UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA

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

TEMA:

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*).

AUTOR:

MARÍA DE LOS ANGELES DÍAZ MUÑOZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIAS BÁSICAS, BIOCONOCIMIENTO Y DESARROLLO INDUSTRIAL

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

TUTORA:

Q.F. GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR, Mgs

GUAYAQUIL- ECUADOR

2021-2022

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
ANEXO X.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*).		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	MARÍA DE LOS ANGELES DÍAZ MUÑOZ		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Q.F. GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR, Mgs DRA. Q.F. ALEXANDRA MARÍA QUEDADA DELGADO, Mgs		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	QUÍMICO Y FARMACÉUTICO		
GRADO OBTENIDO:	TERCER NIVEL		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Octubre, 2021	No. DE PÁGINAS:	66
ÁREAS TEMÁTICAS:	CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Pulpa de maracuyá, DPPH, ABTS, antioxidante, enfermedades cardiovasculares.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): La presente investigación bibliográfica tiene el propósito de comparar los métodos DPPH y ABTS para la determinación de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá estableciendo así el desempeño que tienen al captar antioxidantes, el cual ofrecen grandes beneficios, tratar enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes mellitus, por aquello se realizó la búsqueda de revistas científicas, entre otras bases de datos de gran impacto que permitirán sustentar en tablas comparativas del tema planteado. Los resultados mostraron que el método DPPH dependiendo del extracto, posee una concentración inhibidora máxima media de 141,180 µg/ml, 130,397µg/ml, 123,689 µg/ml, 139,531 µg/ml, 0,9±0,2µmol/g, 1,02±0,4µmol/g, 0,9±0,2%, y el método ABTS presenta 2,3±0,6µmol/g, 2,7±0,1µmol/g, 2,3±0,6%. Se concluyó que el método ABTS presenta valores de actividad antioxidante más altos que el ensayo DPPH, y tiene la potencia de captar antioxidantes en menor tiempo que el DPPH. Además, muestra mayor ventaja en comparación al método DPPH, porque es quien mide la capacidad antioxidante de las sustancias lipofílicas e hidrofílicas y presenta un amplio espectro de absorbancia que va de 414 nm a 815 nm.			
ADJUNTO PDF:	SI	NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0967524231	E-mail: maria.diazmu@ug.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS		
	Teléfono: (04) 2293680		
	E-mail: www.fcq.ug.edu.ec		

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

Guayaquil, 29 septiembre 2021

Sr. /Sra. Dra. Q.F
MARIA AUXILIADORA ALARCON PERASO, Mgs
VICEDECANA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **"ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ *(Passiflora edulis)*"** de la Señorita Estudiante DÍAZ MUÑOZ MARÍA DE LOS ANGELES, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

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

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

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la Señorita Estudiante **DÍAZ MUÑOZ MARÍA DE LOS ANGELES** esta apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR

FIRMA DEL DOCENTE TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR
No. C.I. 0913042933
FECHA: 29 de septiembre de 2021

ANEXO VII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, septiembre de 2021

Dra.
María Auxiliadora Alarcón Perasso

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.

De mis consideraciones:
Envío a Ud. el Informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del trabajo de integración curricular ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) de la estudiante MARÍA DE LOS ANGELES DÍAZ MUÑOZ. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:
El título tiene un máximo de 22 palabras.
La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
Los soportes teóricos son de máximo 5 años.
La propuesta presentada es pertinente.
Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:
El trabajo es el resultado de una investigación.
El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

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

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de integración curricular.

Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

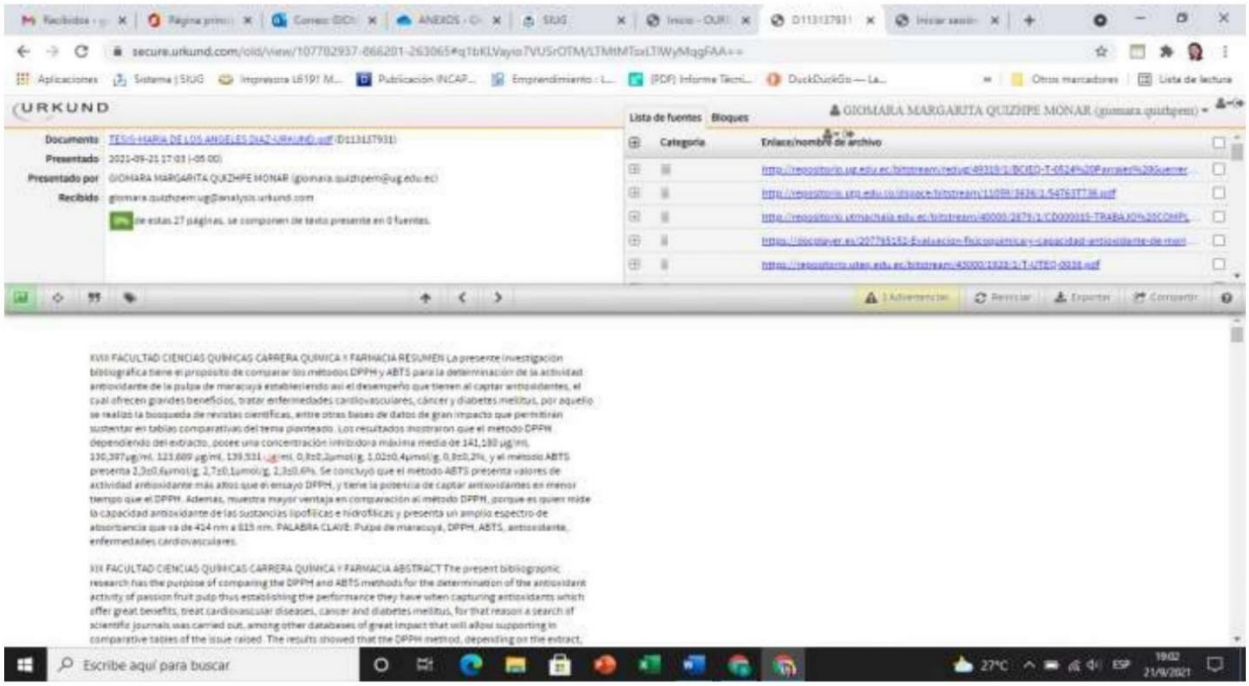
Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ALEXANDRA MARIA
QUESADA DELGADO

Dra. Alexandra Quesada Delgado
Docente Revisor
C.I. 1202485304
FECHA: septiembre de 2021

ANEXO VI. - CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrada **GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR**, tutora del trabajo de titulación, certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **DÍAZ MUÑOZ MARÍA DE LOS ANGELES**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de QUÍMICA Y FARMACIA. Se informa que el trabajo de titulación: "**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)**" ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 0% de coincidencia.



https://secure.urkund.com/old/view/107782937-866201-263065#q1bKLVayio7VUSrOTM/LTMtMTsxLTIWyMqgFAA==

Firmado electrónicamente por:
GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR

FIRMA DEL DOCENTE TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR
No. C.I. 0913042933
FECHA: 29 de septiembre de 2021

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document:	TESIS-MARÍA DE LOS ANGELES DIAZ-URKUND.pdf (D113137931)
Submitted:	9/22/2021 12:03:00 AM
Submitted By:	giomara.quizhpem@ug.edu.ec
Significance:	0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

Firmado electrónicamente por:
GIOMARA
MARGARITA
QUIZHPE MONAR

FIRMA DEL DOCENTE TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR
No. C.I. 0913042933
FECHA: 29 de septiembre de 2021

Guayaquil, 29 de septiembre del 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutora del Trabajo de Titulación, Certifico: Que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ *(Passiflora edulis)***, presentado **MARÍA DE LOS ANGELES DÍAZ MUÑOZ** con **C.I. 1204939191** 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 0% de coincidencia.

Lo Certifico:

Firmado electrónicamente por:
GIOMARA
MARGARITA
QUIZHPE MONAR

FIRMA DEL DOCENTE TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
GIOMARA MARGARITA QUIZHPE MONAR
No. C.I. 0913042933
FECHA: 29 de septiembre de 2021

Guayaquil, 4 de octubre del 2021

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrada Dra. Alexandra Quesada Delgado, Mg**, tutor revisor** del trabajo de titulación: **"ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)"** certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por **MARÍA DE LOS ANGELES DÍAZ MUÑOZ** con **C.I. 1204939191**, con mi respectiva Supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Químicos Y Farmacéuticos, en la Carrera de Química y Farmacia de la Facultad de Ciencias Químicas, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ALEXANDRA MARIA
QUESADA DELGADO

Dra. Alexandra Quesada Delgado, Mg.
TUTORA REVISORA
C.I.: 1202485304

Guayaquil, 21 de octubre de 2021

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

ACTA DE REGISTRO DE LA SUSTENTACIÓN FINAL

El tribunal de sustentación del trabajo de Integración curricular de la Srta. **María de los Angeles Díaz Muñoz** con **C.I.: 1204939191**, después de ser examinado en su presentación, memoria científica y defensa oral da por aprobado el trabajo de titulación.

Firmado electrónicamente por:
ALEXANDRA MARIA QUESADA DELGADO

Mgs. Alexandra Maria Quesada

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
SANDRA LISSETTE RECALDE LUNA

Mgs. Sandra Recalde Luna

DOCENTE MIEMBRO 2 DEL TRIBUNAL

MARIA FERNANDA CARRILLO RODRIGUEZ
Firmado digitalmente por MARIA FERNANDA CARRILLO RODRIGUEZ
Fecha: 2021.11.03 16:37:50 -05'00'

Mgs. Maria Fernanda Carrillo

DOCENTE MIEMBRO 1 DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
FRANCISCO XAVIER PALOMEQUE ROMERO

Ab. Francisco Palomeque Romero, Mgs.

SECRETARIO GENERAL

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

Yo, **MARÍA DE LOS ANGELES DÍAZ MUÑOZ** con **C.I. 1204939191**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de integración curricular, cuyo título es "**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)*"*,** es de absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al **Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN,** autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

Firmado electrónicamente por:
MARIA DE LOS ANGELES DIAZ MUNOZ

MARÍA DE LOS ANGELES DÍAZ MUÑOZ
C.I. 1204939191

***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.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres por ser el principal pilar en mi vida porque sentaron en mí, las bases de responsabilidad y humildad.

A mi esposo y mis hijos por ser mi mayor inspiración y fortaleza para no rendirme ante las adversidades.

María de los Angeles Díaz Muñoz

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por ser mi guía espiritual y darme la fuerza de seguir adelante en mi proyecto.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional en los primeros pasos de mi vida académica en la primaria y secundaria, además siempre han estado ahí en las dificultades que se me ha presentado en el camino.

A mi esposo por estar a mi lado apoyándome en todo el proceso de mi Carrera Universitaria, cabe enfatizar que la llegada de mis hijos ha sido como un soporte para no derrumbarme en las adversidades que se me han presentado, por ellos mi visión ha apuntado en alto cuando se trata de ser mejor madre para ellos, pensando siempre en ofrecerles lo mejor.

A la Universidad Guayaquil, que es la institución en la que permanecí todo el ciclo académico, el cual me ha servido para defenderme en lo laboral.

María de los Angeles Díaz Muñoz

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN XVIII
ABSTRACT XIX
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I PROBLEMA 3
I.1. Planteamiento del problema 3
I.1.1. Formulación del problema 3
I.2. Justificación 4
I.3. Hipótesis 4
I.4. Objetivos 4
I.4.1. Objetivo general 4
I.4.2. Objetivos específicos 5
I.5. Operacionalización de las variables 5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 6
II.1. Antecedentes 6
II.2. Maracuyá (*Passiflora edulis*) 8
II.2.1. Origen y distribución 8
II.2.2. Clasificación taxonómica 9
II.2.3. Descripción botánica 9
II.2.3.1. Planta 9
II.2.3.2. Hojas 10
II.2.3.3. Raíz 10
II.2.3.4. Fruto 10
II.2.3.5. Exocarpio 10
II.2.3.6. Mesocarpio 10
II.2.3.7. Endocarpio 10
II.2.3.8. Semilla 11
II.2.4. Usos 11
II.2.5. Valor nutricional 12
II.2.6. El maracuyá en el Ecuador 12
II.2.7. Manejo y control de plagas en maracuyá 12

II.2.7.1. Gallina ciega (Phyllophaga Sp.) 12
II.2.7.4.1. Manejo 13
II.2.7.4.2. Control 13
II.2.7.2. Mosca del botón floral (Dasiops inedulis) 14
II.2.7.5.1. Manejo 14
II.2.7.5.2. Control 15
II.3. Antioxidante 15
II.3.1. Clasificación de los antioxidantes 15
II.3.1.1. Antioxidantes enzimáticos o endógenos 15
II.3.1.1.1. Superóxido dismutasa 15
II.3.1.1.2. Glutatión peroxidasa 16
II.3.1.1.3. Catalasa 16
II.3.1.2. Antioxidantes no enzimáticos o exógenos 16
II.3.2. Antioxidantes y enfermedades cardiovasculares 16
II.3.3. Antioxidantes y el cáncer 17
II.3.4. Estrés oxidativo 17
II.3.5. Radicales libres 18
II.3.6. Componentes bioactivos con capacidad antioxidante 18
II.3.6.1. Vitamina C 18
II.3.6.2. Vitamina E 19
II.3.6.3. Flavonoides 19
II.3.6.4. Antocianinas 20
II.3.6.5. Flavonoles 20
II.3.6.6. Flavonas 21
II.3.6.7. Isoflavonas 21
II.3.6.8. Flavanonoles o flavan-3-oles 22
II.3.6.9. Neoflavonoides 23
II.3.6.10. Chalcones 23
II.3.7. Métodos para determinar el contenido antioxidante 23
II.3.7.1. Método DPPH 23
II.3.7.2. Método ABTS 24

