



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Química e Ingeniería Química**

**Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial**

**Evaluación de los compuestos bioactivos, antioxidantes**

**y actividad antimicrobiana de las semillas, pulpa y**

**cáscara de *Passiflora tripartita* “tumbo serrano” en**

**estado fresco y deshidratado**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

**AUTOR**

Diana Cristina ROJAS ROMANÍ

**ASESOR**

Dra. María Rosario CALIXTO COTOS

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Rojas, D. (2023). *Evaluación de los compuestos bioactivos, antioxidantes y actividad antimicrobiana de las semillas, pulpa y cáscara de Passiflora tripartita “tumbo serrano” en estado fresco y deshidratado*. [Trabajo de investigación de bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

### Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Diana Cristina Rojas Romaní
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71259829
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7479-8260">https://orcid.org/0000-0001-7479-8260</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	María Rosario Calixto Cotos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10710049
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7735-278X">https://orcid.org/0000-0002-7735-278X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Leoncio Reyna Mariñas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06020987
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Oscar Pedro Santisteban Rojas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	15592915
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	María Rosario Calixto Cotos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10710049

<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	C.0.4.4. Tecnología de los alimentos
Grupo de investigación	ANURMET (Alimentos nativos, recursos naturales y metabolismo oxidativo)
Agencia de financiamiento	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO Resolución Rectoral N.º 015156- 2020-R/UNMSM. Código: C20070080b
Ubicación geográfica de la investigación	Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición de la UNMSM. Latitud: 12° 03' 28'' S; Longitud: 77° 01' 23'' O
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021
URL de disciplinas OCDE	Alimentos y bebidas <a href="https://purl.org/perepo/ocde/ford#2.11.01">https://purl.org/perepo/ocde/ford#2.11.01</a> Bioquímica, Biología Molecular <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.00</a>



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA**  
Central: 619 7000 anexos 1202, 1203, 1205, 1206, 1207    Telefax: 1209, 1218  
Ciudad Universitaria – Av. Venezuela s/n – Lima 1

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

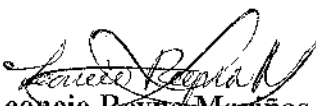
## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

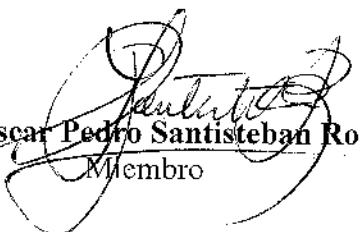
Los suscritos Miembros del Jurado nombrados por la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, bajo la Presidencia del **Mg. LEONCIO REYNA MARIÑAS**, el **Mg. OSCAR PEDRO SANTISTEBAN ROJAS** (Miembro) y la **Dra. MARÍA ROSARIO CALIXTO COTOS** (Asesora), habiendo presentado para el efecto el **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**, titulada **“EVALUACIÓN DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS, ANTIOXIDANTES Y ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LAS SEMILLAS, PULPA Y CÁSCARA DE *Passiflora tripartita* “tumbo serrano” EN ESTADO FRESCO Y DESHIDRATADO”**, después de **SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS** elaborada por la egresada en Ingeniería Agroindustrial: **ROJAS ROMANÍ DIANA CRISTINA**; para optar el **GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**, acordando calificarlo con la **NOTA** de:

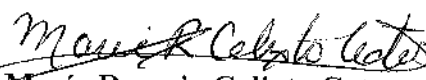
VEINTE  
(LETRAS)

20  
(NÚMEROS)

Lima, 14 de junio del 2023

  
**Mg. Leoncio Reyna Mariñas**  
Presidente

  
**Mg. Oscar Pedro Santisteban Rojas**  
Miembro

  
**Dra. María Rosario Calixto Cotos**  
Asesora



**UNMSM**

Firmado digitalmente por NAGLES  
VIDAL Edgar Orlando FAU  
20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 28.06.2023 09:15:35 -05:00

