Jiménez Heinert María Elena. M.Sc.
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I.: 0905366985
FECHA: 3 de marzo del 2021



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VII. - CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrada **Q.F. PILAR ASUNCIÓN SOLEDISPA CAÑARTE, M.SC.**, tutora del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por, **CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO** con **C.I. 0953246683** y **MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA** con **C.I. 0932197825**, Con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÍMICOS Y FARMACÉUTICOS**.

Se informa que el trabajo de titulación: **“ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS DE *Smilax china*”**, ha sido orientado durante el periodo de ejecución en el programa anti plagio **URKUND** quedando el **2%** de coincidencia.

Documento: TESIS_FINAL_CAJAS-MERCHAN.docx (D97157369)
Presentado: 2021-03-03 21:10 (-05:00)
Presentado por: Pilar Asunción Soledispa Cañarte (pilar.soledispac@ug.edu.ec)
Recibido: pilar.soledispac.ug@analysis.orkund.com
Mensaje: ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Cajas y Merchan [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de estas 18 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	Estudio Comparativo de Actividad Antioxidante de Guanabana, Kiwi y Noni Zambrano ...
	TESIS-SHITAKE-PER-POLIT (URKUND).docx
	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE COMPUESTOS E...
	CHURCO- CASTILLO Y VINUEZA.docx

Archivo de registro Urkund: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL / Estudio Comparativo de Activa... 100%

Tutor: Q.F. Soledispa Cañarte Pilar Asunción, M.Sc

RESUMEN

El

estrés oxidativo es producido en el sistema biológico y causa la disminución de su capacidad antioxidante, debido a que está relacionado con la producción de radicales libres, es considerada como una de las causas del desarrollo de enfermedades principalmente el cáncer, el objetivo de la investigación consiste en comparar mediante evidencia científica reportada la actividad antioxidante en diferentes ensayos in vitro en extractos de *Smilax china*, de manera que se hizo una investigación documental y exploratoria, como herramienta de la investigación se usó artículos y revistas científicas de alto impacto, se aplicó método descriptivo y comparativo donde se enfocó en las cualidades de la planta estudiada, sus extractos y la actividad antioxidante, los resultados fueron expresado mediante tablas y gráficos con el sistema informático Microsoft Excel y se demostró que el IC50 del extracto etanólico, acuoso sin fraccionar y los fraccionamiento con acetato de etilo, cloroformo, butanol, agua, metanol y hexano tuvieron cantidades aceptables dependiendo la dosis en todos los estudios y se

<https://secure.orkund.com/old/view/92726388-325239-974482#BcExCoAwDAXQu2T+SJJ+09KriIMUIQ526Sje3fdeeabUTWEBy3AkEFTQdsjs9+hXb8dop1Rd1KKoB5IZaKvn9P0=>

PILAR ASUNCIÓN
SOLEDISPA
CANARTE

Firmado digitalmente por
PILAR ASUNCIÓN
SOLEDISPA CANARTE Fecha:
2021.03.05 10:25:33
-05'00'



Firmado electrónicamente por:
FRELLA SORAYA
GARCIA LARRETA

Q.F. Soledispa Cañarte Pilar Asunción, M.Sc

TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.I. 0909244352

Fecha: 5 de marzo del 2021

Q.F. Soraya García Larreta, M.Sc

DOCENTE GESTORA DE TITULACIÓN

C.I. 0911422178



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



INFORME DE ANTIPLAGIO DEL PROGRAMA URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS_FINAL_CAJAS-MERCHAN.docx (D97157369)
Submitted: 3/4/2021 3:10:00 AM
Submitted By: pilar.soledispac@ug.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

Estudio Comparativo de Actividad Antioxidante de Guanabana, Kiwi y Noni Zambrano Evelyn y Rvera Daniel.docx (D97004066)
 CHURCO- CASTILLO Y VINUEZA.docx (D54748819)
 tesis para analisis ESPINOZA Y PAZMIÑO.docx (D64916229)
 3008a3b2-a86a-4c6b-89d9-9fda3fb15a19
 c62510d4-0761-4b5f-b36d-b17c8987be39

Instances where selected sources appear:

8

PILAR ASUNCION
SOLEDISPA
CANARTE

Firmado digitalmente por
PILAR ASUNCION
SOLEDISPA CANARTE Fecha:
2021.03.05 10:25:33
-05'00'



Firmado electrónicamente

FRELLA SORAYA
GARCIA LARRETA

Q.F. Soledispa Cañarte Pilar Asunción. M.Sc
TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0909244352

Fecha: 5 de marzo del 2021

Q.F. Soraya García Larreta. M.Sc
DOCENTE GESTORA DE TITULACIÓN
C.I. 0911422178



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



Guayaquil, 5 de marzo del 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutora del trabajo de titulación, certifico: que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es **“ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS DE *Smilax china*”**, presentado por **CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO** con **C.I. 0953246683** y **MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA** con **C.I. 0932197825** previo a la obtención del título de **QUÍMICOS FARMACÉUTICOS**

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de antiplagio del programa Urkund, quedando el 2 % de coincidencia. Lo certifico:

PILAR ASUNCION
SOLEDISPA
CANARTE

Firmado digitalmente por
Por PILAR ASUNCION
SOLEDISPA CANARTE
Fecha: 2021.03.05
00:02:49 -05'00'

Q.F. Soledispa Cañarte Pilar Asunción, M.Sc.
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I.:0909244352
FECHA: 5 de marzo del 2021



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



Guayaquil, 15 de marzo 2021

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrada. **Q.F JIMÉNEZ HEINERT MARÍA ELENA. M.Sc.**, tutor revisor del trabajo de titulación: “ **ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS DE *Smilax china***, certifico que el presente trabajo de titulación elaborado por **CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO con C.I. 0953246683** y **MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA con C.I. 0932197825**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **QUÍMICOS Y FARMACÉUTICOS**, 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**

QF. Jiménez Heinert María Elena. M.Sc.

**DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. 0905366985**

Fecha: 15 de marzo del 2021



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



Guayaquil, 24 de marzo del 2021

**CERTIFICADO DEL TRIBUNAL
ACTA DE REGISTRO DE LA SUSTENTACIÓN FINAL**

El tribunal de sustentación del trabajo de titulación del Sr. **CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO** con **C.I. 0953246683** y la Srta. **MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA** con **C.I. 0932197825** después de ser examinados en su expresión, memoria científica y defensa oral, da por aprobado el trabajo de titulación.



Firmado electrónicamente por:
**MARIAELENA
JIMENEZ
HEINERT**

DOLORS BEATRIZ Firmado digitalmente por
ERAZO LOPEZ DOLORES BEATRIZ ERAZO LOPEZ
Fecha: 2021.04.12 18:49:34 -05'00'

**Q.F. Jiménez Heinert María Elena. M.Sc.
PRESIDENTE - MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Q.F. Erazo López Dolores. M.Sc.
DOCENTE MIEMBRO 1 DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS JEFFERSON
VALDIVIEZO ROGEL**

**Q.F. Valdivieso Rogel Carlos. M.Sc.
DOCENTE MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL**



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

**Ab. Palomeque Romero Francisco, Mg.
SECRETARIO GENERAL**



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



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

Nosotros, **CAJAS HUACÓN JAIRO OSWALDO** con C.I. 0953246683 y **MERCHÁN RODRÍGUEZ JENIFFER PAULINA** con C.I. 0932197825, certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS DE *Smilax china***” son de nuestra absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad con el Art. 114 del, **CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN** autorizamos la utilización de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva, para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente.

Cajas Huacón Jairo Oswaldo
C.I. 0953246683

Merchán Rodríguez Jeniffer Paulina
C.I. 0932197825

*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

Quiero dedicarle este trabajo de titulación en primer lugar a Dios, él se merece la gloria por haberme regalado la oportunidad de acceder a realizar mis estudio universitario y culminado con éxito, en segundo lugar a mi padre Carlos Humberto Cajas Toaquiza por apoyarme económicamente e impartiendo todos sus valores como persona y mi madre Mérida Huacón Alvarado por todo el sacrificio que ha hecho por mí, gracias a ellos he cumplido otro objetivo más en mi vida , siempre creyeron en mí a pesar de los momentos difíciles y por último a mis amigos más cercano por brindarme todo ese apoyo en los momentos que no me sentía que no era capaz de avanzar.

Jairo Oswaldo Cajas Huacón

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mi madre y a mi hermana por ser mis pilares fundamentales en esta etapa de mi vida y por haberme brindado su apoyo incondicional durante estos años y a todas esas personas que estuvieron apoyándome durante la carrera.

Jeniffer Paulina Merchán Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por prestarme vida hasta este momento y mantenerme con buena salud, gracias por darme fuerza, ánimo y sobre todo sabiduría para seguir adelante, estoy agradecido por colocar a las personas correctas en mi camino y a las que no lo fueron ya que son una parte fundamental para mi crecimiento como persona.

Agradezco a mis padres Carlos Cajas Toaquiza y Mérida Huacón Alvarado porque sin ellos no podría cumplir mi objetivo de culminar mis estudios, estoy muy agradecido a Dios por darme esa oportunidad de verlos con vida y con buena salud, a pesar de las dificultades que se han presentado siguen presente ahí a mi lado para presenciar mis metas.

Agradezco a la facultad de Ciencias Químicas y a sus excelentes docentes que me ayudaron en estos 5 años de arduo estudio impartiendo todo sus conocimientos y experiencias, permitiéndome crecer como persona para ser un profesional de bien.

Agradezco a mis amigos cercanos Mayra, Julio, Rosy, Elena, Angie, Jahely, Sara, Mirian, Marjorie y Emily por brindarme su amistad y el apoyo necesario a pesar de haber tenido nuestras indiferencias formaron parte en mi crecimiento ayudándome a esforzarme en los momentos más difíciles y creer en mí mismo, los llevaré en mi corazón.

Agradezco también este trabajo de titulación a la Q.F. Pilar Soledispa y al Q.F. Danilo Barros por su paciencia y ayuda en sus clases de tutorías habiendo aportado sus conocimientos para hacer posible este trabajo.

Por último y de igual importancia de lo ya dicho, agradezco a mi compañera de tesis, de manera que tuvo las fuerzas necesarias para seguir esforzándose a pesar de sus problemas y nuestras indiferencias sin ella no hubiera sido capaz de poder realizar este trabajo, le deseo muchos éxitos en su vida profesional y en todo que se proponga.

Jairo Oswaldo Cajas Huacón

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría, fuerza y perseverancia que me llevó a que alcanzara una de mis metas. A mi madre y mi hermana por darme su apoyo, amor y confianza, gracias madre por su esfuerzo y sacrificio que hizo que llegue a cumplir este sueño.

Mis sinceros agradecimientos a mi tutora, la Dra. Q.F Pilar Asunción Soledispa Cañarte por la paciencia, por compartir sus conocimientos y su entrega brindada al momento de realizar esta investigación y al Dr. Danilo Barros por su tiempo y ayuda brindada estos meses.

Finalmente y no menos importante quiero agradecer a mi mejor amiga Selena Puma y a mi novio Marco Borbor por su confianza, y su apoyo constante, espero que continuemos creciendo profesionalmente

Jeniffer Paulina Merchán Rodríguez

LISTA DE ABREVIATURA

ABTS: Actividad de eliminación de radicales

AOX: Compuestos Orgánicos Halogenados

BHA: Hidroxianisol butilado

BHT: Hidroxitolueno butilado

CAT: Catalasa

CFT: Contenido de fenoles totales

DMSO: Dimetil sulfóxido

DPPH: Ensayo de decoloración del catión radical α - α difenil- β -picrilhidrazilo

EF: Campo Eléctrico

E.E: Extracto etanólico

EO: Estrés oxidativo

ERO: Especies reactivas de oxígeno

FRAP: Capacidad de reducción férrica del plasma

GSH: Glutación reducido

LPO: Oxidación lipídica o Peroxidación Lipídica

ME: Extracto metanólico

NADPH: Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato

RNS: Especies Reactivas del Nitrógeno (RNS)

ROS: Especies Reactivas del Oxígeno (ROS)

RP: Reducción de la potencia

SOD: Estimaciones de superóxido dismutasa

TBARS: Determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico

TPC: Contenido de fenoles totales

TPTZ: 2, 4,6-tripiridil-1, 3,5-triazina

INDICE

RESUMEN	XIX
ABSTRACT.....	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PROBLEMA	2
I.1. Planteamiento del problema	2
I.2. Formulación del problema.....	3
I.3. Justificación e importancia	3
I.4. Hipótesis	3
I.5. Objetivos	3
I.5.1. Objetivo general.....	3
I.5.2. Objetivo específico.....	4
I.6. Operacionalización de las variables	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
II.1. Antecedentes de la investigación.....	5
II.1.1. Antioxidantes	5
II.1.2. Radicales libres.....	8
II.1.3. Especies reactivas	9
II.1.4. Daño oxidativo	10
II.1.5. Compuestos fenólicos.....	13
II.1.6. Métodos para determinación de la actividad antioxidante	14
II.2. Bases teóricas.....	19
II.3. <i>Smilax china</i>	22
II.3.1. Descripción taxonómica.....	22
II.3.2. Característica botánica	23

II.3.3. Distribución natural y hábitat.....	24
II.3.4. Usos y beneficio para la salud	25
II.3.5. Composición química.....	25
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	34
III.1. Tipo de investigación	34
III.2. Instrumento de investigación.....	34
III.3. Criterio de búsqueda.....	34
III.4. Método de investigación	34
CAPÍTULO IV: RESULTADO Y DISCUSIONES	35
IV.1. Resultados.....	35
IV.1.1. Resultados de estudios en extractos con fraccionamientos	35
IV.1.2. Resultados de estudios en extractos sin fraccionamientos	45
IV.1.3. Resultado del estudio de Contenido fenólicos totales	47
IV.1.4. Tablas de frecuencias	49
IV.2. Discusiones	51
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
GLOSARIO	65

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Las consecuencias del estrés oxidativo	11
Figura 2: Mecanismo del DPPH	14
Figura 3: Correlación entre FRAP VS fenoles totales:	15
Figura 4: Correlación ABTS VS fenoles totales.....	16
Figura 5: Método ORAC	17
Figura 6: Método de Folin Reagent	18
Figura 7: Smilax china (dibujo).....	24
Figura 8: Smilax china (frutos).....	24
Figura 9: Estructura de la molécula de estilbeno.....	26
Figura 10: Estructura del Trans-resveratrol.....	27
Figura 11: Estructura del Astilbin.....	28
Figura 12: Estructura del Cianidina 3-O-B-rutinosido.....	29
Figura 13: Pelargonidina 3-Orutinosido.....	29
Figura 14: Estructuras de las catequinas	30
Figura 15: Estructuras de los Fitoesteroles	30
Figura 16: Estructura del B-sitosterol	31
Figura 17: Estructuras de los Triterpenos.....	31
Figura 18: Estructuras de los alcaloides.....	32
Figura 19: Estructuras de los carbohidratos	32
Figura 20: Estructuras de los taninos	33

INDICE DE TABLA

Tabla I: Definición operacional de las variables.....	4
Tabla II: Fórmula del % de DPPH.....	14
Tabla III: Fórmula del % de ABTS	16
Tabla IV: Taxonomía de la <i>Smilax china</i>	22
Tabla V: Estudio realizado en Corea en el 2001.....	35
Tabla VI: Estudio realizado en Corea en el 2011.....	37
Tabla VII: Estudio realizado en Corea en el 2012.....	39
Tabla VIII: Estudio realizado en India en el 2014 y 2017	41
Tabla IX: Estudio realizado en Pakistán en el 2019.....	43
Tabla X: Estudios realizado con extractos sin fraccionamientos	45
Tabla XI: Estudios de los Contenido fenólicos totales	47
Tabla XII: Partes de la planta más usada	49
Tabla XIII: Los ensayos más utilizados.....	50

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Estudio realizado por el ensayo DPPH.....	36
Grafico 2: Comparación por diferentes ensayos	38
Grafico 3: Comparación de ensayo DPPH VS ABTS.....	40
Grafico 4: Comparación de varios fraccionamientos por diferentes extractos	42
Grafico 5: Comparación de diferentes fraccionamientos en dos extractos	44
Grafico 6: Comparación de varios extractos	466
Grafico 7: Comparación del contenido fenólico en varios fraccionamientos ..	48
Grafico 8: Partes más usada de la <i>Smilax china</i>	49
Grafico 9: Ensayos más usados en el estudio de la <i>Smilax china</i>	50



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



ESTUDIO BIBLIOGRAFICO COMPARATIVO DE LA ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE POR DIFERENTES ENSAYOS IN VITRO EN EXTRACTOS
DE *Smilax china*

Autores: Cajas Huacón Jairo Oswaldo
Merchán Rodríguez Jeniffer Paulina

Tutor: Q.F.Soledispa Cañarte Pilar Asunción, M.sc

RESUMEN

El estrés oxidativo es producido en el sistema biológico y causa la disminución de su capacidad antioxidante, debido a que está relacionado con la producción de radicales libres, es considerada como una de las causas del desarrollo de enfermedades principalmente el cáncer, el objetivo de la investigación consiste en comparar mediante evidencia científica reportada la actividad antioxidante por diferentes ensayos in vitro en extractos de *Smilax china*, de manera que se hizo una investigación documental y exploratoria en artículos y revistas científicas de alto impacto, se aplicó método descriptivo y comparativo donde se enfocó en las cualidades de la planta estudiada como el tipo de extractos, parte de la planta y la actividad antioxidante. Como resultado se demostró que el IC50 del extracto acuoso sin fraccionar y los fraccionamiento con acetato de etilo, acetona, etanol y agua tuvieron cantidades aceptables dependiendo la dosis en todos los estudios y se concluyó que al comparar la actividad antioxidante por varios métodos, presenta una variación en los resultados dependiendo del ensayo que aplicaron, el tipo de extracto y el fraccionamiento utilizado, por lo tanto se recomienda realizar estudio de la actividad antioxidante en Ecuador.