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS 25
III.1. Diseño de la investigación 25
III.1.1. Investigación exploratoria 25
III.1.2. Investigación descriptiva 25
III.1.3. Investigación correlacional 25
III.1.4. Investigación explicativa 26
III.2. Recursos materiales 26
III.3. Población y muestra 26
III.4. Metodología 26
III.4.1. Método de DPPH para la determinación de la actividad antioxidante 26
III.4.2. Método de ABTS para la determinación de la actividad antioxidante 28
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 32
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38
BIBLIOGRAFÍA 39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Descripción taxonómica del maracuyá 9
Tabla II. Composición nutricional del maracuyá (Passiflora edulis) 12
Tabla III. Control químico de la gallina ciega (Phyllophaga Sp.) 13
Tabla IV. Cuadro comparativo de los métodos utilizados para la determinación de la capacidad antioxidante del maracuyá estudiadas en diferentes países del continente americano. 32
Tabla V. Resultados obtenidos de la evaluación fisicoquímico de la pulpa de maracuyá. 34
Tabla VI. Screening fitoquímico del extracto acuoso y alcohólico de la pulpa de maracuyá. 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta del maracuyá (Passiflora Edulis) 9
Figura 2. Fruto de maracuyá amarillo 11
Figura 3. Etapa adulta y larva de gallina ciega (Phyllophaga spp.) 13
Figura 4. Daño causado por la Dasiops inedulis en el botón floral de Pasiflora edulis. 14
Figura 5. Transferencia de electrones de las especies reactivas de oxígeno 17
Figura 6. Estructura básica y los grupos del esqueleto de los flavonoides..... 20
Figura 7. Estructura esquelética de los flavonoles 21
Figura 8. Estructura esquelética de las flavonas 21
Figura 9. Estructura esquelética de la flavona e isoflavona..... 22
Figura 10. Estructura esquelética de los flavanonoles 22
Figura 11. Estructura general de las chalcones 23
Figura 12. Curva de calibración con ácido ascórbico 27
Figura 13. Solución de 20mg/ml de reactivo DPPH..... 27
Figura 14. Evaluación de la actividad antioxidante por el método DPPH 28
Figura 15. Evaluación de la actividad antioxidante por el método ABTS..... 28
Figura 16. Determinación de flavonoides por el ensayo de Shinoda..... 29
Figura 17. Determinación de fenoles y taninos por el ensayo del cloruro férrico 30
Figura 18. Determinación de saponinas por el ensayo de Shinoda 30
Figura 19. Determinación de saponinas por el ensayo de Grignard..... 31
Figura 20. Resultados de la variación de AAO de la pulpa del maracuyá con relación al tiempo, realizado por Pardo A, et al. (2017); Ecuador..... 33
Figura 21. Resultados del porcentaje de inhibición de la pulpa del maracuyá, realizado por Pardo A. (2015); Ecuador. 34

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

AAO: Antioxidante

RL: Radicales libres

DPPH: 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo

µg: Microgramos.

TAC: Capacidad antioxidante total.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PT: Polifenoles Totales.

OPS: Organización Panamericana de la Salud

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

INEN: El Instituto Ecuatoriano de Normalización

IC50: Coeficiente de inhibición del radical en un 50%.

ABTS: Ácido 2,2'–azino–bis– (3–etillbenzotiazolin–6–sulfónico)

ERO: Especies reactivas del oxígeno.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DPPH Y ABTS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA PULPA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*).

Autor: María de los Angeles Díaz Muñoz

Tutor: Q.F. Giomara Margarita Quizhpe Monar, Mgs

RESUMEN

La presente investigación bibliográfica tiene el propósito de comparar los métodos DPPH y ABTS para la determinación de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá estableciendo así el desempeño que tienen al captar antioxidantes, el cual ofrecen grandes beneficios, tratar enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes mellitus, por aquello se realizó la búsqueda de revistas científicas, entre otras bases de datos de gran impacto que permitirán sustentar en tablas comparativas del tema planteado. Los resultados mostraron que el método DPPH dependiendo el extracto, posee una concentración inhibidora máxima media de 141,180 µg/ml, 130,397µg/ml, 123,689 µg/ml, 139,531 µg/ml, 0,9±0,2µmol/g, 1,02±0,4µmol/g, 0,9±0,2%, y el método ABTS presenta 2,3±0,6µmol/g, 2,7±0,1µmol/g, 2,3±0,6%. Se concluyó que el método ABTS presenta valores de actividad antioxidante más altos que el ensayo DPPH, y tiene la potencia de captar antioxidantes en menor tiempo que el DPPH. Además, muestra mayor ventaja en comparación al método DPPH, porque es quien mide la capacidad antioxidante de las sustancias lipofílicas e hidrofílicas y presenta un amplio espectro de absorbancia que va de 414 nm a 815 nm.

PALABRA CLAVE: Pulpa de maracuyá, DPPH, ABTS, antioxidante, enfermedades cardiovasculares.

COMPARATIVE STUDY OF THE DPPH AND ABTS METHODS FOR THE DETERMINATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PASSION FRUIT PULP

Author: María de los Angeles Díaz Muñoz

Advisor: Q.F. Giomara Margarita Quizhpe Monar, Mgs

ABSTRACT

The present bibliographic research has the purpose of comparing the DPPH and ABTS methods for the determination of the antioxidant activity of passion fruit pulp thus establishing the performance they have when capturing antioxidants which offer great benefits, treat cardiovascular diseases, cancer and diabetes mellitus, for that reason a search of scientific journals was carried out, among other databases of great impact that will allow supporting in comparative tables of the issue raised. The results showed that the DPPH method, depending on the extract, has an average maximum inhibitory concentration of 141,180 µg/ml, 130,397µg/ml, 123,689 µg/ml, 139,531 µg/ml, 0,9±0,2µmol/g, 1,02±0,4µmol/g, 0,9±0,2%, and the ABTS method presents 2,3±0,6µmol/g, 2,7±0,1µmol/g, 2,3±0,6%. It was concluded that the ABTS method has higher antioxidant activity values than the DPPH test, and has the power to capture antioxidants in less time than the DPPH. In addition, it shows a greater advantage compared to the DPPH method, because it is the one that measures the antioxidant capacity of lipophilic and hydrophilic substances and has a wide absorbance spectrum that ranges from 414 nm to 815 nm.

Keywords: Passion fruit pulp, DPPH, ABTS, antioxidant, cardiovascular diseases

INTRODUCCIÓN

El maracuyá es un fruto tropical, su nombre científico *Passiflora edulis*, es originario de América y pertenece a la familia *Passifloraceae*, es conocida como fruta de la pasión debido a que su flor tiene los símbolos de la Pasión de Cristo, su sabor dulce y ácido a la vez, contiene diversas vitaminas y minerales, es un potente antioxidante lo que proporciona variedad de beneficios en la salud, entre ellas ayuda a combatir la ansiedad, depresión, nerviosismo y presión arterial además de estimular la actividad del corazón y relajar los vasos sanguíneos, por otra parte debido a su elevado contenido en fibras y potasio lo convierte en un excelente diurético. Está constituida por 2 tipos de maracuyá con frutas de color amarillo (*Passiflora edulis* Sims var. Flavicarpa) y frutas de color morado (*Passiflora edulis* Sims var. Purpurea), estas comparten las mismas propiedades. El fruto más común es el amarillo, ya que es adaptable a variedades de climas y altitudes, mientras el fruto morado se las encuentra solo en lugares más altos (Zanin, 2021).

En la actualidad el maracuyá tiene múltiples usos tanto el fruto, cáscara, semilla y hojas. El fruto fresco, simple y concentrado es útil en industrias de alimentos como en bebidas, lácteos y repostería; mientras la cascara se extrae pectina útil en la alimentación animal; en la semilla se extrae el aceite esencial que es empleado en alta cocina; por ultimo las hojas se las emplea como materia prima en industrias farmacéuticas y cosméticas (Tapia, 2013).

Se han realizado diversos estudios con el fin de demostrar la presencia de componentes bioactivos en el fruto del maracuyá, entre las técnicas básicas que se han empleado es el tamizaje fitoquímico o también conocido sreening fitoquímico, lo que ha permitido determinar compuestos bioactivos como flavonoides, alcaloides, carotenoides, taninos, fenoles, cumarinas, saponinas y glucósidos cianógenos, los que ejercen propiedades antihipertensivo, antifúngico, antiinflamatorio, entre otras (Parrales & Peralta, 2020). Estos compuestos bioactivos que se obtienen del tamizaje fitoquímico proporciona potente capacidad antioxidante lo que permite neutralizar radicales libres causantes del estrés oxidativo en el organismo humano (Villalba, 2018).

Existen diversos métodos para medir la capacidad antioxidante del fruto de maracuyá entre ellos se encuentran: el DPPH, ABTS, DMPD, siendo el más común el DPPH, es la técnica que emplea el radical 2-difenil-1-picrilhidracil, este radical es estable, se lo obtiene disolviendo en medio orgánico posee un espectro de absorbancia 515 nm, en el espectro presenta ventajas como de reproducibilidad, rapidez y simplicidad (Vázquez et al., 2019), el fin de esta técnica es valorar la capacidad secuestradora de radicales en extractos naturales (Jumbo, 2015). Por otra parte, el ABTS tiene gran ventaja presentando en el espectro de absorbancias de 414 nm, 654 nm, 754 nm y 815 nm en medio alcohólico. Para Mesa-Vanegas et al, 2010 debido a interacción de especies donantes de hidrógeno o de electrones se fundamenta la cuantificación de la decoloración del radical ABTS (Vázquez et al., 2019).

Hoy en día existe un interés progresivo sobre la importancia del consumo de frutas y verduras, estos son componentes principales para llevar una dieta saludable. La Asociación Americana del Corazón y otros organismos internacionales recomiendan que nuestra dieta diaria debe de estar incluido 5 o más porciones de frutas y verduras (Alianza por la Salud Alimentaria, 2021). En el 2021 se realizó un taller internacional sobre frutas y verduras, se reunieron expertos mundiales para hablar sobre los factores que contribuyen al bajo consumo de frutas y verduras, incluyendo la producción de alimentos, cadenas de valor y precios, debido a esta preocupación concretaron adoptar estrategias para superar estos factores, el cual consiste en proporcionar evidencia científica sobre los beneficios que trae consigo el consumo de frutas y verduras para la salud; además de identificar la efectividad de políticas y programas que promueven el consumo, producción y cadenas de valor sostenible. Sin embargo, el taller estuvo integrado por 5 sesiones virtuales entre el 24 de agosto y 9 de septiembre de 2021. Se encontró conformado por la FAO, OPS/OMS y por 35 especialistas en producción agrícola, nutrición, salud y políticas públicas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2021).

CAPÍTULO I PROBLEMA

I.1. Planteamiento del problema

En la actualidad existe una problemática a nivel mundial que está asociado al estrés oxidativo, el cual afecta principalmente a los lípidos y proteínas produciendo alteraciones en el ADN y diversos cambios que aceleran el envejecimiento del cuerpo desencadenando daños en la salud del humano. La química de radicales libres ha sido objeto de muchos estudios, son sustancias químicas muy reactivas que introducen oxígeno en las células, responsables del daño celular causante de enfermedades degenerativas como el cáncer, enfermedades metabólicas como la diabetes mellitus y otras enfermedades cardiovasculares.

Los agentes externos que causan procesos oxidativos en el organismo son: la radiación UV, el alcoholismo, consumo de drogas, tabaco, contaminación del aire, ciertos medicamentos, ejercicio excesivo, dieta hipercalórica y dietas bajas en antioxidantes, los mecanismo de defensa no son suficiente para erradicar los efectos de los radicales libres en el organismo (Jumbo, 2015).

Es de resaltar que a nivel mundial las enfermedades cardiovasculares afectan en su mayoría a los países de ingresos bajos y medianos como es Latinoamérica. En Ecuador las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte, con altas tasas de mortalidad con un total de 26,49% en el 2019. Sin embargo, el Ministerio de Salud Pública en entorno al día mundial del corazón, conmemorada el 29 de septiembre, implementa estrategias para disminuir dichas estadísticas con la finalidad de generar conciencia en la población. Por ello en este año la Organización Panamericana de la Salud (OPS) pretende realizar una campaña, el cual se denomina “Conoce tus números, cuida tu corazón (Ministerio de Salud Pública, 2020).

I.1.1. Formulación del problema

¿De qué manera influye el desempeño de los métodos químicos DPPH y ABTS sobre la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá?

I.2. Justificación

El proyecto tiene un enfoque bibliográfico sobre el empleo de dos métodos químicos el DPPH y ABTS, el cual están basados en la captación de los antioxidantes que presenta la pulpa de maracuyá, siendo beneficiosa para la salud.

Actualmente se ha demostrado que la actividad antioxidante que tienen las frutas y verduras son útiles para tratar enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes mellitus, combatir el daño celular causado por radicales libres, cabe destacar que esta propiedad es atribuida por el contenido de los compuestos bioactivos, por último ofrece nutrientes importantes para llevar una dieta saludable con un alto contenido de vitaminas A, E, C, minerales como hierro, sodio, potasio, fósforo y altos niveles de fibras mejorando el tránsito intestinal.

El propósito del estudio es abordar sobre el desempeño de los métodos químicos DPPH y ABTS estableciendo las diferencias que estos tienen al captar antioxidantes en el maracuyá, destacando la importancia de conocer los compuestos bioactivos (fenoles, saponinas, flavonoides y taninos) presente en el fruto, el cual ayuda a disminuir el uso de productos que son propensos a causar enfermedades cancerígenas en los seres humanos.

I.3. Hipótesis

Los métodos DPPH y ABTS permiten la determinación de la capacidad antioxidante de la pulpa de maracuyá.

I.4. Objetivos

I.4.1. Objetivo general

Comparar mediante revisión bibliográfica los métodos DPPH y ABTS para la determinación de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá.

I.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el desempeño de los métodos DPPH y ABTS en la determinación de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá.
- Describir los parámetros fisicoquímicos de la pulpa de maracuyá.
- Identificar los compuestos bioactivos contenidos en la pulpa de maracuyá.

I.5. Operacionalización de las variables

Variable independiente: Pulpa de maracuyá.

Variable dependiente: Desempeño de los métodos DPPH y ABTS en la captación de antioxidantes.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

II.1. Antecedentes

En el año 2015 en la provincia del Oro cantón Machala de nuestro país Ecuador Annabell Pardo, realizó un estudio sobre: “Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en la pulpa del maracuyá (*Passiflora edulis*)”. El estudio se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Machala, el cual se evaluó la capacidad antioxidante de la pulpa de maracuyá mediante extracto acuoso y etanólico 1:2, y como patrón el ácido ascórbico, a través del método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo), por otra parte se determinó la presencia de compuestos bioactivos mediante el análisis fitoquímico y cromatografía de capa fina, presentando resultados significativos en el extracto etanólico, por tanto, el autor concluyó que el método DPPH tiene una elevada sensibilidad y excelente desempeño en captar radicales libres, presenta un valor expresado en IC_{50} (Concentración inhibidora máxima media) en extracto etanólico 1:2 de 130,397 µg/mL, mientras en el extracto acuoso 1:2 fue alto de 141,180 µg/mL. En cuanto al porcentaje de inhibición del radical DPPH fue de 36,3 y 29,6 (Jumbo, 2015).