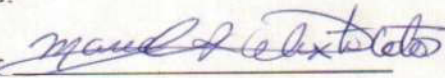
**Dr. Edgar Orlando Nagles Vidal**  
Director de la EP de Ingeniería Agroindustrial

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo María Rosario Calixto Cotos, en mi condición de asesora acreditada con la Resolución Rectoral N.° 015156- 2020-R/UNMSM.". del **trabajo de investigación**, cuyo título es: "Evaluación de los compuestos bioactivos, antioxidantes y actividad antimicrobiana de las semillas, pulpa y cáscara de *Passiflora tripartita* "tumbo serrano" en estado fresco y deshidratado" presentado por la bachiller Diana Rojas Romani para optar el grado académico de Ingeniería Agroindustrial CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 7.% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Firma del Asesor

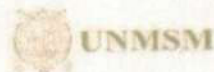


DNI: 10710049

Nombres y apellidos del asesor: María Rosario Calixto Cotos



Huella digital



## **AGRADECIMIENTO**

Al VRIP-UNMSM por el financiamiento al Trabajo de Investigación para optar al grado académico de Bachiller (Año – 2020) con código C20070080b y Resolución Rectoral N.º 015156- 2020-R/UNMSM.

A mi asesora y mentora Dra. Rosario Calixto Cotos, por su excelente orientación, inculcarme a la investigación, la dedicación y la culminación del presente trabajo de investigación.

Al Instituto de Bioquímica y Nutrición (IBN) de la Facultad de Medicina de la UNMSM por darme las facilidades de ejecutar el presente trabajo de Investigación, en el periodo de mayo a diciembre del 2021.



## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Situación problemática.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1 Materiales, equipos y reactivos.....	3
2.1.1 Tipo y diseño de investigación.....	3
2.1.2 Material biológico.....	3
2.1.3 Lugar de ejecución del trabajo de investigación.....	3
2.1.4 Selección, lavado y desinfección.....	3
2.1.5 Acondicionamiento del fruto.....	3
2.1.6 Equipos.....	4
2.2 Métodos.....	4
2.2.1 Caracterización física y morfológica del fruto.....	4
2.2.2 Análisis proximal.....	5
2.2.3 Obtención de los extractos.....	5
2.2.4 Rendimiento de los extractos.....	6
2.2.5 Compuestos bioactivos.....	6
2.2.6 Capacidad antioxidante.....	8
2.2.7 Evaluación de actividad antimicrobiana.....	10
2.2.8 Análisis estadístico.....	11
III. RESULTADOS.....	12
3.1 Caracterización física y morfológica del fruto.....	12
3.2 Análisis proximal.....	12
3.3 Rendimiento de los extractos.....	13
3.4 Compuestos bioactivos.....	14
3.4.1 Cuantificación de polifenoles y flavonoides totales.....	14
3.5 Determinación de la capacidad antioxidante.....	15
3.5.1 Método del radical DPPH.....	15
3.5.2 Método de ABTS.....	18
3.5.3 IC <sub>50</sub> mediante radicales DPPH y ABTS.....	21
3.6 Actividad antimicrobiana.....	22
3.6.1 Reactivación de las cepas <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> .....	22
3.6.2 Inhibición bacteriana de los extractos.....	23
IV. DISCUSIÓN.....	26

V. CONCLUSIONES .....	29
VI. RECOMENDACIONES.....	29
VII. REFERENCIAS .....	30
VIII. ANEXOS .....	35

## ABREVIATURAS

A.O.A.C: Association of Official Analytical Chemists

$p < 0,05$ : 95 % de confianza

GAE/ EAG: ácido gálico equivalente

DPPH: 2,2 -difeníl -1- picríl-hidracilo

ABTS•+: 2,2'-azino- bis - (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)

