



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



TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PREVIO A
LA OBTENCIÓN AL GRADO DE QUÍMICOS Y FARMACEÚTICOS

MODALIDAD:

INVESTIGACIÓN

TEMA:

POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO
ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma ciliatum*
Pav. ex D. Don.

AUTORES:

ERICK GERMAN CASTILLO CHICA
EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES

TUTORA:

Q.F. SORAYA GARCÍA LARRETA MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2019



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.		
AUTORES	CASTILLO CHICA ERICK GERMAN VINUEZA REYES EDDY ANDRÉS		
DOCENTE TUTOR DOCENTE REVISOR	Q.F. GARCÍA LARRETA SORAYA MSc. Dr. Q.F. PESANTES DOMÍNGUEZ OSWALDO GUILLERMO		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	TERCER NIVEL - QUÍMICO Y FARMACÉUTICO		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	06/Septiembre/2019	No. DE PÁGINAS:	86
ÁREAS TEMÁTICAS:	INVESTIGACIÓN		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Palabras clave: <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don, Polifenoles Totales, Actividad Antioxidante		

RESUMEN/ABSTRACT

La *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don. conocida como Churco o Caña Agria es una planta de la familia Melastomataceae que crece entre maleza o en bosques mixtos, distribuidas en los trópicos y subtrópicos. En Ecuador son utilizadas principalmente para el consumo de sus tallos agrios para el tratamiento de afecciones en la garganta, infecciones urinarias, disentería o para calmar la sed. A pesar de que se transmite de generación en generación la información de las propiedades de la *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don. no es menos cierto que los estudios se han limitado al área de la actividad antimicrobiana, se torna necesario complementar los mismos con la evaluación de su contenido de polifenoles totales y su actividad antioxidante en los extractos acuosos y etanólico. La especie silvestre fue recolectada durante los meses de marzo a mayo del 2019 en el cantón Ponce Enríquez de la Provincia del Azuay, y de ésta se trabajó con los tallos, los cuales se sometieron a pruebas de Folin-Ciocalteu y se obtuvo como resultado en Polifenoles Totales en extracto etanólico: 0,163% y el extracto acuoso: 0,65%. La Actividad Antioxidante se determinó por DPPH y el resultado en extracto etanólico fue de 1666.80 mg/g y en extracto acuoso: 1136.50 mg/g.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO
CONTACTO CON AUTORES:	Teléfono: 0985443080 0989190685		E-mail: erick_castillo9@hotmail.com eddyvinueza96@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS			
	Teléfono: (04) 2293680			
	E-mail: : www.fcq.ug.edu.ec			



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



Guayaquil, 07 de Agosto del 2019.

**Q.F. Marianita Rendón Mariscal Mgs
VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.*** del (los) estudiante (s) **ERICK GERMAN CASTILLO CHICA y EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES**, indicando ha (n) 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 el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Soraya Garcia Larreta", written over a horizontal line.

**Q.F. SORAYA GARCIA LARRETA MSc
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

C.I. 0911422178



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 23 de Agosto del 2019

Q.F. Marianita Rendón Mariscal M.Sc.
VICEDECANA
FACULTAD CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **"POLIFENOLIOS TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don."** de los estudiantes **ERICK GERMAN CASTILLO CHICA y EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES**. 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 21 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 6 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 **ERICK GERMAN CASTILLO CHICA y EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES** están aptos para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Dr. Q.F. Oswaldo Guillermo Pesantes Domínguez
C.I. No.: 0904277795

Recibido 23/08/19

Urkund Analysis Result

Analysed Document: CHURCO- CASTILLO Y VINUEZA.docx (D54748819)
Submitted: 8/8/2019 7:35:00 PM
Submitted By: campoverdemj@ug.edu.ec
Significance: 4 %

Sources included in the report:

CASCARA SANDIA- GONZABAY Y LINDAO.docx (D54748818)
CASCARA DE PIÑA- ALBAN Y FUENTES.docx (D54748817)
Tesis Final.pdf (D54281302)
<https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/7VeranoUAQ/14MunozJuarez.pdf>
<http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v21n2/pla01216.pdf>
<https://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2017/rr173d.pdf>
http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/383/POLIFENOLES_FOLIN_CIOCALTEU_ISLA_RAMOS_MARIA_ARCELINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
994b32a0-b89a-44d5-a20d-ee7cff0aae88
9893b9e9-bb55-4a9d-b467-e2da45717136

Instances where selected sources appear:

10





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



Guayaquil, 16 de Agosto del 2019

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: **“POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.*”**, presentado por **ERICK GERMAN CASTILLO CHICA**, con C.I. No. **0706634581** y **EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES**, con C.I. No. **0955310883**, previo a la obtención del título de Químicos y Farmacéuticos.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de Antiplagio del programa URKUND, quedando el **4%** de coincidencia. Lo Certifico:

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line.

**Q.F. SORAYA GARCIA LARRETA MSc.
C.I. 0911422178**



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 23 de Agosto del 2019.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado **Dr. Q.F. OSWALDO GUILLERMO PESANTES DOMÍNGUEZ**, tutor revisor del trabajo de titulación: **“POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.*”**, certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por **ERICK GERMAN CASTILLO CHICA**, con C.I. No. **0706634581** y **EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES**, con C.I. No. **0955310883**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Químicos 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.

A handwritten signature in blue ink, reading "Oswaldo Guillermo Pesantes Domínguez".

Dr. Q.F. Oswaldo Guillermo Pesantes Domínguez

C.I. No.: 0904277795



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

El tribunal de Sustentación del Trabajo de Titulación de los Señores **ERICK GERMAN CASTILLO CHICA** y **EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES**, después de ser examinados en su presentación, memoria científica y defensa oral, da por aprobado el Trabajo de Titulación.

Dr. Q.F. PESANTÉS DOMÍNGUEZ OSWALDO GUILLERMO
PRESIDENTE-MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. ALEXANDRA QUESADA DELGADO, Mg.
DOCENTE-MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Q.F. MARIA FERNANDA CARRILLO MSc.
DOCENTE-MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ab. FRANCISCO PALOMEQUE ROMERO
SECRETARIO GENERAL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Nosotros, **ERICK GERMAN CASTILLO CHICA**, con C.I. No. **0706634581** y **EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES**, con C.I. No. **0955310883** certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don.”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso 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.

ERICK GERMAN CASTILLO CHICA

C.I. No.: 0706634581

EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES

C.I. No.: 0955310883

*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.



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



Guayaquil, 28 de Agosto del 2019

CARTA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO
ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma ciliatum*
*Pav. ex D. Don.***

Yo, **ERICK GERMAN CASTILLO CHICA** con cédula de ciudadanía **0706634581**, autor de este trabajo declaro ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACIÓN, me corresponde a mí exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaro también es de mi autoría, que todo el material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además ratifico que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, ni en una Universidad nacional, ni una extranjera.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Erick German Castillo Chica', written over a horizontal line.

ERICK GERMAN CASTILLO CHICA

C.I. No.: **0706634581**



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



Guayaquil, 28 de Agosto del 2019

CARTA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO
ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma ciliatum*
*Pav. ex D. Don.***

Yo, **EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES** con cédula de ciudadanía **0955310883**, autor de este trabajo declaro ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACIÓN, me corresponde a mí exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaro también es de mi autoría, que todo el material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además ratifico que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, ni en una Universidad nacional, ni una extranjera.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Eddy Vinueza', written over a horizontal line.

EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES

C.I. No.: **0955310883**

DEDICATORIA:

DEDICO ESTE TRABAJO DE TESIS A:

Mis amados padres German Castillo y Elizabeth Chica por inculcarme sus valores siendo mis pilares en esta vida y ejemplo a seguir.

ERICK GERMAN CASTILLO CHICA

DEDICATORIA:

DEDICO ESTE TRABAJO DE TESIS A:

Este trabajo le dedico a mi tía Elizabeth Reyes, a mis abuelos Juan Reyes, Cruz García y a mis Padres Edison Vinueza y Bertha Reyes porque sin ellos no fuera posible este trabajo investigativo.

EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por brindarme la sabiduría, fuerza y perseverancia que me llevó a que alcanzara esta meta propuesta. A mis padres German Castillo y Elizabeth Chica por darme todo su apoyo, amor incondicional, siendo los pilares fundamentales en mi vida los cuales me guiaron en cada paso a lo largo de estos años, dándoles las gracias por sus valores inculcados, esfuerzos y sacrificios, los que hicieron que llegue a cumplir el sueño anhelado.

Mis sinceros agradecimientos a la Dra. Soraya García Larreta MSc., como su labor de Tutora, por la paciencia, conocimientos y su entrega brindada al momento de realizar la investigación.

ERICK GERMAN CASTILLO CHICA

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por cada día y a mis padres por apoyarme en todo mi transcurso profesional, a mi hermano por estar conmigo en lo que necesite, a la Doctora Soraya García Larreta, como nuestra tutora académica asesorándonos y recomendándonos en base a su experiencia y conocimientos, y a cada uno de mis amigos compañeros y maestros que fueron parte fundamental para culminar mi carrera.

EDDY ANDRÉS VINUEZA REYES

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xxi
SUMMARY	xxii
INTRODUCCIÓN	1
I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
I.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
I.2. JUSTIFICACIÓN	5
I.3 HIPÓTESIS.....	8
I.4. OBJETIVOS.....	8
I.4.1. OBJETIVO GENERAL	8
I.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
II.2 POLIFENOLES	13
II.2.1. Definición	13
II.2.2. Ruta de Biosíntesis	14
II.2.3 Clasificación.....	16
<i>II.2.4. De acuerdo a su grado de solubilidad:</i>	16
<i>II.2.5. De acuerdo a su estructura química</i>	17
II.3. LOS FLAVONOIDES.....	18
II.4. FLAVONOLES	18

II.5. PROPIEDADES DE LOS POLIFENOLES.....	18
II.6. MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES.....	19
II.6.1. Folin Ciocalteu	20
II.7. RADICALES LIBRES	20
II.7.1. Propiedades de los radicales libres	21
II.7.2. Actividad Antioxidante	22
II.7.3. Mecanismos de Acción de la actividad antioxidante	23
II.8. MÉTODOS PARA DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE .	23
II.8.1. Método DPPH (Difenil Picril Hidrazilo).....	24
II.8.2. Método ABTS (azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico).....	25
II.8.3. Método DMPD (N,N-dimetil-pfenilendiamina).....	26
II.9. CHURCO O CAÑA AGRIA.....	26
II.9.1. TAXONOMÍA.....	27
II.9.2. CARÁCTERES BOTÁNICOS.....	27
II.9.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	29
II.9.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA	30
en la ciudad de Loja.	30
CAPITULO III: MATERIALES Y METÓDOS	31
III.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
III.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	31
III.3. RECOLECCIÓN DE MUESTRA.....	31

III.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	32
III.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	33
III.5.1 HUMEDAD	33
III.5.2. CENIZAS TOTALES	33
III.5.3 IDENTIFICACIÓN DE POLIFENOLES.....	34
III.5.3.1 Equipos y reactivos	34
III.5.3.2 Preparación de los reactivos	34
III.5.3.3 Procedimiento	34
III.5.4. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.....	35
III.5.4.1 Equipos y reactivos	35
III.5.4.2. Procedimiento	35
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
IV.1. CERTIFICACIÓN DE LA PLANTA	36
IV.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	37
IV.2.1. Humedad	37
IV.2.2 Cenizas Totales	37
IV.3. SCREENING FITOQUÍMICO.....	38
IV.4. Determinación de Polifenoles Totales de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. Ex <i>D. Don</i>	39
IV.5. Determinación de Actividad Antioxidante de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. <i>ex D. Don</i>	40
IV.6. DISCUSIÓN.....	41

IV.7. CONCLUSIÓN.....	47
IV.8. RECOMENDACIONES.....	48
GLOSARIO	49
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	60
.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables.....	9
Tabla 2. Estimación espectrofotométrica de fenoles de especies de la familia Melastomataceae.....	11
Tabla 3. Fenoles en hojas, frutos verdes y maduros.....	12
Tabla 4. Actividad antioxidante en hojas, frutos verdes y maduros.....	12
Tabla 5. Estructura de polifenoles más comunes.....	17
Tabla 6. Taxonomía de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex. D. Don	27
Tabla 7. Descripción Botánica	28
Tabla 8. Screening Fitoquímico.....	30
Tabla 9. Certificación de la planta.....	36
Tabla 10. Resultados de Análisis de Humedad.....	37
Tabla 11. Resultados del Análisis de Cenizas.....	37
Tabla 12. Screening Fitoquímico del Extracto Etanólico.....	38
Tabla 13. Screening Fitoquímico del Extracto Acuoso.....	38
Tabla 14. Extracto Etanólico Folin-Ciocalteu.....	39
Tabla 15. Extracto Acuoso Folin-Ciocalteu.....	39
Tabla 16. Extracto Etanólico DPPH.....	40
Tabla 17. Extracto Acuoso DPPH.....	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Principales estructuras químicas de los polifenoles.....	13
Ilustración 2. Ruta de biosíntesis de los polifenoles.....	15
Ilustración 3. Ubicación geográfica.. ..	30
Ilustración 4. Sitio de recolección de la muestra... ..	32
Ilustración 5. <i>Arthrostemma ciliatum</i>	32
Ilustración 6. Herbario Guay 2019.....	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparación del Contenido de Polifenoles Totales en Extractos Acuoso y Etanólico de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.....	39
Gráfico 2. Comparación del Contenido de Actividad Antioxidante en Extractos Acuoso y Etanólico de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.....	40
Gráfico 3. Comparación de Polifenoles.....	41
Gráfico 4. Comparación de Actividad Antioxidante.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos A. Certificación Taxonómica	60
Anexos B. Determinación de Humedad.....	61
Anexos C. Determinación de Cenizas.....	61
Anexos D. Muestra Recolectada de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don	62
Anexos E. Extractos Etanólico y Acuoso de <i>Arthrostemma Ciliatum</i> Pav. ex D. Don.....	63



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



**POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO
ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma
ciliatum Pav. ex D. Don.***

Autores: Erick German Castillo Chica

Eddy Andrés Vinueza Reyes

Tutor: Q.F. Soraya García Larreta MSc.