Palabra clave: Actividad antioxidante, Extractos, *Smilax china*, ensayos in vitro, estrés oxidativo.



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



COMPARATIVE BIBLIOGRAPHIC STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY BY
DIFFERENT IN VITRO TESTS ON EXTRACTS FROM *Smilax china*

Autores: Cajas Huacón Jairo Oswaldo
Merchán Rodríguez Jeniffer Paulina

Tutor: Q.F.Soledispa Cañarte Pilar Asunción, M.sc

ABSTRACT

Oxidative stress is produced in the biological system and causes the decrease in its antioxidant capacity, because it is related to the production of free radicals, is considered as one of the causes of disease development mainly cancer, the goal of research is to compare by scientific evidence reported antioxidant activity by different in vitro trials in Chinese *Smilax* extracts, so that documentary and exploratory research was done in high-impact scientific articles and journals, a descriptive and comparative method was applied where it focused on the qualities of the plant studied as the type of extracts, part of the plant and antioxidant activity. As a result it was shown that the IC₅₀ of the unrevered aqueous extract and fractionations with ethyl acetate, acetone, ethanol and water had acceptable amounts depending on the dose in all studies and it was concluded that when comparing antioxidant activity by various methods it has a variation in the results depending on the trial they applied, the type of extract and the fractionation used, therefore it is recommended to carry out a study of antioxidant activity in Ecuador

Palabra clave: Antioxidant activity, Extracts, *Chinese Smilax*, oxidative stress, in vitro tests.

INTRODUCCIÓN

La Organización mundial de la salud estima entre el 70% y el 80% de la población de varios países depende de la medicina tradicional como una principal fuente de atención para la salud de las personas. Los beneficios de estos medicamentos incluyen una mejor efectividad, fácil disponibilidad, efectos secundarios limitados o nulos y un éxito en el tratamiento de múltiples enfermedades crónicas

Existe un gran incremento en la aceptación de los medicamentos herbolarios porque no poseen inconveniente con la toxicidad y los efectos secundarios son mínimos en comparación con el uso de los medicamentos sintéticos que son de gran problema para la salud si se usan a dosis muy altas (QADIR, y otros, 2020).

El género *Smilax* pertenece a la familia Liliaceae, con un total de 350 especies, ampliamente distribuidas en las regiones tropicales y templadas de todo el mundo, especialmente en el Este de Asia, América del Sur y América del Norte. Muchos de ellos se utilizan como hierbas medicinales en los países ubicados en el Este de Asia como por ejemplo la *Smilax china* (Seo, Lee, Kim, Lee, & Lee, 2012).

Diversos estudios realizados manifestaron la presencia de saponinas esteroides, flavonoides, fenilpropanoides y estilbenoides, estos compuestos mostraron un amplio espectro de actividades, como actividad inmunosupresora, actividades antioxidantes, actividades antiinflamatorias (Zhong , y otros, 2017).

La actividad antioxidante se refiere a cualquier sustancia que previene la oxidación dañina causada por otras sustancias químicas en reacciones metabólicas o por factores exógenos (como las radiaciones ionizantes en el cuerpo). En la actualidad se ha incrementado el uso de antioxidantes como parte básica e importante del tratamiento de las enfermedades degenerativas provocadas por la acción de los radicales libres (Córdova , Dardón , González , & Menéndez , 2009).

CAPITULO I: PROBLEMA

I.1. Planteamiento del problema

El estrés oxidativo es producido en el sistema biológico y la disminución de su capacidad antioxidante, debido a que está relacionado con la producción de radicales libres, es ampliamente considerada como una de las causas del desarrollo de enfermedades crónicas, neurodegenerativas, cánceres, enfermedades cardiovasculares, pulmonares y enfermedades de la piel (Jeong, y otros, 2011).

En los últimos años, los antioxidantes naturales de plantas se han utilizado ampliamente en diferentes campos de la industria farmacéutica, como los conservantes en alimentos y medicamentos (Mesa, y otros, 2010).

Hay informes de varias plantas y componentes químicos que reducen el azúcar en sangre, reducen la presión arterial, reducen el colesterol, actúan contra la aterosclerosis y contra la trombosis, los antibióticos y los antioxidantes. Aunque se utiliza ampliamente como método alternativo para el tratamiento de enfermedades, es necesario estudiar más a fondo la actividad farmacológica y los efectos tóxicos (Pizziolo, Brasileiro, Oliveira, & Nagem, 2011).

Mientras se realizó una búsqueda exhaustiva en muchos artículos científicos se logró observar estudios con más frecuencia en la raíz de la *Smilax china*, el estudio referente al tallo y las hojas eran demasiado escaso, también no se encontraron estudios en américa latina sobre la actividad antioxidante referente a esta planta.

I.2. Formulación del problema

¿Cuál será el extracto de *Smilax china* que presente mayor actividad antioxidante?

I.3. Justificación e importancia

Se han realizado muchas investigaciones del género *Smilax* y tiene propiedades farmacológicas de gran utilidad para el tratamiento de enfermedades como el cáncer, la diabetes mellitus, dolencias de la piel, incluidas heridas, inflamaciones y úlceras. También se utiliza para el tratamiento de fiebre, gota, diurético, oftalmía, infertilidad y como fuente de antioxidantes (Zubair, y otros, 2017).

La finalidad de este estudio bibliográfico comparativo, da conocer los diferentes ensayos realizados in vitro en diferentes extractos de *Smilax china* para saber cual tiene una mayor actividad antioxidante, así entender la importancia y aprovechamiento de esta planta para posteriores estudio en Ecuador y en los demás países de américa latina.

I.4. Hipótesis

En diferentes ensayos in vitro de varios extractos de *Smilax china* poseen la misma actividad antioxidante.

I.5. Objetivos

I.5.1. Objetivo general

Comparar mediante evidencia científica reportada, la actividad antioxidante por diferentes ensayos in vitro en extractos de *Smilax china*.

I.5.2. Objetivo específico.

1. Estudiar la eficacia del extracto de *Smilax china* al comparar la información obtenida en los diferentes estudios sobre el tratamiento de la actividad antioxidante.
2. Detallar las características químicas, botánicas y terapéuticas de la *Smilax china*.
3. Analizar los datos del comportamiento en los diferentes ensayos realizados.

I.6. Operacionalización de las variables

Tabla I: Definición operacional de las variables

TIPO	VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADOR
Dependiente	Actividad Antioxidante	Capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa	ug/mL
Independientes	Tipo de extractos	Exacto de la planta obtenida	Etanólico Metanólico Acuoso
	Parte de la planta usada	Una pequeña porción de la planta que se utiliza para su respectivo análisis	Hoja Tallo Rizoma
	Lugar de la investigación	Localización donde se han realizados los estudio de dicha planta	Países
	Tipo de extracción	El método que se aplicó para la extracción de la planta para su respectivo análisis	Liofilización Soxhlet

Fuente: (Cajas & Merchan , 2021).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

II.1. Antecedentes de la investigación.

II.1.1. Antioxidantes

Es una sustancia con baja concentración en comparación con un sustrato oxidable, que previene o retrasa significativamente una reacción de oxidación que ha comenzado promovida por un oxidante. Es posible definir a los antioxidantes como un grupo de moléculas que son conocidas por su capacidad para neutralizar los efectos negativos de los radicales libres y el estrés oxidativo (Mariaca, Zapata, & Uribe, 2016).

II.1.1.1. Fuentes endógenas de antioxidantes

1. Fuentes endógenas de oxidantes y radicales libres en el cuerpo como la respiración aeróbica mitocondrial donde las mitocondrias consumen O_2 , lo reducen a H_2O en múltiples etapas y producen O_2 , H_2O_2 como subproductos de la respiración (Estrada & González, 2017).
2. Los fagocitos (como neutrófilos, macrófagos y eosinófilos) actúan por oxidación cuando son activados por fármacos proinflamatorios, bacterias, virus o fármacos parasitarios (Estrada & González, 2017).
3. **Peroxisomas:** el H_2O_2 producido naturalmente es un subproducto de la descomposición de ácidos grasos y otras moléculas (Estrada & González, 2017).
4. **Metabolismo oxidativo de organismos exógenos:** El complejo citocromo p451 se encarga de eliminar los productos tóxicos al organismo humano (Estrada & González, 2017).

II.1.1.2. Fuentes exógenas de antioxidantes

Entre los antioxidantes, hay varios ingredientes activos como los polifenoles y los fitoestrógenos, el primero incluye flavonoides y taninos, que han sido ampliamente estudiados. Entre los flavonoides, solo antocianinas, catequinas e isoflavonas (genisteína) (Coronado, Vega, Rey , Vázquez, & Radilla, 2015).

Es necesario advertir contra el consumo excesivo, puede representar una formulación comercial de antioxidantes y mezclas de hierbas, producidas en gramos en lugar de miligramos, pueden causar problemas de toxicidad. Otro tipo de antioxidante son los taninos del vino, que tienen características astringentes. Son útiles no solo en la industria alimentaria, sino también en la industria cosmética (Coronado, Vega, Rey , Vázquez, & Radilla, 2015).

En cuanto a los fitoestrógenos están presentes en la proteína de soja o sus derivados, se usa en la terapia de reemplazo hormonal en mujeres que presentan síntomas de menopausia y osteoporosis durante la menopausia. Entre los productos que contienen antioxidantes más consumidos como por ejemplo la vitamina E presente en aguacate, aceite de oliva, frutos secos, la vitamina C: en tomates, todos los cítricos y los flavonoides presente en té verde, vino, manzana (Coronado, Vega, Rey , Vázquez, & Radilla, 2015).

Los estudios han demostrado que la actividad antioxidante es de 2 a 11 veces más afectada por el tipo, variedad de frutas y antioxidantes. Otra fuente de antioxidantes es el cacao y sus productos ricos en catequinas. Los flavonoides y licopeno es una buena fuente de antioxidantes, incluso una dieta que incluya alimentos procesados con tomate puede reducir la peroxidación de lípidos y la oxidación del colesterol LDL. Finalmente, el consumo de frutas o verduras picadas que se venden en diferentes ubicaciones comerciales merece una advertencia, porque pelar y cortar aumentará la actividad metabólica del producto y afectará a las plantas existentes (Coronado, Vega, Rey , Vázquez, & Radilla, 2015).

II.1.1.3. Antioxidantes como tratamiento, controversias

Si bien se asume en diferentes publicaciones que el uso de antioxidantes puede cambiar el estado patológico y cambiar el proceso de oxidación, también hay reportes de meta-análisis y revisiones sistemáticas que concluyen que el uso de β -caroteno, vitamina A y vitamina E puede incluso aumentar la muerte. (Lozada & García, 2009).

Las dificultades en la investigación y los ensayos clínicos incluyen:

- Falta de estandarización de métodos para medir el estado de oxidación inicial y estándares para determinar la actividad antioxidante molecular (Lozada & García, 2009).
- Actualmente, la especificidad de los antioxidantes en determinadas enfermedades o procesos patológicos depende de su disponibilidad comercial (Lozada & García, 2009).
- La duración del estudio se limita a 1 a 2 años durante más de 20 años, como el estrés oxidativo (Lozada & García, 2009).
- Características clínicas variables y no controladas de la población de estudio (Lozada & García, 2009).

Hasta que no se controlen todas estas variables, los ensayos clínicos controlados de antioxidantes no podrán demostrar objetivamente su papel en la prevención o el tratamiento de una variedad de enfermedades, por lo que los resultados de la investigación deben leerse de manera muy estricta (Lozada & García, 2009).

II.1.1.4. Sistema antioxidante celular

Para contrarrestar el efecto nocivo de los radicales libres, los organismos aerobios cuentan con sistemas de defensa antioxidante, que incluyen moléculas, enzimas y secuestradores químicos que previenen el daño oxidativo. Las enzimas AOX constituyen la primera línea de defensa celular frente al daño oxidativo, las cuales eliminan el O_2 y el $H_2 O_2$, existe una segunda línea de defensa compuesta por moléculas no enzimáticas que actúan sobre los radicales libres (Sánchez & Méndez, 2013).

II.1.1.5 Capacidad antioxidante de la *Smilax china*

La capacidad antioxidante se analizó a través de la determinación de DPPH radical de barrido, la actividad de eliminación de radicales ABTS, el contenido de fenoles totales (TPC), y reducción de la potencia (RP). El más alto DPPH, la actividad de eliminación de radicales ABTS, y RP se encontraron en el extracto de etanol, que también mostró la mayor TPC ($105,81 \pm 0,48 \mu\text{g}$ equivalentes de ácido gálico / ml) (Avalos & Villamar, 2018).

II.1.2. Radicales libres

Los átomos y moléculas que conforman la materia tienen una estructura atómica en la que los electrones se encuentran apareados en un orbital, con diferente número cuántico de spin (+1/2 y -1/2). El radical libre es aquel que contiene, al menos, un electrón desapareado en un orbital. Estos átomos o moléculas son muy inestables y tienen la capacidad de reacción para compensar su desequilibrio (Peiró, 2015).

Existen fundamentalmente 4 tipos de especies de radicales libres:

1. Las Especies Reactivas del Oxígeno (ROS) (Peiró, 2015)
2. Las Especies Reactivas del Nitrógeno (RNS) (Peiró, 2015)
3. Los radicales libres del carbono (Peiró, 2015).
4. Los radicales libres del azufre (Peiró, 2015).

Por su importancia en los sistemas biológicos debemos destacar dos de ellos: ROS y las RNS (Peiró, 2015).

II.1.2.1 Efectos benéficos de los radicales libres

A niveles bajos o moderados participan en la regulación de señales en cascada a nivel intracelular en distintas células como fibroblastos, células endoteliales. La acción más conocida, es la señalización mediante óxido nítrico este es importante como mensajero entre células con el fin de mantener el flujo sanguíneo adecuado (Mora , Zeledón , & Vargas, 2019).

II.1.2.2. Efecto dañino de los radicales libres

Los radicales libres en los sistemas biológicos crea EO generado por déficit de antioxidantes y aumento de las ERO. El EO es el resultado de reacciones metabólicas que usan O_2 y representa una variación en el equilibrio prooxidante/antioxidante en los sistemas vivos con capacidad de oxidar biomoléculas e inhibir su composición (Sánchez & Méndez, 2013).

La estabilidad entre los efectos benéficos y dañinos de los radicales libres es un aspecto fundamental para los seres vivos, el cual se consigue por medio de mecanismos de “regulación redox” que salvaguardan a los seres vivos, manteniendo el control del estado redox por medio de los AOX y atrapadores de radicales libres (Sánchez & Méndez, 2013).

II.1.3. Especies reactivas

Son aquellas que se producen por consecuencia del metabolismo aeróbico fisiológico y la cadena de transporte de electrones de la mitocondria, también los peroxisomas, la NADPH oxidasa, la óxido nítrico sintetasa desacoplada son las más importantes de producción de los ROS (Rodríguez, y otros, 2014).

II.1.3.1. Especies Reactivas del Oxígeno

Se producen por consecuencia del metabolismo aeróbico fisiológico y la cadena de transporte de electrones de la mitocondria, también los peroxisomas, la NADPH oxidasa, la óxido nítrico sintetasa desacoplada son las más importantes de producción de los ROS. El desbalance que ocurre entre la producción de los ROS y el sistema de defensa antioxidante ocasiona una ruptura de la función celular, done ocurre por una sobreproducción de ROS y una reducción del mecanismo de defensa antioxidante y acciones protectoras contra los ROS son llevadas por varias enzimas (Carvajal, 2019).

II.1.3.2. Especies Reactivas del Nitrógeno

Son moléculas que se generan a partir del metabolismo celular fisiológico a pesar de que existe un desequilibrio entre la producción de radicales libres y los mecanismos antioxidantes se genera estrés oxidante. El estrés oxidante se ha asociado con el desarrollo muchas enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, Parkinson y Huntington (Hernández , y otros, 2019).

II.1.4. Daño oxidativo

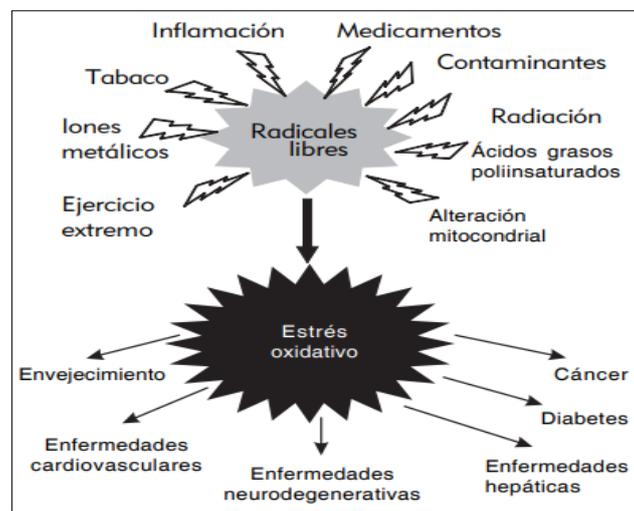
Es provocado por los radicales libres, está relacionado con el desarrollo de varias enfermedades. Hay sustancias sintéticas, como el hidroxianisol butilado (BHA) o el hidroxitolueno butilado (BHT) y son captadores de radicales libres muy eficaces. No obstante, tales antioxidantes sintéticos tiene la posibilidad de provocar cáncer y por ende se encuentran restringidos (Doroteo, Díaz, Terry, & Rojas, 2013).

Actualmente existe un interés en encontrar antioxidantes derivados de fuentes naturales como son plantas medicinales o alimenticias. Generalmente la actividad antioxidante de algunas plantas se debe a los compuestos fenólicos que poseen, debido a que son poderosos captadores de oxígeno activo y además tienen la posibilidad de inhibir las enzimas productoras de radicales libres (Doroteo, Díaz, Terry, & Rojas, 2013).