CPT: contenido de polifenoles totales

CFT: contenido de flavonoides totales

IC<sub>50</sub>: concentración inhibitoria media máxima

CMI: Concentración mínima inhibitoria

PF: pulpa fresca

CF: cáscara fresca

SF: semilla fresca

PD: pulpa deshidratada

CD: cáscara deshidratada

SD: semilla deshidratada

## LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1.</i> Organización del proceso de extracción etanólica de cada componente del fruto de <i>Passiflora tripartita</i> .....	6
<i>Cuadro 2.</i> Procedimiento para la determinación de polifenoles totales .....	6
<i>Cuadro 3.</i> Procedimiento para la determinación de flavonoides totales.....	7
<i>Cuadro 4.</i> Procedimiento para determinar la capacidad antioxidante mediante el radical DPPH. .....	8
<i>Cuadro 5.</i> Procedimiento para determinar la capacidad antioxidante mediante el radical ABTS .....	9

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Peso y dimensiones del fruto <i>Passiflora tripartita</i> .....	12
<i>Tabla 2.</i> Análisis proximal de las semillas, cáscara y pulpa del fruto <i>Passiflora tripartita</i> en base húmeda.....	13
<i>Tabla 3.</i> Obtención del rendimiento de los extractos.....	13
<i>Tabla 4.</i> Polifenoles y flavonoides totales .....	15
<i>Tabla 5.</i> Diámetros de los halos de inhibición con antibióticos .....	22
<i>Tabla 6.</i> Diámetros de los halos de inhibición con los extractos SF, SD, CF y CD.....	24

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de <i>Passiflora tripartita</i> .....	3
Figura 2. Separación de los componentes del fruto <i>Passiflora tripartita</i> .....	4
Figura 3. Extractos obtenidos de los componentes del grupo F y D.....	5
Figura 4. Caracterización morfológica de a) Semilla, b) pulpa y c) cáscara del fruto <i>Passiflora tripartita</i> .....	12
Figura 5. Curva calibración del ácido gálico .....	14
Figura 6. Curva de calibración de la quercetina.....	14
Figura 7. Curva de calibración del Trolox para el método DPPH .....	16
Figura 8. Porcentaje de captación del radical DPPH en la pulpa fresca y deshidratada .....	17
Figura 9. Porcentaje de captación del radical DPPH en la cáscara fresca y deshidratada .....	17
Figura 10. Porcentaje de captación del radical DPPH en las semillas fresca y deshidratada ..	18
Figura 11. Curva de calibración de Trolox para el método ABTS .....	19
Figura 12. Porcentaje de captación del radical ABTS en la pulpa fresca y deshidratada .....	20
Figura 13. Porcentaje de captación del radical ABTS en la cáscara fresca y deshidratada ...	20
Figura 14. Porcentaje de captación del radical ABTS en las semillas fresca y deshidratada	21
Figura 15. IC <sub>50</sub> de los extractos mediante el radical DPPH y ABTS.....	22
Figura 16. Porcentaje de inhibición luego de 12 h de incubación. ....	24
Figura 17. Porcentaje de inhibición luego de 24 h de incubación. ....	25
Figura 18. Porcentaje de inhibición luego de 36 h de incubación. ....	25
Figura 19. <i>E. coli</i> contra el extracto de CD; D: 8 mg/mL ; C: 4 mg/mL ; B: 2 mg/mL ; A: 1 mg/mL.....	35
Figura 20. Enfrentamiento de <i>E. coli</i> contra el extracto de CF; H: 8 mg/mL ; G: 4 mg/mL ; F: 2 mg/mL ; E: 1 mg/mL .....	36
Figura 21. Enfrentamiento de <i>E. coli</i> contra el extracto de SD; L: 8 mg/mL ; K: 4 mg/mL ; J: 2 mg/mL ; I: 1 mg/mL .....	37
Figura 22. Enfrentamiento de <i>E. coli</i> contra el extracto de SF; P: 8 mg/mL ; O: 4 mg/mL ; N: 2 mg/mL ; M: 1 mg/mL .....	38
Figura 23. Enfrentamiento de <i>E. coli</i> contra el testigo blanco.....	39
Figura 24. Análisis estadístico del contenido de polifenoles totales.....	40
Figura 25. Análisis estadístico del contenido de flavonoides totales.....	41
Figura 26. Análisis estadístico del método del radical DPPH .....	42
Figura 27. Análisis estadístico del método del radical ABTS .....	43
Figura 28. Laboratorio de Investigación (Sección equipos) del IBN.....	44