En el año 2019, en México, los autores María del Carmen Vázquez, Yanet Chávez Reyes, Moisés Mata García, de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, Departamento de Ingeniería Química, realizaron un estudio titulado: “Frutas tropicales como fuentes de antioxidantes y sus perspectivas en la industria de bebidas”. El estudio se basa en una investigación bibliográfica, la cual tuvo como objetivo abordar la importancia de las propiedades antioxidantes que tienen las frutas tropicales y los diversos métodos que permiten la determinación del contenido antioxidante de los frutos. Se presentó una tabla con los estudios más relevantes sobre el contenido de antioxidantes en frutas tropicales como la pulpa del mango, plátano, pulpa sanguinolentum, pulpa caimito, guayaba, piña, mango, papaya, chirimoya, zapote blanco, nance amarillo, mamey zapote, incluyendo el fruto del maracuyá, se empleó los métodos DPPH, ABTS y DMPD, cada uno de ellos reportaron resultados en porcentaje del contenido antioxidante, 0,9±0,2% mediante el método de DPPH; 2,3±0,6% mediante el método ABTS y por último 5,0±0,2% por el método DMPD. Aquellos autores concluyeron que la determinación de la capacidad antioxidante varía en cada método,

además de los solventes y condiciones empleadas como son: la temperatura, agitación, presión y tiempos (Vázquez et al., 2019).

El estudio titulado: “Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (*Pasiflora edulis*)” realizados por Annabell Pardo, Nubia Matute, Ana Echavarria, en el año 2017 en Ecuador. Este proyecto tuvo como propósito evaluar los componentes fisicoquímicos y determinar la capacidad antioxidante de la pulpa de maracuyá en extracto hidroalcohólico a diferentes concentraciones mediante el método ABTS, la muestra se tomó en el Estero Medina, Cantón de Santa Rosa (El Oro). Los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos que el estudio presentó fue un pH de 3,12; acidez 0,57g de ácido cítrico; 13,76 ºBrix; 1,066 g/ml de densidad; y 5mPas de viscosidad, basando todos en la norma NTE INEN 2337:2008, todos cumpliendo lo especificado por la norma. Por tanto los autores concluyeron que los antioxidantes contenidos en el extracto acuoso y alcohólico tienen la capacidad en neutralizar al radical ABTS, debido a la disminución de la coloración azul-verde intenso (Pardo et al., 2018).

Otro estudio realizado en el año 2017 en Ecuador, en la Universidad Técnica de Machala por los autores Angie López, Nubia Matute, Ana Echavarria, con el título: “Evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante de moringa (*Moringa oleífera*) y maracuyá (*Passiflora edulis*). Realizaron una evaluación el análisis del extracto hidroalcohólico de las hojas de moringa y el extracto acuoso de la pulpa de maracuyá en diversas concentraciones 1:2, 1:5, 1:8. Los resultados de las propiedades fisicoquímicas del maracuyá fueron un pH de 3,12±0,03; acidez g/100g de 57±0,02; Sólido soluble ºBrix 13,76±0,01; 1,35 índice de refracción, mientras en la moringa presento un pH de 5,60±0,03; acidez g/100g de 0,53±0,02, Sólido soluble ºBrix de 22,29±0,01 y un índice de refracción de 1,37. Los autores concluyeron que tanto la maracuyá como la moringa cumplieron con lo establecido de la norma INEN 2337:2008 y en la actividad antioxidante mediante el método DPPH de la mezcla 1:8 obtuvo un valor de IC_{50} de 139,531 µg/mL y 41,4% de inhibición, lo que es ideal para bebidas funcionales (Matute et al., 2016).

El estudio titulado: “Aplicación de diversos métodos químicos para determinar la actividad antioxidante en pulpa de frutos”, realizado el año 2005 en Brasil por los autores Marta Kuskoski, Agustín Asuero, Ana Troncoso, et al. La investigación tuvo por objetivo

la determinación del índice de fenoles totales, antocianinas totales y la capacidad antioxidante de la pulpa de frutos congelados comercializados en el mercado sur de Brasil. Se determinó la actividad antioxidante de los frutos como la mora, uva, açai, guayaba, fresa, acerola, piña, mango, graviola, cupuaçu y maracuyás expresados en TEAC equivalente a trolox, mediante los métodos DMPD, ABTS y DPPH a un determinado tiempo. DMPD en 10 minutos, ATBS 1 y 7 minutos por último DPPH 30 y 60 minutos. Los autores concluyeron que las muestras ensayadas presentaron valores de un máximo y mínimo en el método ABTS 1198,9 y 37,0 mg/100g; en DPPH 959,1 y 43,18 mg/100g y DMPD 789,3 y 83,7mg/100g (Kuskoski et al., 2005).

II.2. Maracuyá (*Passiflora edulis*)

II.2.1. Origen y distribución

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es originaria de América, en específico viene de la región amazónica de Brasil, es denominada fruta de la pasión. Brasil es uno de los países que contiene unas 150-200 especies de las 465 existentes de *Pasiflora*, convirtiéndose en un mayor productor mundial (Torres, 2002).

La explicación del origen del nombre maracuyá radica desde los indígenas de Brasil, ellos fueron quienes llamaron al fruto “maraú-ya” que significa fruto comestible de un sorbo. Sin embargo, la planta de maracuyá en los distintos países tiene un sin número de nombres como parcha o parchita en Venezuela, Puerto Rico y algunas regiones de Colombia; lilikoi en Hawaii; ceibey en Cuba; couzou, grenedille, barbadine y fruit de la passion en Francia; maracuja y passionsfrucht en Alemania. En los años 70 el cultivo del maracuyá se introdujo comercialmente al Ecuador, aunque en la actualidad su cultivo tiene una extensión grande en Australia, Sudáfrica, Nueva guinea, India, Sri Lanka, Taiwán, Venezuela, Perú y Colombia entre otros (Cañizares & Jaramillo, 2015).

II.2.2. Clasificación taxonómica

Tabla I. Descripción taxonómica del maracuyá

Maracuyá	
Nombre científico:	*Passiflora edulis*
Nombres comunes:	Maracuyá, Parchita, Parcha
Reino:	Plantae
División:	Espermatofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Passiflorales
Suborden:	Flacourtinae
Familia:	Passifloraceae
Género:	Passiflora
Especie:	Edulis
Variedades:	Purpúrea y flavicarpa

Fuente: (Guzmán, 2015)

II.2.3. Descripción botánica

II.2.3.1. Planta

El maracuýa es una planta trepadora, perenne, tiene ramas que miden de 20 metros de largo, tallos verdes y zarcillos axilares estas se enrrollan de forma espiral siendo más largas que las hojas (Robles, 2010).

Figura 1. Planta del maracuyá *(Passiflora Edulis)*
Fuente: (Robles, 2010)

II.2.3.2. Hojas

La disposición de la hoja y el nudo son simples y alternas, están formados por tres lóbulos con un margen finamente dentado, mide un largo de 20 cm, son de color verde oscuro, pero brillante en el haz y pálido sin brillo en el envés, además de un zarcillo en la axila de cada hoja presenta yema florífera y vegetativa (Parrales & Peralta, 2020).

Sin embargo, sus hojas tienen propiedades terapéuticas debido a los efectos depresores sobre el sistema nervioso central actuando como calmante, tranquilizante, sedante, incluso hipnóticos. Otros de los principales usos tener efectos diurético, antiespasmódico, hipotensor, diaforético y antipiréticos (B. A. R. Santos, 2017).

II.2.3.3. Raíz

Sistema radicular ramificado y superficial, sin raíz pivotante, presenta 10 cm de profundidad en un mayor volumen de raíces y 45 cm mayor cantidad de raíces finas(Zambrano, 2019).

El 68% de las raíces están a una distancia de 0,60 m del tronco, el cual es un factor que se considera al momento de la fertilización y riego (Parrales & Peralta, 2020).

II.2.3.4. Fruto

Es una baya cuya corteza es de color amarillo con una consistencia lisa, dura y cerosa de 0,03 m de espesor, tiene una forma ovoide, un diámetro de 0,04-0,08 m y de largo 0,06-0,08 m, el ápice y la base son redondeados (Torres, 2002).

II.2.3.5. Exocarpio

Es la cáscara o corteza externa del fruto de un aspecto brilloso debido a que está cubierto de cera natural, cuando se encuentra maduro su color varía de verde a amarillo (Robles, 2010).

II.2.3.6. Mesocarpio

Es la parte intermedia del fruto, es blanda porosa y está formada de pectina, tiene un grosor de 6 mm (Robles, 2010).

II.2.3.7. Endocarpio

Es la pulpa amarilla aromática, ácida de sabor agridulce, se encuentra rodeada de una membrana mucilaginosa que cubre las semillas (Robles, 2010).

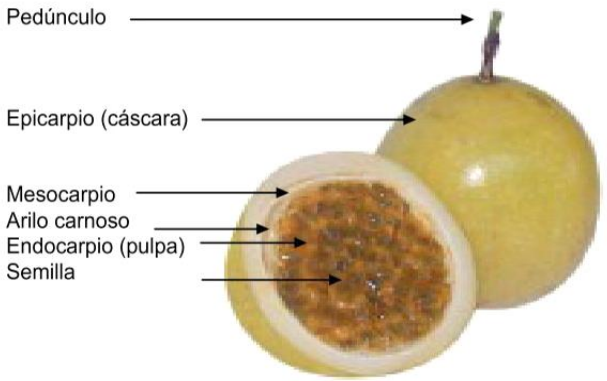


Figura 2. Fruto de maracuyá amarillo
Fuente: (Robles, 2010)

II.2.3.8. Semilla

Son de color negro y ovaladas de largo 5 a 6 mm y de ancho 3 a 4 mm, de aspecto reticulado, envueltas por la pulpa amarilla y aromática, el número de semillas, la producción del jugo y el peso del fruto depende del número de granos de polen sobre el estigma. Las semillas están compuestas por 10% de proteínas y de 20 a 25% de aceite (Parrales & Peralta, 2020).

II.2.4. Usos

El maracuyá tiene propiedades tanto alimenticias como fármaco-dinámica la cual está presente en el jugo o pulpa, cáscara y semillas. La fruta fresca está constituida por el 30-40% de pulpa, 50-60% de cáscara, 10-15% de semilla, tiene grandes usos desde la fruta fresca para el consumo de jugos naturales hasta industrializadas presentes en gaseosas, yogurt, néctares, helados, mermeladas, licores, enlatados, pudines, además de estar presentes en pastelerías, confitería, y en mezclas de jugos con diversos tipos de frutas como la piña, guayaba entre otras. La presentación que esta fruta se encuentra en el mercado internacional es de jugo simple o concentrado (Valarezo, 2016).

Además, sus propiedades medicinales se le atribuye debido a la presencia de flavonoides, tiene acción antioxidante por lo que tiene un empleo contra enfermedades degenerativas: cáncer, cardiovasculares, diabetes mellitus entre otras (Valarezo, 2016).

II.2.5. Valor nutricional

Tabla II. Composición nutricional del maracuyá (*Passiflora edulis*)

Compuesto	Total	Unidad
Agua	82	%
Proteínas	0.8	%
Grasas	0.6	%
Carbohidratos	15	%
Fibra	0.4	%
Calcio	5.0	mg
Cenizas	1.2	%
Fosforo	18.0	mg
Hierro	0.3	mg
Vitamina C	12	mg
Calorías	78	Kcal

Fuente: (Borrero, 2015)

II.2.6. El maracuyá en el Ecuador

El Ecuador posee gran ventaja entre otros países productores del maracuyá al poseer zonas tropicales y subtropicales, son condiciones climáticas adecuadas para el cultivo del maracuyá esta incide en la calidad de la fruta, por aquello Ecuador se ha convertido en el principal productor de Sudamérica (Franco, 2017).

En la actualidad el cultivo cubre una superficie de 28750 hectáreas, las principales zonas de cultivo están ubicadas en las provincias de Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Manabí, El Oro y Santo Domingo de los Tsáchilas (Franco, 2017).

II.2.7. Manejo y control de plagas en maracuyá

II.2.7.1. Gallina ciega (*Phyllophaga Sp.)*

El género phyllophaga, es una especie de escarabajo o también llamados ronrones de mayo que pertenece a la familia Scarabaeidae y subfamilia melolonthinae, sin embargo, son larvas de 3 estadios larvales. En su etapa adulta se alimentan las raíces, hojas, botones, brotes tiernos y néctar de las flores, en las raíces afectan de forma voraz

cuando la larva se encuentra en el tercer estadio, los adultos son quienes ponen los huevecillos en el suelo, las larvas son las responsables del daño en las raíces, cuando estás han sido podadas no se desarrollan bien, presentan síntomas de deficiencia de agua y nutrientes (E. R. Santos, 2016).

Esta larva está adaptada a condiciones ambientales adversas, su distribución es amplia y se encuentran en todos los países del continente americano, se presentan en terrenos con un mayor porcentaje de materia orgánica en donde abundan los zacates. Tiene un ciclo de vida que dura de 6 meses a 3 años en climas fríos extremos, consta de 4 etapas: huevo, larva, pupa o crisálida, adulto. Los ataques por lo general son esporádicos, localizados y difícil de predecir. Es de mayor importancia económica ya que un ataque severo puede afectar parte de una siembra entera (E. R. Santos, 2016).

Figura 3. Etapa adulta y larva de gallina ciega (*Phyllophaga spp.)*

Fuente: (Suarez, 2017)

II.2.7.4.1. Manejo

Se debe aplicar insecticidas a bases de hongos *Metarhizium anisopliae* y *Cardieps sp.* Son especies que ejercen un control sobre estas plagas en el suelo (Aplicación de agroquímicos XII., 2021).