Los humanos requieren oxígeno para la producción de energía. No obstante, el exceso de estas en las células es perjudicial gracias a la formación de especies reactivas generadas a lo largo de su oxidación. Para contrarrestar el impacto perjudicial del O₂ y sus derivados, las células cuentan con mecanismos capaces de remover los productos tóxicos. Dichos mecanismos de custodia son identificados como sistema antioxidante (AOX), delegado de conservar la estabilidad de las actitudes de óxido reducción (Sánchez & Méndez, 2013).

El sistema antioxidante incluye enzimas, secuestrantes de electrones y nutrientes que permanecen delegados a remover y minimizar los efectos de las especies reactivas de oxígeno (ERO) en la célula. En el organismo existe un equilibrio en medio de las ERO y los sistemas de custodia AOX; una vez que éste se descompensa a favor de las ERO está establecido en la célula el estrés oxidativo (EO), considerado elemento central de distintas enfermedades humanas (Sánchez & Méndez, 2013).

Figura 1: Las consecuencias del estrés oxidativo



Fuente: (Sánchez & Méndez, 2013).

II.1.4.1. Oxidación lipídica

Una de las primordiales dianas de las ROS y RNS son los ácidos grasos poliinsaturados presentes como son las membranas celulares, las dos especies reactivas trabajan sobre los ácidos grasos produciendo la oxidación lipídica o Peroxidación Lipídica (LPO), se inicia con la extracción de un átomo de hidrógeno del ácido graso diana convirtiéndose en un radical lipídico. Este nuevo radical se vuelve a organizar molecularmente para aumentar su seguridad y reacciona con el oxígeno, construyendo un extremista peroxilo (García , 2018).

II.1.4.2. Oxidación de proteínas

La capacidad oxidante de ROS también incluye la oxidación de aminoácidos proteicos (como cisteína, metionina, histidina o triptófano), lo que da como resultado la inhibición enzimática. El resultado de estas reacciones es la formación de ácido salbutónico, ácido sulfínico y ácido sulfónico, así como endoperóxidos que provocan la degradación de las proteínas. También tienen efectos de desnaturalización, agregación y precipitación de proteínas. Todos estos conducen a la inflamación de los tejidos y la muerte celular (Peiró, 2015).

II.1.4.3. Oxidación de carbohidratos

Los azúcares pueden reaccionar con los grupos OH para formar sustancias activas. De manera similar, los polisacáridos pueden ser atacados por radicales libres y descomponerse en unidades más pequeñas. Se ha demostrado que el ácido hialurónico se despolimeriza en presencia de altas concentraciones de radicales hidroxilo, lo que resulta en una disminución de la viscosidad del líquido sinovial en las articulaciones (Peiró, 2015).

II.1.4.4. Oxidación del material genético

Las especies reactivas como las ROS pueden atacar los ácidos nucleicos al afectar las bases nitrogenadas y los azúcares que componen el ADN. Su acción produce aberraciones genéticas, que pueden conducir a malformaciones de proteínas y otros componentes celulares. Incluso pueden causar la muerte celular o mutaciones más graves y se transmiten a la siguiente generación de células. Estas mutaciones se consideran un factor clave en el desarrollo de enfermedades como el cáncer, en muchos se han descrito muchas mutaciones genéticas relacionadas con la oxidación y el estrés oxidativo también está relacionado con la expresión génica (Peiró, 2015)

II.1.5. Compuestos fenólicos

Poseen capacidad antioxidante, a estos se los considera como la actividad biológica responsable de tener efecto preventivo en algunas enfermedades de origen cardiaco e inmunológico. Dentro de esta gran familia pueden encontrarse tres grupos principales: los ácidos fenólicos, los polifenoles y los flavonoides, siendo estos últimos el grupo más común. El mecanismo de estos compuestos reside en su capacidad para captar los radicales libres que se pueden generar en las células del cuerpo humano y que son resultado de la combinación de muchos factores ambientales. (Echavarría, Franco, & Matínez, 2009).

II.1.5.1. Síntesis de algunos compuestos fenólicos

Hasta ahora, las rutas biosintéticas de ciertos compuestos fenólicos se han recalculado, pero durante varios años se ha estudiado la síntesis orgánica de metabolitos de interés (Martin , 2017).

II.1.5.1.1. Síntesis de chalconas

Al sintetizar cumarina a partir de cinamato de arilo a partir de ácidos inorgánicos en medio ácido se pueden obtener varias cumarinas según el sustituyente en la posición R (Martin , 2017).

II.1.5.1.2. Síntesis de arilcumarinas

Debido a su actividad biológica, entre los compuestos fenólicos de interés se encuentran las arilcumarinas. Tienen varias reacciones para la síntesis de 4-fenilcumarinas, como la reacción de Pontdorf, la reacción de Perkin y la reacción de Huben-Ho (Martin , 2017).

II.1.5.1.3. Síntesis de dihidrocumarina

Para llevar a cabo la síntesis de dihidrocumarina se utilizaron diferentes, metodologías como por ejemplo la reducción de cumarinas, ciclación de ácidos melilóticos, lactonización de acrilatos de arilo, adición oxidativa (Martin , 2017).

II.1.6. Métodos para determinación de la actividad antioxidante

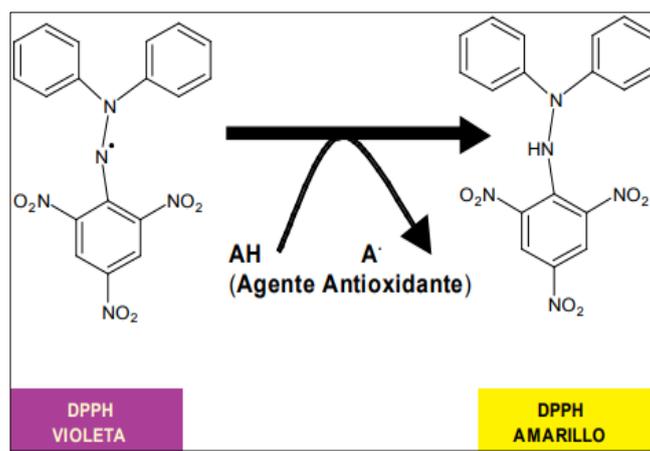
II.1.6.1. Ensayo de decoloración del catión radical α -difenil- β -picrilhidrazilo DPPH.

La base del método DPPH es que los radicales libres tienen electrones azul violeta no apareados, que gradualmente se vuelven amarillo pálido a través de la reacción con sustancias antioxidantes. La espectrofotometría mide la absorbancia a 517 nm. Las diferencias de absorbancias permiten obtener el porcentaje de captura de radicales libres (Castañeda, Ramos, & Ibáñez, 2008).

Tabla II: Fórmula del % de DPPH

$$\% \text{ DPPH reducido} = ((A_0 - A_M) / A_0) \times 100 = \text{siendo } A_M \text{ la absorbancia de la muestra}$$

Figura 2: Mecanismo del DPPH

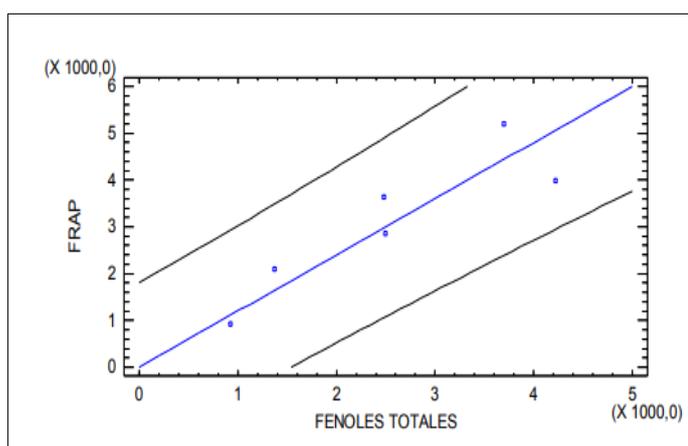


Fuente: (Castañeda, Ramos, & Ibáñez, 2008).

II.1.6.2. Ensayo FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power)

Este es un ensayo que mide directamente la capacidad de los compuestos antioxidantes para proporcionar electrones en un medio acuoso y reducir los iones de hierro a hierro ferroso. Para ello, se provoca la reacción añadiendo el compuesto TPTZ (2, 4, 6 tripiridil-s-triazina), que se combina con iones ferrosos a pH ácido (pH = 3,6) para formar un compuesto azul con una absorción máxima a 593 nm en los siguientes 30 minutos, se considera que el color está directamente relacionado con el poder reductor total de los antioxidantes (Gutiérrez, 2017).

Figura 3: Correlación entre FRAP VS fenoles totales:



Fuente: (Mesa, y otros, 2015).

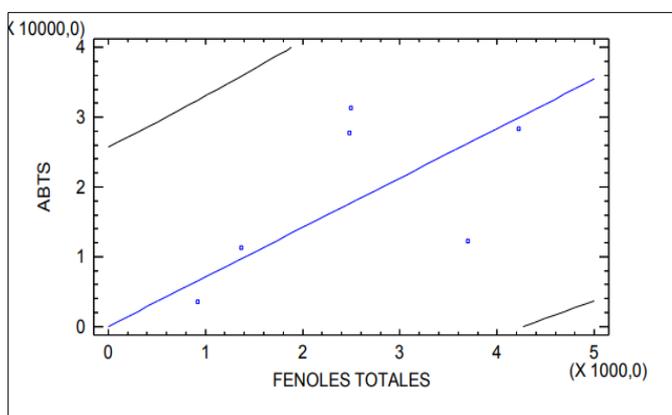
II.1.6.3. Ensayo de decoloración con el radical catiónico ABTS•+

Se fundamenta en la cuantificación de la decoloración del radical ABTS•+, debido a la interacción con especies donantes de hidrógeno o de electrones, El radical catiónico ABTS•+ es un cromóforo que absorbe a una longitud de onda de 734 nm y se genera por una reacción de oxidación del ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etil benzotiazolin-6- sulfonato de amonio) con persulfato de potasio (Mesa, y otros, 2015).

Tabla III: Fórmula del % de ABTS

$$\% \text{ ABTS reducido} = ((A_0 - A_M) / A_0) \times 100 \text{ siendo } A_M \text{ la absorbancia de la muestra}$$

Figura 4: Correlación ABTS VS fenoles totales

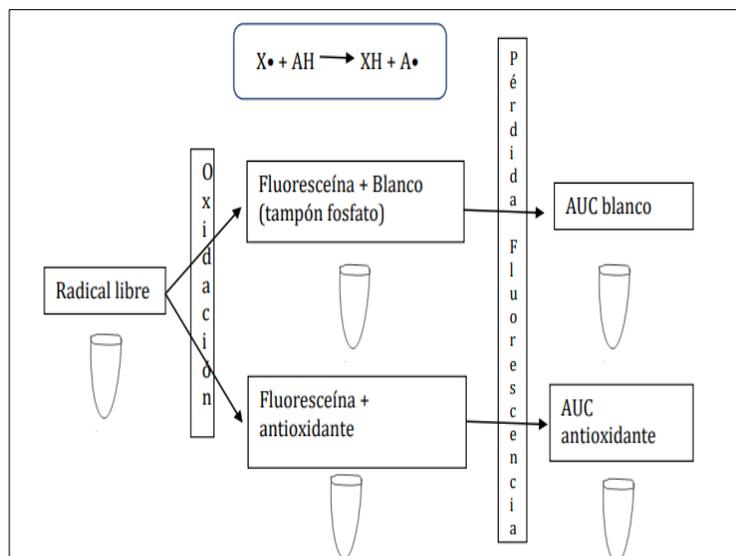


Fuente: (Mesa, y otros, 2015)

II.1.6.4. Ensayo ORAC (Oxygen radical absorbance capacity)

A través de esta prueba, se conoce el valor antioxidante de los alimentos y el valor de cada antioxidante, expresado en equivalente de Trolox por gramo de micromol. Su fundamento se basa en la capacidad de los antioxidantes para detener los radicales libres mediante la donación de átomos de hidrógeno. Los radicales peroxi generados se oxidan a fluoresceína, produciendo productos no fluorescentes (De La Iglesia, 2018).

Figura 5: Método ORAC



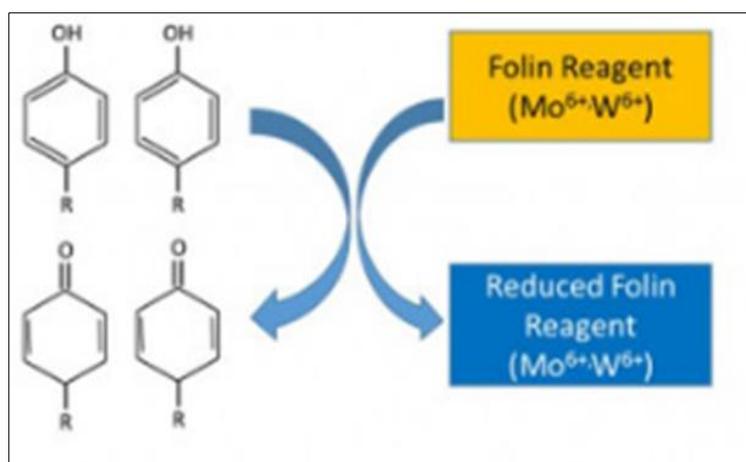
Fuente : (De La Iglesia, 2018).

II.1.6.5. Método de Folin-Ciocalteu.

Se fundamenta en la actitud de los fenoles con el reactivo FC, a un pH fundamental dando sitio a una coloración azul, la cual se define espectrofotométricamente a 750 nm y es expresado en equivalentes de ácido gálico. El reactivo es una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico, teniendo de esta forma el ácido fosfomolibdotúngstico, de color amarillo, el cual al reaccionar con los fenoles presentes en la muestra es limitado, dando sitio a un complejo de color azul fuerte (Naspud, 2018)

La prueba de FC es semejante a la de ABTS, se apoya en la reducción de la coloración verde/azul producida la actitud que ocurre entre ABTS y persulfato de potasio, los dos procedimientos ayudan a establecer polifenoles y monofenoles, la virtud que tiene el procedimiento FC es que este se relaciona con la obtención de una absorbancia, la cual es resultado de la aparición de color gracias a la reacción de oxidación (Naspud, 2018)

Figura 6: Método de Folin Reagent



Fuente : (Naspud, 2018)

Los resultados se pueden expresar de diferentes formas, la mayoría de los estudios son expresados como el valor de la concentración máxima de la media inhibitoria (IC₅₀), lo que indica la cantidad de antioxidante necesaria para disminuir la concentración inicial de DPPH al 50 %. Este valor se calcula graficando el porcentaje de inhibición contra la concentración del extracto (Deng, Cheng, & Yang, 2011)

II.2. Bases teóricas

Un estudio realizado en 2001 por el Departamento de Bioquímica Oral del De la facultad de Odontología midió la actividad antioxidante de varias concentraciones del extracto metanólico de *Smilax china* a 0.8, 4, 20 y 100 µg / ml y se realizó prueba de eliminación de radicales libres donde se añadió $1,5 \times 10^{-4}$ M DPPH en metanol y la mezcla de reacción se agitó, la cantidad de DPPH restante se determinó a 520 nm y la actividad de eliminación de radicales se obtuvo a partir de la ecuación midiendo la actividad de captación de radicales en porcentaje. (Lee, Ju , & Kim , 2001).

En el año 2011 la revista bioquímica alimentaria publicó un estudio realizada a la raíz de la *Smilax china* mediante el método poder reductor férrico / antioxidante donde se usó 15 ml de reactivo reductor / antioxidante férrico (FRAP) a 37°C precalentado, Se midió 10 volúmenes de tampón acetato 0,3 M, pH 3,6 + 1 volumen de 2,4, 6-tripiridil-S-triazina 10 mM en HCl 40 mM + 1 volumen de FeCl 20 mM y se mezcló con 50 ml de muestra de prueba y estándares, Esto fue mezclado y se leyó la absorbancia a 593 nm frente a un blanco de reactivo en un tiempo predeterminado (Jeong, y otros, 2011).

Un estudio publicado por la revista Food Chemistry en el año 2012 determinó la actividad antioxidante por el ensayo ABTS en el extracto acuoso y metanólico del rizoma de la *Smilax china*. La ABTS. + Se produjo haciendo reaccionar una solución de ABTS con persulfato de potasio, se dejó reposar en la oscuridad a temperatura ambiente durante 12-16 h, antes del ensayo la solución se diluyó 70 veces en agua para dar una absorbancia de 0,75 a 734 nm. Se mezcló con 25 ml de extractos a diversas concentraciones y se toma una alícuota de 200 L de la solución de ABTS. + Diluida. Después de 5 min a T.A, se controló la mezcla a 734 nm (Zhang, Guo , Shangguan, Zheng, & Wang, 2012)

Otro estudio en el año 2012 publicado por la revista Ciencia de los alimentos donde analizaron el extracto de las hojas de *Smilax china* mediante el método de contenido fenólico total donde los extractos se diluyeron, añadieron 1 ml del extracto diluido, mezclado con 1 ml de Na al 2% y 1 ml de reactivo de FolinCiocalteu al 50% y se centrifugó durante 5 min. Después de 30 min de incubación a temperatura ambiente, se midió la absorbancia a 750 nm. La cantidad de CFT determinada en diferentes extractos solventes de SCL se variaba según el solvente de extracción (Seo, Lee, Kim, Lee, & Lee, 2012).

En 2014, un estudio publicado en la revista Ayurveda Pharm mostró que la fracción de acetato de etilo de *Smilax China* mostró el mayor rendimiento antioxidante, que se relacionó con un alto contenido de fenol. El extracto alcohólico protege la inducción de la peroxidación lipídica, inducida por FeSO₄ se debe a la quelación del hierro, conversión de Fe²⁺ a Fe³⁺, por captación de radicales hidroxilo y otras moléculas de oxígeno responsables de la peroxidación de lípido (Kumarasamy & Kumarswamy, 2014).