RESUMEN

La *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.* conocida como Churco o Caña Agria es una planta de la familia Melastomataceae que crece entre maleza o en bosques mixtos, distribuidas en los trópicos y subtrópicos. En Ecuador son utilizadas principalmente para el consumo de sus tallos agrios para el tratamiento de afecciones en la garganta, infecciones urinarias, disentería o para calmar la sed. A pesar de que se transmite de generación en generación la información de las propiedades de la *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.* no es menos cierto que los estudios se han limitado al área de la actividad antimicrobiana, se torna necesario complementar los mismos con la evaluación de su contenido de polifenoles totales y su actividad antioxidante en los extractos acuosos y etanólico. La especie silvestre fue recolectada durante los meses de marzo a mayo del 2019 en el cantón Ponce Enríquez de la Provincia del Azuay, y de ésta se trabajó con los tallos, los cuales se sometieron a pruebas de Folin-Ciocalteu y se obtuvo como resultado en Polifenoles Totales en extracto etanólico: 0,163% y el extracto acuoso: 0,65%. La Actividad Antioxidante se determinó por DPPH y el resultado en extracto etanólico fue de 1666.80 mg/100g y en extracto acuoso: 1136.50 mg/100g.

Palabras clave: *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.*, Polifenoles Totales, Actividad Antioxidante



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



**POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO
ACUOSO Y ETANÓLICO DEL TALLO DE CAÑA AGRIA *Arthrostemma
ciliatum Pav. ex D. Don.***

Autores: Erick German Castillo Chica

Eddy Andrés Vinueza Reyes

Tutor: Q.F. Soraya García Larreta MSc.

SUMMARY

The *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.* known as Churco or Caña Agria is a plant of the family Melastomataceae that grows between weeds or in mixed forests, distributed in the tropics and subtropics. In Ecuador they are used mainly for the consumption of their sour stems for the treatment of affections in the throat, urinary infections, dysentery or to quench thirst. Although the information on the properties of the *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.* is transmitted from generation to generation. *ex D. Don.* It is also true that studies have been limited to the area of antimicrobial activity, it becomes necessary to complement them with the evaluation of their total polyphenol content and their antioxidant activity in aqueous and ethanolic extracts. The wild species was collected during the months of March to May of 2019 in the canton Ponce Enríquez of the Province of Azuay, and from this one worked with the stems, which were subjected to tests of Folin-Ciocalteu and obtained as a result in Total polyphenols in ethanolic extract: 0.163% and the aqueous extract: 0.65%. The Antioxidant Activity was determined by DPPH and the result in ethanolic extract was 1666.80 mg/100g and in aqueous extract: 1136.50 mg/100g.

Keywords: *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.*, Total Polyphenols, Antioxidant Activity.

INTRODUCCIÓN

La caña agria, churco o chulco es una planta utilizada por pobladores en la frontera de la provincia del Azuay con la del Guayas, crece en las regiones andinas en las cordilleras cerca de los ríos, *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don. ,fue recolectada en el cantón Ponce Enríquez a 43 msnm, también se la encuentra hasta 1.500 msnm aproximadamente, prospera entre maleza o en bosques mixtos, frecuentemente en bosques de pino como maleza de crecimiento secundario, también en las riveras de los ríos de la región donde es utilizada como medicina ancestral y consumida por su sabor ácido.

La *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. no ha sido estudiada en Ecuador, y en lo referente a su contenido de Polifenoles Totales y efecto en la Actividad Antioxidante, el presente trabajo de investigación es pionero. Sin embargo, en un estudio realizado en Loja de la misma especie, (Montalvo, 2011) determinó su actividad antimicrobiana en extracto etanólico en bacterias Gram negativas, por el uso medicinal de la misma principalmente por su tallo, La escasa información de esta planta provoca que se comparen los resultados con estudios realizados en su familia.

En la sierra ecuatoriana la población local la utiliza como alimento por su sabor, en decocción como diurético, se tritura el tallo para extraer la sabia y la beben directamente o la mezclan con agua para afectaciones para la garganta, estos son los motivos por lo que se debe estudiar esta especie vegetal que pertenece a la familia de las Melastomataceae, familia de plantas ampliamente distribuidas por Latino América y ciertas partes de Europa y Asia, muchos de sus géneros son estudiados por su actividad biológica, empezando con polifenoles totales seguido de la actividad antioxidante.

Los polifenoles son metabolitos secundarios de las especies vegetales, su importancia biológica radica en diferentes actividades farmacológicas una de ellas es la capacidad de captar radicales libres también llamada actividad antioxidante, es decir, cada célula está formada por moléculas y los átomos en su núcleo están rodeados por electrones con carga negativa, Los electrones se encuentran orbitando los átomos creando el equilibrio. Cuando se pierde el equilibrio porque uno o varios de sus electrones quedan desapareados se generan Radicales Libres que son moléculas inestables que perdieron 1 o varios electrones y son altamente reactivos, formando el estrés oxidativo.

Todos los alimentos de origen vegetal contienen antioxidantes, en mayor o menor concentración y su respectiva actividad; la *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D., no es la excepción, el uso ancestral de esta planta en distintas dolencias ha permitido su evaluación antimicrobiana, sin embargo la escasa información química y farmacognostica de este género evidencia la necesidad de complementar los estudios de su composición química determinando su contenido de polifenoles totales y su actividad antioxidante.

Se recolectó la muestra silvestre al pie de una de las montañas que se encuentran en el área limítrofe entre cantón Balao y cantón Ponce Enríquez cerca del río Balao, se Certificó la planta en el Herbario Guay de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, luego se procedió a la determinación de parámetros físico-químico de Humedad y Cenizas totales. A continuación fueron preparados los extractos acuosos y etanólico y se determinó Polifenoles Totales por el método de Folin Ciocalteu y la Actividad Antioxidante por DPPH.

Los resultados obtenidos en el presente estudio para polifenoles totales fueron más altos en extracto acuoso con su actividad antioxidante al ser más alto que en extracto etanólico, esto puede deberse a la presencia de moléculas que aumentan esta actividad que no son solubles en etanólico.

I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los radicales libres son átomos que tienen un electrón desapareado, lo que los hace muy reactivos, pues tienden a captar un electrón de otros átomos con el fin de alcanzar la estabilidad electroquímica y son capaces de iniciar una reacción en cadena, debido a que no poseen un receptor específico, desarrollan la capacidad de generar agresión indiscriminada sobre células y tejidos vivos en su afán de atrapar al electrón que les falta. Cuando se presenta la producción excesiva de radicales libres se manifiestan lesiones debido a las reacciones que se dan entre oxidantes, antioxidantes, lípidos, proteínas, carbohidratos y ADN en las células (Hernández, Reyes, Martínez, López, & Lazalde, 2018).

El estrés oxidativo se ha relacionado con una amplia variedad de procesos degenerativos y enfermedades, entre los cuales están: mutaciones (transformación celular y cáncer), arteriosclerosis, enfermedades cardiovasculares, enfermedades crónicas inflamatorias (artritis, lupus), estrés oxidativo ocular (cataratas), alteraciones del Sistema Nervioso Central (esclerosis lateral amiotrófica–ELA-, enfermedad de Parkinson, enfermedad de Alzheimer). Es preciso aclarar que en el proceso de envejecimiento natural es la presencia de desbalance celular propiciando la aparición de estrés oxidativo lo que favorece diversas enfermedades e incluso los rasgos característicos de la edad avanzada (Hernández, Reyes, Martínez, López, & Lazalde, 2018).

En efecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que la ingesta insuficiente de frutas y verduras causa en todo el mundo aproximadamente un 19% de los cánceres gastrointestinales, un 31% de las cardiopatías isquémicas y un 11% de los accidentes vasculares cerebrales. Aproximadamente un 85% de la carga mundial de morbilidad atribuible al escaso consumo de frutas y verduras se debió a las enfermedades cardiovasculares, y un 15% al cáncer en otras palabras. Cada año podrían salvarse hasta 1,7 millones de vidas si hubiera un consumo mundial suficiente (OMS, 2019).

La longevidad parece aumentar en concordancia con los niveles de antioxidantes en la dieta y con una reducción calórica; lo que puede propiciar una menor degradación de las mitocondrias, del metabolismo celular y del consumo de oxígeno. Se ha observado una disminución de antioxidantes (como el glutatión) durante el proceso normal de envejecimiento, sobre todo en la sangre y algunos órganos, tanto en animales como en humanos. Estos cambios degenerativos del sistema inmune pueden conducir a la formación de cataratas, inicios de Alzheimer, Parkinson o problemas cardiovasculares (Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez, & Radilla, 2015).

En la sierra ecuatoriana una de las plantas que se usa para tratar malestares, afectaciones o simplemente como un alimento silvestre para mitigar sed o adquirir nutrientes necesarios para una vida saludable y se cree que es muy beneficiosa porque al consumirla esta población siente mejoría a su afectación, se llama *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don. crece entre maleza o en bosques mixtos, la planta apenas se utiliza como diurético y antiséptico urinario, se mastican 3 tallos de 20 cm diariamente por 5 días, bebiendo el líquido que despiden, sus flores largas son bastante atractivas es por eso que en el Salvador llaman a la planta “Jazmín montés”, en Guatemala la llaman nitro porque su savia tiene sabor ácido, es por eso que los agricultores mascan el tallo de la planta y se refrescan (Montalvo, 2011).

A pesar de que se transmite de generación en generación la información de las propiedades de la *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don., no es menos cierto que los estudios se han limitado al área de la actividad antimicrobiana, se torna necesario complementar los mismos con la evaluación de su contenido de polifenoles totales y su actividad antioxidante.

I.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De qué manera incide la concentración de Polifenoles Totales del tallo de *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don. en su actividad antioxidante.

I.2. JUSTIFICACIÓN

El estudio de la capacidad antioxidante de muchas especies vegetales ha crecido en las últimas décadas ya que un número importante de productos obtenidos de éstas como los aceites esenciales, alcaloides y los polifenoles poseen efectos antioxidantes, estos son compuestos que pueden inhibir o retardar la oxidación de otras moléculas inhabilitando la iniciación y/o propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres (Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez, & Radilla, 2015).

Los antioxidantes pueden neutralizar el exceso de radicales libres durante la actividad oxidativa, propia del organismo. La producción de radicales libres, un evento natural, es regulado por diferentes rutas metabólicas, porque representan la primera línea de defensa de los seres vivos (Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez, & Radilla, 2015).

Un antioxidante dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos en cuanto a los efectos de los radicales libres. Un radical libre es aquella figura química que tiene en su estructura uno o más electrones no apareados, los alimentos vegetales aportan diferentes elementos antioxidantes que junto a otros fitoquímicos han demostrado reducir el desarrollo de determinadas enfermedades degenerativas, Por ello es necesario conocer las diferencias de dicho contenido en los alimentos y sus partes, así como su variación tras los procesos de preparación previos al consumo (Guevara & Ibañez, 2018).

Uno de los metabolitos presentes en todas las especies vegetales, son los polifenoles que consisten en metabolitos secundarios que tienen acciones farmacológicas, como ser la de tener propiedades antioxidantes. Estos compuestos también presentan efectos vasodilatadores, son capaces además de mejorar el perfil lipídico y atenúan la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) es por esto que los polifenoles son un conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas; se encuentran en muchas plantas, algunas de uso común y por sus propiedades antioxidantes merecen mayor atención (Valencia, y otros, 2016).

Por otro lado la creciente aceptación de la dieta como terapia preventiva y de la medicina verde como alternativa, está acompañada de muchas ideas erróneas, una de las más frecuentes es atribuirles a las vitaminas todos los beneficios de los vegetales y el desconocimiento (y en consecuencia la falta de estímulo para su estudio) de otros agentes presentes en ellas que contribuyen con un amplio espectro de propiedades a la prevención de ciertas enfermedades, un ejemplo de estos son los Polifenoles (Valencia, y otros, 2016).

La especie *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don. , ha sido usada en medicina ancestral para estimular la secreción de saliva y para mitigar la sed. Por su sabor cítrico se lo usa como alimento cotidiano sin fines beneficiosos por eso en algunas partes de Centroamérica, la decocción de esta planta se usa mucho como diurético, depurativo y a manera de refresco, la planta machacada se utiliza como descongestionante (Montalvo, 2011).

Es indispensable evaluar la presencia y concentración de Polifenoles Totales y su Actividad Antioxidante en plantas de nuestro país y así poder darle una utilidad futura, para estar acordes a los ODM (Objetivos del Milenio) que fueron planteados del año 2000 al 2015 de los cuales derivan los ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible) que han sido proyectados desde el 2015 al 2030 (ONU, 2000).

El objetivo número 3 de los ODS trata acerca del Bienestar y Salud y tiene como fin disminuir la mortalidad y las enfermedades sobre todo en niños y mujeres embarazadas; sin embargo, en la actualidad la población consume muchos alimentos procesados que contienen compuestos químicos, muchos de ellos tóxicos, estos sirven para el acabado y estabilidad del producto pero no representan ningún aporte nutricional (Sánchez, 2013).