II.2.7.4.2. Control

Tabla III. Control químico de la gallina ciega (*Phyllophaga Sp.)*

Ingrediente activo	Marca comercial	Toxicología	Dosis
Bifentrina	Baygon Plaquitas	II	1,0-1,25 L/ha
Diazinón granulado 4%	Basudin	II	18 a 28 kg por hectárea

Imidacloprid	Blattanex Ultra Gel	II	800 g

Fuente: (Aplicación de agroquímicos XII., 2021)

II.2.7.2. Mosca del botón floral (*Dasiops inedulis*)

Insecto conocido también como sonsa mide de 4 a 5 mm, tiene un brillo negro metálico, con alas transparentes y basitarsos amarillos, se alimenta de las anteras inmaduras de los botones florales, el ataque más severo es en los tamaños medio del botón floral de 1 a 3 cm de longitud, afecta al desarrollo completo el cultivo de las pasifloras, el daño que provoca se observa tanto en los botones, frutos y flores (Vera, 2016).

Tiene un ciclo de vida entre 27 a 35 días, y pasa por 4 estadio: huevo (3 a 5 días), larva (6 a 8 días), pupa (12 a 14 días), adulto (6 a 8 días). La hembra tiene la capacidad de depositar 2 a 5 huevos en el interior del botón, al eclosionar estas comienzan alimentarse de las anteras, el cual puede crecer hasta 6 mm. Sin embargo, el daño en el botón que produce este insecto es observar la perdida de brillo, amarillento y marchitamiento final (Vera, 2016).

Figura 4. Daño causado por la *Dasiops inedulis* en el botón floral de *Pasiflora edulis.*

Fuente: (Sierra et al., 2018)

II.2.7.5.1. Manejo

Para un excelente manejo se recomienda disponer de trampas de McPhail cebada con proteínas hidrolizada, el cual se aplica extractos de jabillo al 5% con higuerilla al 25% (Hernandéz et al., 2011).

Sin embargo, en la etapa de floración o de botones se aplica 80 cc de extracto de ají + ajo en 16 L de agua (Hernandéz et al., 2011).

II.2.7.5.2. Control

Se destaca el uso de productos químicos como cebadas con proteína hidrolizada constituida por: lambda cihalotrina + tiametoxan y malathion. Por otra parte de origen biológico con base en un umbral de acción empírico (Varon, 2020).

II.3. Antioxidante

Se conoce como antioxidante aquellas sustancias, que impiden o retrasan la oxidación de ciertos compuestos (Zamora, 2007).

Un ejemplo: las reacciones de los ácidos grasos trans es un factor de riesgo de enranciamiento oxidativo desencadenando diversas enfermedades como cardiovasculares, inflamación, cáncer y diabetes, esto se produce tanto en los alimentos y en el organismo de los seres humanos. Por ello la OMS y la OPS recomienda un bajo consumo menos del 1% (Ballesteros et al., 2012).

Las sustancias antioxidantes son indispensables para facilitar el manejo del oxígeno para las mitocondrias celulares, lo que favorece la creación de complejos que combaten las reacciones que producen los radicales oxidantes, el cual permite evitar o combatir ciertas enfermedades crónicas (Zamora, 2007).

II.3.1. Clasificación de los antioxidantes

Los antioxidantes se clasifican en enzimáticos y no enzimáticos, también conocidos como endógenos y exógenos, los cuales protegen las células del estrés oxidativo (Sanchéz, 2013).

II.3.1.1. Antioxidantes enzimáticos o endógenos

Estos antioxidantes se originan en el propio organismo, basados en enzimas y coenzimas, entre otros. Dentro de estos se ubican tres enzimas que son imprescindibles para esta actividad, como lo son:

II.3.1.1.1. Superóxido dismutasa

Esta cataliza la disminución del radical superóxido, para lograr la formación de peróxido de hidrógeno (Sanchéz, 2013).

II.3.1.1.2. Glutatión peroxidasa

Esta es una proteína que tiene cuatro átomos de selenio y su sustrato esencial es el glutatión, el cual es capaz de conjugarse con compuestos que pueden llegar a ser muy tóxicos. Así mismo, se encarga de la reducción de hidroperóxidos intracelulares, peróxidos de hidrógenos y grandes moléculas de peróxidos lipídicos, transformándolas en moléculas inofensivas, previniendo la formación de radicales libres (Sanchéz, 2013).

II.3.1.1.3. Catalasa

Enzima que se encarga de catalizar el peróxido de hidrogeno transformando en producto final agua y oxígeno (Parisaca & Quispe, 2019).

II.3.1.2. Antioxidantes no enzimáticos o exógenos

Son aquellos que se obtienen a través de la alimentación, ya que estos se encuentran en nuestro entorno natural, estos pueden ser las vitaminas A, E y C, el betacaroteno, los licopenos, los flavonoides, minerales de zinc y selenio, entre otros(Sanchéz, 2013).

Entre ellas se encuentran el ubiquinol, ácido úrico, glutatión, melatonina, ácido dihidrolipóico, ácido ascórbico, tocoferol (Parisaca & Quispe, 2019).

II.3.2. Antioxidantes y enfermedades cardiovasculares

Diversos estudios epidemiológicos han estudiado el efecto protector de los antioxidantes contra enfermedades cardiovasculares como arteriosclerosis e infarto de miocardio se ha revelado que la vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E (alfatocoferol), y betacarotenos presentes en las frutas y verduras, juegan un papel importante en la prevención de estas enfermedades. Los factores vasodilatadores son los que ofrecen efectos vasoprotectores, antiaterogénicos, vasorrelajantes y antihipertensivos (Fundación Eroski, 2013).

El colesterol DLD oxidasa constituye el desarrollo de la placa aterosclerótica, el cual induce un proceso de apoptosis y el incremento de estos pueden ocasionar displasia fibromuscular focal y degeneración de la capa media de las arterias coronarias. Se ha demostrado en ensayos in vitro que una dieta rica en vitamina E y betacarotenos presentan una resistencia a la oxidación del colesterol DLD (Zamora, 2007).

II.3.3. Antioxidantes y el cáncer

En la actualidad los suplementos antioxidantes han generado gran demanda en consumo y producción ya que se estima que tiene beneficios para prevenir el cáncer, enfermedades Alzhéimer y otras dolencias crónicas (Fundación Eroski, 2013).

Por otra parte, se han realizado estudios de laboratorio que indican que la presencia de antioxidantes no previenen el daño en las células producidos los radicales libres, lo que se ha estado asociado con la presencia del cáncer (Fundación Eroski, 2013).

El “National Center for Complementary and Alternative Medicine” de Estados Unidos, afirma que no hay evidencia científica que respalde el empleo de antioxidantes sea beneficioso en los pacientes con cáncer. Sin embargo, una vez aparecido el tumor no se han establecidos resultados definitivos de una asociación positiva entre la ingesta de antioxidantes y la progresión del cáncer (Fundación Eroski, 2013).

En el año 2008, se realizaron 20 estudios clínicos, se analizaron que el consumo de suplementos antioxidantes de las vitaminas A, C y E; betacarotenos y selenio, se encontraron efectos positivos en personas con cáncer. (Fundación Eroski, 2013).

II.3.4. Estrés oxidativo

Es un estado de las células del organismo, se encuentra alterada la homeostasis oxido-reducción intracelular, quiere decir que existe una alteración del balance entre prooxidante y antioxidante, el causante de este desbalance son las especies reactivas de oxígeno (ROS) que favorecen el surgimiento de diversas enfermedades (Ríos, 2003).

Las principales especies reactivas de oxígeno (ROS) son: radical oxidrilo (HO^-), radical superóxido ($O2^-$) y peróxido de hidrogeno (H2O2), donde ocurren las transferencias de electrones es en la cadena respiratoria (Ríos, 2003).

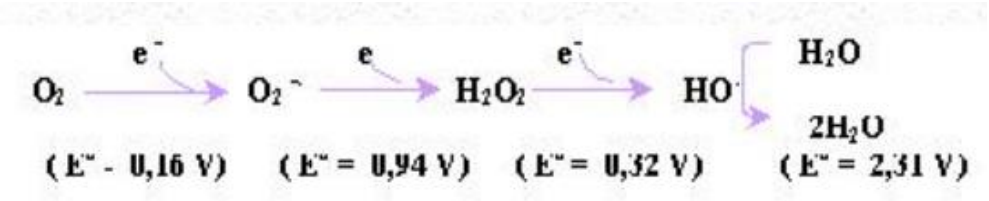


Figura 5. Transferencia de electrones de las especies reactivas de oxígeno

Fuente: (Ríos, 2003)

Las actividades y procesos que provocan estrés oxidativo son:

- Fumar
- Radiación
- Actividad mitocondrial
- Ejercicio excesivo
- Trauma tisular
- Daño por reperfusión e isquemia
- Contaminación ambiental
- Exposición a productos químicos
- Solventes industriales
- Ozono (Oisen, 2018).

II.3.5. Radicales libres

Los radicales libres también conocidos como radicales oxidantes, son moléculas inestables que ganan o pierden un electrón, se encuentran desapareados en orbitas exteriores, son capaces de reacción con diversos compuestos, por ejemplo: los ácidos grasos polinsaturados y los radicales que derivan del oxígeno, los cuales son los más reactivos para el organismo (Parisaca & Quispe, 2019).

El daño que causan los radicales libres es en todos los componentes de las células, incluso en el ADN, en membranas celulares y proteínas. Cuando el daño que provoca es en el ADN desencadena diversos padecimientos de salud como la formación del cáncer, estos pueden ser causa de la exposición a la radiación ionizante que es cuando golpea un átomo a una célula y cuando se pierde un electrón resulta la formación de un radical libre; además la causa se puede deber a otras toxinas del ambiente como humo de cigarrillo y algunos metales (Instituto Nacional del Cáncer, 2017).

II.3.6. Componentes bioactivos con capacidad antioxidante

II.3.6.1. Vitamina C

Es un micronutriente, soluble en agua, el cual es fundamental para múltiples funciones biológicas. Dentro de estas funciones tiene un rol protagónico en ser un antioxidante que ayuda en mucho a la absorción de hierro y a la prevención de diversas infecciones, ya

que esta vitamina tiene la capacidad de donar un átomo de hidrogeno y formar un radical libre de ascorbilo relativamente estable (Pehlivan, 2017).

Debido a la capacidad antioxidante de la vitamina C, aporta grandes beneficios en la química y la medicina, ya que muestran efectos terapéuticos en el tratamiento de muchas enfermedades, incluido el cáncer (Yuyang et al., 2020).

II.3.6.2. Vitamina E

La vitamina E es un grupo de ocho compuestos liposolubles sintetizados por plantas, tocoferoles y tocotrienoles, dicha vitamina es un antioxidante que protege a las membranas celulares, las proteínas y el ADN de la oxidación, juegan un rol importante en la salud celular (Sightandlife, 2017).

La potencia de este antioxidante que se localiza principalmente en las membranas celulares y orgánulos, esta vitamina ayuda a que se rompa la cadena que inhibe la producción de moléculas de especies reactivas de oxígeno, cuando la grasa se oxida y también durante propagación de reacciones de radicales libres, su relación de concentración puede ser incluso de una sola molécula por cada 2000 moléculas de fosfolípidos (Rizvi et al., 2014).

II.3.6.3. Flavonoides

Los flavonoides son un conjunto de sustancias naturales, estos poseen una estructura polifenólica, se los pueden localizar en frutas, verduras, granos, flores, así como en bebidas, te, vinos, entre otros. Tienen múltiples aplicaciones en industrias farmacéuticas, en la medicina y cosméticas, se les atribuyen a sus propiedades antioxidantes, antimutagénicas, antiinflamatorias y anticancerígenas (Panche et al., 2016).

Los flavonoides son fenoles diaril-propánicos, de estructura C6-C3-C6, los 2 anillos aromáticos se encuentran unidos en la cadena de 3 carbonos ciclada y un oxígeno. Las variaciones se producen en la posición 2,3,4. Si el anillo bencénico se encuentra en la posición 4 se la denomina neoflavonoides, si está en la posición 3 se denomina isoflavona, y si se encuentra en la posición 2 se subdivide en el siguiente subgrupo: flavona, flavanona, flavonoles, flavanonas, flavanonoles, antocianinas, catequinas y chalconas (Panche et al., 2016).

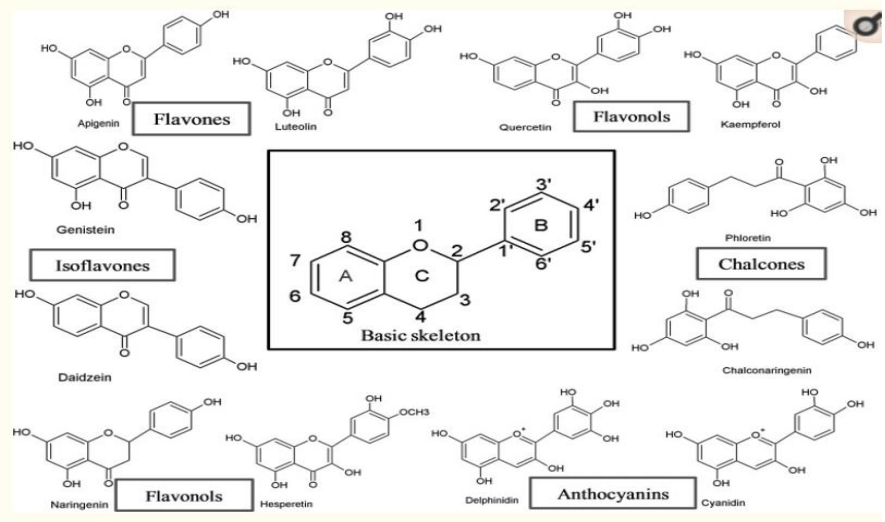


Figura 6. Estructura básica y los grupos del esqueleto de los flavonoides

Fuente: (Panche et al., 2016)

En relación a su capacidad antioxidante, se ha comprobado que estos son efectivos para prevenir la peroxidación de lípidos, la cual es responsable de diversas enfermedades como arteriosclerosis, diabetes, hepatotoxicidad e inflamación (Panche et al., 2016).

II.3.6.4. Antocianinas

Las antocianinas, el grupo más grande de los pigmentos fenólicos, están en bebidas como el vino tinto, cereales, tubérculos y frutos rojos, las antocianinas, son glucósidos de agliconas, denominadas antocianidinas, las cuales son donantes efectivos de hidrógeno, su capacidad antioxidante ha recibido una atención considerable debido a sus efectos protectores en relación al daño oxidativo por diversas enfermedades crónicas. Cabe destacar que las antocianinas debido a su estructura química como el número y la posición de grupos hidroxilo, los dobles enlace conjugados y los donantes electrones del anillo estructural, permite tener un gran poder antioxidante mayor en comparación a las catequinas y vitamina E (Martín et al., 2017).