Este estudio publicado en el año 2014 por la revista Korean J Food Preserve llevó a cabo para analizar la actividad antioxidante de *Smilax china* en extracto acuoso y extracto etanólico, se midieron mediante contenido total fenólico, ABTS, DPPH donde el extracto etanólico resulto tener la actividad antioxidante mayor que el en el extracto acuoso. Todos estos hallazgos muestran que se puede utilizar como agente preventivo para la oxidación (Lee S. Y., Kim, Park, Lee, & Lee, 2014)

Un estudio publicado en 2017 por la Revista Internacional de Química y Ciencias Farmacéuticas indicó que la fracción de acetato de etilo de *Smilax china* mostró el mayor rendimiento antioxidante y se relacionó con un alto contenido de fenol. El extracto de metanol mostró una alta actividad captadora de radicales libres de DPPH. El fraccionamiento adicional con varios disolventes de extracción mostró un alto nivel de actividad de eliminación de radicales en las fracciones de acetato de etilo (Sabarisenhil & Kalaichelvan, 2017).

La revista Asian Journal of Emerging Research publicó un estudio en 2019 para evaluar el potencial antioxidante de los extractos de *Smilax china* obtenidos con agua, acetona, etanol y metanol. El potencial de los antioxidantes se estudió determinando el poder reductor, el contenido total de fenol, la actividad de eliminación de radicales libres de ABTS y DPPH en el extracto de etanol fue mayor (Zainab, Akram, & Abbaass, 2019).

En un estudio publicado por el Journal of Natural Products Research en 2019, se evaluaron el contenido de radicales libres, fenoles, flavonoides e inhibición de enzimas. Se utilizaron diferentes fracciones con disolventes como incluidos el n-hexano, benceno, cloroformo, acetato de etilo y n-butanol, para fraccionar el extracto metanólico de *Smilax china*. Los resultados mostraron que la fracción de acetato de etilo mostró la mayor tasa de eliminación de fenol y el mayor potencial de eliminación de radicales libres (Ahmad, Shoaib , Akhtar, & Ijaz, 2019).

Un estudio publicado por la revista Turca de Química en el 2020 indica que utilizaron el potencial de eliminación de radicales libres de los extractos de metanol de *Smilax china* en 1,1-difenil-2-picilhidrazilo utilizando técnicas analíticas y espectrofotómetros UV medidos a 517 nm. Tomaron varias alícuotas y se disolvieron en un tubo de ensayo que contenía 3 ml de metanol y 0,5 ml de DPPH 1 mM. Se usó Vitamina E como un estándar con las misma concentraciones y por último se incubó la mezcla de la solución a temperatura ambiente durante 30 minutos y la actividad antioxidante se cuantificó mediante el porcentaje de barrido (QADIR, y otros, 2020).

II.3. *Smilax china*

La *Smilax china* es un arbusto de hoja caduca trepadora perenne, se distribuye originalmente en el Sur de China y países del sudeste asiático. Las hojas son usadas como agente de desintoxicación, mientras que los rizomas llamados “Jin Gang Teng” son recopilados por la Farmacopea China con la eficacia de carminativo, diaforético y circulatorio (Zhong , y otros, 2017).

La taxonomía del género *Smilax* se basa en el análisis morfológico del material disponible y se centra en la forma de los rizomas, la forma de los tallos, las hojas, el tipo de inflorescencia, la longitud y el color del pedúnculo, el tamaño de tépalos, anteras y filamentos, y forma, tamaño y color de los frutos (Ferrufino, 2014).

II.3.1. Descripción taxonómica

Tabla IV: Taxonomía de la *Smilax china*

Nombre científico	<i>Smilax China</i>
Orden	Liliales
Familia	Liliaceae
Genero	<i>Smilax</i>
Nombre común	Raíz de China

Fuente: (Sabarisenthil & Kalaichelvan , 2017)

II.3.2. Característica botánica

En la hoja su forma y el tamaño varían dependiendo de los factores ambientales, todas las especies presentan hojas simples, alternas, glabras o pubescentes, con un pecíolo bien diferenciado y puede ser recurvado o acanalado, su nervadura de la lámina es acródroma y varía según sea su especie (Ferrufino & Gomez , 2004).

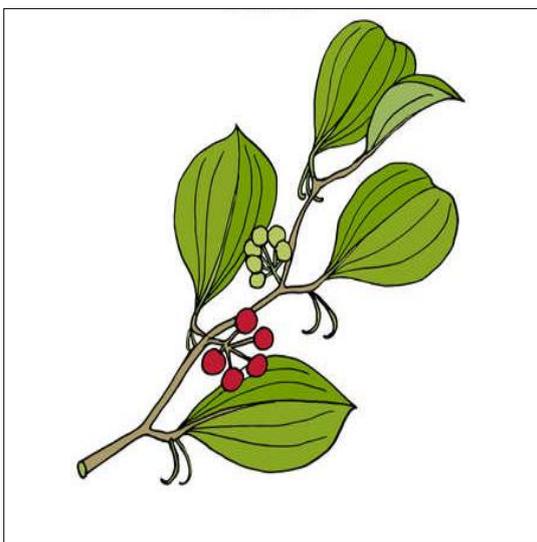
Los tallos son cilíndricos, la superficie puede ser estriada o lisa, la coloración del tallo varía según el ambiente donde crezca la planta pero la mayoría de las especies es de color verde (Ferrufino & Gomez , 2004).

El rizoma según la morfología externa, el sistema subterráneo se divide en dos tipos: con engrosamiento tuberoso, con nudos y entrenudos engrosados que es un rizoma formado por una parte caulinar, de consistencia leñosa. El color del rizoma varía según las condiciones ambientales (Ferrufino & Gómez, 2004).

Los frutos son bayas globosas, que varían de tamaño entre los bejucos de la misma especie. Las especies de *Smilax* presentan tres fases de coloración: una inicial que es verde, una intermedia y la fase final con el color de la maduración: rojo, morado, negro y anaranjado, su semilla son esféricas y varían de 1 a 3 por baya (Ferrufino & Gómez, 2004).

El lado adaxial del pecíolo muestra una ranura profunda con dos laterales ahusados muy largos y lado abaxial estrechamente agudo. La epidermis es de cutícula bien desarrollada de la cutícula. Los siete u ocho haces vasculares son dispuestos linealmente en orden descendente según su tamaño rodeado por 3-4 capas de células esclerénquima (Baruah, Baro, & Borthakur, 2016).

Figura 7: *Smilax china* (dibujo)



Fuente: (123rf, 2017)

Figura 8: *Smilax china* (frutos)



Fuente: (Istockphoto, 2017)

II.3.3. Distribución natural y hábitat.

Está ampliamente distribuida en todo el mundo en las regiones tropicales y templadas, especialmente en el este de Asia, un estudio realizado en costa rica se le han asignado entre 13 y 14 especies, sin existir consenso entre los investigadores sobre el verdadero número de especies presentes (Lee, Kim, & Whang, 2017).

En un estudio morfológico y fenológico detallado hace varios años indica que las especies presentes se caracterizan por ser bejucos leñosos o herbáceos, dioicos de pequeña y mediana longitud, con hojas simples, alternas, glabras o pubescentes, con un pecíolo bien diferenciado y cuyos frutos son ovalados e inflados con gran dureza, que cambian de tamaño entre los bejucos de la misma especie (Ferrufino & Gómez, 2004).

II.3.4. Usos y beneficio para la salud

La raíz es antiescrofulática, carminativa, depurativa, diaforética, diurética y tónica, muy útil cuando se ingiere en el tratamiento de viejos casos sifilíticos, se usa para ciertas enfermedades de la piel, como psoriasis, reumatoide, artritis, enteritis, infecciones del tracto urinario, úlceras cutáneas (Shahrajabian, Sun, & Cheng, 2019).

En el caso de Los rizomas son amargos, ácidos, termogénicos, anodinos, antiinflamatorios, digestivos, laxantes, depurativos, diuréticos, febrífugos y tónicos. Se utiliza en dispepsias, flatulencias, cólicos, estreñimiento y helmintiasis (Sabisenthil & Kalaichelvan , 2017).

En la decocción de raíces y rizomas es usado como depurativo en casos de herpetismo y sífilis, como es sudorífico y demulcente, utilizado en el reumatismo, diversas enfermedades de la piel, diaforéticas, estimulantes, alterativas, antisifilíticas (Shahrajabian, Sun, & Cheng, 2019).

El rizoma es convertido en una pasta y se aplica a las inflamaciones dolorosas, también se ha apoyado en el tratamiento de la lepra, la escrófula y muchas infecciones de la piel que se convierten en úlceras y las raíces se han utilizado para tratar quemaduras (Shahrajabian, Sun, & Cheng, 2019).

II.3.5. Composición química

II.3.5.1. Saponinas esteroideas

Son glucósidos de esteroides de varias fuentes naturales de los que se pueden obtener hidratos de carbono y un tipo aglicona por hidrólisis, normalmente denominada sapogenina (Mora, López, & Pastrana, 2018).

II.3.5.1.1. Diosgenina

Es un tipo de sapogenina, su nombre se deriva del Dioscorea y la sapogenina, tiene una gran influencia en la medicina herbolaria porque existen en ciertos tipos de plantas en todo el mundo (Mora, López, & Pastrana, 2018).

II.3.5.1.2. Esmilagenina

La esmilagenina y sus derivados han sido identificados como agentes terapéuticos muy valiosos en la medicina humana y veterinaria, en los tratamientos no terapéuticos para ser humanos y animales (Mexico Patente nº MXPA06012641A, 2006).

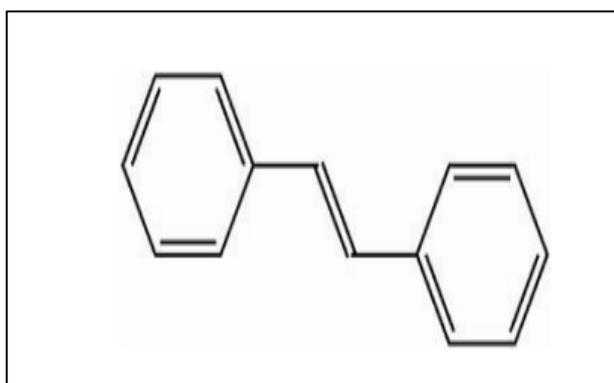
II.3.5.2. Parillina

Es una saponina neutra con un peso molecular de 1000 posee cristales blancos con una actividad antitumoral y antifúngica (Jimenez, 2014).

II.3.5.3. Estilbenos

Son metabolitos secundarios pertenecientes a los polifenoles, son fitoalexinas obtenidas de la ruta mixta de ácido oxálico y acetato, que se definen como la presencia de 1,2-difeniletileno (Puerto, 2019).

Figura 9: Estructura de la molécula de estilbeno

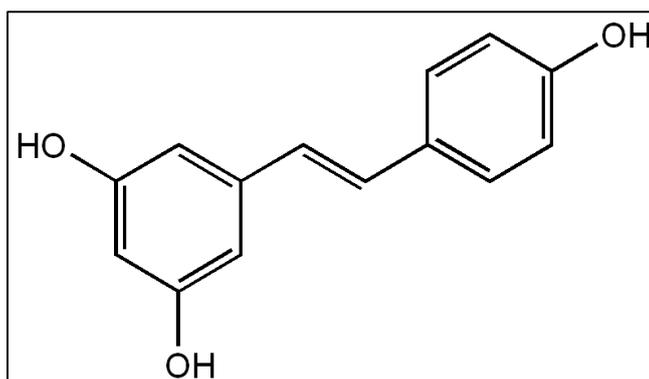


Fuente: (Puerto, 2019).

II.3.5.3.1. Trans-resveratrol

Es un producto natural producido en uvas y otras plantas como defensa contra los rayos UV, radiación, estrés ambiental e infecciones fúngicas (Briskey & Rao , 2020).

Figura 10: Estructura del Trans-resveratrol



Fuente: (Briskey & Rao , 2020).

II.3.5.3.2. Flavan-3-oles

Son compuestos con una estructura química, basada en un anillo C, que no muestra saturación, y un grupo hidroxilo en la posición 3 del heterocíclico 2-fenilbenzopirano (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014).

II.3.5.4. Glucosidados

Son considerados como dietéticos porque su estructura no es metabolizada por el organismo y presentan características de estabilidad al calor, pH, no se fermentan, son antiplacas y anticaries, por lo que son muy recomendables para diabéticos (Hinojosa, y otros, 2017).

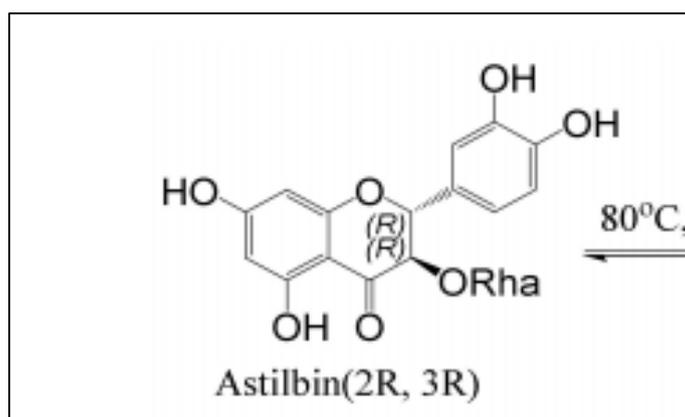
II.3.5.5. Flavonoides

Son compuestos de naturaleza fenólica, se caracterizan por su fuerte actividad antioxidante y una propiedad importante que se aprovecha de las plantas para proteger a los organismos de los radicales libres (Guevara, y otros, 2017).

II.3.5.5.1. Astilbin

Es un dihidroflavonol que se encuentra en muchas plantas y alimentos de origen vegetal, Según la estructura, tiene dos átomos de carbono asimétricos en C-2 y C-3 y tiene cuatro estereoisómeros (Zheng, Ruan, Yin , & Zhang, 2020).

Figura 11: Estructura del Astilbin



Fuente: (Zheng, Ruan, Yin , & Zhang, 2020)

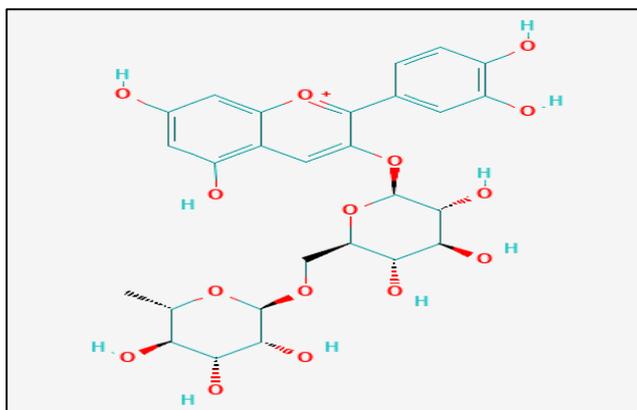
II.3.5.6. Antocianinas:

Son pigmentos solubles en agua, pertenecen a la familia de los flavonoides que contienen dos anillos aromáticos separados por un oxígeno que está formando un anillo heterocíclico de seis miembros, son sintetizadas por las plantas y son las responsables de dar la coloración de muchas flores, frutas y verduras (Barragán, Aro, Muñoz , & Rodríguez, 2020).

II.3.5.6.1. Cianidina 3-O-β-rutinósido

Es un rutinósido que consta de cianidina que tiene el grupo rutinosilo en la posición 3 y también es un catión de antocianina derivado de disacárido, un miembro de bencenos y un rutinósido (Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2021).

Figura 12: Estructura del Cianidina 3-O-B-rutinosido

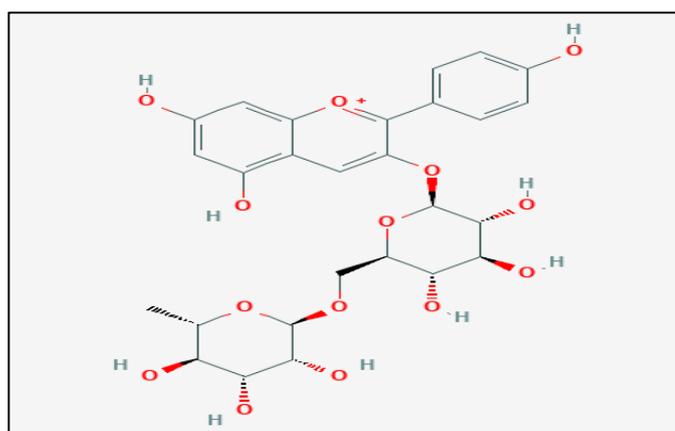


Fuente: (Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2021).

II.3.5.6.2. Pelargonidina 3-Orutinósido

Es un catión de antocianina que consta de pelargonidina que tiene un residuo de rutinosil unido en la posición 3-hidroxi y es un catión de antocianina, un rutinósido y un derivado de disacárido (Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2021).

Figura 13: Pelargonidina 3-Orutinosido

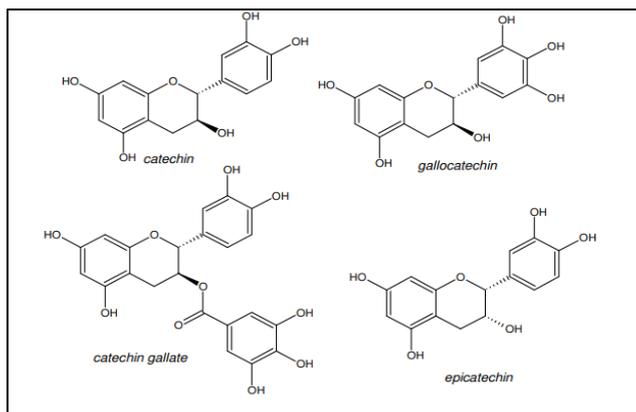


Fuente: (Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2021).

II.3.5.7. Catequinas

Presentan al heterociclo 2- fenilbenzopirano como su estructura química básica y un grupo hidroxilo o galato en la posición 3. El grupo fenilo en la posición 2 puede tener uno o más grupos hidroxilo están presentes en muchas plantas alimenticias (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014).