Maldonado y cols. en su estudio acerca de los Radicales libres y su papel en las enfermedades demostraron que mantener una vida basada en el consumo mayoritariamente de alimentos procesados es muy poco saludable, esto puede llevar a ciertas afecciones como procesos reumáticos, patologías de tipo gastroentéricas, renales, neurológicas, endócrinas, broncopulmonares, entre muchas otras; las más destacadas son las cardiopatías, cáncer y un sin fin de patologías que se pueden evitar con alimentos naturales, los antioxidantes son la primera línea de defensa de nuestro cuerpo para evitar la oxidación de las células, una alteración de sus funciones pueden llevar a una cadena de reacciones negativas que afectan el bienestar y equilibrio de nuestro sistema (Maldonado, Jiménez, Guapillo, & Ceballos, 2010).

Por lo anteriormente expuesto, el presente trabajo de investigación busca evaluar la concentración de polifenoles totales y su relación con la actividad antioxidante en la *Arthrostemma ciliatum* Pav. Ex D. Don.

I.3 HIPÓTESIS

- El extracto acuoso del tallo de la *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.* presenta mayor concentración de Polifenoles Totales y mayor Actividad Antioxidante que el extracto etanólico.

I.4. OBJETIVOS

I.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Establecer la concentración de polifenoles totales y actividad antioxidante en los extractos acuosos y etanólico en Caña Agria *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.*

I.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Preparar los extractos acuoso y etanólico de caña agria *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don.*
- Determinar la concentración de polifenoles totales por el método Folin-Ciocalteu (Cromatografía).
- Determinar la actividad antioxidante por el método DPPH (Espectrofotometría).

1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de Variables

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA
POLIFENOLES	Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas, con diversas funciones fisiológicas. Variadas estructuras químicas caracterizan a este grupo de moléculas (Valencia, y otros, 2016).	MÉTODO: FOLIN-CIOCALTEAU	%
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	Molécula capaz de prevenir o retardar la oxidación (pérdida de uno o más electrones) de otras moléculas (Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez, & Radilla, 2015)	MÉTODO DPPH	mg/100g %

Fuente: Eddy Vinueza; Erick Castillo 2019

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

II.1. ANTECEDENTES

Las Melastomataceae son una familia de plantas extremadamente numerosa y distribuida desde México y América Latina, en el caso particular de *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don., no existe información precisa sobre los indicadores Polifenoles Totales y Actividad Antioxidante, sin embargo otras especies de Melastomataceae han registrado resultados a considerar:

La presencia de polifenoles contenidos en las hojas *Melastoma malabathricum* demostró tener una alta actividad antioxidante, investigaciones relacionadas, demostraron la actividad antioxidante utilizando el método de DPPH que mostró que las hojas *Melastoma malabathricum* poseen concentraciones de 200 ppm con un valor de porcentaje de inhibición de $99,1 \pm 0,5\%$ (Luliana, Purwanti, & Kris, 2016).

En los valores totales de fenoles se observó que los extractos con un alto contenido de fenoles para la especie *Meriania speciosa* son: metanólico, acuoso, con valores de $0,47 \pm 0,06$; $0,16 \pm 0,06$ mg Eq AG/g, respectivamente, para la especie *Meriania nobilis* el extracto de fenoles fue: metanólico, con valores de $0,40 \pm 0,03$ mg Eq AG/g, respectivamente (Ocampo, Valverde, Colmenares, & Isaza, 2014).

Los extractos presentaron actividad antioxidante, en la especie *Meriania speciosa* fueron: metanol con valores de $64,6 \pm 3,8$ mg/L; para la especie *Meriania nobilis* fueron: acuoso, hexano con valores de $18,2 \pm 2,5$ y $63,0 \pm 2,6$ mg/L (Ocampo, Valverde, Colmenares, & Isaza, 2014).

Para la determinación del Polifenoles Totales aplicando la reacción con Folin-Ciocalteu en la fruta liofilizada (FLLA) *L. Australis*, presenta un contenido de 44,2 mg / g de E, se expresa en miligramos de Ácido Gálico por gramo (Kanis, 2018).

(Isaza, Veloza, Guevara, Ávila, & Daz, 2005) Estudiaron un grupo de plantas de la familia de las Melastomataceae por el método de Folin-Ciocalteu lograron establecer los siguientes resultados:

Tabla 2. Estimación espectrofotométrica de fenoles de especies de la familia Melastomataceae

Especie de Melastomataceae	Método: Folin–Ciocalteu % mg Eq AG/g	Ubicación Geográfica
<i>Miconia trinervia</i>	8,8%	Villavicencio
<i>Miconia prasina</i>	24,8%	Villavicencio
<i>Miconia elata</i>	10,2%	Villavicencio
<i>Miconia dolichorrhyncha,</i>	13,4%	Villavicencio
<i>.Miconia minutiflora</i>	10,6%	Villavicencio
<i>Miconia aeruginosa</i>	9,6%	vereda la Bananera, orilla del río Otún
<i>Henriettella trachyphylla</i>	2,6%	Laguneta vía Pereira- Armenia
<i>Tibouchina ciliaris I</i>	17,4%	Laguneta vía Pereira- Armenia
<i>Tibouchina ciliaris II</i>	17,7%	Laguneta vía Pereira- Armenia
<i>Miconia coronata</i>	7,2%	vereda la Bananera, orilla del río Otún

Fuente: (Isaza, Veloza, Guevara, Ávila, & Daz, 2005).

La familia Melastomataceae en Colombia está representada por 64 géneros nativos que incluyen más de 900 especies cuya actividad antioxidante fue determinada por el método de captación de radicales DPPH (Tabla 3 y 4), comparando tres especies, siendo analizadas sus hojas y frutos (Plazas, 2016).

Tabla 3. Fenoles en hojas, frutos verdes y maduros

ESPECIE	HOJAS Concentración Fenoles mg de AG/g	FRUTOS VERDES Concentración Fenoles mg de AG/g	FRUTOS MADUROS Concentración Fenoles mg de AG/g
<i>Miconia summa</i>	852,2 ± 20,1	685,8 ± 15,1	659,4 ± 10,7
<i>Miconia elaeoides</i>	614,0 ± 12,5	880,4 ± 25,4	755,5 ± 1,2
<i>Miconia sp</i>	908,3 ± 8,4	772,9 ± 18,4	647,7 ± 22,5

(Plazas, 2016).

Tabla 4. Actividad antioxidante en hojas, frutos verdes y maduros

ESPECIE	HOJAS % Inhibición DPPH 100 ppm	FRUTOS VERDES % Inhibición DPPH 100 ppm	FRUTOS MADUROS % Inhibición DPPH 100 ppm
<i>Miconia summa</i>	61,3	89,0	19,5
<i>Miconia elaeoides</i>	18,9	81,4	23,8
<i>Miconia sp</i>	43,1	73,5	34,8
<i>Ácido Gálico (control)</i>	96,6		

(Plazas, 2016).

Y fue expresada como actividad antioxidante equivalente al ácido ascórbico mg/L (VCEAC). El porcentaje de inhibición indica la capacidad del antioxidante para neutralizar el radical libre DPPH a las concentraciones y condiciones específicas, entre más alto el porcentaje, mayor es su potencial como antioxidantes expresados.

II.2 POLIFENOLES

II.2.1. Definición

Los polifenoles son antioxidantes activos, abundantes, principalmente, en tejidos vegetales. Estos antioxidantes corresponden a un conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos, sustituidos por funciones hidroxílicas (Rodríguez, 2017).

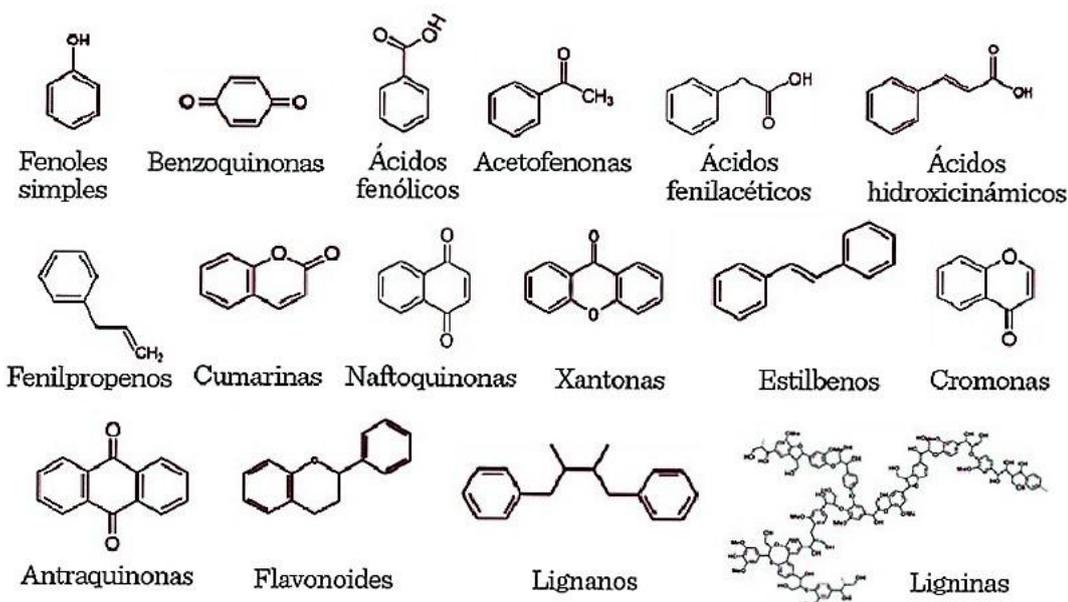


Ilustración 1. Principales estructuras químicas de los polifenoles

Fuente: (Lizárraga, Hernández, González, & Heredia, 2018).

En la naturaleza existe una gran cantidad de compuestos que presentan uno o varios anillos en sus estructuras que son característicos de cada especie, es decir, que son sintetizadas producto de su metabolismo secundario por lo tanto tiene como función participar en diferentes funciones fisiológicas vegetales como estrés oxidativo, funciones de defensa y otros estímulos para un correcto funcionamiento de la especie vegetal (Quiñones, Miguel, & Aleixandre, 2012).

En definitiva, decimos que los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas, cada uno con diversas funciones fisiológicas variadas diferentes estructuras químicas propias que caracterizan a este grupo de moléculas y a su amplia distribución, así como su capacidad de captar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno que son asociadas con el padecimiento de enfermedades que perfila a los extractos naturales ricos en compuestos fenólicos como ingredientes para diferentes afectaciones, también, por sus beneficios contra la oxidación celular que pueden ser utilizados para el desarrollo de nuevos productos en la industria farmacéutica, de alimentos y cosméticos (Valencia, y otros, 2017).

II.2.2. Ruta de Biosíntesis

Los compuestos fenólicos son sustancias que derivan de las vías de shiquimato y de los fenilpropanoides, tiene variaciones que dependen del genotipo, especie, condiciones ambientales, grado de madurez, composición del suelo, ubicación geográfica y condiciones de almacenamiento, adicionalmente tienen capacidad antioxidante, también se les atribuyen propiedades antiinflamatorias, antialérgica, antitrombóticas, antimicrobianas, antineoplásicas y anticancerígenas (Valencia, y otros, 2017).

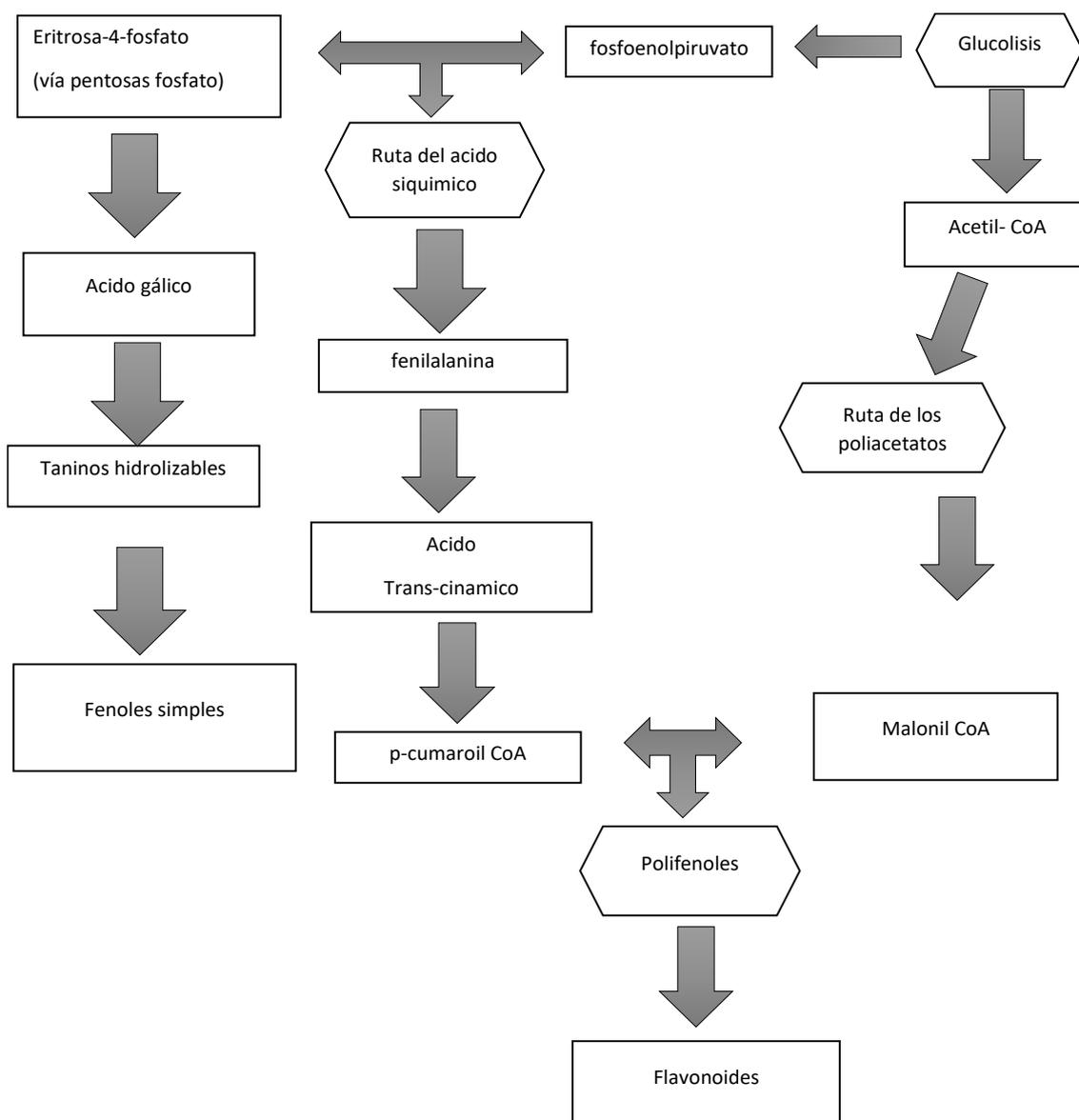


Ilustración 2. Ruta de biosíntesis de los polifenoles

Fuente: (Quiñones, Miguel, & Aleixandre, 2012)

Estas moléculas secundarias se acumulan en las plantas y participan en mecanismo de defensa contra la radiación ultravioleta o la agresión por agentes patógenos. En general, los esqueletos de polifenol se derivan de dos precursores activos diferentes (es decir, 4-cumaroil-CoA y malonil-CoA), y surgen biogénicamente de las rutas de acetato y shikimate (Zhang, Cai, Chang-Qing, Reeves, & He, 2015).