II.3.6.5. Flavonoles

Este tipo de flavonoides tiene un grupo de cetona, están presente en las frutas, verduras, té y vino tinto. Entre los flavonoles más característicos son: miricetina, quercetina, kaempferol y fisetina. En su estructura química tiene un grupo hidroxilo en la posición 3 del anillo C, el cual se encuentra glicosilado (Panche et al., 2016).

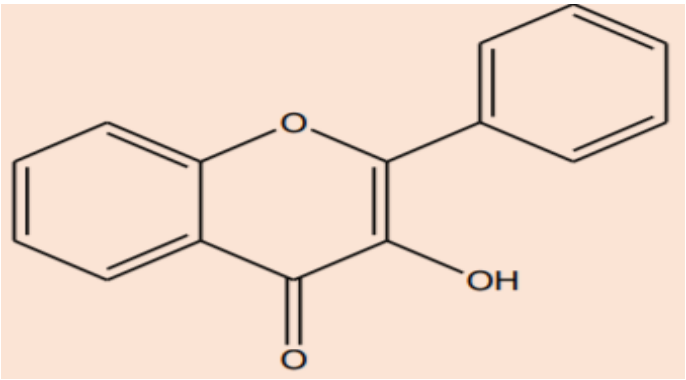


Figura 7. Estructura esquelética de los flavonoles

Fuente: (Pérez, 2018)

II.3.6.6. Flavonas

Las flavonas se encuentran presente en flores, hojas y frutos como glucósidos, por ejemplo, en la manzanilla, menta, apio, pimientos rojos y perejil. Cabe destacar que las cáscaras de muchos cítricos son ricas en flavonas tangeretina, polimetoxiladas, nobiletina y sinensetina. En su estructura química estas tienen un doble enlace en la posición 2 y 3 además de una cetona en la posición 4 del anillo C (Panche et al., 2016).

Por otra parte, las flavonas son pigmentos de las plantas de flores azules y blancas, una de las aplicaciones que se da es como pesticidas naturales para proteger las hojas de insectos (Watson, 2019).

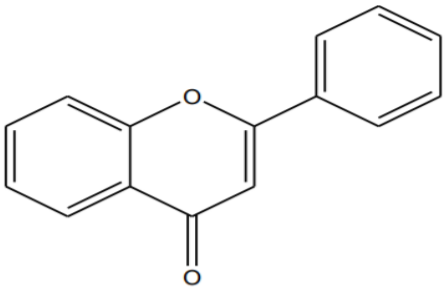


Figura 8. Estructura esquelética de las flavonas

Fuente: (Pérez, 2018)

II.3.6.7. Isoflavonas

Las isoflavonas se las encuentran principalmente en los productos que contienen soya, además en las legumbres como las habas. Una de las funciones de estas es ayudar a mantener un equilibrio hormonal en el cuerpo (Watson, 2019).

Presentan una estructura similar a las flavonas, una cadena Ar-C3-Ar, pero la diferencia es de tipo 1,2-difenil-propano en vez de 1,3-difenil-propano (Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos, 2020).

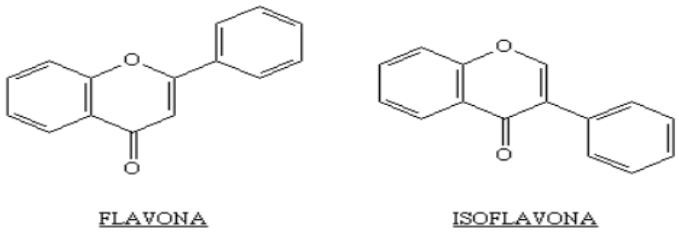


Figura 9. Estructura esquelética de la flavona e isoflavona

Fuente: (Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos, 2020)

Las principales isoflavonas son: genisteína, daidzeína y la gliciteína y sus derivados metoxilados y glucosilados. Tiene actividad farmacológica, es una agonista estrogénica, ya que interacciona con los receptores 17-b-estradiol previniendo así la arteriosclerosis postmenopáusica y diversos carcinomas, además de poseer acción antiaterogénica el cual ha demostrado un efecto protector sobre el sistema cardiovascular (Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos, 2020).

II.3.6.8. Flavanonoles o flavan-3-oles

Los flavanonoles también conocidos como catequinas, son antioxidantes que combaten el daño celular, es un subgrupo multisustituido. Los 3-hidroxi son derivados de las flavanonas, este hidroxilo se encuentra unido en la posición 3 del anillo C, una de las diferencias con los otros subgrupos de flavonoides no hay un doble enlace en las posiciones 2 y 3 (Panche et al., 2016).

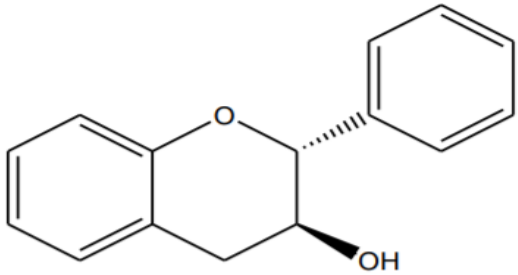


Figura 10. Estructura esquelética de los flavanonoles

Fuente: (Pérez, 2018)

II.3.6.9. Neoflavonoides

Son uno de los grupos de compuestos polifenólicos, se diferencian de los flavonoides en su estructura los neoflavonoides tiene una estructura de 4-fenilcromenos el cual no hay sustitución del grupo hidroxilo en la posición 2, mientras en los flavonoides presenta una estructura de 2-fenilcromen-4-ona, también se los diferencia cuando el segundo anillo benceno se encuentra en la posición 1(Panche et al., 2016).

II.3.6.10. Chalcones

Son parte del subgrupo de flavonoides, caracterizándose por la ausencia del anillo C de la estructura básica del flavonoide, por lo que se denomina flavonoides de cadena abierta, entre las chalcones más comunes son la floridzina, floretina, arbutina y calconaringenina. Las chalcones se las encuentran en hortalizas como los tomates; las frutas como las fresas y peras; y en productos de trigo (Panche et al., 2016).

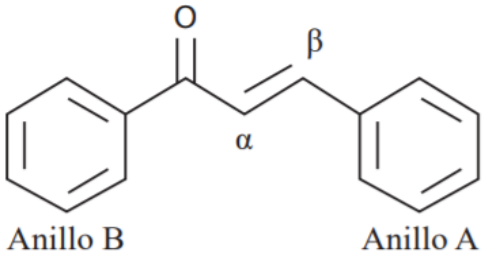


Figura 11. Estructura general de las chalcones

Fuente:(Obando, 2016)

II.3.7. Métodos para determinar el contenido antioxidante

II.3.7.1. Método DPPH

Es un método químico cromóforo, el cual se analiza el efecto inhibidor del radical 2,2difenil-1-picrilhidrazilo conocidas por su sigla DPPH, en una técnica de espectrometría posee una absorbancia de 517 nm, presentando una banda de absorción de color violeta en solución alcohólica, se basa en la deslocalización del electrón desapareado, este acto concede un índice a estimar la capacidad del compuesto de análisis para atrapar radicales (Jumbo, 2015).

Los resultados se expresan con el valor IC_{50}, lo que quiere decir que se produce una inhibición del 50% del radical libre DPPH en la concentración de la muestra de análisis.

Por lo que se considera que el valor del IC50 es directamente proporcional a la concentración del radical DPPH (Poma et al., 2015).

II.3.7.2. Método ABTS

Es un método químico donde el radical ABTS se obtiene tras una reacción química en específico reacción de oxidación que puede ser con persulfato de potasio, dióxido de magnesio y ABAT, también puede ser una reacción enzimática como mioglobulina y peroxidasa y por último electroquímica. En espectrometría tiene una absorbancia de 734 nm(Vázquez et al., 2019).

Una de las ventajas de este método es capaz de medir compuestos tanto lipofílicos e hidrofílicos, además presenta un amplio espectro de absorbancia 414 nm, 654 nm, 754 nm y 815 nm en etanol. Por otra parte, presenta un cromóforo azul-verde que para Mesa-Vanegas et al, 2010 es debido a la interacción de especies donante de hidrogeno o de electrones, se fundamenta la cuantificación de la decoloración del radical ABTS, sin embargo se presenta valores en TEAC (Trolox equivalente a capacidad antioxidante) (Vázquez et al., 2019).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. Diseño de la investigación

La investigación que se llevó a cabo es de carácter bibliográfico, basada en una búsqueda exhaustiva de diversas fuentes de información procedentes delibros, guías técnicas, tesis de estudios actualizados y revistas científicas como: scielo, Google académico, redalyc. Se extrajeron tablas de datos y gráficos para llegar al desarrollo del estudio comparativo de los métodos DPPH y ABTS para la determinación de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá.

Según su alcance tenemos los diversos tipos de investigación entre ellos se encuentran los siguientes:

III.1.1. Investigación exploratoria

Se realizó la investigación de tipo exploratoria mediante la obtención de diversas bases de datos sobre los métodos DPPH y ABTS, como los compuestos bioactivos que poseen actividad antioxidante presente en la pulpa del maracuyá, que ha sido estudiada a nivel del continente americano, ofrece un panorama más amplio de la especie vegetal.

III.1.2. Investigación descriptiva

En la investigación descriptiva a partir de los datos obtenidos por la investigación exploratoria, se estudió la clasificación taxonómica, descripción botánica del fruto maracuyá, así como el valor nutricional que posee y el comportamiento antioxidante, permitiendo así la correlación entre las variables.

III.1.3. Investigación correlacional

La investigación de alcance correlacional permite relacionar las variables, la pulpa del maracuyá y los métodos DPPH y ABTS que posibilitan la captación de antioxidantes, con la finalidad de medir las similitudes y diferencias del desempeño y condiciones de trabajo de cada método en determinar la capacidad antioxidante que tiene el fruto.

III.1.4. Investigación explicativa

La investigación es explicativa ya que permite el entendimiento de los resultados obtenidos ilustrados en tablas o en gráficos de barras, basándose de los diversos estudios que se realizaron sobre la actividad antioxidante del maracuyá mediante los métodos DPPH y ABTS.

III.2. Recursos materiales

- Revistas científicas
- Libros
- Guías técnicas
- Tesis de grado
- Internet
- Computadora

III.3. Población y muestra

En este proyecto no se realizó muestreo y población porque se trata de una investigación de carácter bibliográfico donde se empleó en su mayoría recursos materiales como revistas científicas de gran impacto, libros, guías técnicas, entre otros.

III.4. Metodología

III.4.1. Método de DPPH para la determinación de la actividad antioxidante

La determinación de la capacidad antioxidante se la llevó a cabo por el método propuesto por Brand-Wilians et al. (1995), con ciertas modificaciones como se describe en la figura 13 y 14.

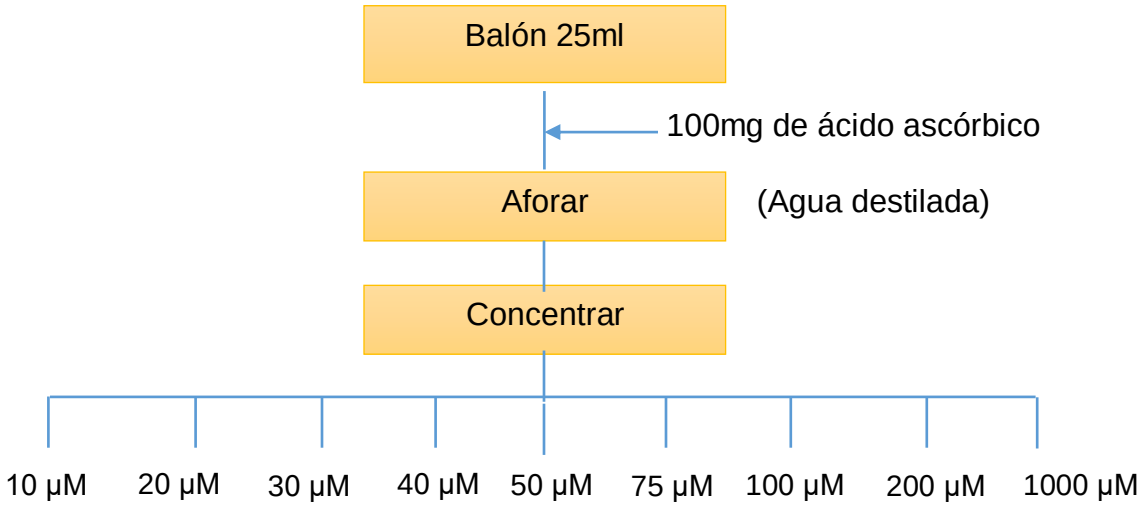


Figura 12. Curva de calibración con ácido ascórbico

Fuente: (Jumbo, 2015)

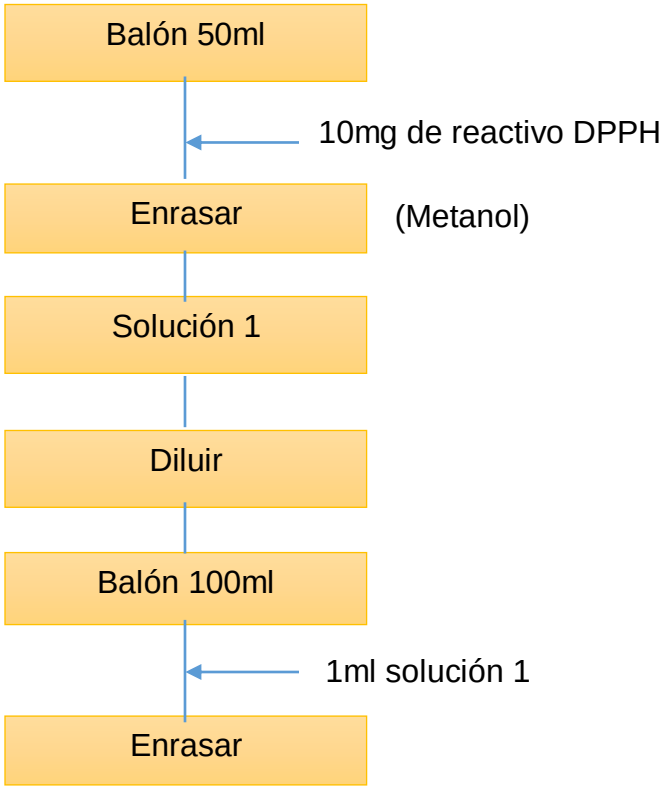


Figura 13. Solución de 20mg/ml de reactivo DPPH

Fuente: (Jumbo, 2015)