Figura 14: Estructuras de las catequinas

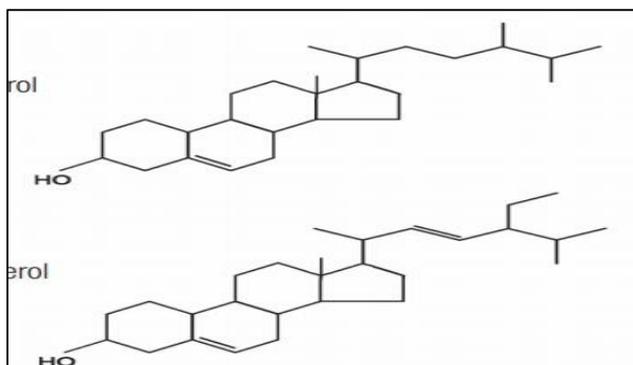


Fuente: (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014).

II.3.5.8. Fitoesteroles:

Su estructura es similar a la del colesterol, con la diferencia que incluyen un grupo metilo o etilo en el carbono 24 y están presentes de manera natural en frutos secos, aceites vegetales y en verduras, hortalizas, frutas, cereales y legumbres (Fuster, 2017).

Figura 15: Estructuras de los Fitoesteroles

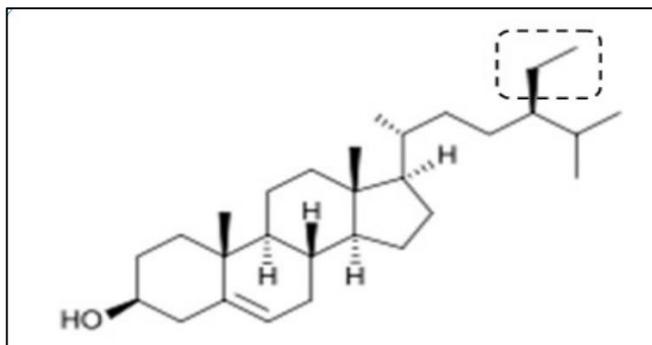


Fuente: (Fuster, 2017),

II.3.5.8.1. B-sitosterol

Es una molécula esteroidea similar al colesterol pero es de origen vegetal, debido a su naturaleza lipofílica, está presente en el hombre y aceites de plantas y verduras estables (Novotny, Abdel, & Hunakova, 2017).

Figura 16: Estructura del B-sitosterol

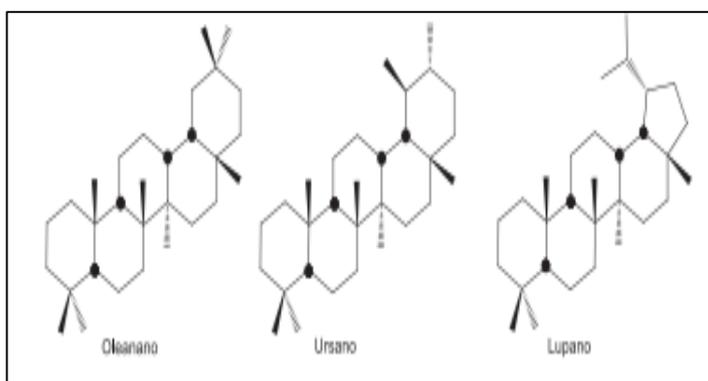


Fuente: (Novotny, Abdel, & Hunakova, 2017).

II.3.5.9. Triterpenos.

Son compuestos naturales que se construyen a partir de seis unidades de isopreno. Los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal y desempeñan un papel importante en la naturaleza (Cano, 2013).

Figura 17: Estructuras de los Triterpenos

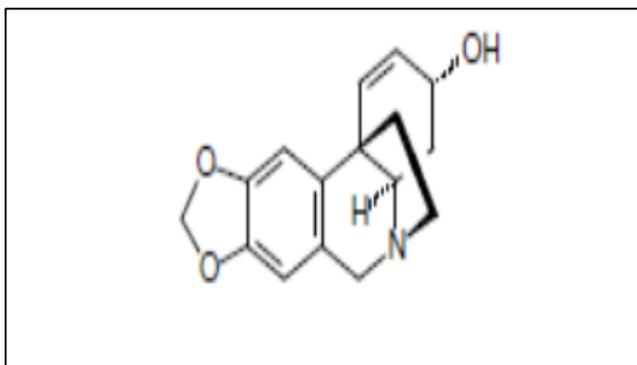


Fuente: (Cano, 2013).

II.3.5.10. Alcaloides

Son compuestos heterocíclicos nitrogenados derivados de aminoácidos, y en la naturaleza se pueden encontrar como sales con el ácido acético, láctico, málico, tartárico, cítrico y oxálico (Gonzalez, Cabezas, Pulido, & Celis, 2020).

Figura 18: Estructuras de los alcaloides

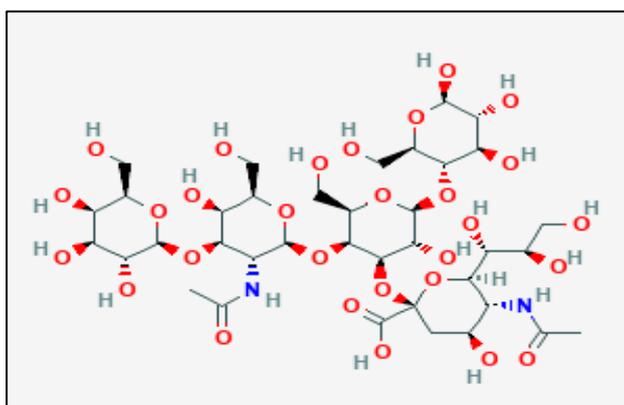


Fuente: (Gonzalez, Cabezas, Pulido, & Celis, 2020).

II.3.5.11. Carbohidratos

Son moléculas formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno también posee moléculas como son la glucosa, es usada por células para obtener energía metabólica, el glucógeno contenido en el hígado y el músculo (Micocci, 2018, pág. 8).

Figura 19: Estructuras de los carbohidratos



Fuente: (Centro Nacional de Información Biotecnológica , 2021).

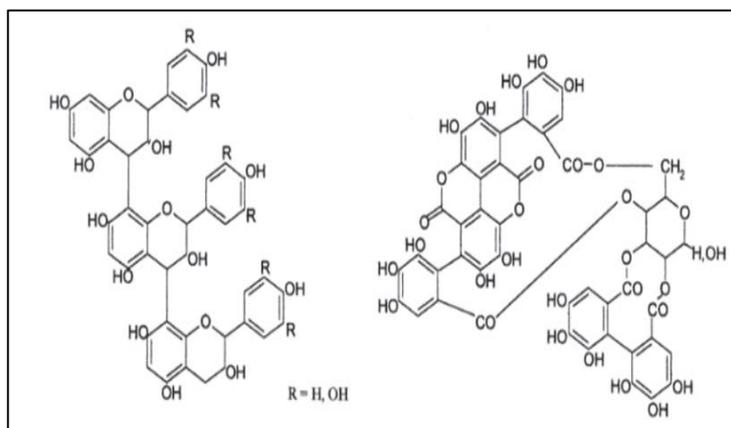
II.3.5.11. Compuestos fenólicos

Son metabolitos secundarios de las plantas, con varias funciones fisiológicas y sus estructuras químicas varían y su amplia distribución como también su capacidad de captar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno asociadas con el padecimiento de enfermedades (Valencia, y otros, 2017).

II.3.5.12. Taninos

Son compuestos polifenólicos que se encuentra en plantas dicotiledóneas, los taninos son empleados como mecanismo de defensa contra herbívoros y patógenos, su característica principal es su capacidad para formar complejos reversibles con las proteínas (Márquez & Suárez, 2008).

Figura 20: Estructuras de los taninos



Fuente: (Márquez & Suárez, 2008).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. Tipo de investigación

En el presente trabajo de investigación de tipo documental y exploratoria porque se realizó una búsqueda y recopilación de información en revistas y artículos de estudios realizados referente a la actividad antioxidante de la *Smilax china* por diferentes ensayos en varios extractos.

III.2. Instrumento de investigación

En la investigación se utilizó el programa informáticos de Microsoft Word y bases de datos, así como revistas científicas de alto impacto, como ScienceDirect, Pubmed, Google Academic, Scielo, redalyc, Worldwide Science, Springer, etc. Se extrajo información relevante para el tema estudiado por lo cual se recopiló información de un total de 64 referencias bibliográficas.

III.3. Criterio de búsqueda

Al buscar en los recursos científicos mencionados anteriormente, se utilizó un criterio de búsqueda para la recolección de datos como actividad antioxidante, método utilizado, tipo de extracto, también con el fin de obtener una amplia gama de información se utilizó referencias desde 2001 hasta 2020.

III.4. Método de investigación

En el presente estudio de carácter bibliográfico se aplicó el método descriptivo y comparativo donde se enfocó en las cualidades de la planta estudiada, sus extractos y la actividad antioxidante de la *Smilax china*, por ende se utilizó las herramientas del sistema informático Microsoft Excel en que se realizó mediante tablas y gráficos para representar

CAPÍTULO IV: RESULTADO Y DISCUSIONES

IV.1. Resultados

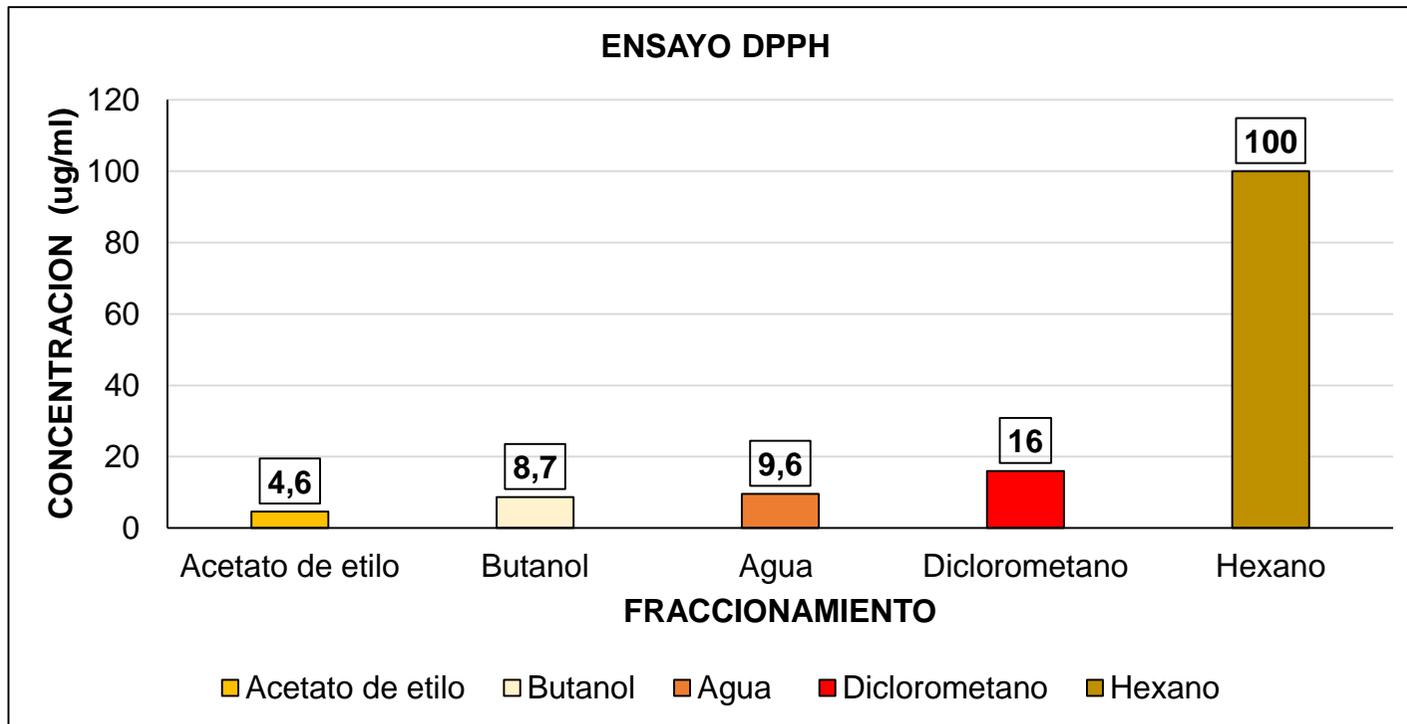
IV.1.1. Resultados de estudios en extractos con fraccionamientos

Tabla V: Estudio realizado en Corea en el 2001

AÑO	PAÍS	PARTE DE LA PLANTA	TIPO DE EXTRACCIÓN	EXTRACTO USADO	CONCENTRACIONES USADAS	MÉTODO USADO	FRACCIONAMIENTO	IC 50	REFERENCIA
2001	Corea	Raíz	Liofilización	Extracto metanólico	0, 8, 4, 20, 100 ug/ml	DPPH	Acetato de etilo	4.6 µg/ml	(Lee, Ju , & Kim , 2001)
							Butanol	8.7 ug/ml	
							Agua	9.6 ug/ml	
							Diclorometano	16 ug/ml	
							Hexano	100 ug/ml	

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Grafico 1: Estudio realizado por el ensayo DPPH



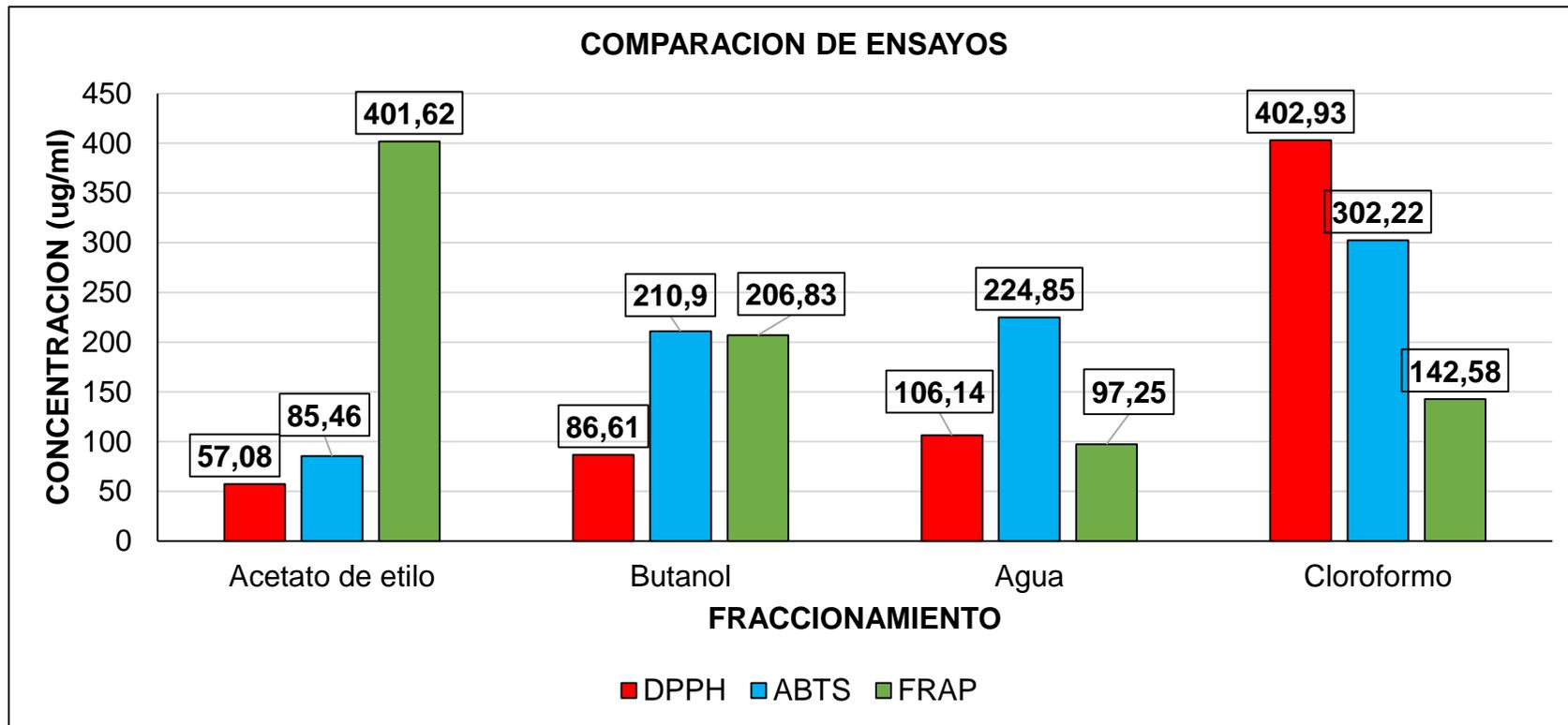
Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Tabla VI: Estudio realizado en Corea en el 2011

AÑO	PAÍS	PARTE DE LA PLANTA	TIPO DE EXTRACCIÓN	EXTRACTO USADO	CONCENTRACIONES USADAS	MÉTODO USADO	FRACCIONAMIENTO	IC 50	REFERENCIA
2011	Corea	Raíz	Liofilización	Extracto metanólico	31, 62, 125, 250, 500, 1000 ug/ml	DPPH	Acetato de etilo	57.08 ug/ml	(Jeong, y otros, 2011).
							Butanol	86.61 ug/ml	
							Agua	106.14 ug/ml	
							Cloroformo	402.93 ug/ml	
				Extracto acuoso		ABTS	Acetato de etilo	85.46 ug/ml	
							Butanol	210.90 ug/ml	
							Agua	224.85 ug/ml	
							Cloroformo	302.22 ug/ml	
				FRAP			Agua	97.25 ug/ml	
							Cloroformo	142,58 ug/ml	
							Butanol	206,83 ug/ml	
							Acetato de etilo	401.62 ug/ml	

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Grafico 2: Comparación por diferentes ensayos