II.2.3 Clasificación

Los compuestos fenólicos también llamados polifenoles comprenden una amplia variedad de moléculas desde compuestos altamente polimerizados hasta moléculas simples con un solo anillo fenólico en su estructura, tenemos como ejemplo los alcoholes y ácidos fenólicos. Se han descrito más de 8000 polifenoles distintos que pueden clasificarse en diferentes grupos según el número de anillos fenólicos que contienen y el tipo de sustituyente unido a estos anillos. Las principales clases de polifenoles por ser los más ampliamente distribuidos en los alimentos son: flavonoides, ácidos y alcoholes fenólicos, estilbenos y lignanos (Granado, 2010).

Los polifenoles se clasifican según los siguientes criterios: solubilidad y estructura química, siendo las más comunes para dividir los grupos de los compuestos fenólicos.

II.2.4. De acuerdo a su grado de solubilidad:

Como forma general los Compuestos Fenólicos se los dividieron en 2 grandes grupos: flavonoides (F) y no flavonoides. En el grupo de los F, se encuentran los flavonoles (FN), flavonas (FAS), flavanol, isoflavonas (IF), flavanonas (FNA), dihidroflavonoles (DHF), antocianidinas y chalconas. Mientras que en el grupo de no Flavonoides están los ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos, polifenoles volátiles, estilbenos y compuestos diversos (lignanos y cumarinas) los compuestos solubles en agua son los ácidos fenólicos, fenilpropanoides, flavonoides y quinonas. Por otro lado, se encuentran los compuestos insolubles en agua, tales como los taninos condensados, ligninas y ácidos hidroxicinámicos, los cuales están unidos a la pared celular de las células vegetales (Valencia, y otros, 2017).

II.2.5. De acuerdo a su estructura química

Los polifenoles también se clasifican acorde al número de anillos fenólicos y los elementos estructurales unidos a las unidades básicas, siendo los principales grupos de compuestos fenólicos, los flavonoides, ácidos fenólicos, taninos hidrolizables, taninos condensados, estilbenos y lignanos. (Valencia, y otros, 2017), es decir que constituyen uno de los grupos de metabolitos secundarios más abundantes y ubicuos de las especies vegetales. Además, los polifenoles o fenoles son esenciales para la fisiología de las plantas, ya que contribuyen a su morfología, crecimiento, y reproducción, están involucrados en los mecanismos de defensa de las plantas frente a agentes externos como la radiación ultravioleta y la agresión de patógenos y predadores (Granado, 2010).

Tabla 5. Estructura de polifenoles más comunes

ESTRUCTURA	CLASE FENÓLICA
C₆	Fenólicos simples
C₆-C₁	Ácidos fenólicos y compuestos relacionados.
C₆-C₂	Acetofenonas y ácidos fenilacéticos.
C₆-C₃	Ácidos cinámicos, aldehídos / alcoholes cinamilos.
C₆-C₃	Cumarinas, isocumarinas, cromonas.
C₆-C₁-C₆	Benzofenonas, xantonas
C₆-C₂-C₆	Estilbenos
C₆-C₃-C₆	Chalcones, aurones, dihidrochalcones
C₆-C₃-C₆	Flavones
C₆-C₃-C₆	Flavonoles
C₆-C₃-C₆	Isoflavonoides
C₆-C₃-C₆	Antocianidinas / antocianinas
(C₆-C₃-C₆)₂	Biflavonoides
C₆, C₁₀, C₁₄	Benzoquinonas, naftaquinonas, antraquinonas
C₁₈	Betacianinas
Lignanos, neolignanos	Dímeros u oligómeros
Lignina	Polímeros
Flobafenos	Polímeros

Fuente: (Zhang, Cai, Chang-Qing, Reeves, & He, 2015).

II.3. LOS FLAVONOIDES

Son sustancias producidas como metabolitos secundarios por las plantas, cuyo elemento estructural común es la existencia de un esqueleto de difenilpirano (C6 -C3 -C6), compuesto por dos anillos de fenilos ligados a través de un anillo de pirano. Sobre este esqueleto pueden darse miles de sustituciones, lo que origina las diferentes clases de flavonoides: flavonoles, flavonas, flavanonas, flavanoles (catequinas y proantocianidinas), antocianidinas, chalconas, auronas e isoflavonas. Los flavonoides están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, estos metabolitos muestran una amplia gama de actividades biológicas cardiovasculares, Por lo tanto, los efectos beneficiosos de las dietas ricas en frutas y verduras, en la salud cardiovascular, han sido a menudo atribuidos a los flavonoides en general y más específicamente a los Flavonoles (Duarte & Vizcaíno, 2015).

II.4. FLAVONOLES

Estos son compuestos derivados de la 3-hidroxiavona. Entre los flavonoles la quercetina es la más caracterizada y es muy abundante en las manzanas, cebollas, y en plantas medicinales, como el Ginkgo biloba. Los flavonoles presentan actividad antioxidante, inhiben la lipoperoxidación, disminuyen la actividad de la fosfolipasa, la ciclooxigenasa y la lipooxigenasa. De igual manera, presentan actividad antiinflamatoria y antitumoral (Gutiérrez, 2017).

II.5. PROPIEDADES DE LOS POLIFENOLES

Los polifenoles protegen a las células ante el daño oxidativo tratando de disminuir los riesgos que están asociados al estrés oxidativo como las enfermedades degenerativas que son causadas por el oxígeno en su forma radical, una clase de estos metabolitos son los flavonoides los cuales son importantes compuestos fenólicos que se sintetizan en cantidades esenciales por las plantas a los cuales se le atribuyen varias actividades biológicas beneficiosas para el interés humano y sus diversas afectaciones (Godos, 2018).

Actualmente existe una asociación entre la incidencia de cáncer y la dieta. Se ha descrito la posible relación fisiopatológica entre el cáncer y la peroxidación lipídica, por lo que impedir este proceso mediante el uso de antioxidantes, como los polifenoles, podría ser fundamental en la prevención de diferentes tipos de tumores malignos. Además, los antioxidantes de los polifenoles pueden inducir la apoptosis de algunas células neoplásicas y actuar como coadyuvantes de los agentes quimioterápicos (Sancho & Mach, 2015).

II.6. MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES

El ensayo Folin-Ciocalteu ha sido utilizado durante muchos años como una medida del contenido en compuestos fenólicos totales en productos naturales. El mecanismo básico del método es una reacción redox por lo que puede considerarse como otro método de medida de la actividad antioxidante total. El método que se utiliza actualmente es una modificación efectuada por Singleton y Rossi de uno empleado para la determinación de tirosina, el cual se basaba en la oxidación de los fenoles por un reactivo de molibdeno y wolframio (tungsteno). La mejora introducida por Singleton y Rossi fue el uso de un heteropolianión fosfórico de molibdeno y wolframio que oxida los fenoles con mayor especificidad ($3H_2O - P_2O_5 - 13HO_3 - 5MoO_3 - 10H_2O$ Y $3H_2O - P_2O_5 - 14WO_3 - 4MoO_3 - 10H_2O$). Aparición de una coloración azul que presenta un máximo de absorción a 765 nm y que se cuantifica por espectrofotometría en base a una recta patrón de ácido gálico. Se trata de un método simple, preciso y sensible pero que sin embargo sufre numerosas variaciones cuando es aplicado por diferentes grupos de investigación, fundamentalmente en lo relativo a los volúmenes empleados de muestra, concentraciones de reactivos y tiempos y temperaturas de incubación (Rodríguez, 2009).

II.6.1. Folin Ciocalteu

Los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 765 nm. Este reactivo contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido), de color amarillo, al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que se mide para evaluar el contenido en polifenoles (García, Fernández, & Fuentes, 2015).

También se pueden producir variaciones en el modo de expresar los resultados, sin embargo, el patrón recomendado es el ácido gálico. Este ensayo de análisis de los polifenoles totales, se utiliza con frecuencia en el estudio de las propiedades antioxidantes de alimentos vegetales, como zumos de fruta, al tratarse de un parámetro que generalmente, muestra una estrecha correlación con los diferentes métodos de medición de la actividad antioxidante (García, Fernández, & Fuentes, 2015)

II.7. RADICALES LIBRES

Son moléculas o fragmentos de moléculas caracterizadas por tener uno o más electrones desapareados en su orbital externo, condición que los torna altamente reactivos. En el ser humano se generan radicales libres en la cadena respiratoria mitocondrial, cuando reacciona el peróxido de hidrógeno con el ión ferroso, por acción catalítica de la ciclooxygenasa, la reacción de vitamina C con el ión ferroso, por acción de la nicotinamida-adenina-dinucleótido-fosfato (NADPH) reductasa (Guija, Inocente, Ponce, & Zarzosa, 2015).

En la naturaleza los radicales libres son compuestos generalmente oxigenados y se denominan especies reactivas de oxígeno (ERO), estas son abundantes en los sistemas vivos, una explicación razonable sobre la presencia de esta clase de reacciones químicas surge de los estudios sobre el origen y evolución de la vida. debido a que los organismos se desarrollan en presencia de oxígeno, están expuestos a la generación de ERO, éstos son responsables del daño oxidativo de macromoléculas biológicas como el ADN lípidos, carbohidratos y proteínas participando en mecanismos fisiopatológicos de muchas enfermedades, como algunos tipos de cáncer, diabetes, patologías cardiovasculares, procesos reumáticos, patologías gastrointestinales o procesos neurodegenerativos, también están implicados en procesos fisiológicos como el envejecimiento, el daño causado por el ejercicio físico agotador, existen también radicales libres nitrogenados o especies reactivas de nitrógeno (ERN), cuya importancia ha crecido considerablemente en los últimos tiempos (Gutiérrez A. , 2015).

II.7.1. Propiedades de los radicales libres

Un radical puede reaccionar con otro radical, no se ve afectado por su ambiente molecular; en otras palabras, no le afecta el cambio de polaridad de los disolventes, no se solvatan (es decir, no se rodean de moléculas de disolvente cuando están en solución), por lo que son entidades puntuales (más pequeñas), no reacciona con hidrógenos ácidos ni con heteroátomos con pares de electrones no compartidos, es decir, que, en las reacciones vía radicales libres no son necesarias protecciones de grupos funcionales, una consecuencia directa de la neutralidad de los radicales es que su estabilidad no se ve afectada por la electronegatividad de los grupos funcionales adyacentes al centro radical, con un grupo electroattractor adyacente puede ser tan estable como aquel que posee un grupo electrodonador como vecino (Konigsberg, 2008).

II.7.2. Actividad Antioxidante

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica), de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminador de cadena (Londoño, 2012).

Los antioxidantes son compuestos que inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas, los antioxidantes naturales constituyen un amplio grupo que incluye principalmente compuestos polifenólicos y vitaminas. Hoy día numerosas enfermedades se asocian con la formación de oxígeno reactivo y la inducción de peroxidación lipídica. Las especies de oxígeno reactivo constituyen un mecanismo de injuria tisular y son relevantes en procesos de inflamación y envejecimiento, en trastornos cardiovasculares y neurodegenerativos, etc. Esto ha conducido a una intensa investigación del uso de los antioxidantes presentes en los alimentos, así como de los procedentes de otras fuentes, para la prevención de este tipo de enfermedades por otra parte, el interés de los antioxidantes no solo reside en su utilidad como fármacos, sino también en su uso como aditivos industriales, fundamentalmente se utilizan como conservantes de alimentos, plásticos, caucho, cosméticos y aceites y grasas industriales (Rosas, 2004).

Cuando la defensa antioxidante es insuficiente para proteger el organismo del efecto dañino de los radicales libres puede conducirlo al estrés oxidativo, condición que está estrechamente vinculado a una gran diversidad de patologías como la psoriasis, cáncer, diabetes mellitus, aterosclerosis, cataratas, hipertensión arterial (Guija, Inocente, Ponce, & Zarzosa, 2015).

II.7.3. Mecanismos de Acción de la actividad antioxidante

En el robo de hidrógeno el radical libre interactúa con otra molécula que sirve como una donadora de hidrógeno, como resultado, el radical libre se une a un átomo de hidrógeno y se hace más estable, mientras que la donante del hidrógeno se convierte en un radical libre. El radical libre se une a una molécula más estable, lo que convierte a la molécula receptora en un radical libre, dos radicales libres reaccionan entre sí para formar un compuesto más estable y la desproporción consiste en que dos radicales libres idénticos reaccionan entre ellos mismos: uno actúa como donador y el otro como receptor de electrones, de esta manera se forman dos moléculas más estables (Gutiérrez, y otros, 2014).