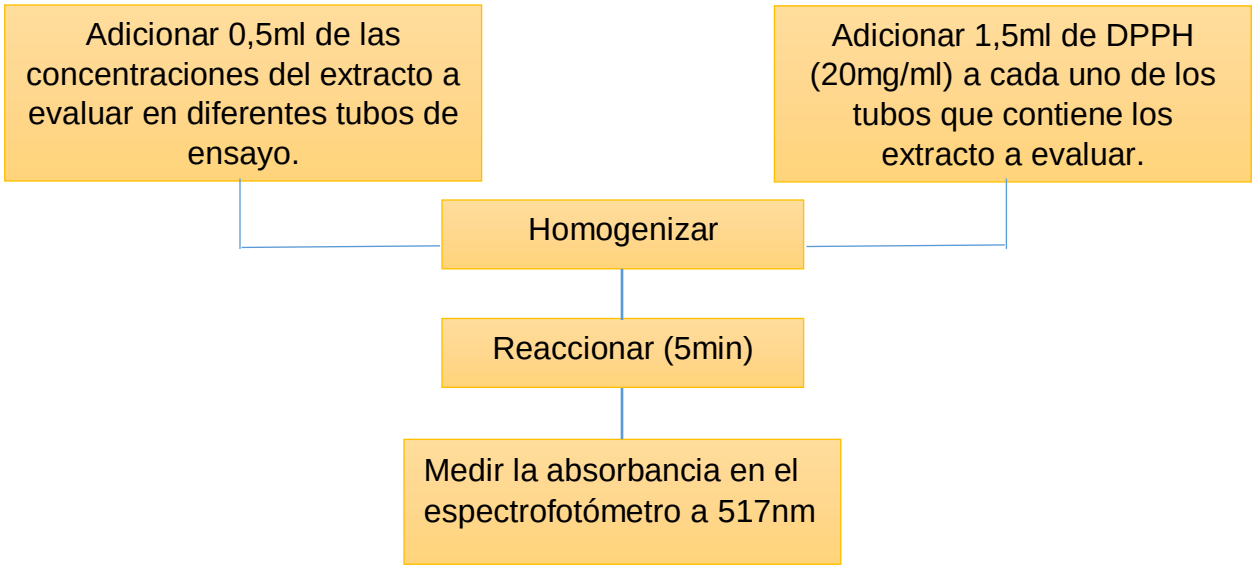


Figura 14. Evaluación de la actividad antioxidante por el método DPPH

Fuente: (Jumbo, 2015)

III.4.2. Método de ABTS para la determinación de la actividad antioxidante

Se aplicó el método descrito por Re et al. (1999) y Mathew et al. (2005) con algunas modificaciones, como se describe en la figura 15.

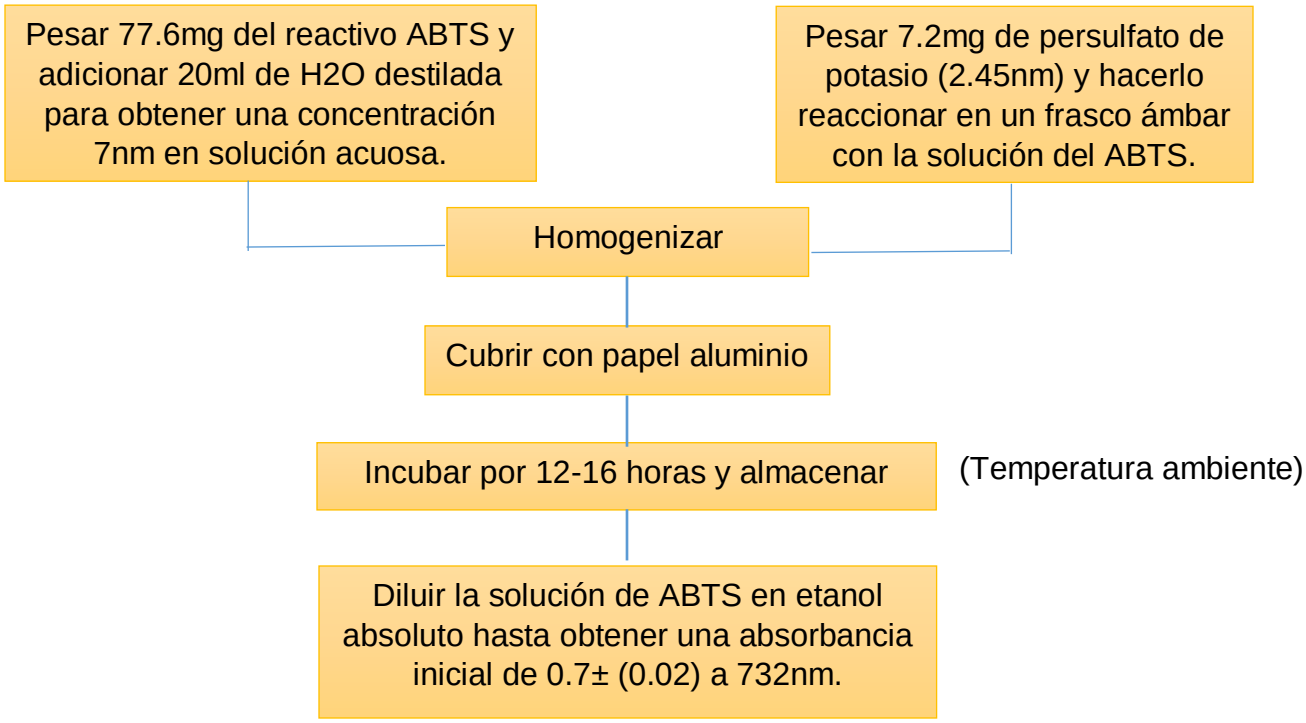


Figura 15. Evaluación de la actividad antioxidante por el método ABTS

Fuente:(Tovar, 2013)

III.4.3. Determinación de compuestos bioactivos mediante tamizaje fitoquímico

III.4.3.1. Determinación de flavonoides

Se identificó por el ensayo de Shinoda, según la metodología de Miranda (2002). El ensayo es positivo si presenta color amarrillo, naranja y rojo intenso.

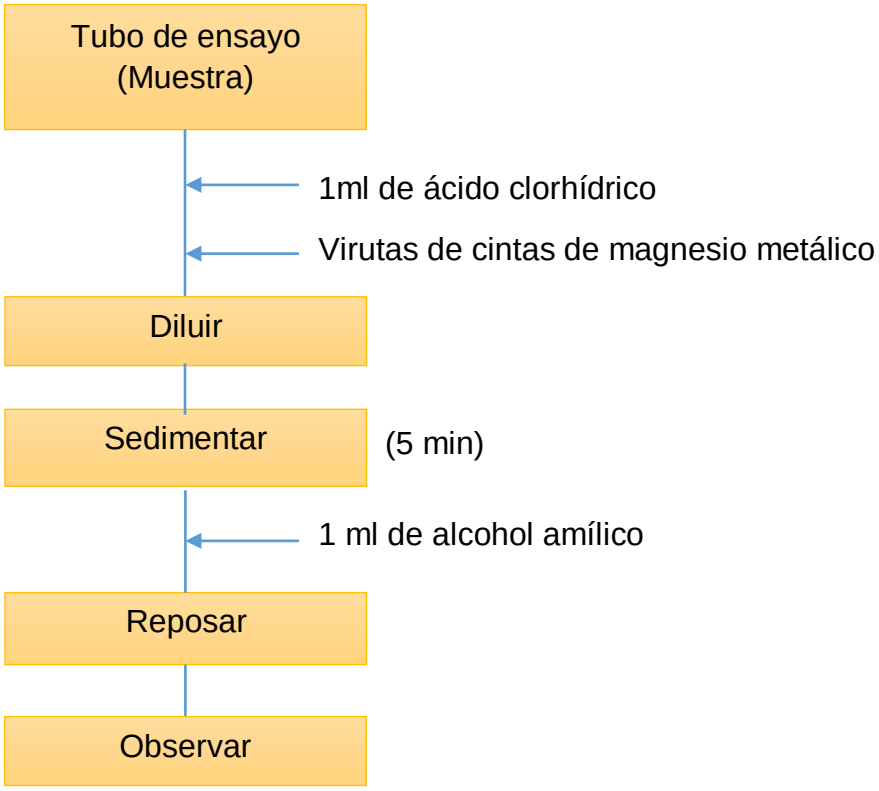


Figura 16. Determinación de flavonoides por el ensayo de Shinoda

Fuente: (Jumbo, 2015)

III.4.3.2. Determinación de fenoles y taninos

Se identificó por el ensayo del cloruro férrico. El ensayo es positivo si se presenta lo siguiente:

- Coloración rojo-vino, corresponde a compuestos fenólicos.
- Coloración verde intenso, corresponde a taninos del tipo pirocatecólicos.
- Coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos.

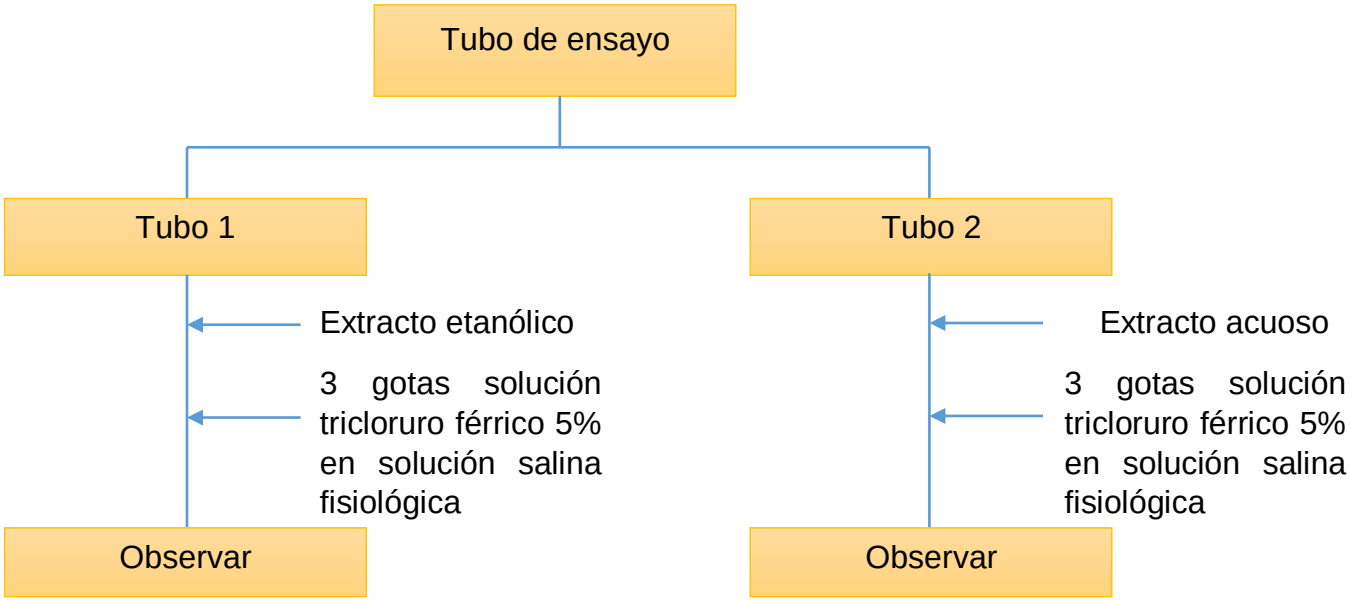


Figura 17. Determinación de fenoles y taninos por el ensayo del cloruro férrico

Fuente: (Jumbo, 2015)

III.4.3.3. Determinación de saponinas

Se identificó por el ensayo de Shinoda, el ensayo es positivo si se manifiesta espuma el cual se mide su altura al 0,1cm más cercano.

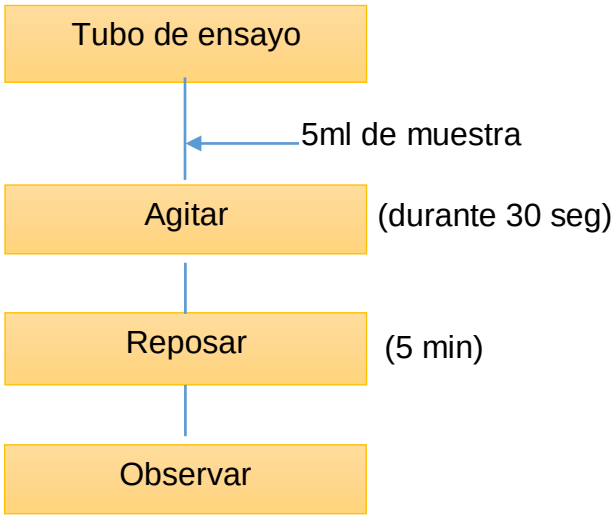


Figura 18. Determinación de saponinas por el ensayo de Shinoda

Fuente: (Jumbo, 2015)

III.4.3.4. Determinación de glucósidos cianogénicos

Se identificó mediante el ensayo de Grignard, según la metodología de Miranda (2002), el ensayo es positivo si el papel presenta cambio de color de amarillo a un rojo pálido.