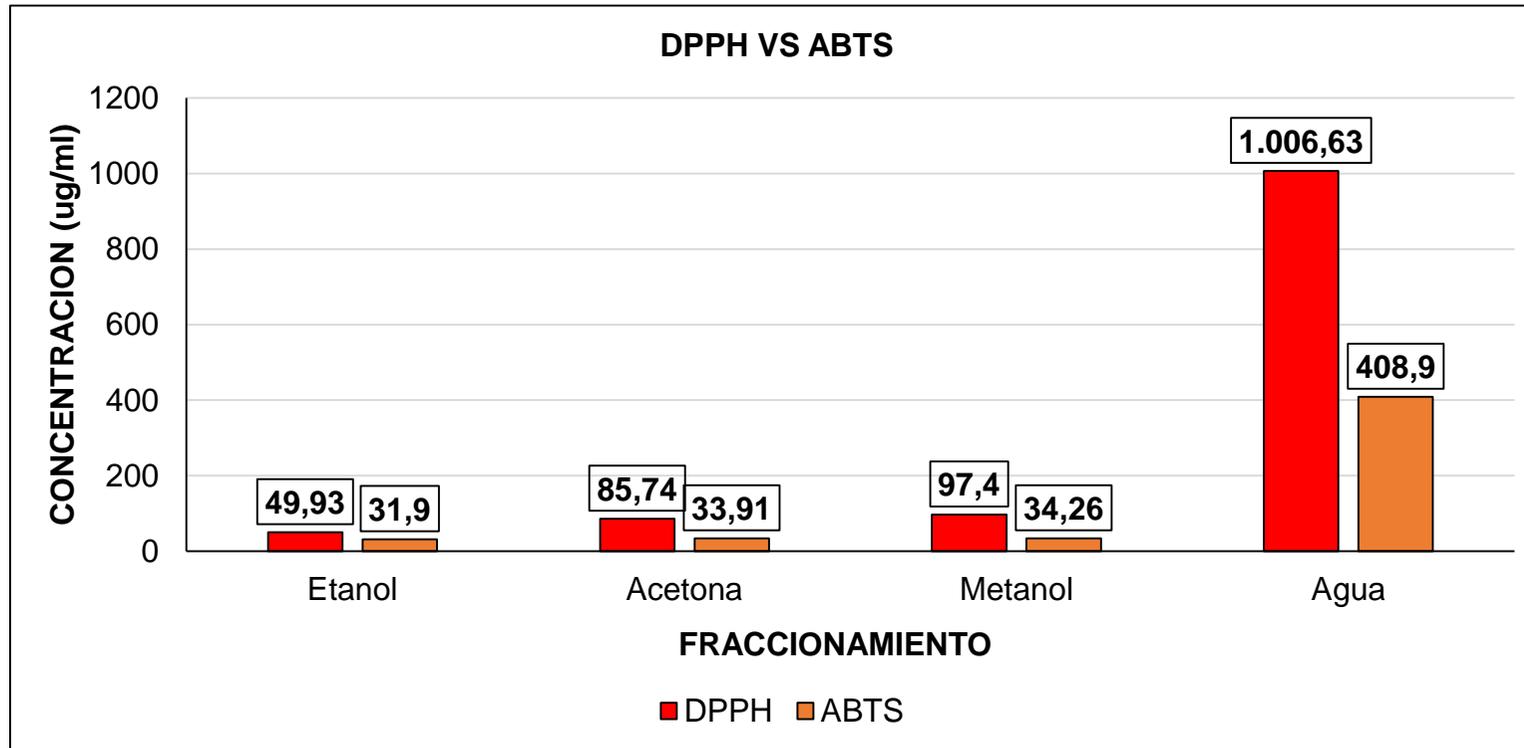
Fuente: (Cajas & Merchán, 2021)

Tabla VII: Estudio realizado en Corea en el 2012

AÑO	PAÍS	PARTE DE LA PLANTA	TIPO DE EXTRACCIÓN	EXTRACTO USADO	CONCENTRACIONES USADAS	MÉTODO USADO	FRACCIONAMIENTO	IC 50	REFERENCIA
2012	Corea	Hojas	Liofilización	Extracto Etanólico	50, 100, 500, 1000 ug/ml	DPPH	Etanol	49,93 ug/ml	(Seo, Lee, Kim, Lee, & Lee, 2012)
							Acetona	85,74 ug/ml	
							Metanol	97,40 ug/ml	
							Agua	1.006,63 ug/ml	
				Extracto Acuoso		ABTS	Acetona	31,90 ug/ml	
							Etanol	33,91 ug/ml	
							Metanol	34,26 ug/ml	
							Agua	408,90 ug/ml	

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021)

Grafico 3: Comparación de ensayo DPPH VS ABTS



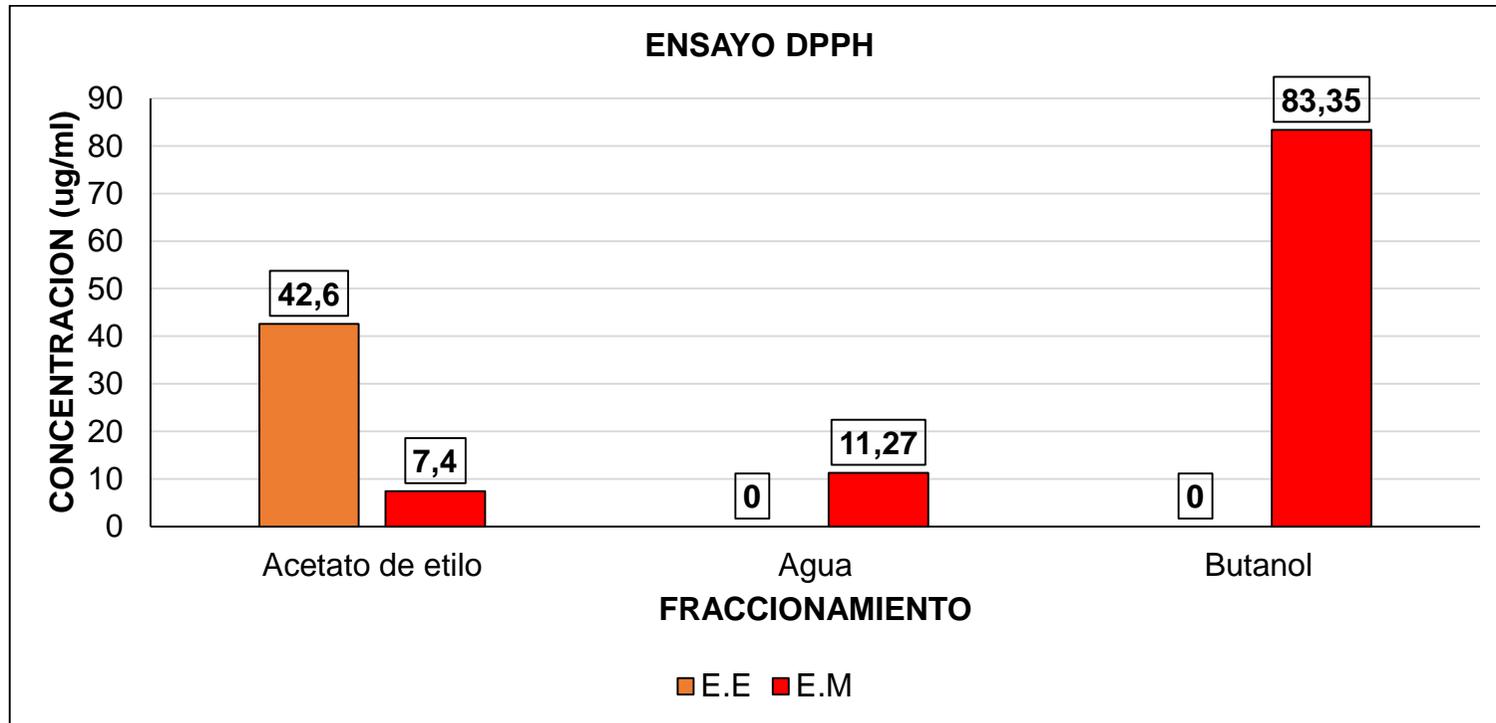
Fuente: (Cajas & Merchán, 2021)

Tabla VIII: Estudio realizado en India en el 2014 y 2017

AÑO	PAÍS	PARTE DE LA PLANTA	TIPO DE EXTRACCIÓN	EXTRACTO USADO	CONCENTRACIONES USADAS	MÉTODO USADO	FRACCIONAMIENTO	IC 50	REFERENCIA
2014	India	Raíz	N/A	Extracto etanólico	100-200 ug/ml	DPPH	Acetato de etilo	42,60 ug/ml	(Kumarasamy & Kumarswamy, 2014)
2017	India	Raíz	N/A	Extracto metanólico	4- 100 ug/ml	DPPH	Acetato de etilo	7,4 ug / ml	(Sabarisenhil & Kalaichelvan, 2017)
							Agua	11.27 ug/ml	
							Butanol	83.35 ug/ml	

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Grafico 4: Comparación de varios fraccionamientos por diferentes extractos



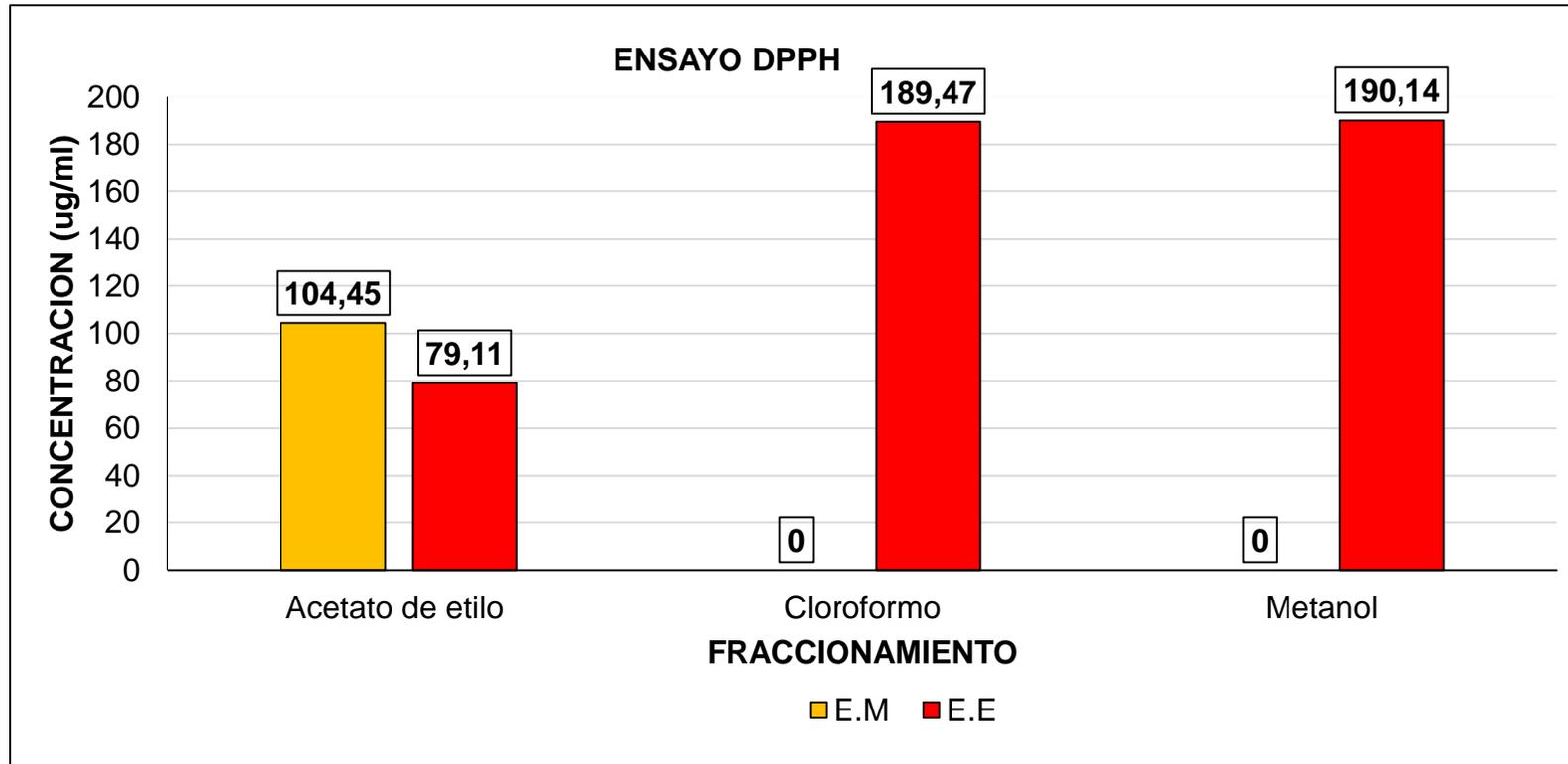
Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Tabla IX: Estudio realizado en Pakistán en el 2019

AÑO	PAÍS	PARTE DE LA PLANTA	TIPO DE EXTRACCIÓN	EXTRACTO USADO	CONCENTRACIONES USADAS	MÉTODO USADO	FRACCIONAMIENTO	IC 50	REFERENCIA
2019	Pakistán	Raíz	Liofilización	Extracto metanólico	N/A	DPPH	Acetato de etilo	104,45 ug/ml	(Ahmad, Shoaib , Akhtar, & Ijaz, 2019)
2019	Pakistán	Hoja	N/A	Extracto Etanólico	25, 50, 100, 200, 300 ug/ml	DPPH	Acetato de etilo	79.11 ug/ml	(Zainab, Akram, & Abas, 2019)
		Tallo					Cloroformo	189.47 ug/ml	
		Raíz					Metanol	190.14 ug/ml	

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Grafico 5: Comparación de diferentes fraccionamientos en dos extractos



Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

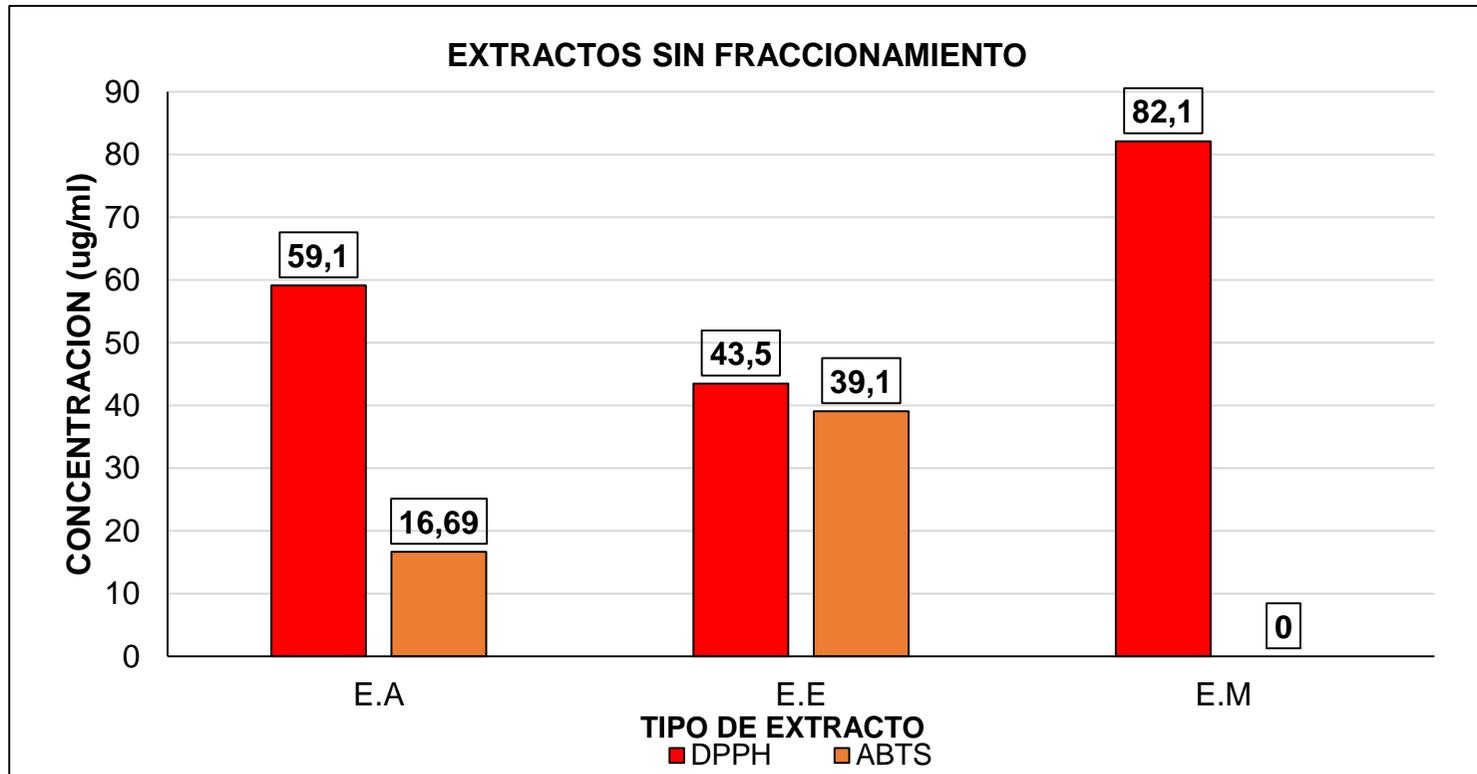
IV.1.2. Resultados de estudios en extractos sin fraccionamientos

Tabla X: Estudios realizado con extractos sin fraccionamientos

AÑO	PAÍS	PARTE DE LA PLANTA	TIPO DE EXTRACCIÓN	EXTRACTO USADO	CONCENTRACIONES USADAS	MÉTODO USADO	IC 50	REFERENCIA
2012	China	Raíz	Liofilización	Extracto acuoso	20, 40, 60,80, 100 ug/ml	ABTS	39.1 ug/ml	(Zhang, Guo, Shangguan, Zheng, & Wang, 2012).
				Extracto Etanólico		DPPH	59,1 ug/ ml	
2014	Corea	Hoja, tallo y raíz	N/A	Extracto Etanólico	50, 100, 500 ug/ml	ABTS	16.69 ug/ml	(Lee S. Y., Kim, Park, Lee, & Lee, 2014)
				Extracto acuoso		DPPH	43.5 ug/ml	
2020	India	Raíz	Soxhlet	Extracto metanólico	40, 60, 80, 100, 120 y 140 µg/mL	DPPH	82.1 ug/ml	(QADIR, y otros, 2020)