II.8. MÉTODOS PARA DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Los métodos más aplicados son ABTS (azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico) y DPPH (Difenil Picril Hidrazilo) Ambos presentan una excelente estabilidad en ciertas condiciones, aunque también muestran diferencias, el DPPH es un radical libre que puede obtenerse directamente sin una preparación previa, mientras que el ABTS tiene que ser generado tras una reacción que puede ser química (dióxido de manganeso, persulfato potasio, ABAP), enzimática (peroxidasa, mioglobulina), o también electroquímica. Con el ABTS se puede medir la actividad de compuestos de naturaleza hidrofílica y lipofílica, mientras que el DPPH solo puede disolverse en medio orgánico, y el DMPD (N,N-dimetil-pfenilendiamina) solo en medio acuoso. El radical ABTS tiene, además, la ventaja de que su espectro presenta máximos de absorbancia a 414, 654, 754 y 815 nm en medio alcohólico, mientras que el DPPH presenta un pico de absorbancia a 515 nm, y el DMPD a 505 nm (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho, & Fett, 2005).

II.8.1. Método DPPH (Difenil Picril Hidrazilo)

El método DPPH, fue introducido hace casi 50 años por Marsden Blois, que trabajaba en la Universidad de Stanford. Aunque este documento es corto (un poco más de una página en la revista Nature), proporciona un resumen breve y claro del método (Molyneux, 2004).

El método de eliminación de radicales libres de α , α -difenil- β -picrilhidrazilo (DPPH) ofrece el primer enfoque para evaluar el potencial antioxidante de un compuesto, un extracto u otras fuentes biológicas, este es el método más simple, en el que el compuesto o extracto prospectivo se mezcla con una solución de DPPH y la absorbancia se registra después de un período definido (Sagar & R.P, 2011).

El fundamento de ésta técnica consiste en la medición a 517 nm de la variación de absorbancia debida a la reducción del radical libre estable 1,1-difenil-2-picril hidrazilo (DPPH). El radical DPPH es un radical libre estable a causa de la deslocalización de un electrón desapareado en la molécula y por esta razón dicha molécula no se dimeriza, esta deslocalización da a la molécula un color violeta intenso. La absorbancia característica de este radical que posee un color violeta intenso, disminuye con la presencia de un antioxidante u otro radical (Jeton, 2014).

Es posible, por tanto, cuantificar la capacidad captadora de radicales libres que poseen determinados compuestos mediante la determinación del grado de decoloración que producen a una solución metanólica de DPPH. La molécula 1,1-difenil-2-picril hidrazilo (DPPH) se caracteriza porque esta no dimeriza, como sería el caso de la mayoría de los radicales libres. La deslocalización da lugar al color violeta oscuro, caracterizado por poseer una banda de absorción en solución alcohólica aproximada a 520 nm. Cuando una solución de DPPH se mezcla con una sustancia que pueda donar un átomo de hidrógeno, da lugar a la forma reducida acompañado de la pérdida del color violeta y la aparición de un color amarillo pálido debido a la presencia del grupo picrilo (Jeton, 2014).

El IC50 se calcula como una reducción del 50% en la absorbancia ocasionada por la muestra en comparación con el blanco es decir la capacidad que tiene la muestra para inhibir el 50% de los radicales libres de la solución DPPH (Jeton, 2014).

II.8.2. Método ABTS (azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico)

Se fundamenta en la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical catión coloreado ABTS, el cual es formado previamente por la oxidación del ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6- ácido sulfónico)) por metamioglobina y peróxido de hidrógeno, los resultados son expresados como equivalentes de Trolox o TEAC (por su nombre en inglés, Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) (Londoño, 2012).

Entre las ventajas de este método está que los valores de TEAC de una amplia gama de alimentos que están reportados lo que permite establecer comparaciones; adicionalmente puede ser usado en un amplio rango de pH y fuerza iónica, además de que el ABTS es soluble tanto en medio acuoso como orgánico y permite la evaluación de antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos. Entre las desventajas están que el ABTS debe ser generado previamente, que no es un radical fisiológico y que la cinética de reacción con algunos antioxidantes suele ser bastante lenta y, por lo tanto, el punto final de medición debe fijarse de manera arbitraria (Londoño, 2012).

II.8.3. Método DMPD (N,N-dimetil-pfenilendiamina)

Se trata de un mecanismo de transferencia de electrones (SET) bastante parecido al del método ABTS, en este caso, el radical libre se genera a partir de DMPD (N, N-dimetil-pfenilendiamina) que, en presencia de una solución oxidante de cloruro férrico, y a pH ácido, se convierte en un radical catiónico coloreado y estable, que presenta un máximo de absorbancia a 505 nm, los compuestos antioxidantes son capaces de reaccionar con este compuesto, causando un descenso en la absorbancia y tras añadir la muestra con antioxidantes a la solución del radical, la absorbancia es monitorizada durante 10 minutos y es comparada con la de un blanco, expresándose finalmente los resultados en equivalentes de Trolox (Pérez, 2007).

II.9. CHURCO O CAÑA AGRIA

En uno de los primeros registros botánicos en San Francisco California para conocer los géneros que pertenecen a la familia de las Melastomataceae, detalla esta especie vegetal como medicinal y como alimento este género, en la actualidad, consiste de unas cuatro especies distribuidas desde México y las Antillas hasta Perú y Bolivia. México es el centro de diversidad de *Arthrostemma*. Todas sus especies conocidas existen en la porción occidental o meridional del país y dos se extienden desde los estados de Hidalgo y Puebla hasta Guatemala y Bécice (Frank, 1993).

Los frutos en la familia Melastomataceae son consumidos en crudo es abundante en la Costa, Sierra y Amazonía, pero el consumo de sus frutos silvestres es más común en la región amazónica. La mayoría de las especies tienen frutos pequeños pero los de *Bellucia pentamera* y *Mouriri spp.* Son grandes. *Clidemia* y *Miconia* son los géneros más diversos. De *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don se consume el tallo, las hojas, la raíz y la flor en crudo. Igualmente, los frutos comestibles de varias especies de *Rubiaceae* son consumidos principalmente por grupos indígenas en la Amazonía. Las especies más consumidas son *Coussarea brevicaulis*, *Duroia hirsuta* y *Pentagonia macrophylla* (Eynden & Eduardo, 2008).

II.9.1. TAXONOMÍA

Tabla 6. Taxonomía de *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex. D. Don

Familia	Melastomataceae
Género	<i>Arthrostemma</i>
Especie	<i>ciliatum</i>
Autor	<i>Pav. ex D. Don</i>
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Superdivisión	Angoliophyta
Clase	MagnoliopsidaDicotyledons
Subclase	Rosidae
Orden	Myrtales
Nombre Común	Churco, Caña Agría, Caña de Cristo, Churunch, No me toques.

Fuente: (Montalvo, 2011).

II.9.2. CARÁCTERES BOTÁNICOS

Planta de muchas ramas herbáceas y escandescentes, el tallo mide hasta 1 metro de altura y presenta forma cuadrangular, las ramas son quebradizas, succulentas cuadrangulares pilosas o glandular-pilosas. Sus hojas son succulentas de forma ovalada. Base subcordada y por sus nervaduras es pentanervada. Flores con pétalos de 2.5 cm de largo, rosado oscuro, rojo encendido, los estambres algunos isomorfos o varios dimorfos. Las flores largas son bastante atractivas es por eso que en el Salvador llaman a la planta “Jazmín montés”, en Guatemala la llaman nitro porque su savia tiene sabor ácido, es por eso que los agricultores mascan el tallo de la planta y se refresca (Montalvo, 2011).

Tabla 7. Descripción Botánica

Descripción botánica y morfológica de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.	
Carácter	Descripción
Hábito	Hierba erecta, arqueada o escandente, de 1-2(-3) m.
Hojas	Hojas de 2.5-9.5 x 1.5-5 cm, ovadas a ovado-lanceoladas, 5-7-nervadas.
Flores	Hipanto de ca. 7 mm, obcónico; pétalos de 20-30 mm, rosados.
Frutos	Frutos no observados en LS.
Diagnóstico	Hierbas endebles, erectas o incluso escandentes; los tallos cuadrados, suculentos; hojas 7-nervadas, glandular-setosas por el envés; inflorescencias terminales, dicasios; flores 4-meras, los estambres con los poros ventralmente inclinados (los conectivos con apéndices ventrales); frutos capsulares, con las semillas acostillado-tuberculadas.
Hábitat	Bosque húmedo, muy húmedo y pluvial.
Fenología	Flores observadas todo el año. Frutos observados de Mayo a Noviembre.

Fuente: (Castro, González, Luna, & Vargas, 2014).

II.9.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Melastomataceae crece entre maleza o en bosques mixtos, frecuentemente en bosques de pino como maleza de crecimiento secundario, a una altura de 1.500 m sobre el nivel del mar, también se ha encontrado hasta 2000 msnm (Montalvo, 2011). Uno de los primeros registros botánicos en Ecuador, esta familia consta con aproximadamente 4500 especies distribuidas en los trópicos y subtrópicos, principalmente en América del Sur, se han registrado 43 géneros y 553 especies, de éstos, 24 géneros y 124 especies reportan alguna utilidad para el ser humano. Según los registros del Herbario Nacional del Ecuador QCNE y el Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador QCA y la literatura, las especies ecuatorianas de Melastomataceae son utilizadas principalmente para tratar heridas, picaduras de culebras y para construcciones (Fierro, Fernández, & Quintana, 2002).

De las 124 especies útiles, 27 (21,8%) son alimenticias, especialmente debido a los frutos dulces y a los tallos agrios usados para calmar la sed; 32 (25,8 %) son utilizadas para tablas y construcción; 59 (47,6%) son medicinales; 8 (6,4%) son usados por los shamanes para aliviar algunas enfermedades físicas y espirituales; solamente 4 (3,2%) son ornamentales y 50 (40,3%) tienen otros usos, tales como cabos de herramientas, escobas, encofrados, forraje para animales, leña, tinciones, y como cercas vivas (Fierro, Fernández, & Quintana, 2002).

Melastomataceae es una de las familias de plantas con flores mejor representadas en el Neotrópico. Colombia es el segundo país con mayor número de especies (aprox. 986), las cuales se distribuyen en cerca de 59 géneros y se distribuyen desde el nivel del mar hasta los páramos. Su mayor diversidad se localiza en los Andes, el Chocó Biogeográfico y la Amazonia (Posada, Sierra, & Sanín, 2016).

Fuente: Google maps

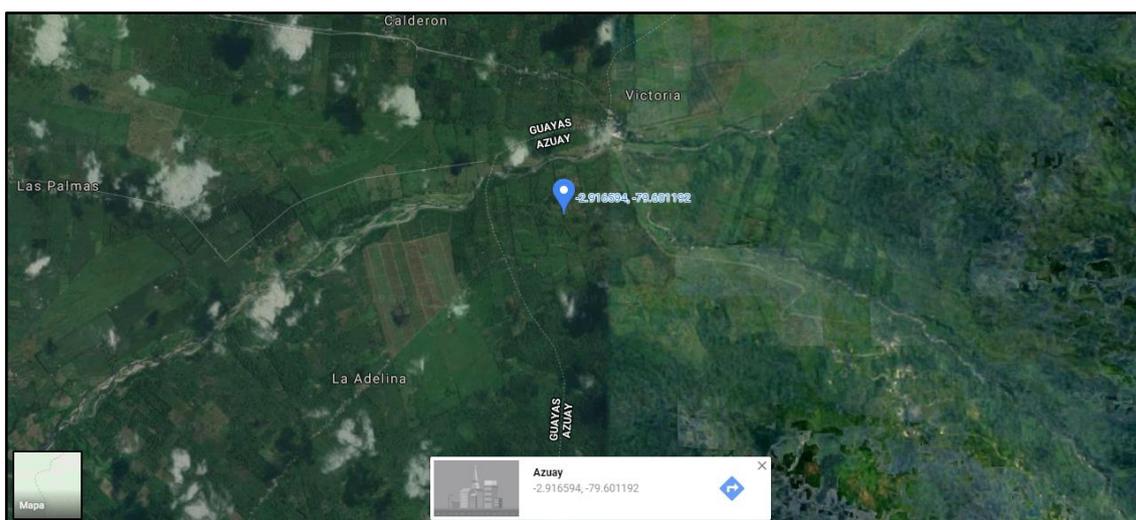


Ilustración 3. Ubicación geográfica

II.9.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Cuadro fitoquímico de un screening para referencia de metabolitos secundario presentes en *Arthrostemma ciliatum Pav.ex.Don* realizado por (Montalvo, 2011) en la ciudad de Loja.

Tabla 8. Screening Fitoquímico en extracto etanólico

Triterpenos	+++
Flavonoides	++
Lactonas	++
Saponinas	+
Fenoles	+
Azucres reductores	+++
Aminoácidos	++
Resinas	+

CAPITULO III: MATERIALES Y METÓDOS

III.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es de tipo Explicativo con enfoque Cuantitativo.

III.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Certificación de la planta.
2. Determinación de humedad y cenizas totales por el método oficial de la AOAC
3. Preparación de Extracto.
4. Determinación de Polifenoles Totales por el método Folin-Ciocalteu.
5. Determinación de Actividad Antioxidante por DDPH.

III.3. RECOLECCIÓN DE MUESTRA

Se recolectaron varias plantas de la especie *Arthortessmma ciliatum Pav. ex D. Don.*, para obtener una buena muestra representativa, la especie fue recolectada de manera silvestre y de ésta se trabajó con los tallos durante los meses de marzo a mayo del 2019.

Cantón y Provincia: Ponce Enríquez Provincia del Azuay

Ubicación: Frontera con la provincia del Guayas- cantón Ponce Enríquez, entre parroquia la Adelina y Parroquia El Recreo.