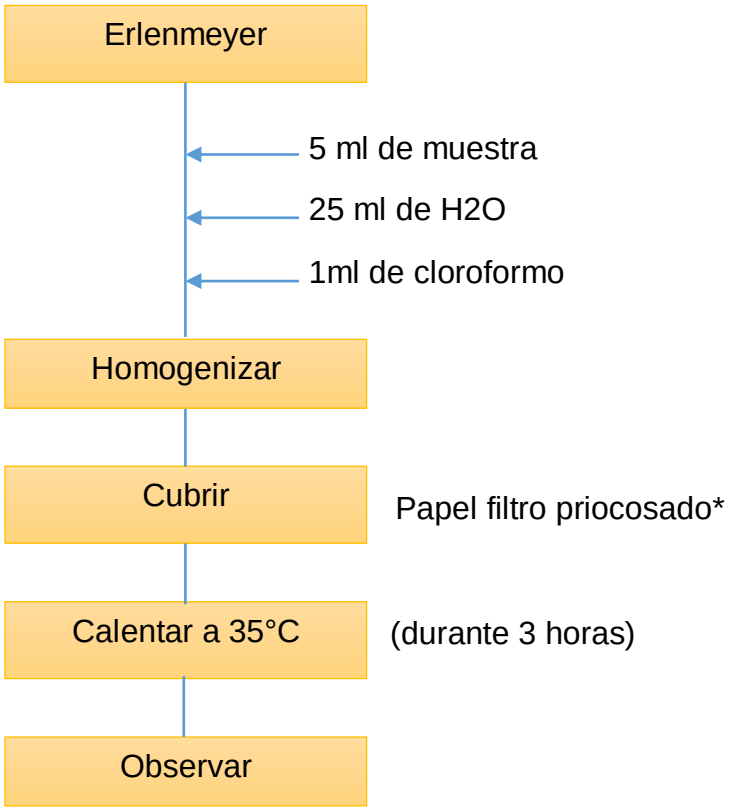


Figura 19. Determinación de saponinas por el ensayo de Grignard

Fuente: (Jumbo, 2015)

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla IV. Cuadro comparativo de los métodos utilizados para la determinación de la capacidad antioxidante del maracuyá estudiadas en diferentes países del continente americano.

País	Materia prima	Parte de la fruta utilizada	Estado de madurez evaluado	Extracto	Método				Autor
					DPPH		ABTS		
Ecuador	Maracuyá	Pulpa	Maduro	Acuoso 1:2	141,180 µg/ml		N/A		Pardo A. (2015)
				Etanólico 1:2	130,397µg/ml				
				Ácido ascórbico	123,689 µg/ml				
Ecuador			Maduro	Mezcla extracto hidroalcohólico moringa/ acuoso maracuyá 1:8	139,531 µg/mL		N/A		López, et al. (2017)
Brasil			Maduro (congelado 15°C)	Mezcla metanólico/ Etanólico	30 min	0,9±0,2µmol/g	1 min	2,3±0,6µmol/g	Kuskoski E, et al. (2005)
					60 min	1,02±0,4µmol/g	7 min	2,7±0,1µmol/g	
México			Maduro (congelado)	Mezcla Etanólico/ metanólico	0,9±0,2%		2,3±0,6%		Vázquez M, et al. (2019)

Fuente: (Jumbo, 2015) (Matute et al., 2016) (Kuskoski et al., 2005) (Vázquez et al., 2019)

En la tabla IV, se muestra 4 investigaciones que fueron realizados por autores de diversos países sobre los resultados de la actividad antioxidante de la pulpa del maracuyá por el método DPPH en comparación al ABTS, mediante distintos extractos.

Uno de los estudios que indica la tabla es el realizado por Pardo A, (2015) en Ecuador, se reveló los valores de IC50 por el método DPPH en el extracto acuoso la concentración inhibidora máxima media fue de 141,180 µg/ml, mientras el extracto etanólico de 130,397µg/ml y el ácido ascórbico de 123,689 µg/ml. Por otra parte, se observa la investigación realizada por Lopéz, et al (2019) en Ecuador, a partir de la concentración 1:8 la mezcla del extracto hidroalcohólico de hojas de moringa con el extracto acuoso de

la pulpa de maracuyá, se mostró que aplicando el método DPPH se obtiene un valor de IC50 139,531 µg/mL. Con respecto a la investigación de Kuskoski E, et al (2005), se identificó que el extracto metanólico por el método DPPH en el tiempo de 30 minutos alcanzó una AAO de 0,9±0,2µmol/g y en el tiempo de 60 minutos logró una AAO de 1,02±0,4µmol/g, en el extracto etanólico aplicando el ensayo ABTS en el tiempo de 1 minutos alcanzó una AAO de 2,3±0,6µmol/g y en el tiempo de 7 minutos logró 2,7±0,1µmol/g. La tabla refleja por último la investigación realizada por Vázquez M, et al (2019), el cual se refiere a un estudio bibliográfico que hace hincapié a la investigación realizada por kuskoski E, et al (2005), sin embargo, los resultados del contenido antioxidante de la pulpa del maracuyá tuvieron un valor de 0,9±0,2% mediante el método DPPH

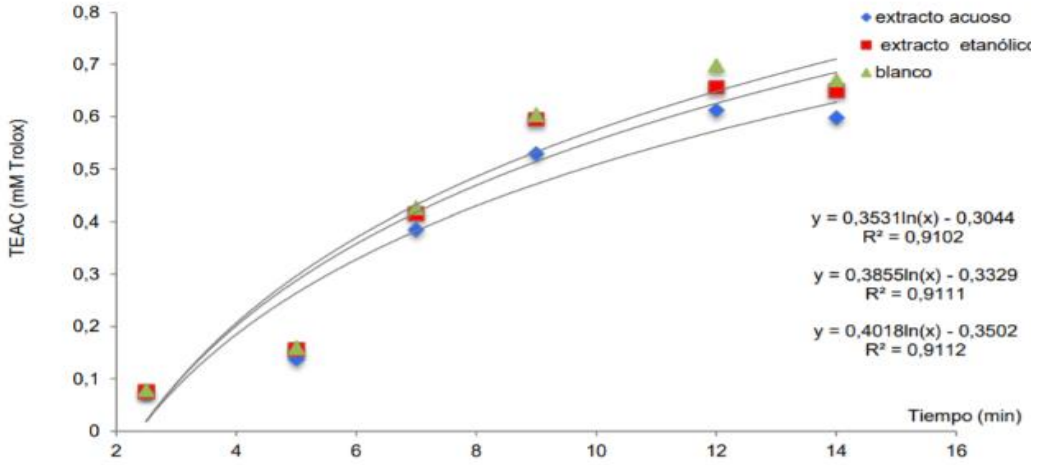


Figura 20. Resultados de la variación de AAO de la pulpa del maracuyá con relación al tiempo, realizado por Pardo A, et al. (2017); Ecuador.

Fuente: (Pardo et al., 2018)

En la figura 20, presenta la correlación de la investigación que realizaron Pardo A, et al. (2017), se demostró los resultados de barrido del radical libre ABTS a partir de los extractos alcohólico, acuoso, tomando de referencia un blanco, estos se encuentran expresados en µmol equivalente al trolox con respecto al tiempo, el extracto alcohólico representa una ecuación y=0,3855ln(x)-0,3329 mientras el extracto acuoso y= 0,3531ln(x)-0,3044.

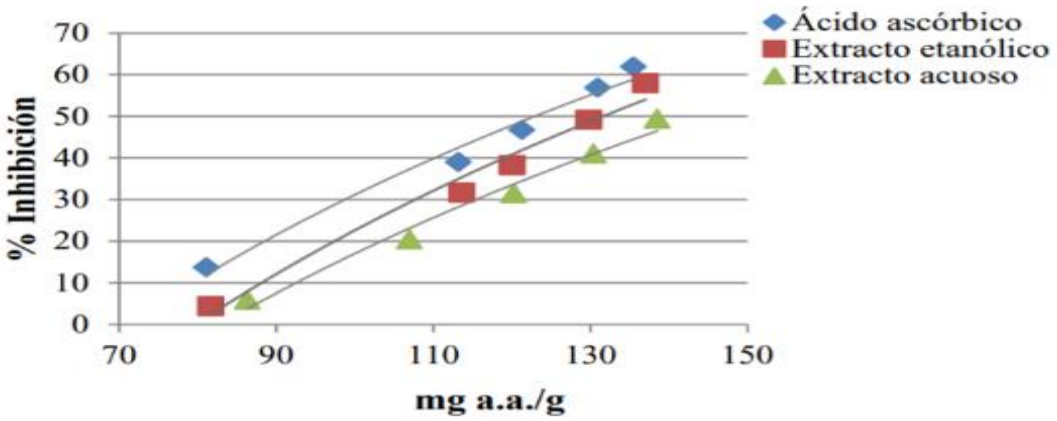


Figura 21. Resultados del porcentaje de inhibición de la pulpa del maracuyá, realizado por Pardo A. (2015); Ecuador.

Fuente: (Jumbo, 2015)

Según la investigación que realizó Pardo A. (2015) respecto a la correlación, se halló el porcentaje de inhibición del radical DPPH del extracto etanólico, acuoso y ácido ascórbico, tal como se observa en la figura 21.

Tabla V. Resultados obtenidos de la evaluación fisicoquímico de la pulpa de maracuyá.

Propiedades		Adicez	Sólidos solubles	Índice de refracción	Densidad	Viscosidad	pH	Autor
Unidad		g/100g	°Brix	nD	g/ml	mPas	-	López A, et al. (2017)
Pulpa		0,57±0,02	13,76±0,01	1,35±0,003	1,066±0,002	55±0,100	3,12±0,03	
Dilución	C.1:2	0,56	19,42	1,36	1,054	42	3,33	
	C.1:5	0,55	19,63	1,37	1,049	40	3,48	
	C.1:8	0,54	23,13	1,37	1,043	38	3,74	

Fuente: (Matute et al., 2016)

La tabla V, muestra los parámetros fisicoquímicos evaluados en la pulpa del maracuyá, se observa los valores obtenidos de los análisis de acidez, sólidos solubles, índice de refracción, densidad, viscosidad y pH, encontrándose todos bajo la norma NTE INEN 2337:2008 para jugos de fruta, sin embargo, el estudio de López A, et al. (2017) mostró diferencias significativas en los sólidos solubles, índice de refracción y pH, algunos valores se presentaron elevados entre la pulpa del fruto y las diluciones acuosas.

Tabla VI. Screening fitoquímico del extracto acuoso y alcohólico de la pulpa de maracuyá.

Metabolito secundario	Resultado		Referencia
	Extracto acuoso	Extracto etanólico	
Flavonoides	+	++	Pardo A. (2015)
Taninos y fenoles	+	++	
Saponinas	+	-	
Glucósidos cianogénicos	-	-	
Flavonoides	+	+	Pardo A, et al. (2017)
Taninos y fenoles	-	++	
Saponinas	+	-	
Glucósidos cianogénicos	-	-	

Fuente: (Jumbo, 2015) (Pardo et al., 2018)

En la tabla VI, se muestra la evaluación cualitativa de los compuestos bioactivos de la pulpa de maracuyá mediante el Screening fitoquímico de extracto acuoso y alcohólico. En el estudio de Pardo A. (2015) el extracto acuoso presentó metabolitos secundarios expresado con signo (+) como: Flavonoides, taninos, fenoles y saponinas, mientras en el extracto etanólico presentó abundancia de los metabolitos de Flavonoides, taninos y fenoles, expresados (++). En cuanto al estudio Pardo A, et al. (2017) en el extracto acuoso estuvieron presente los metabolitos de flavonoides y saponinas, por otra parte, en el extracto alcohólico presentó flavonoides, pero en mayor cantidad los taninos y fenoles (++).

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron de varios autores sobre la actividad antioxidante de la pulpa del maracuyá por el método DPPH y ABTS, estos son caracterizados como métodos colorimétricos y presentan estabilidad a ciertas condiciones, pero se encontraron diferencias entre ambos métodos, el cual se dedujo que podría haber sido por las siguientes razones: el potencial de captación de un radical libre preformado, mecanismo de acción y cinética. Sin embargo, en la obtención del radical libre, el radical DPPH puede ser obtenido sin una previa preparación teniendo una fácil estabilidad en disolución con metanol, mientras el radical ABTS se obtiene tras la reacción química, enzimática y electroquímica, el cual es menos estable (Tovar, 2013). Otra diferencia que se puede citar, el ABTS puede disolverse en medio acuoso y orgánico, además en ambos medios tiene la capacidad de medir la actividad antioxidante de sustancias tanto lipofílicas como hidrofílicas, sucede lo contrario en el método DPPH puede medir la actividad antioxidante solo en medio orgánico, como presenta el estudio de Pardo, A. (2015) donde el ensayo DPPH se observó mayor capacidad antioxidante en extracto etanólico con valores cercanos al extracto ascórbico (estándar) y menor actividad en el extracto acuoso. Con respecto al tiempo de corrida el estudio de Kuskoski E, et al (2005), el ABTS demostró que en el tiempo de 1 minuto puede medir la actividad antioxidante en pulpas de frutas como el maracuyá y otras, el cual se obtuvo resultados satisfactorios, poniendo en desventaja al ensayo DPPH que requiere de un tiempo de 60 minutos dependiendo del extracto que se emplee puede mostrar diferencias significativas en los resultados.

Cabe recalcar las ventajas que presenta el ensayo ABTS, el cual es un método rápido que puede usarse en un amplio rango de pH, se obtienen resultados reproducibles además de presentar un amplio espectro de absorbancia desde 414 nm a 815 nm en medio alcohólico, en comparación al DPPH es un método sencillo que necesita de menor requerimiento instrumental y en medio alcohólico presenta absorbancias de 515 nm a 517 nm (Llatance, 2020). Por otra parte, el ABTS presenta desventajas que limitan su aplicación entre ellos están la cinética de reacción con algunos antioxidantes el cual es lenta entonces la medición del punto final se debe fijar arbitrariamente, no es radical fisiológico y este debe ser generado, mientras el ensayo DPPH tiene las siguientes

desventajas: el mecanismo de acción presenta diferencias entre antioxidante y radicales peroxilo, el cual los antioxidantes que reacciona rápidamente a este radical es inerte al DPPH, por último en la cinética entre los antioxidantes y DPPH no es lineal con la concentración del DPPH, por ello se mide el IC50 (Tovar, 2013).

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIÓN

- En relación al análisis de los diversos estudios se evaluó el desempeño que tienen los métodos DPPH y ABTS en medir la capacidad antioxidante de la pulpa de maracuyá, donde el ABTS mostró valores de actividad antioxidante más altos que el ensayo DPPH, y la potencia de captar antioxidantes en menos tiempo que el DPPH.
- Se describieron los parámetros fisicoquímicos de la pulpa de maracuyá donde fueron evaluados la acidez, sólidos solubles, índice de refracción, densidad, viscosidad y pH, los cuales se encuentran bajo la norma NTE INEN 2337:2008 para jugos de fruta.
- Se identificó los compuestos bioactivos mediante el screening fitoquímico del extracto acuoso y alcohólico de la pulpa de maracuyá, donde los estudios de Pardo A. (2015) y Pardo A, et al. (2017) presentaron flavonoides, taninos, fenoles y saponinas en menor o mayor abundancia, pero no se presenció glucósidos cianogénicos.