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021)

Grafico 6: Comparación de varios extractos



Fuente: (Cajas & Merchán, 2021)

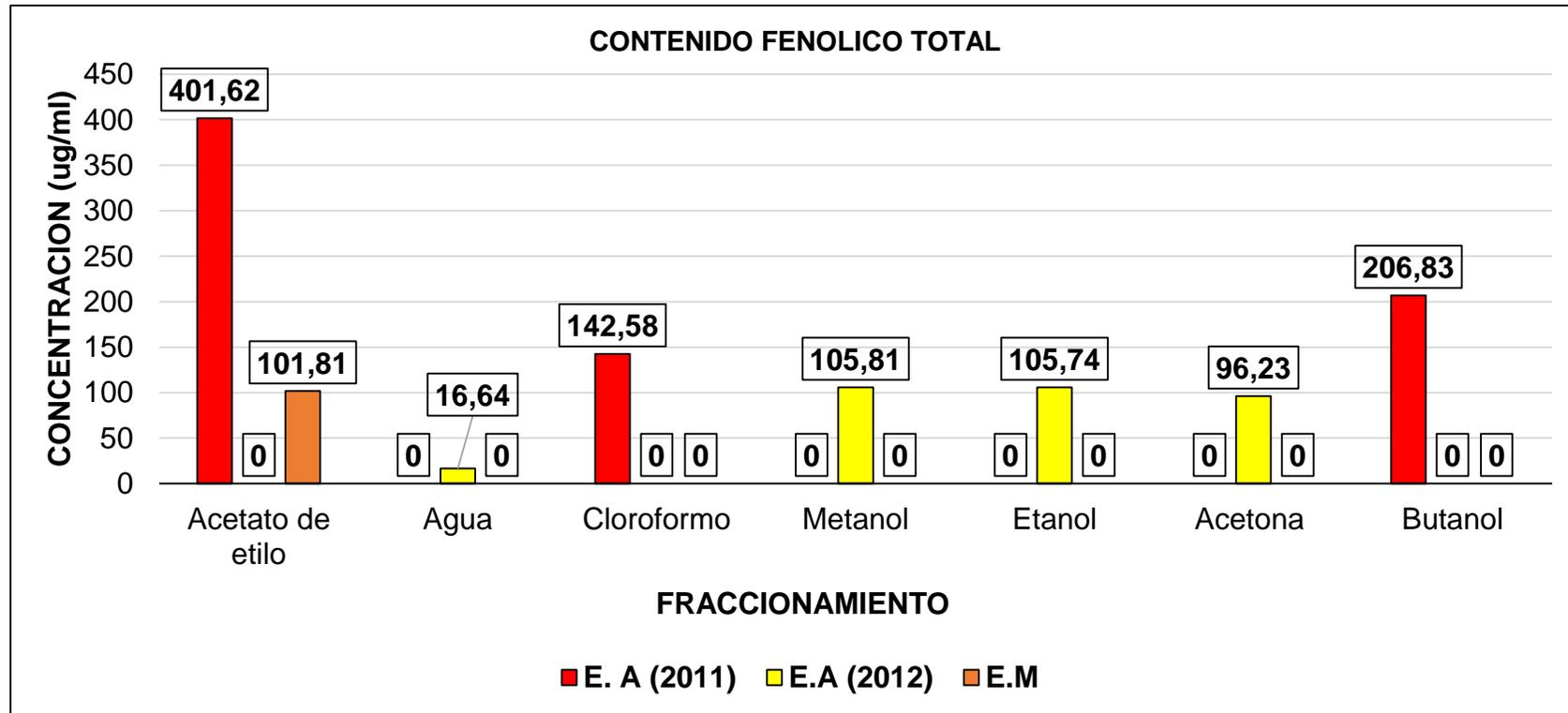
IV.1.3. Resultado del estudio de Contenido fenólicos totales

Tabla XI: Estudios de los Contenido fenólicos totales

AÑO	PAÍS	PARTE DE LA PLANTA	TIPO DE EXTRACCIÓN	EXTRACTO USADO	CONCENTRACIONES USADAS	MÉTODO USADO	FRACCIONAMIENTO	IC 50	REFERENCIA
2011	Corea	Raíz	Liofilización	Extracto acuoso	31.62,125,250,,1000 ug/ml	CFT	Cloroformo	95,25 mg GAE/g	(Jeong, y otros, 2011).
							Agua	142,58 mg GAE/g	
							Butanol	206.83 mg GAE/g	
							Acetato de etilo	401.62 mg GAE/g	
2012	Corea	Hojas	Liofilización	Extracto acuoso	50, 100, 500, 1000 ug/ml	CFT	Agua	16,64 mg GAE/ml	(Seo, Lee, Kim, Lee, & Lee, 2012)
							Acetona	96,23 mg GAE/ml	
							Etanol	105,74 mg GAE/ml	
							Metanol	105,81 mg GAE/ml	
2019	Pakistán	Raíz	Liofilización	Extracto metanólico	N/A	CFT	Acetato de etilo	101,81 mg GAE/g	(Ahmad, Shoaib , Akhtar, & Ijaz, 2019)

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021)

Grafico 7: Comparación del contenido fenólico en varios fraccionamientos



Fuente: (Cajas & Merchán, 2021)

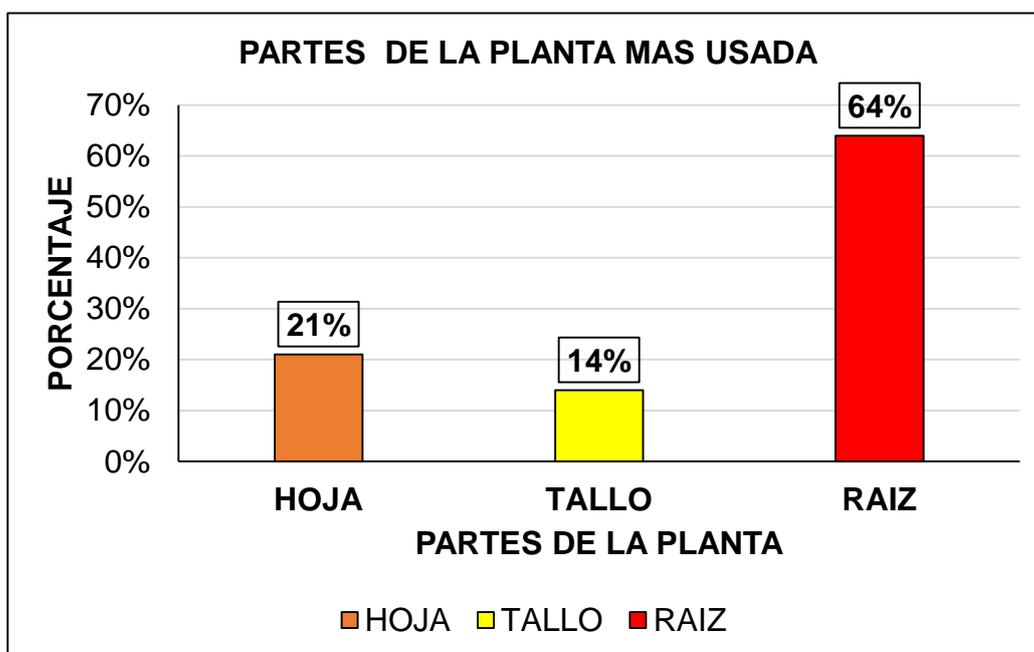
IV.1.4. Tablas de frecuencias

Tabla XII: Partes de la planta más usada

PARTE DE LA PLANTA MAS USADA		
PARTES	N. DE ESTUDIOS	PORCENTAJE
HOJA	3	21%
TALLO	2	14%
RAIZ	9	64%
TOTAL	14	100%

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Grafico 8: Partes más usada de la *Smilax china*



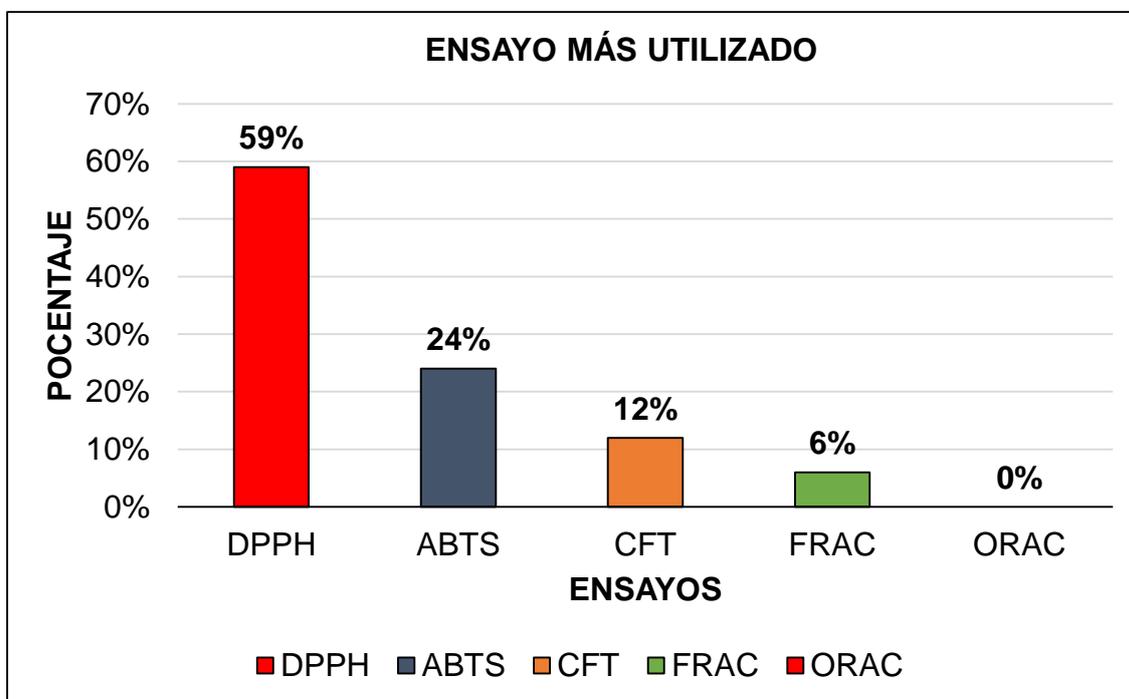
Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Tabla XIII: Los ensayos más utilizados

ENSAYO MÁS USAS		
ENSAYO	N. DE ENSAYO	PORCENTAJE
DPPH	9	45%
ABTS	5	25%
FRAC	1	5%
CFT	5	25%
ORAC	0	0%
TOTAL	20	100%

Fuente: (Cajas & Merchán, 2021).

Grafico 9: Ensayos más usados en el estudio de la *Smilax china*



Fuente: (Cajas & Merchán, 2021)

IV.2. Discusiones

Los valores en IC50 concentración máxima de la media inhibitoria, esto indica la cantidad de antioxidante necesaria para disminuir la concentración inicial de DPPH al 50 % mientras el valor sea menor más es la actividad antioxidante: En la **tabla V**, los resultados de la investigación de los autores Lee, Ju, & Kim (2001) por el ensayo DPPH en E.M de la raíz de la *Smilax china*, el fraccionamiento con acetato de etilo tiene actividad antioxidante relativamente alta con IC50 de 4.6 ug/ ml, debido a que se encuentra lejos del 50 % de sustracción de radicales libres en comparación de las demás fracciones, todos estos resultados están expresados en el **gráfico 1**.

En la **tabla VI**, se comparó 3 tipos de ensayo para determinar la actividad antioxidante, según los resultados de los autores Jeong et al (2011) por el ensayo de DPPH en el E.M y E.A de la raíz de la *Smilax china*, el fraccionamiento con acetato de etilo mostro una activad antioxidante alta con un IC50 de 57.08 µg / ml, así mismo en el ensayo ABTS en el mismo fraccionamiento también presento una actividad antioxidante alta con un IC50 de 85.46 ug/ml y en el ensayo FRAP el fraccionamiento con agua presento una actividad antioxidante alta con IC50 de 97.25 ug/ml, estos resultados indica que el acetato tiene mayor actividad antioxidante que el agua . Todos estos resultados están expresados en el **gráfico 2**.

En la **tabla VII**, se comparó dos tipos de ensayos para determinar la actividad antioxidante: al comparar los resultados de la investigación de los autores Seo, Lee, Kim, Lee, & Lee (2012) por el ensayo DPPH en el E.E y E.A de las hojas de *Smilax china*, el fraccionamiento con etanol presento una actividad antioxidante alta con un IC50 de 49,93 ug/ml, en cambio por el ensayo ABTS el fraccionamiento con acetona presenta una mayor actividad antioxidante con un IC50 de 31,90 ug/ml. Esto demuestra que la acetona tiene más actividad antioxidante en comparación con el etanol pero varía de acuerdo ensayo, tipo de extracto y la concentración en que se prepara, todos estos resultados están expresados en el **gráfico 3**.

En la **tabla VIII**, se comparó dos investigaciones realizada por el ensayo DPPH para determinar la actividad antioxidante: al comparar los resultado de la investigación de los autores Sabarisenhil & Kalaichelvan (2017) en el E.M de la raíz de *Smilax china* , el fraccionamiento con acetato de etilo presento una mayor actividad antioxidante con un IC50 de 7.4 µg/ml, esto demuestra que influye el tipo de extracto y las concentraciones en que se prepararon, todos estos resultados están expresados en el **gráfico 4**.

En la **tabla IX**, se comparó 2 tipos de investigaciones realizada por el ensayo DPPH para determinar la actividad antioxidante: al comprar los resultados de la investigación de los autores Zainab, Akram, & Abas, 2019 en el E.E de toda la planta de *Smilax china*, el fraccionamiento con acetato de etilo mostro una mayor actividad antioxidante con un IC 50 de 79.11 µg/ml, esto demuestra que influye el tipo de extracto y las concentraciones preparadas, todos estos resultados están expresados en el **gráfico 5**.

En la **tabla X**, se comparó 3 investigaciones en diferentes países la actividad antioxidante por el ensayo DPPH y ABTS: al comparar los resultados, la investigación de los autores Zhang, Guo, Shangguan, Zheng, & Wang (2012) por el ensayo ABTS en el E.A de la raíz de *Smilax china*, tiene mayor actividad antioxidante con un IC50 de 39.1 µg/ml. Mientras que al comparar los resultados por el ensayo DPPH, la investigación de los autores Lee S. Y., Kim, Park, Lee, & Lee (2014) en el E.A de toda la planta presento una actividad antioxidante alta con un IC50 de 16.69 µg/ml, al comparar dichos resultado se evidencio que dependía del tipo de extracto y la concentración preparadas.

En la **tabla XI**, se comparó 3 investigaciones realizada por el Método de Folin-Ciocalteu o Contenido de fenoles totales (CFT) se expresa en mg GAE/ml, al comparar los resultados, la investigación de los autores Seo, Lee, Kim, Lee, & Lee (2012) en el E.A de las hojas de *Smilax china*, el fraccionamiento con agua presento una mayor actividad de captación de fenoles totales con un valor de 16,64 mg GAE/ml, resultados están expresados en el **gráfico 7**.

De acuerdo a la **tabla XII**, de acuerdo al número total de las investigaciones estudiadas, se evidencio que la raíz es la parte más usada de *la Smilax china* con un 64% esto se debe a que esta parte de la planta posee más concentración de contenido fenólico y es la más usada a nivel de medicina tradicional y estos resultado se encuentra expresado en el **gráfico 8**.

En la **tabla XIII**, de acuerdo al número total de las investigaciones estudiada indica que el método de DPPH es el método más usado para saber la actividad antioxidante de la *Smilax china* con un 59% mientras que un 24% se lo han realizado con el ensayo ABTS presentando una gran diferencia entre ellos siendo el segundo ensayo más utilizado con más frecuencia, estos resultado son expresado en la **gráfico 9**.