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar los compuestos bioactivos, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana en la semilla, pulpa y cáscara en estado fresco y deshidratado (40°C) del fruto de *Passiflora tripartita* var. *mollissima*. Los frutos fueron recolectados en Huancayo-Junín durante su estado de madurez tipo pintón. Los componentes del fruto (semillas, pulpa y cáscara) fueron separados en dos grupos, fresco (F) y deshidratado (D). Se prepararon extractos etanólicos 70% (v/v) por maceración y sonicación de cada grupo durante 3 días. Se determinaron los compuestos polifenólicos totales (CPT) y flavonoides (CFT); y la capacidad antioxidante mediante radicales exógenos DPPH y ABTS por espectrofotometría. También se evaluó la actividad antimicrobiana frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, mediante el método de difusión en disco. El extracto que tuvo mayor CPT ( $684.86 \pm 31.55$  mg EAG/g extracto seco) y CFT ( $178.78 \pm 5.22$  mg quercetina/g extracto seco) fue de la semilla deshidratada. La mayor capacidad antioxidante le correspondió a la semilla fresca con  $IC_{50}$  de 2.88 y 3.44  $\mu\text{g/mL}$  medidos por radicales DPPH y ABTS respectivamente. Respecto a la actividad antimicrobiana, todos los extractos presentaron actividad antimicrobiana frente a *Escherichia coli* entre ellos la cáscara deshidratada presentó mayor porcentaje de inhibición (17.11%), mientras que, frente a *Staphylococcus aureus* los extractos no mostraron inhibición. Los procesos de extracción etanólica al 70% v/v y sonicación tanto en estado fresco y deshidratado permitieron liberar compuestos bioactivos; en consecuencia, se detectó alta capacidad antioxidante y efecto antimicrobiano; es decir, estos procesos tecnológicos serían recomendables para obtener extractos con potencial antioxidante y ser usado como insumo alimentario en la formulación de productos agroindustriales.

**Palabras clave:** *Passiflora tripartita*, estado fresco y deshidratado, cáscara, semillas, antioxidantes, antimicrobiana.

## ABSTRACT

The aim of the present investigation was to evaluate the bioactive compounds, antioxidant capacity and antimicrobial activity in the seed, pulp and peel in fresh and dehydrated state (40°C) of the fruit of *Passiflora tripartita* var. *mollissima*. The fruit were collected in Huancayo-Junín during the stage of color change. The fruit components (seeds, pulp and shell) were separated into two groups, fresh (F) and dehydrated (D) and then sonicated separately. Ethanolic extracts 70% (v/v) of each group were prepared for 3 days. Total polyphenolic compounds (CPT) and flavonoids (CFT) were determined; and the antioxidant capacity through the exogenous radicals DPPH and ABTS by spectrophotometry. The antimicrobial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* was also evaluated using the disk diffusion method. The extracts that had the highest CPT ( $684.86 \pm 31.55$  mg GAE/g dry extract) and CFT ( $178.78 \pm 5.22$  mg quercetin/g dry extract) were from the dehydrated seed. The fresh seed extract had higher antioxidant capacity with IC<sub>50</sub> of 2.88 and 3.44 µg/mL measured by DPPH and ABTS radicals respectively. Regarding the antimicrobial activity, the dehydrated shell presented a higher percentage of inhibition against *Escherichia coli* (17.11%) while the six extracts did not show inhibition against *Staphylococcus aureus*. The processes of 70% v/v ethanolic extraction and sonication both in the fresh and dehydrated state allowed the release of bioactive compounds; consequently, high antioxidant capacity and antimicrobial effect were detected; that is, these technological processes would be recommended to obtain extracts with antioxidant potential and be used as food input in the formulation of agro-industrial products.