RECOMENDACIÓN

- En base a los conocimientos obtenidos de la investigación bibliográfica, se recomienda poner en práctica la evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos acuoso o etanólico de la pulpa de maracuyá mediante los métodos DPPH y ABTS.
- Se recomienda evaluar la actividad antioxidante de las diversas partes del maracuyá como la cáscara, semillas y hojas para verificar cuál de estas tienen mayor capacidad antioxidante.
- Se recomienda realizar un estudio exhaustivo de las diversas variedades del fruto *Passiflora* y las condiciones óptimas que requieren en su cultivo para tener un amplio conocimiento sobre el maracuyá.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alianza por la Salud Alimentaria. (2021). *¿Por qué debemos consumir frutas y verduras?* [Sitio Web]. Alianza Salud. https://alianzasalud.org.mx/2020/07/la-importancia-del-consumo-de-frutas-y-verduras-para-tu-salud/
2. Aplicación de agroquímicos XII. (2021). *Métodos de control* [Sitio Web]. https://www.umanitoba.ca/afs/centralamerica_cbpm/docs/agroquimicos.pdf
3. Ballesteros, M., Valenzuela, L., Artalejo, E., & Robles, A. (2012). No Ácidos grasos trans: un análisis del efecto de su consumo en la salud humana, regulación del contenido en alimentos y alternativas para disminuirlos. *Scielo*, *27*(1).
4. Borrero, C. (2015). *El Cultivo de Maracuyá (Passiflora edulis) en el apoyo al Cambio de la Matriz Productiva* [Documento Digital, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3634/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-16.pdf
5. Cañizares, A., & Jaramillo, E. (2015). *El cultivo del maracuyá en el Ecuador* [Documento digital, Universidad Técnica de Machala]. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6894
6. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos. (2020). *Isoflavonas* [Sitio Web]. Portalfarma.Com. https://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/categorias/Paginas/articulo03.aspx
7. Franco, L. I. I. (2017). *Efecto de la asociación de ajo (Allium sativum) y cebolla (Allium cepa) para el control del Damping off en la producción de plántulas de Maracuyá (Passiflora edulis Sims. f. Flavicarpa Deg.) durante la etapa de vivero* [Documento Digital, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2075/1/T-UTEQ-0062.pdf
8. Fundación Eroski. (2013, November 9). *Antioxidantes, salud cardiovascular y cáncer* [Documento Digital]. Observatorio de Alimentación. https://observatorio.escueladealimentacion.es/entradas/alimentacion-y-salud/antioxidantes-salud-cardiovascular-y-cancer
9. Guzmán, D. G. V. (2015). *Comportamiento agronómico de 22 nuevas poblaciones de maracuyá (Passiflora edulis var.Flavicarpa Degener) en la zona de Quevedo,*

Provincia de Los Ríos. [Documento Digital, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/21/1/T-UTEQ-0006.pdf

10. Hernandéz, L., Castillo, F., & Ocampo, J. (2011). *Guía de indentificación de plagas y enfermedades para el maracuyá, la gulupa y la granadilla* [Guia Técnica de Campo]. http://fedepasifloras.org/es/wp-content/uploads/2018/01/Guia-de-campo_plagas-y-enfermedades-de-maracuya_granadilla_gulupa_2011b.pdf
11. Instituto Nacional del Cáncer. (2017, February 6). *Antioxidantes y prevención del cáncer*. NIH. https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/dieta/hoja-informativa-antioxidantes
12. Jumbo, A. N. P. (2015). *Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en la pulpa de la maracuyá (Passiflora edulis)* [Documento Digital, Universidad Técnica de Machala]. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2879/1/CD000015-TRABAJO COMPLETO-pdf#:~:text=El maracuyá contiene polifenoles%2C estos,antiinflamatorias (Méxicocert%2C 2007).&text=Por lo tanto%2C esta fruta,como los alimentos del futuro.
13. Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, A., Mancini, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Scielo*, *25*(4).
14. Llatance, E. (2020). *Actividad antioxidante de extractos de diez vegetales de la región amazonas* [Documento digital, Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial]. http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/2111/Edwin Oc Llatance.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. Martín, J., Kuskoski, E., Navas, M., & et al. (2017). *Capacidad antioxidante de los pigmentos de antocianina* [Sitio Web]. IntechOpen. https://www.intechopen.com/books/flavonoids-from-biosynthesis-to-human-health/antioxidant-capacity-of-anthocyanin-pigments
16. Matute, N., López, A., & Echavarría, A. (2016). Evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante de moringa (Moringa oleífera) y maracuyá (Passiflora edulis). *Revista CUMBRES*, *3*(2), 09–16.

17. Ministerio de Salud Pública. (2020). *MSP previene enfermedades cardiovasculares con estrategias para disminuir los factores de riesgo*. Salud.Gob. https://www.salud.gob.ec/msp-previene-enfermedades-cardiovasculares-con-estrategias-para-disminuir-los-factores-de-riesgo/
18. Obando, B. (2016). Las chalconas y su uso como precursores en la síntesis de compuestos heterocíclicos nitrogenados. *Scielo*, *40*(155).
19. Oisen, N. (2018). *¿Cómo pueden los antioxidantes beneficiar nuestra salud?* [Sito Web]. Medical News Today. https://www.medicalnewstoday.com/articles/301506
20. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2021). *Expertos convocados por la FAO y la OPS / OMS identifican recomendaciones prácticas para mejorar el consumo de frutas y verduras* [Sitio Web]. FAO. http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1307938/
21. Panche, A., Diwan, A., & Chandra, S. (2016). Flavonoides: una descripción general. *Journal Nutritional Science*, *5*(47).
22. Pardo, A., Matute, N., & Echavarria, A. (2018). Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (passiflora edulis). *FacSalud*, *1*(1), 5–11.
23. Parisaca, A., & Quispe, G. (2019). *Estudio comparativo de la capacidad antioxidante de tres especies de la familia Passiflora in vtro, mediante el método cuprac y DPPH, según su estadio de madurez, Arequipa 2017* [Documento Digital, Universidad Católica de Santa María]. https://core.ac.uk/download/pdf/233005542.pdf
24. Parrales, J., & Peralta, N. (2020). *Evaluación de polifenoles totales y actividad antioxidante en extracto etanólico de cascara de Passiflora edulis (Maracuyá) y Passiflora ligularis (granadilla)* [Documento Digital, Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49319/1/BCIEQ-T-0524 Parrales Guerrero Jordy Alfredo%3B Peralta Cuero Nathaly Cinthia.pdf
25. Pehlivan, F. E. (2017). *Vitamina C: un agente antioxidante* [Sitio Web]. IntechOpen. https://www.intechopen.com/books/vitamin-c/vitamin-c-an-antioxidant-agent
26. Pérez, J. (2018). *Identificacion de estructuras de naturaleza flavónica mediante*

espectroscopía UV-Vis a partir de estándares de flavonoides. Aplicación de la metodología a un extracto vegetal comercial [Documento Digital, Universidad Andres Bello]. http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/9728/a125303_Gaete_J_Identificacion de estructuras de naturaleza_2018_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

27. Poma, E., Camones, M., Ponce, J., & et al. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antio[idante. *Horiz Med*, *15*(1), 57–60.
28. Ríos, M. (2003). El estrés oxidativo y el destino celular. *Revista QuímicaViva*, *2*(1).
29. Rizvi, S., Raza, S., Ahmed, F., & et al. (2014). El papel de la vitamina E en la salud humana y algunas enfermedades. *Sultan Qaboos Univ Med J.*, *14*(2).
30. Robles, J. E. A. (2010). *El Cultivo del Maracuyá (Passiflora edulis form. Flavicarpa)* [Sitio Web]. Yumpu. https://www.yumpu.com/es/document/read/15990309/manual-del-cultivo-de-maracuyapdf-gerencia-regional-
31. Sanchéz, M. E. (2013). *Antioxidantes: Consumo de antioxidantes naturales en adultos mayores entre 65 y 75 años con Dislipidemia* [Documento Digital, Universidad Abierta Interamericana]. http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC112550.pdf
32. Santos, B. A. R. (2017). *Evaluación toxicológica aguda de los extractos etanólicos de hojas de Passiflora ligularis Y Passiflora mixta sobre Rattus norvegicus por vía oral* [Documento Digital, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6369/1/56T00686.PDF
33. Santos, E. R. (2016). *Informe final de servicios realizados en el Laboratorio de Control de Calidad de Plagas, del Departamento de Agronomía, Ingenio Tululá S.A. San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.* [Documento Digital, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://www.repositorio.usac.edu.gt/6420/1/INFORME FINAL DE SERVICIOS.pdf
34. Sierra, P., Varón, E., & Ballestas, K. (2018). *Manejo de mosca del botón floral (Dasiops inedulis) en cultivos de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) de La Plata, Huila* [Documento Digital, Corporación Colombiana de investigación

agropecuaria]. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35702/35702.pdf?sequence=1&isAllowed=y

35. Sightandlife. (2017). *Introduciendo la vitamina E: Un poderoso antioxidante* [Sitio Web]. Sightandlife. https://sightandlife.org/blog/introducing-vitamin-e/
36. Suarez, O. B. P. (2017). *Producción de Maracuyá (Passiflora edulis Sims) en el departamento de Matagalpa por medio del proyecto "Mejoramiento de Medios de Vida a través del desarrollo de la Cadena de Valor de la maracuyá de Caritas Diocesana* [Documento Digital, Universidad Nacional Agraria]. https://repositorio.una.edu.ni/3471/
37. Tapia, W. (2013). *Evaluación de tres programas de fertilización foliar complementaria luego del transplante en el cultivo de maracuyá (Passiflora edulis) Var. Flavicarpa. Valencia, Los Ríos* [Documento Digital, Universidad Central del Ecuador]. http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1022/1/T-UCE-0004-22.pdf
38. Torres, M. A. G. (2002). *Cultivo de maracuyá amarillo* [Guía Técnica]. http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia Maracuya.pdf
39. Tovar, J. (2013). *Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la Ecoregion cafetera* [Documento Digital, Universidad Tecnológica de Pereira]. http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3636/54763T736.pdf;jsessionid=185D2CA42C86AF1F045482702983A5EF?sequence=1
40. Valarezo, M. A. L. (2016). *Determinación de la biología del gusano defoliador (Dione juno juno) de la maracuyá (Passiflora edulis), en la zona de Quevedo* [Documento Digital, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1635/1/T-UTEQ-0011.pdf
41. Varon, E. (2020). *Manejo de la mosca del botón floral en el maracuyá amarillo para Huila* [Documento]. Biblioteca Agropecuaria de Colombia. https://www.researchgate.net/publication/348643161_Manejo_de_la_mosca_del_boton_floral_en_el_maracuya_amarillo_para_Huila#fullTextFileContent
42. Vázquez, M., Chavez, Y., & Mata, M. (2019). *Frutas tropicales como fuentes de*

antioxidantes y sus perspectivas en la industria de bebidas [Documento Digital, Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz]. https://www.ecorfan.org/proceedings/Proceedings_Biologia_y_Quimica_TI/Proceedings_Biologia_y_Quimica_TI_7.pdf

43. Vera, M. E. G. (2016). *Incidencia de la mosca del botón floral (Dasiops inedulis) y el chinche patón (Leptoglosus zonatus) en el cultivo de maracuyá (Passiflora edulis var. Flavicarpa) en la zona de Quevedo* [Documento Digital, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1928/1/T-UTEQ-0038.pdf
44. Villalba, M. (2018). *El Maracuyá y Sus Beneficios* [Sitio Web]. Sioc. https://sioc.minagricultura.gov.co/Noticias/Lists/Posts/Post.aspx?ID=149
45. Watson, K. (2019). *¿Qué son los flavonoides? Todo lo que necesitas saber* [Sitio Web]. Healthline. https://www.healthline.com/health/what-are-flavonoids-everything-you-need-to-know
46. Yuyang, L., Chuanqun, L., & Jianjun, L. (2020). *Comparación de la vitamina C y su actividad antioxidante derivada: evaluada mediante el uso de la teoría funcional de la densidad* [Sitio Web]. ACS Omega. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.0c04318
47. Zambrano, P. (2019). *Cultivo de maracuyá* [Documento Digital]. Agrotendencia Tv. https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-parchita-o-maracuya/
48. Zamora, J. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Revista Chilena de Nutrición*, *34*(1).
49. Zanin, T. (2021). *Maracuyá: beneficios y cómo consumir* [Sitio Web]. Tuasaúe. https://www.tuasaude.com/es/maracuya/

GLOSARIO

Actividad antioxidante: Es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa

Cromóforo: Conjunto de átomos que, al absorber radiaciones luminosas, dotan de color a un compuesto orgánico.

Método DPPH: 1,1-difenil-2-picril hidrazilo es un radical libre estable debido a la deslocalización de electrones no apareados en la molécula.

Estrés oxidativo: Es causado por un desequilibrio entre la producción de especies reactivas del oxígeno y la capacidad de un sistema biológico

Métodos espectrométrico: Son métodos instrumentales empleados en química analítica basados en la interacción de la radiación electromagnética, u otras partículas, con un analito para identificarlo o determinar su concentración

Lipofílico: Capaz de disolver lípidos (grasas), ser disuelto en ellos o absorberlos.

Degradación oxidativa: Es una reacción química que se caracteriza por la ruptura de un grupo amino.

Compuestos bioactivos: Tipo de sustancia química que se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas y ciertos alimentos (como frutas, verduras, nueces, aceites y granos integrales), pueden promover la buena salud.

Hidrofílico: Tiene grupos polares fuertes que interaccionan fácilmente con el agua.

Prooxidantes: Se definen como sustancias químicas que inducen estrés oxidativo, normalmente mediante la formación de especies reactivas o por inhibición de los sistemas antioxidantes.

Flavonoides: Son un grupo diverso de fitonutrientes (químicos vegetales) que se encuentran en muchas frutas, verduras y especias.

Metabolitos secundarios: Los compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, de forma que su ausencia no es letal para el organismo.

Hepatotoxicidad: Es un término médico para referirse a una lesión del hígado causada por un medicamento o un suplemento químico, herbario o alimentario.