Ilustración 5. *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don



Ilustración 4. Sitio de recolección de la muestra

III.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

- Se recogió la muestra de la especie *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don con buen aspecto.
- Tallo color verde limón
- Sin magulladuras
- Sin cicatrices
- Especímenes adultos.
- De 1 m de largo en promedio
- Sin frutos ni flores

III.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

III.5.1 HUMEDAD

La humedad del tallo fresco se determinó por el método oficial de la AOAC 930.05, según el cual la muestra se somete a desecación en las condiciones definidas, que varía en función de la naturaleza del alimento. Dicho método consiste en la determinación de la pérdida de peso de la muestra mediante desecación de la misma en una estufa de vacío, a una temperatura de ± 60 °C. y P <100 mm Hg, dejando secar hasta alcanzar un peso constante. Es aconsejable proceder a una pre-desecación ya que se trata de alimentos sólidos que tienen un elevado contenido en humedad. Los equipos y reactivos que se utilizan en esta técnica son: Balanza analítica y Estufa de secado además de material genérico de laboratorio (pinzas, espátulas, vidrios de reloj, cápsulas de porcelana, etc.) (Baduí, 2016).

Se pesan 5 g de muestra fresca en las placas de aluminio y se ponen a secar a 105°C durante una hora, para luego desecar a 65°C hasta peso constante, introduciendo la muestra en el desecador antes de proceder a su pesada. Los resultados se expresan el porcentaje de humedad calculados según:

$$\% \text{ Humedad} = [(P_i - P_f) / P_m] \times 100$$

P_i: Peso de muestra + peso placa al inicio; P_f: Peso de muestra + peso placa tras el secado y P_m: Peso muestra (Aranceta, 2015).

III.5.2. CENIZAS TOTALES

Para la determinación de cenizas se sigue el método 923.03 de la AOAC. Se calcina/incinera la muestra tras su desecación, a 550°C en el horno mufla y se calcula el residuo de incineración por diferencia de peso. Los equipos y reactivos que se utilizan son: Balanza analítica, Horno Mufla, Desecador, pinzas y crisoles. Los resultados se expresan como porcentaje de cenizas calculado según la expresión siguiente:

$$\% \text{Cenizas} = [(\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) / \text{Peso muestra}] \times 100 \text{ (Moreno, 2014)}$$

III.5.3 IDENTIFICACIÓN DE POLIFENOLES

III.5.3.1 Equipos y reactivos

- Agitador de tubos
- Balanza analítica
- Centrífuga
- Espectrofotómetro
- Reactivo de Fenol Folin-Ciocalteu
- Muestra Etanólico y Acuosa

III.5.3.2 Preparación de los reactivos

Solución patrón: se pesaron 12,5 mg de ácido gálico en matraces volumétricos de 25 ml y se llevó a volumen con agua destilada, la concentración fue de 500 mg/l esto se realizó por triplicado.

Solución de Carbonato de Sodio al 10%: se pesó 10 g de Na_2CO_3 y se llevó a un matraz volumétrico de 100 ml con agua destilada en caliente, se enfrió y se filtró.

Solución de Folin-Ciocalteu: se tomó 5 ml del reactivo 2 N y se llevó a volumen en un matraz de 50 ml con agua destilada.

III.5.3.3 Procedimiento

En un tubo de ensayo se adiciona, en el orden mencionado: 40 μl de muestra, 0,5 ml del reactivo de Folin-Ciocalteu, 2ml de solución de carbonato sódico y se completan hasta 10 ml con agua destilada. Esperar 20 min y leer a 765nm. (Folinn, 2015).

III.5.4. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

III.5.4.1 Equipos y reactivos

- Agitador de tubos
- Balanza analítica
- Centrífuga
- Espectrofotómetro Ultravioleta visible Spectronic™ GENESYSTEM
- Solución de DPPH
- Muestra Etanólica y Acuosa

III.5.4.2. Procedimiento

Se preparó una solución de DPPH (SIGMA) 0,2 mg/ml en etanol grado reactivo y a 1 ml de cada muestra se le adicionó 1 ml de la solución de DPPH preparada. La absorbancia a 517 nm fue determinada en un espectrofotómetro ultravioleta visible Spectronic™ GENESYSTEM, exactamente 30 minutos después de iniciada la reacción, y la decoloración fue comparada con una solución que contenía la misma proporción 1:1 (v/v) de etanol y DPPH. Una solución de extracto y etanol en la misma proporción 1:1 (v/v) sirvió como blanco de la muestra para corregir su color. Los resultados fueron expresados como porcentaje de decoloración de DPPH utilizando la siguiente expresión:

$$\% \text{ Decoloración DPPH} = \left(1 - \frac{A_m - A_{bm}}{DPPH} \right) * 100$$

Donde A_m es la absorbancia de la mezcla de reacción (DPPH + extracto), A_{bm} la del blanco de muestra (extracto + agua), y $ADPPH$ la absorbancia de la solución de DPPH.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

Al finalizar la parte experimental de esta investigación se arribó a los siguientes resultados:

IV.1. CERTIFICACIÓN DE LA PLANTA

Tabla 9. Certificación de la planta

Clase:	Equisetopsida C. Agardh
Subclase:	Magnoliidae Novák ex Takht.
Orden:	Mytales Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia:	Melastomataceae Juss.
Género:	<i>Arthrostemma</i> Pav. ex D. Don.
Nombre científico vigente:	<i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.

Fuente: Herbario GUAY



Ilustración 6. Herbario Guay 2019

Fuente: Herbario GUAY

IV.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

IV.2.1. Humedad

Tabla 10. Resultados de Análisis de Humedad

VEGETAL	UNIDADES	RESULTADOS
<i>Arthrostemma ciliatum</i> <i>Pav. ex D. Don.</i>	%	90,38
		90,40
		90,29
	PROMEDIO	90,35
	DES. ESTÁNDAR	0,26839026

Fuente: Autores

IV.2.2 Cenizas Totales

Tabla 11. Resultados del Análisis de Cenizas Totales

VEGETAL	UNIDADES	RESULTADOS
<i>Arthrostemma ciliatum</i> <i>Pav. ex D. Don.</i>	%	0,44
		0,47
		0,42
	PROMEDIO	0,44
	DES. ESTÁNDAR	0,02516611

Fuente: Autores

IV.3. SCREENING FITOQUÍMICO

Tabla 12. Screening Fitoquímico del Extracto Etanólico

Flavonoides	+
Azucares reductores	++++
Taninos	++++

Tabla 13. Screening Fitoquímico del Extracto Acuoso

Flavonoides	+
Azucares reductores	+++
Taninos	++

IV.4. Determinación de Polifenoles Totales de *Arthrostemma ciliatum* Pav. Ex D. Don.

Tabla 14. Extracto Etanólico Folin-Ciocalteu

VEGETAL	UNIDADES	RESULTADOS
Polifenoles totales de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.	%	0,16
		0,17
		0,16
	PROMEDIO	0,163
	DES. ESTÁNDAR	0,005773503

Tabla 15. Extracto Acuoso Folin-Ciocalteu

VEGETAL	UNIDADES	RESULTADOS
Polifenoles totales de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.	%	0,64
		0,67
		0,63
	PROMEDIO	0,65
	DES. ESTÁNDAR	0,02081666

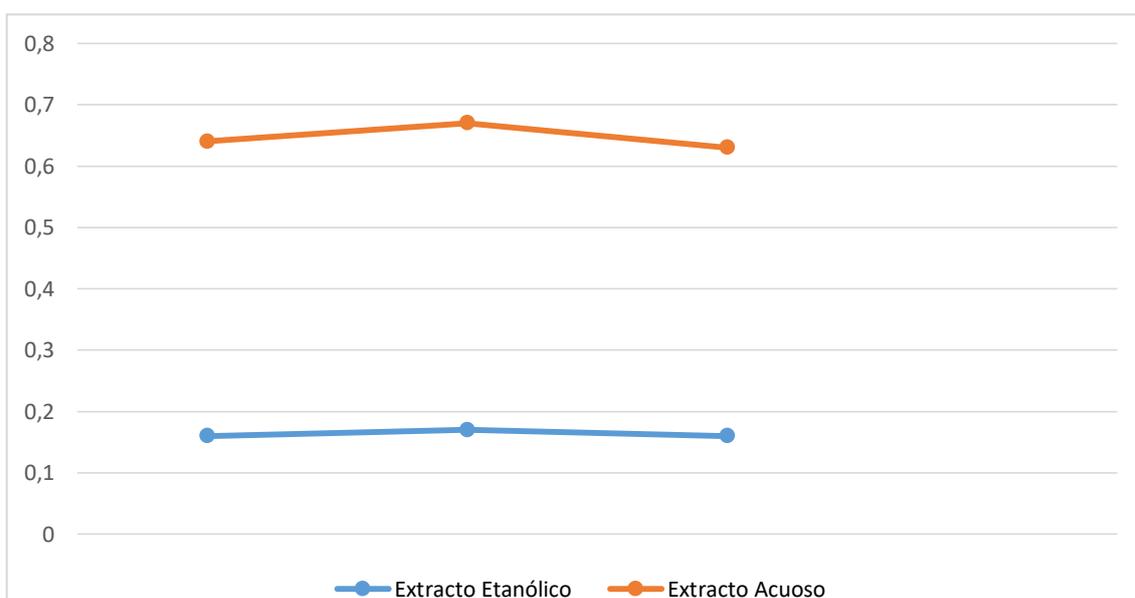


Gráfico 1. Comparación del Contenido de Polifenoles Totales en Extractos Acuoso y Etanólico de *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don

IV.5. Determinación de Actividad Antioxidante de *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don.

Tabla 16. Extracto Etanólico DPPH

VEGETAL	UNIDADES	RESULTADOS
Actividad Antioxidante de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.	mg/g	1666,67
		1667,59
		1666,13
	PROMEDIO	1666.80
	DES. ESTÁNDAR	0,74

Tabla 17. Extracto Acuoso DPPH

VEGETAL	UNIDADES	RESULTADOS
Actividad Antioxidante de <i>Arthrostemma ciliatum</i> Pav. ex D. Don.	mg/g	1136,36
		1137,12
		1136,02
	PROMEDIO	1136.50
	DES. ESTÁNDAR	0,56

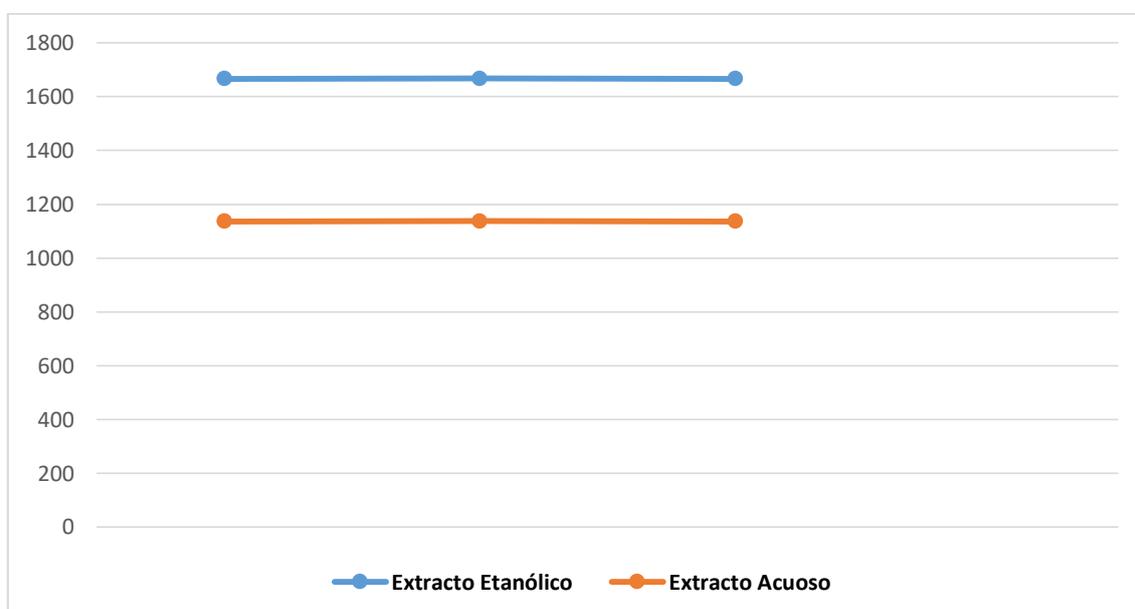


Gráfico 2. Comparación del Contenido de Actividad Antioxidante en Extractos Acuoso y Etanólico de *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don.