**Keywords:** *Passiflora tripartita*, fresh and dehydrated state, peel, seeds, antioxidants, antimicrobial.



## I. INTRODUCCIÓN

El fruto de *Passiflora tripartita* denominado “tumbo serrano” crece en los andes de países de sudamérica. En nuestro país crece en diversas regiones como Junín, Lambayeque, La Libertad, y Cusco. Su crecimiento es silvestre debido a que se reproduce fácilmente en dichas zonas (Esquerre-Ibañez et al., 2014).

Este fruto ha despertado interés por su contenido de polifenoles y capacidad antioxidante (Rodríguez Solano y Valderrama Melquiades, 2017). Además, se ha reportado que tiene un bajo valor de índice glucémico en relación a la guanábana y aguaymanto (Fernández-Condori, 2016).

Con relación a los residuos del tumbo, existen pocos estudios; uno de ellos fue realizado por Loizzo et al. (2019) destacando a la semilla y cáscara como fuentes potenciales de compuestos bioactivos. Por ello, para la agroindustria es un reto por lo que la mejor estrategia es conocer la composición de polifenoles, flavonoides y las propiedades funcionales (capacidad antioxidante y antimicrobiana) para darle utilidad a las semilla y cáscara del tumbo serrano.

Los compuestos bioactivos (CB) son metabolitos secundarios que no se caracterizan por su aporte nutricional clásico a la salud sino por su posible impacto positivo para atenuar el curso de enfermedades; por ello resulta un tema de investigación de gran interés (Calixto-Cotos, 2020). Martínez et al. (2008) destacan la presencia de estos compuestos en gran parte de los alimentos clasificándolos así según su estructura en CB terpénicos y fenólicos.

Por otro lado, Gimeno Creus (2004) destaca la importancia de los compuestos fenólicos en la capacidad antioxidante el cual conlleva a otras funciones a nivel hormonal, antimicrobiana, prevención del cáncer y enfermedades del corazón. Kuno (2021) analizó los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de la pulpa y semillas de *Passiflora tripartita* en estado fresco y deshidratado.

Además, la semilla de este fruto ha sido estudiada por su potencial anti proliferativo de células cancerígenas debido a su composición rica en flavonoides y terpenos ( Ballesteros-Vivas et al., 2020). En tanto que, Cruz et al. (2021) elaboraron aceite de semillas de diferentes frutos nativos del Perú, y se evidencio que el aceite de *Passiflora tripartita* mostro tener alta capacidad antioxidante.

La cáscara del fruto de *Passiflora tripartita* fue estudiado por su capacidad antimicrobiana en la formulación de pastas dentales (Mayta-Tovalino et al., 2019). Además, Posada Quintero (2019) usó métodos de extracción de pectina y logró obtenerla a partir de la cáscara de *Passiflora mollisima*; Ortiz y Anzola (2017) aprovecharon este conocimiento para elaborar arepas con menor fibra dietética soluble y porcentaje de carbohidratos disponibles.

De acuerdo con Sierra-Castrillo et al. (2020), la cáscara y semillas son partes del fruto con mayor probabilidad de encontrar compuestos antimicrobianos debido a su función protectora y conservación de la pulpa del fruto. Además, Sabogal-Palma et. al (2016) demostraron que los frutos del género *Passiflora* como *Passiflora maliformis* y *Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* cuentan con actividad inhibitoria de cepas de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* en la semilla y el zumo de sus frutos. En este estudio se optó evaluar, además de la pulpa, la cáscara y semilla por separado de *Passiflora tripartita* debido a su interés en el

marco del aprovechamiento de residuos orgánicos y porque existen otros estudios que involucran a la cáscara de este fruto como agente antimicrobiano.

Por lo expuesto, los resultados contribuyen a dar sustento para que los subproductos del fruto tumbo serrano sean incluidos como insumos o ingrediente alimentarios en la formulación de productos (helados, galletas, yogurt y bebidas) como alimentos saludables reduciendo los efectos adversos que conllevan el consumo actual de aditivos alimentarios. También la industria cosmética lo puede incluir en la elaboración de jabones y cremas de esta manera se generaría el biocomercio de los residuos y aumentaría el valor agregado de este fruto.