CONCLUSIONES

- Al comparar la información de los diferentes estudios la eficacia entre extracto metanólico, etanólico y acuoso de *Smilax china* se evidencio que el extracto acuoso sin fraccionar y los fraccionamiento acetato de etilo, acetona, etanol y agua tienen mayor actividad antioxidante debido a que se encuentra más lejos del 50% de sustracción de radicales libres y mientras el valor sea menor más es la actividad antioxidante.
- Se detalló las características químicas de la *Smilax china* donde se evidencio que posee compuestos fenólicos y son los responsable de la actividad antioxidante, por otra parte la raíz posee muchos beneficios para la salud y la característica botánica de esta planta varían, dependiendo de las especies y factores ambientales en que se encuentra distribuida.
- Se analizaron los datos del comportamiento de la actividad antioxidante en los ensayos como DPPH, ABTS, FRAP donde se concluyó que los resultados del IC50 se encontraron diferencias muy significativas entre ellas porque depende el tipo de extracto, las concentraciones usadas, el método que fue empleado y los diferentes fraccionamientos utilizados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar en posteriores investigaciones, estudio de la actividad antioxidante de toda la planta *Smilax china* en Ecuador.
- Se recomienda realizar estudios aplicando el Ensayo FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power) y Ensayo ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) en posteriores estudios para la actividad antioxidante.
- Se recomienda realizar en posteriores investigaciones, estudios farmacognóstico y fitoquímico preliminares del tallo de la *Smilax china*.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estrada, J., & González, M. (2017). Estrés Oxidativo y Oxigenación Hiperbárica. *Invest Medicoquir*, 261-75. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/invmed/cmq-2017/cmq172k.pdf>
2. Hernández , D., Barrera, V., Briz, O., González, E., Laguna , K., Jardínez, A., . . . Matuz, D. (2019). El papel de las especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno en algunas enfermedades neurodegenerativas. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 6-19.
3. Mora, D., López, E., & Pastrana, M. (2018). Diosgenina: el precursor químico por excelencia en México. *RD-ICUAP*, 1-13. Obtenido de <https://icuap.buap.mx/sites/default/files/revista/2018/03/3E8-diosgenina.pdf>
4. Seo, H. K., Lee, J. H., Kim, H. S., Lee, C. K., & Lee, S. C. (2012). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Smilax china L. Leaf. *Food Science and Biotechnology*, 1723-1727. doi:<https://doi.org/10.1007/s10068-012-0229-4>
5. Tiffin, P. (2006). *Mexico Patente nº MXPA06012641A*.
6. Zainab, R., Akram, M., & Abbaass, W. (2019). Pharmacological Evaluation, Phytochemical Analysis and Medicinal Properties of *Smilax chinensis* D.C. *Asian Journal of Emerging Research*, 57-61. Obtenido de [https://ajer.scione.com/newfiles/ajer.scione.com/79/AJER-1\(2\)57-61.pdf](https://ajer.scione.com/newfiles/ajer.scione.com/79/AJER-1(2)57-61.pdf)
7. Zhang, Q.-F., Guo , Y.-X., Shangguan, X., Zheng, G., & Wang, W.-J. (2012). Antioxidant and anti-proliferative activity of Rhizoma Smilacis Chinae extracts and main constituents. *Food Chemistry*, 140-145. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.008>
8. Zhong , C., Hu , D., Hou, L. B., Song, L. Y., Zhang, Y. J., Xie, Y., & Tian, L. W. (2017). Phenolic Compounds from the Rhizomes of Smilax china L. and Their Anti-Inflammatory Activity. *Molecules*, 1-8. doi:[10.3390/molecules22040515](https://doi.org/10.3390/molecules22040515).

9. 123rf. (2017). 123rf. Obtenido de Foto de archivo - China root Smilax china , medicinal plant: https://es.123rf.com/photo_150288380_china-root-smilax-china-medicinal-plant.html
10. Ahmad, H. I., Shoaib , H. M., Akhtar, N., & Ijaz, S. (2019). Phenolic, flavonoid content and radical scavenging activity of Smilax China with its inhibitory potential against clinically important enzymes. *Natural Product Research*, 1478-6427. doi:<https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1648463>
11. Avalos, H. R., & Villamar, E. A. (2018). *Estudio Farmacognóstico y fitoquímico preliminar de la hojas de de Smilax china S (Tesis pregrado)*. Universidad de Guayquil, Guayaquil. Obtenido de Repositorio UG: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35321/1/BCIEQ-T-0336%20Mayorga%20Avalos%20Hilda%20Raquel%3B%20Tomal%20%A1%20Villamar%20Erick%20Anthony.pdf>
12. Barragán, M., Aro, J., Muñoz , A., & Rodríguez, J. (2020). Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (Muehlenbeckia volcanica). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 2313-2957. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.604>
13. Baruah, S., Baro, D., & Borthakur, S. (2016). Petiole anatomy of Indian species of the genera Smilax L. and Heterosmilax. *Annals Of Plant Sciences*, 1690- 1693. doi: 10.21746/aps.2017.6.10.1
14. Briskey, D., & Rao , A. (2020). Trans-Resveratrol Oral Bioavailability in Humans Using LipiSpense™ Dispersion Technology. *Pharmaceutics*, 1-11. doi: 10.3390 / pharmaceutics12121190
15. Cano, A. (2013). Biotransformación de triterpenos con diferentes microorganismos. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 7-16. Obtenido de <https://www.scienceopen.com/document?vid=686fda92-b145-4ed8-8f58-04456e8be055>
16. Carvajal, C. (2019). Especies reactivas del oxígeno: formación, función y estrés oxidativo. *Medicina Legal de Costa Rica*, 91-100.

17. Castañeda, C. B., Ramos, L. E., & Ibáñez, V. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Horizonte Médico*, 56-72. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3716/371637117004.pdf>
18. Centro Nacional de Información Biotecnológica . (26 de Enero de 2021). *oligosacárido G*. Obtenido de PubChem: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/G_M1_-Oligosaccharide .
19. Centro Nacional de Información Biotecnológica. (26 de Enero de 2021). *Pelargonidin 3-O-rutinoside*. Obtenido de PubChem: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Pelargonidin-3-O-rutinoside>
20. Centro Nacional de Información Biotecnológica. (26 de Enero de 2021). *Resumen de compuestos de PubChem para CID 441674, cianidina 3-O-rutinósido*. Obtenido de PubChem: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cyanidin-3-O-rutinoside> .
21. Córdova , D., Dardón , R., González , J., & Menéndez , M. (2009). *Determinación y cuantificación de la actividad antioxidante de especies nativas y su posible fuente para el desarrollo de nutricoséuticos (Tesis de pregrado)*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
22. Coronado, M., Vega, S., Rey , L., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 206-212. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
23. De La Iglesia, L. (2018). *Métodos analíticos para la determinación de antioxidantes en olivas (Tesis de pregrado)*. Universidad Complutense, Madrid. Obtenido de <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LAURA%20DIEZ%20DE%20LA%20IGLESIA.pdf>
24. Deng, J., Cheng, W., & Yang, G. (2011). A novel antioxidant activity index (AAU) for natural products using the DPPH assay. *Food Chemistry*, 1430-1435. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.031>

25. Doroteo, V. H., Díaz, C., Terry, C., & Rojas, R. (2013). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 13-20.
26. Echavarría, B., Franco, A., & Matínez, A. (2009). Evaluación de la actividad antioxidante y determinación del contenido de compuestos fenólicos en extractos de macroalgas del Caribe Colombiano. *VITAE Volumen 16 número 1*, 126-131.
27. Ferrufino, L. (2014). Taxonomic revision of the genus *Smilax* (Smilacaceae) in Central America and the Caribbean Islands. *Willdenowia*, 227-280. doi:<https://doi.org/10.3372/wi.40.40208>
28. Ferrufino, L., & Gomez, J. (2004). Estudio morfológico de *Smilax* L. (Smilacaceae) en Costa Rica, con implicaciones sistemáticas. *LANKESTERIANA*, 5-36. doi:DOI 10.15517/LANK.V4I1.22978
29. Fuster, V. (2017). Utilidad de los esteroides vegetales en el tratamiento de la hipercolesterolemia. *Nutrición Hospitalaria*, 62-67. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000013
30. García, M. (2018). *Oxidación lipídica en productos lácteos: influencia de la adición de ácidos grasos funcionales (Tesis doctoral)*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid. Recuperado el 3 de Febrero de 2021, de DIGITAL.CSIC: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/196176/1/oxidafuncion.pdf>
31. Gonzalez, C., Cabezas, M., Pulido, V., & Celis, X. (2020). Amaryllidaceae : Fuente potencial de alcaloides: Actividades biológicas y farmacológicas. *Ciencia y Agricultura*, 78-94. doi:<https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.11379>
32. Guevara, P., Muñoz, R., Zúñiga, B., Cárdenas, R., Contreras, J., & Ocampo, F. (2017). Flavonoides de trece especies del género *Bursera*. *Polibotánica*, 185-193. doi:<https://doi.org/10.18387/polibotanica.44.14>

33. Gutiérrez, A. (2017). *Determinación de la capacidad antioxidante de vino tintos. Efecto de la maceración con subproductos de la industria enológica*. Universidad de Sevilla, Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/66482/Guti%C3%A9rrez%20Lorenzo%2C%20Andr%C3%A9s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
34. Hinojosa, J., Tun, A., Canul, A., Ruiz, C., Rocha, J., & Betancur, D. (2017). Extracción de glucósidos edulcorantes de Stevia rebaudiana bertonii por métodos de fluidos supercríticos. *Journal Of Negative And No Positive Results*, 202-209. Obtenido de <http://www.jonnpr.com/pdf/1390.pdf>
35. Istockphoto. (2017). *Istockphoto*. Obtenido de Sarutoriibara : China root : Smilax china. - Foto de stock: <https://www.istockphoto.com/es/foto/china-root-smilax-china-gm637578220-113795643>
36. Jeong, C.-H., Jeong, H. R., Kwak, J. H., Kim, J. H., Choi, G. N., Kim, D.-O., . . . Heo, H. J. (2011). Phenolic composition and in vitro antioxidant activities of smilax china root. *Journal of food biochemistry*, 745-4514. doi:10.1111 / j.1745-4514.2011.00610.x
37. Jimenez, A. (2014). *Determinación de componentes y capacidad antioxidante mediante gc/ms del extracto de zarzaparrilla (smilax domingensis willd.) y elaboración de bebida de zarzaparrilla (Tesis pregrado)*. Universidad De Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de Repositorio.ug.edu.ec: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7838/1/JIMENEZ.pdf>
38. Kumarasamy, S., & Kumarswamy, M. (2014). A conceptus siddha polyherbal formulation: Parangichakkai choornam. *Revista Ayurveda Pharm*, 209-218. doi:10.7897/2277-4343.05242
39. Lee, H., Kim, J., & Whang, W. (2017). Chemical Constituents of Smilax china L. Stems and Their Inhibitory Activities against Glycation, Aldose Reductase, α -Glucosidase, and Lipase. *Molecules*, 451. doi:10,3390 / moléculas22030451.

40. Lee, S. E., Ju, E. M., & Kim, J. H. (2001). Free radical scavenging and antioxidant enzyme fortifying activities of extracts from Smilax china root. *Experimental & Molecular Medicine*, 263-268. doi:<https://doi.org/10.1038/emm.2001.43>
41. Lee, S. Y., Kim, J. H., Park, J. M., Lee, I. C., & Lee, J. Y. (2014). Antioxidant activity and inhibition activity against α -amylase and α -glucosidase of Smilax China L. *Korean J Food Preserv*, 254-263. doi:<http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.2.254>
42. Lozada, S. M., & García, L. (2009). Estrés oxidativo y antioxidantes: cómo mantener el equilibrio. *Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica*, 172-179. Obtenido de https://revistasocolderma.org/sites/default/files/estres_oxidativo_y_antioxidantes.pdf
43. Mariaca, C. J., Zapata, M., & Uribe, P. (2016). Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias. *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica*, 162-173.
44. Márquez, D., & Suárez, Á. (2008). El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. *Revista de Medicina Veterinaria*, 87-108. Obtenido de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-560446>
45. Martín, D. A. (2017). Los compuestos fenólicos: un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 82-104. doi:<https://doi.org/10.22490/21456453.1968>
46. Mesa, A. M., Zapata, S., Arana, L. M., Zapata, I. C., Monsalve, Z., & Rojano, B. (2015). Actividad antioxidante de extractos de diferente polaridad de *Ageratum conyzoides* L. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 1-10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/856/85632845001.pdf>
47. Mesa, A., Gaviria, C., Cardona, F., Sáez, J., Blair, S., & Rojano, B. (2010). Actividad antioxidante y contenido de fenoles totales de algunas especies del género *Calophyllum*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 1028-4796.

48. Micocci, L. (2018). Biomoléculas: carbohidratos, proteínas,. En L. Micocci, *Química biológica* (págs. 8-9). Universidad Nacional del Litoral. Obtenido de http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/medicina/wp-content/uploads/sites/8/2017/10/Quimica_09.pdf
49. Mora , S., Zeledón , A., & Vargas, T. (2019). Estrés oxidativo y antioxidantes: efectos en el embarazo. *Revista Médica Sinergia*, 89-100. doi: <https://doi.org/10.31434/rms.v4i5.211>
50. Naspud, M. E. (2018). *Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos alcohólicos del fruto de mora (Rubus glaucus Benth) obtenidos con tres pretratamientos térmicos (Tesis pregrado*. Universidad Politécnica Seleciana Cuenca, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16411/1/UPS-CT007983.pdf>
51. Novotny, L., Abdel, M., & Hunakova, L. (2017). Anticancer Potential Of β -Sitosterol. *International Journal of Clinical Pharmacology & Pharmacotherapy*, 2-4. doi:10.15344 / 2456-3501 / 2017/129
52. Peiró, S. (2015). *Actividad antioxidante del té blanco y de los residuos de limón: optimización de la extracción y aplicaciones en carne y en envases activos (Tesis)*. Universitat de Barcelona, Barcelona. Recuperado el 3 de Febrero de 2021, de Tesis en Red: https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/316029/SPS_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
53. Peñarrieta, J., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J., & Bravo, J. (2014). Phenolic Compounds In Food. *Revista Boliviana De Química*, 68-81. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602014000200006
54. Pizziolo, V., Brasileiro, B., Oliveira, T., & Nagem, T. (2011). Plantas com possível atividade hipolipidêmica: uma revisão bibliográfica de livros editados no Brasil entre 1998 e 2008. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 1516-0572.

55. Puerto, F. (2019). *Relación entre los estilbenos y el estado oxidativo (Tesis)*. Universidad De Sevilla, Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/92758/FATIMA%20PUERTO%20RODRIGUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
56. QADIR, A., AQIL, M., ALI, A., AHMAD, F., AHMAD, S., ARIF, M., & KHAN, N. (2020). GC-MS analysis of the methanolic extracts of Smilax china and Salix alba and their antioxidant activity. *Revista Turca de Química*, 352 - 363. doi:10.3906/kim-1907-5
57. Rodríguez, S. H., Salinas, J. G., Ortíz, L. G., Terán, P. M., García, S. R., & Ramos, N. R. (2014). Estrés oxidativo y nitrosativo como mecanismo de daño al hepatocito producido por el metabolismo del etanol. *Med Int Méx*, 295-308.
58. Sabarisenhil, B., & Kalaichelvan, V. (2017). review on pharmacological activities of Smilax China and Smilax zeylanica. *International Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 57-65. Obtenido de <http://www.ijcps.com/files/vol8issue1/9.pdf>
59. Sánchez, V., & Méndez, N. (2013). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Invest Med Sur Mex*, 161-168. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2013/ms133e.pdf>
60. Saravanakumar, S., Christilda, F., Sundarapandian, S., & Sathiyanyanamurthy. (2014). Preliminary phytochemical screening of different solvent extracts of Root tuber of Smilax china. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Science Archive*, 01-05.
61. Shahrajabian, M. H., Sun, W., & Cheng, Q. (2019). Tremendous health benefits and clinical aspects of Smilax china. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 253-258. doi:10.5897/AJPP2019.5070
62. Valencia, E., Figueroa, I., Martínez, E., Bartolomé, M., Martínez, H., & García, M. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 15-29. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29781/1/2.%201583-4794-2-PB.pdf>

63. Zheng, D., Ruan, Y., Yin, Z., & Zhang, Q. (2020). A Comparison of Solubility, Stability, and Bioavailability between Astilbin and Neoastilbin Isolated from *Smilax glabra* Rhizoma. *Molecules*, 1-13. doi: 10.3390 / molecules25204728
64. Zubair, M., Rizwan, K., Rashid, U., Saeed, R., Ayesha, A., Rasool, N., & Riaz, M. (2017). GC/MS profiling, in vitro antioxidant, antimicrobial and haemolytic activities of *Smilax macrophylla* leaves. *Arabian Journal of Chemistry*, S1460-S1468. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.04.024>

GLOSARIO

1. **ABTS:** Es un compuesto químico utilizado para observar la cinética de reacción de enzimas específicas.
2. **Ácido fosfomolibdotúngstico:** Está formado por dos sales en un medio ácido y cuando es reducido por un grupo fenol genera un complejo azul fuerte.
3. **Ácido hialurónico:** Polisacárido tipo glicosaminoglicano compuesto por disacáridos poliméricos repetidos y conectados por enlaces β .
4. **Acrodona:** Son unas especies de venas presente en la hoja y estas se arquean cerca de la base formada por dos o más venas.
5. **Antera:** Es la parte final del estambre y contiene los granos de polen
6. **Butilhidroxianisol:** Es un antioxidante sintético utilizado en la industria alimentaria para prevenir la rancidez del producto.
7. **Capacidad o actividad antioxidante:** Es la capacidad de una sustancia para inhibir la oxidación.
8. **Cinconina:** Sustancia compuesta por álcalis o alcaloides vegetales, que se extrae de la corteza del árbol de quina.
9. **Compuestos fenólicos:** Son compuestos orgánicos, en su estructura molecular contiene al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo.
10. **Cromóforo:** Es parte de una molécula o grupo de átomos responsable de dar una coloración.
11. **Estrés oxidativo:** Es un proceso de deterioro celular que puede tener graves consecuencias para la salud.
12. **Fraccionamiento:** Proceso de separación en el que una cierta cantidad de mezcla se divide en varias cantidades más pequeñas.
13. **Inmunosupresores:** Es una sustancia química que produce efectos inmunosupresores del sistema inmunológico.

- 14. Lumbago:** Una enfermedad dolorosa común que afecta la columna vertebral.
- 15. Meta-análisis:** Este método se centra en comparar y combinar los resultados de diferentes estudios.
- 16. Metabolitos:** Son compuestos orgánicos, que participan en reacciones químicas que son a nivel celular.
- 17. Pedúnculo:** Se asemeja a un tallo, aparte de que ayuda como soporte, también permite que la savia llegue a las flores.
- 18. Polifenoles:** Son sustancias químicas que se las encuentra en las plantas se caracteriza por tener más de un grupo fenol por molécula.
- 19. Pubescentes:** Parte de la planta que está recubierta por pelos ya sea fino o suaves
- 20. Radicales libres:** es una molécula que tiene un electrón sin pareja en su orbital más externo.
- 21. Reacción de Perkin:** reacción química desarrollada por el británico Guillermo Perkin utilizada para producir ácido cinámico y sus derivados.
- 22. Tépalos:** Un segmento o unidad de un perianto que no se distingue claramente de un cáliz y una corola
- 23. Trolox:** Es un antioxidante se aplica para reducir el estrés oxidativo o daño.