IV.6. DISCUSIÓN

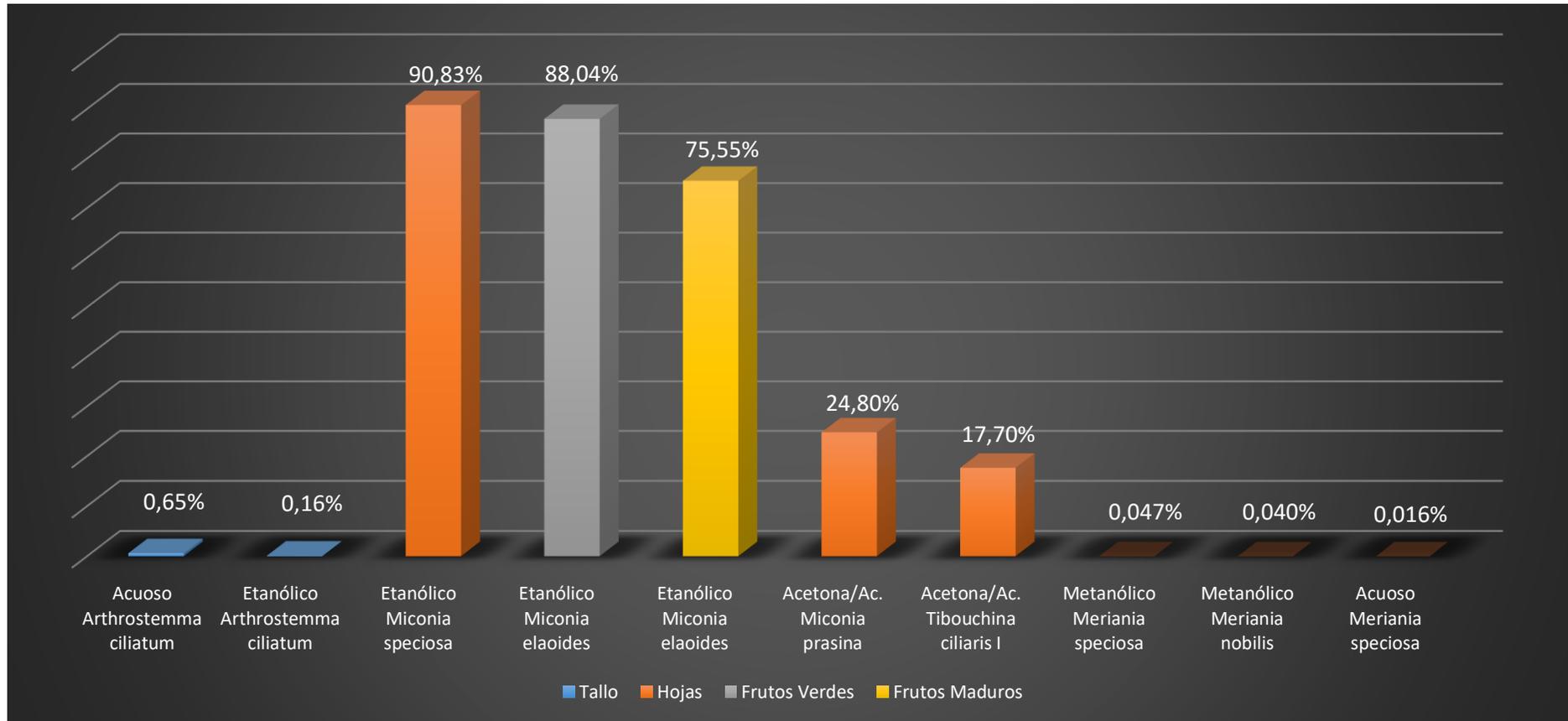


Gráfico 3. Comparación de Polifenoles

El valor presente de polifenoles totales en el extracto acuoso de este estudio realizado en el tallo es de 0.65% mientras que el etanólico es de 0.16%, se evidencia la diferencia entre estos dos valores que indican la presencia de más sustancias polares y solubles en agua que en etanol, en el estudio de (Montalvo, 2011) se puede corroborar este resultado de polifenoles totales haciendo referencia al cuadro de análisis de screening fitoquímico el cual es cualitativo presentando moléculas, compuestos presentes en *Arthrostemma Ciliatum Pav. ex D. Don* que son solubles en etanol, por otra parte no se ha realizado screening fitoquímico en extracto acuoso de esta especie vegetal, por lo que no se puede realizar comparación al respecto.

En el estudio de (Plaza, 2016) fueron analizados y comparados 3 órganos distintos en 3 distintas especies del género *Miconia* de la familia Melastomataceae los resultados más relevantes fueron en el género *Miconia sp* con un total de 90,83% en sus hojas, *M. elaeoides* con 88,04% en sus frutos verdes y 75,55% en sus frutos maduros todos en extractos etanólico, es decir, que los metabolitos presentes en este género son mucho más solubles en alcohol que los que están presente en la *Arthrostemma ciliatum* donde su valor más alto es en el extracto acuoso, ambas de la misma familia.

Mientras que en el estudio de (Isaza, Veloza, Guevara, Ávila, & Daz, 2005) donde los valores más relevantes en sus especies recolectadas de la familia Melastomataceae son *M. prasina* con 24,8% junto con *T. ciliaris* II 17,7% los extractos fueron de acetona acuosa al 70%, en el presente estudio el valor más cercano a la *Arthrostemma ciliatum*, es el de su extracto acuoso cuyo valor fue de 0.64%. Es de observar que el solvente de Isaza es una combinación de agua y acetona y los valores de polifenoles totales son más bajos que los resultados en etanol por la relación de solubilidad entre agua y acetona que podría comprometer la extracción. (Ocampo, Valverde, Colmenares, & Isaza, 2014) Obtuvieron un valor de 0.016% en la especie *Meriania speciosa* este valor es el que menos se aproxima a los resultados al ser también extracto acuoso mientras que en acetona acuosa al 70% es más alto.

Por otra parte los polifenoles totales en extracto metanólico en el mismo estudio de (Ocampo, Valverde, Colmenares, & Isaza, 2014) los valores fueron de 0,040% en *Meriania nobilis* y 0,047% en *Meriania speciosa*, también, en la misma especie de *Meriania speciosa* con un valor de 0,016% en extracto acuoso demuestran que están por debajo de los valores de los extractos acuoso y etanólico de la *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D., por ende juega un papel muy importante el solvente, otro factor muy importante es la especie, su composición química y hábitat.

Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don., fue recolectada en Ecuador en la provincia del Azuay en el cantón Ponce Enríquez con una altura de 43 msnm, mientras que en el estudio de (Isaza, Veloza, Guevara, Ávila, & Daz, 2005) fueron recolectadas en Villavicencio Departamento de Colombia con un clima de 28 a 30°C con una altura de 467 metros sobre el nivel del mar, en contraparte en el estudio de (Plaza, 2016) las muestras fueron recolectadas en el páramo de Calderitas a una altura aproximada de 3300-3400 msnm con temperaturas de 10 grados centígrados a 18 grados centígrados. Estos factores están relacionados con la capacidad de generar polifenoles y otros metabolitos en las plantas, de ahí la variedad de resultados en la investigación.

Además en el presente estudio se realizó un Screening obteniéndose en el extracto etanólico, (+) para flavonoides, (+++++) para taninos, coincidiendo con el estudio de (Montalvo, 2011) obteniendo como resultado valores parecidos.

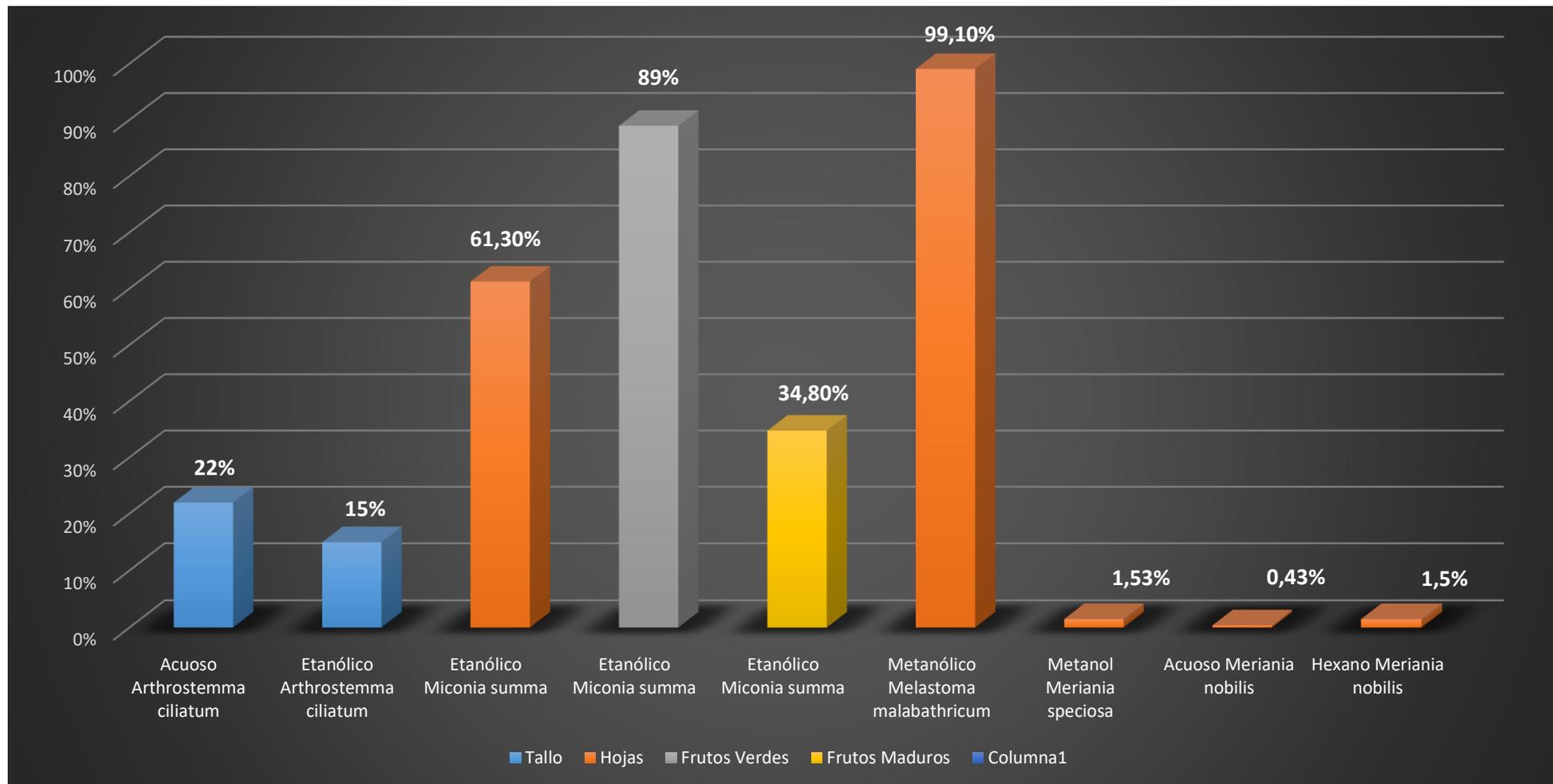


Gráfico 4. Comparación de Actividad Antioxidante

El presente estudio presentó en los resultados para actividad antioxidante, en extracto acuoso 22% y etanólico 15%, estos valores son bajos comparados con los valores encontrados por (Plazas, 2016) en las hojas de *Miconia suma* con 61.3% y en sus frutos verdes 89% pero en sus frutos maduros baja el valor a 34.8%, En el estudio de (Luliana, Purwanti, & Kris, 2016).la Actividad Antioxidante en las hojas de la *Melastoma malabathricum* fue de 99.1%, en extracto metanólico. Se evidencia además, que el extracto etanólico es más bajo que el valor reportado.

Llama la atención los valores de Actividad Antioxidante obtenidos por (Ocampo, Valverde, Colmenares, & Isaza, 2014). En extractos metanólico en hojas *Meriania speciosa* en metanol con valores de 1,53%, en *Meriania nobilis* en el extracto obtenido con hexano fue de 1,5% y el acuoso 0,43% valores extremadamente bajos con relación a *Arthrostemma ciliatum Pav. ex D.*

Los resultados del screening fitoquímico preliminar del presente estudio en el caso del extracto etanólico reveló baja presencia de polifenoles totales con un valor de 0,16%; sin embargo, arrojó una actividad antioxidante alta cuyo porcentaje de inhibición de 15% , esto debido a su contenido de flavonoides (+),y taninos (++++), compuestos que efectuaron un efecto sinérgico a la concentración de polifenoles potenciando su actividad antioxidante.

En el caso del extracto acuoso el contenido de Polifenoles totales fue de 0,64% y una actividad antioxidante del 22%, demostrando mayor actividad, siendo proporcional al contenido de polifenoles; pero presentó baja cantidad de flavonoides (+) y taninos (++) , estas moléculas están en menor concentración que en el extracto etanolico, presuntamente existen moléculas más solubles en agua que en etanol que ayudan a potenciar la actividad antioxidante muy aparte que están presentes metabolitos que no reaccionaron a la prueba para flavonoides y taninos dando lugar a futuras investigaciones.

Según (Susanti, y otros, 2007) se ha determinado en especies de la familia melastomatácea la presencia de metabolitos secundarios de tipo fenólico como taninos hidrolizables, flavonoides y glicosidos, cianogénicos y en menor proporción terpenos y alquil bencenos. A partir de los extractos de flores, frutos y hojas de especies de la familia se han aislado flavonoides de tipo antocianina, glicosidos de flavona y flavonoles con actividades antioxidantes y antibacterianas.

Recalcando que nuestras muestras fueron en el tallo al contrario de los otros estudios que fueron analizados diferentes órganos como frutos y hojas, podemos realizar una comparación al ser de la misma familia podríamos decir que comparten algo en común.

IV.7. CONCLUSIÓN

- Se prepararon el extracto acuoso y etanólico de los tallos de *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don, en un volumen de 50 ml.
- Se determinó la concentración de polifenoles totales en extracto acuoso y etanólico con valores de 0.65% y 0.16% por el método de Folin-Ciocalteu (Espectrofotometría).
- La actividad antioxidante se determinó por el método del radical de DPPH con valores de 15% para el extracto etanólico y 22% para el extracto acuoso por lo que la mayor actividad antioxidante está presente en el extracto acuoso.

IV.8. RECOMENDACIONES

- Se debe proseguir realizando diferentes estudios del tallo de la *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don. con el propósito de determinar su composición química y su actividad biológica.
- Analizar el contenido de ácidos orgánicos y vitamina C en la *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don debido a su sabor ácido.
- Efectuar futuras investigaciones utilizando sus hojas, flores y raíz para determinar polifenoles y actividad antioxidante.
- Seguir el estudio con más profundidad para saber que moléculas exactamente son las que tienen actividad farmacológica o actividad antioxidante presentes en la especie *Arthortessmma ciliatum* Pav. ex D. Don.

GLOSARIO

- **ABTS:** el ácido 2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) o ABTS es un compuesto químico utilizado para observar la cinética de reacción de enzimas específicas.
- ***Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don:*** Esta planta tropical con pétalos que se caen con el menor movimiento es común en orillas de caminos y sitios perturbados, es un género de plantas herbáceas pertenecientes a la familia Melastomataceae.
- **Actividad farmacológica:** o actividad biológica son los efectos benéficos o adversos de una droga sobre la materia viva. Cuando la droga es una mezcla química compleja, esta actividad es ejercida por los principios activos de la sustancia o farmacólogos pero puede ser modificado por los otros constituyentes.
- **Acetona:** Compuesto orgánico líquido, incoloro, de olor agradable, inflamable y volátil, que se obtiene a partir del acetato de calcio, del ácido acético o de los gases procedentes del petróleo; también se produce en el organismo humano por la combustión incompleta de las grasas.
- **Azúcares reductores** son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar como reductores con otras moléculas que actuarán como oxidantes.
- **Capacidad o actividad antioxidante:** habilidad de los compuestos antioxidante para captar y estabilizar los radicales libres.
- **Compuestos Fenólicos:** son compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a lo menos a un grupo hidroxilo.
- **DMPD:** (N, N-dimetil-pfenilendiamina)
- **DPPH:** Abreviatura del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil. Este es un radical libre estable soluble que es neutralizado mediante un mecanismo de transferencia de hidrógeno.

- **Etanol:** Líquido incoloro, de olor fuerte e inflamable que se obtiene por destilación de productos de fermentación de sustancias azucaradas o feculentas, como la uva, la melaza, la remolacha o la papa, forma parte de numerosas bebidas (vino, aguardiente, cerveza, etc.) y se emplea principalmente como desinfectante.
- **Espectrofotometría:** es un método científico utilizado para medir cuánta luz absorbe una sustancia química, midiendo la intensidad de la luz cuando un haz luminoso pasa a través de la solución muestra, basándose en la Ley de Beer-Lambert.
- **Folin-Ciocalteu:** El reactivo es una mezcla de fosfomolibdato y fosfotungstato, usado para la determinación de antioxidantes fenólicos y polifenólicos.
- **Fitoquímica:** es una disciplina científica que tiene como objeto el aislamiento, análisis, purificación, elucidación de la estructura y caracterización de la actividad biológica de diversas sustancias producidas por los vegetales.
- **Flavonoides:** son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc.
- **Screening:** El tamizaje fitoquímico o Screening fitoquímico es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímica, que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta y a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés.
- **Melastomataceae** (alternativamente Melastomaceae) comprende unos 200 géneros y 4.500 especies de plantas herbáceas anuales o perennes, arbustos y pequeños árboles. Se distribuyen por las zonas tropicales (dos tercios de los géneros en América).
- **Metanol:** Líquido incoloro y muy tóxico, obtenido por destilación de la madera a baja temperatura o mediante la reacción del monóxido de carbono y el hidrógeno, que se emplea para desnaturalizar el alcohol etílico y como aditivo de combustibles líquidos.

- **Solubilidad:** Capacidad de una sustancia o un cuerpo para disolverse al mezclarse con un líquido.
- **Tanino:** Compuesto fenólico que abunda en muchas plantas y frutos. Son hidrosolubles, de sabor áspero y amargo. Su composición química es variable pero poseen una característica común, la de ser astringentes y coagular los alcaloides, albúminas y metales pesados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aranceta, J. (2015). *Frutas, Verduras y Salud*. . España;: Editorial Elsevier. .
- Baduí, S. (2016). *Química de los alimentos*. . México: Ed. Alambra Mexicana.
- Castro, E., González, J., Luna, M., & Vargas, O. (2014). *La Selva, Florula Vegetal*. Obtenido de <https://sura.ots.ac.cr/local/florula4/contacts.php>
- Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015).
Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 206-208.
- Duarte, J., & Vizcaíno, F. (2015). Protección cardiovascular con flavonoides.
Enigma farmacocinético. *Ars Pharmaceutica* , 193-200.
- Eynden, V., & Eduardo, C. (2008). Las plantas en la alimentación. En L. De la Torre, H. Navarrete, P. Muriel, M. Macía, & H. Balslev, *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador* (págs. 62-66). Quito: Herbario QCA & Herbario AAU.
- Farinha, P. (2014). *Efecto de liofilización y la adición de goma arábiga no potencial bioactivo de extractos de morango y kiwi*. Obtenido de Tesis final de Master. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Portugal.
- Fierro, A., Fernández, D., & Quintana, C. (2002). *SIDA, Contributions to Botany*. U.S.A: The Botanical Research Institute of Texas, Inc.
- Folinn, C. (2015). *Tyrosine and tryptophan determination in proteins*. España: J. Biol. Chem.

- Frank, A. (1993). *MELASTOMATACEAE*. San Francisco: Department of Botany California Academy of Sciences San Francisco, California, U.S.A.
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Valencia, Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia.
- Godos, Y. (2018). ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE *Cestrum auriculatum* L'Her (HIERBA SANTA). *TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO FARMACÉUTICO*. Chimbote, Perú.
- Granado, A. B. (2010). ESTUDIOS DE LOS MECANISMOS DE ACCIÓN MOLECULAR DE POLIFENOLES DE LA DIETA EN CULTIVOS CELULARES Y ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN. *MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR*. Madrid, España.
- Guevara, H., & Ibañez, K. (2018). Antioxidante regulador de estrés oxidativo en jóvenes y adultos de Buenos Aires. Trujillo, Perú. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10651/Guevara%20Otiniano%20Hilton%20Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guija, E., Inocente, M., Ponce, J., & Zarzosa, E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar. *Horizonte Médico*, 57-60.
- Gutiérrez, A. (2015). Radicales Libres. *Composición de ácidos grasos y peroxidación lipídica de mitocondrias y microsomas aislados de hígado*,

corazón y cerebro de aves de diferentes especies: relación con el tamaño corpora. La Plata, Buenos Aires , Argentina .

Gutiérrez, G. (2017). Flavonoides en el tratamiento de la hipertensión en pacientes geriátricos . *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 94-101.

Gutiérrez, J., Mondragón, P., García, L., Hernández, S., Ramírez, S., & Núñez, N. R. (2014). Breve descripción de los mecanismos moleculares de daño celular provocado por los radicales libres derivados de oxígeno y nitrógeno. *Revista de especialidades médico-quirúrgicas*, 446-454.

Hernández, R., Reyes, C., Martínez, J., López, J., & Lazalde, B. (2018). Estrés Oxidativo: Promotor de enfermedades. *IBN SINA*, 2.

Isaza, J., Veloza, L., Guevara, C., Ávila, Y., & Daz, O. (2005). ESTIMACION ESPECTROFOTOMETRICA DE FENOLES TOTALES EN ESPECIES DE LA FAMILIA MELASTOMATACEAE. *Actualidades Biologicas*, 75-79. Obtenido de Actualidades Biologicas .

Jeton, J. (2014). *Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Alimentos*. Obtenido de Desarrollo de bebidas con potencial antioxidante y antirradicalario a partir de frutos ecuatorianos.

Kanis, L. (30 de Abril de 2018). UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA. *Frutos liofilizados de Leandra australis e atividade em modelo*. Tubarão, Santa Catarina, Brasil.

- Konigsberg, M. (2008). *Radicales libres y estrés oxidativo. Aplicaciones médicas*. Ciudad de México: El Manual Moderno.
- Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, A., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 726-732.
- Lizárraga, E., Hernández, C., González, A., & Heredia, J. (2018). Propiedades antioxidantes e inmunoestimulantes de polifenoles. *Ciencia UAT*, 127-136.
- Londoño, J. (2012). Radicales Libres. En *Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad* (págs. 129-162). Colombia: Corporación Universitaria Lasallista.
- Luliana, S., Purwanti, N., & Kris, M. (2016). Pengaruh Cara Pengeringan Simplisia Daun Sengani (*Melastoma malabathricum* L.) Terhadap Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) . *Research in Pharmaceutical Sciences*, 120-129.
- Maldonado, O., Jiménez, E., Guapillo, R., & Ceballos, M. (10 de 08 de 2010). *Radicales libres y su papel en las enfermedades*. Obtenido de <http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/876/1/Radicales%20libres%20y%20su%20papel%20en%20las%20enfermedades.pdf>
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 211-219.

- Montalvo, K. (07 de 06 de 2011). Plantas Medicinales. *EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE ARTHROSTEMMA CILIATUM POR EL MÉTODO DE DIFUSIÓN EN AGAR*. Loja, Loja, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/4149/1/MONTALVO%20SARANGO%20KARLA%20FERNANDA%20.pdf>
- Moreno, E. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de frutas tropicales. Vol 43 N 3. *Revista Colombiana de Química*, 41-48.
- Ocampo, D., Valverde, C., Colmenares, A., & Isaza, J. (2014). Fenoles totales y actividad antioxidante en hojas de dos especies colombianas del género *Meriania* (Melastomataceae). *Revista Colombiana de Química*, 41-46.
- OMS. (2019). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>
- ONU. (2000). *OBJETIVO DE DESARROLLO DEL MILENIO*. Obtenido de <https://onu.org.gt/objetivos-de-desarrollo/>
- Pérez, J. (25 de 09 de 2007). DPPH (radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil) . *Metodología para la evaluación de ingredientes funcionales antioxidantes. Efecto de fibra antioxidante de uva en status antioxidante y parámetros de riesgo cardiovascular en humanos*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Plaza, E. (2016). TAMIZAJE QUÍMICO Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE HOJAS Y FRUTOS DE TRES ESPECIES DEL

GÉNERO *Miconia* (MELASTOMATACEAE). *REVISTA CIENCIA: DESARROLLO E INNOVACIÓN*, 43-48.

Plazas, E. (2016). TAMIZAJE QUÍMICO Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE HOJAS Y FRUTOS DE TRES ESPECIES DEL GÉNERO *Miconia* (MELASTOMATACEAE). *REVISTA CIENCIA: DESARROLLO E INNOVACIÓN*, 43-48.

Posada, J., Sierra, J., & Sanín, D. (2016). CATÁLOGO COMENTADO DE LAS ESPECIES DE MELASTOMATACEAE DE UN BOSQUE HÚMEDO A ORILLAS DEL RÍO CAUCA (CHINCHINÁ, CALDAS, COLOMBIA). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17-26.

Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables. *NUTRICION HOSPITALARIA*, 76-89.

Rodríguez, J. (2017). Determinación de polifenoles, actividad antioxidante, antielastasa, anticlagenasa y elaboración de una fórmula dermocosmética a partir del extracto hidroalcohólico de *Eisenia cokeri* M.A. Howe. *TESIS Para optar el Grado Académico de Doctor en Farmacia y Bioquímica*. LIMA, PERÚ.

Rodríguez, M. (2009). Proyecto/Trabajo final de carrera. *Determinación de la actividad antioxidante de pétalos comestibles*. Barcelona, Cataluña, España: Universidad Politecnica de Cataluña Barcelona.

Rosas, A. (2004). *Nuevas Fuentes de Antioxidantes Naturales*. Caracas: Printed in Venezuela.

- Sagar, K., & R.P, S. (2011). Génesis y desarrollo del método DPPH de ensayo antioxidante. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 412–422.
- Sánchez, R. J. (12 de 12 de 2013). La Química del Color en los Alimentos. *Revista Química Viva*, 234-246.
- Sancho, M., & Mach, N. (2015). Efecto de los polifenoles del vino sobre la prevención del cáncer. *NUTRICION HOSPITALARIA*, 535-551.
- Spaggiari, M. (2014). *Optimización del proceso de extracción de compuestos bioactivos de Actinidia spp, y la alta capacidad antioxidante*. Obtenido de Trabajo final de Carrera. Universidad degli Studi di Parma (Italia).
- Susanti, D., Sirat, H., Ahmad, F., Mat Ali, R., Aimi, N., & Kitajima, M. (2007). Flavonoides antioxidantes y citotóxicos de las flores de *Melastoma malabathricum* L. *Food Chemistry*, 710-716.
- Trillo, J. (Julio de 2015). Clasificación de lo Polifenoles. *EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE PRODUCTOS*. Almería, España.
- Valencia, E., Figueroa, I., Sosa, E., Bartolomé, M., Martínez, H., & García, M. (26 de 12 de 2016). Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29781/1/2.%201583-4794-2-PB.pdf>
- Valencia, E., Ignacio, I., Sosa, E., Bartolomé, M., Martínez, H., & García, M. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 1390-1869.

Zhang, B., Cai, J., Chang-Qing, D., Reeves, M. j., & He, F. (2015). A Review of Polyphenolics in Oak Woods . *International Journal of Molecular Sciences*, 6978-7014.

ANEXOS

Herbario GUAY

Facultad de Ciencias Naturales
Universidad de Guayaquil

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Orden: Mytales Juss. ex Bercht. & J. Presl

Familia: Melastomataceae Juss.

Género: *Arthrostemma* Pav. ex D. Don.

Nombre científico vigente: *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don.

Descripción taxonómica:

Herbácea trepadora; tallo escandente, tetragonal, verde, glabro. Hojas simples, opuestas, lámina ovada, plinervia, margen finamente aserrado. Inflorescencias paniculas, terminales. Corola de 4 pétalos, libres, lila. Cáliz de 4 sépalos, verde. Ovario ínfero, 4 lóculos. Fruto abayado.



1

Av. Juan Tanga Marengo y Av. Gómez Lince s.n.
P.O. Box 09-01-10634
Guayaquil-Ecuador

Anexos A. Certificación Taxonómica



Anexos B. Determinación de Humedad



Anexos C. Determinación de Cenizas



Anexos D. Muestra Recolectada de Arthrostemma ciliatum Pav. ex D. Don



Anexos E. Extractos Etanólico y Acuoso de *Arthrostemma ciliatum* Pav. ex D. Don