## 1.1 Situación problemática

El tumbo serrano es consumido por la población peruana de manera directa y se utiliza la pulpa para la preparación de cócteles, helados, néctar y mermeladas. Los subproductos cáscara y semillas representan el 35% y 11% del peso total del fruto respectivamente; estos son desechados por la industria agroalimentaria ya que no existe una tecnología de aprovechamiento, generando desperdicios y pérdidas de los residuos del tumbo, ante esto Vargas et al. (2019) señalan “que en parte se debe a la falta de métodos apropiados para la preparación y caracterización de sustancias de mayor valor agregado, las cuales contengan la suficiente calidad e inocuidad como para ser usadas”. Por otro lado, estos subproductos ocasionan problemas de contaminación ambiental.

Varias investigaciones de nivel agroindustrial han propuesto la elaboración de bebidas y otros productos a base de la pulpa del tumbo serrano (Córdova Lavado, 2016; Huamani-Salazar, 2022). Sin embargo, no describen un plan de aprovechamiento de las cáscaras y semillas generadas durante el procesamiento del fruto; por ello, se necesita conocer en principio los componentes bioactivos de los subproductos con el debido rigor científico.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

Evaluar los compuestos bioactivos, antioxidantes y actividad antimicrobiana de la cáscara, semillas y pulpa en estado fresco y deshidratado de *Passiflora tripartita* “tumbo serrano”.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar los componentes bioactivos (polifenoles totales, flavonoides) de los extractos de semillas, cáscara y pulpa en estado fresco y estado deshidratado de *Passiflora tripartita*.
- ✓ Analizar la capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) de los extractos de semillas, cáscara y pulpa en estado fresco y estado deshidratado de *Passiflora tripartita*.
- ✓ Efectuar la actividad antimicrobiana de los extractos de semillas, cáscara y pulpa en estado fresco y estado deshidratado de *Passiflora tripartita*.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materiales, equipos y reactivos

#### 2.1.1 Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativa y su diseño es descriptivo y observacional.

#### 2.1.2 Material biológico

Se recolectó 10 kg de frutos tumbo serrano provenientes de un huerto ubicado en el distrito de Pilcomayo, Huancayo-Junín (Latitud Sur 12°03'18", Longitud Oeste 75°15'58", 3247 msnm). Los frutos (figura 1) fueron recolectados al lograr su estado de desarrollo fisiológico y luego fueron mantenidos a temperatura ambiente hasta su empleo.



Figura 1. Fruto de *Passiflora tripartita*

#### 2.1.3 Lugar de ejecución del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y en el laboratorio microbiológico de la empresa Innova Biotech Agro.

#### 2.1.4 Selección, lavado y desinfección

Se descartaron los frutos con magulladuras, defectos de calidad y otros que podrían interferir los resultados del estudio. Luego, los frutos se lavaron y se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm para luego ser enjuagados dos veces con agua destilada. A fin de mantenerlas en buen estado, los frutos fueron almacenados a 4°C hasta el momento de su uso.

#### 2.1.5 Acondicionamiento del fruto

Los frutos fueron separados manualmente en sus componentes (figura 2): semillas, pulpa y cáscara; una cantidad de 300 g fueron separados para el análisis proximal, y el resto fue dispuesto en dos grupos, grupo F de componentes frescos y grupo D de componentes

deshidratados. El grupo D fueron deshidratados en una estufa a 40°C con aire circulante hasta alcanzar el 12% de humedad para después tritararlos en un molino multifuncional de cuchillas.



Figura 2. Separación de los componentes del fruto *Passiflora tripartita*

### 2.1.6 Equipos

- Espectrofotómetro UV-Visible thermo scientific Genesys 50
- Centrifuga refrigerada MPW-380 R (MPW MED. INSTRUMENTS)
- Ultrasonido BRANSON M2800
- Estufa KertLab ODHG-9030A)
- Molino multifuncional Biolo Mix
- Refractómetro digital pocket ATAGO PAL-1

### 2.1.7 Reactivos

- Reactivo de Fenol de Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich)
- 2,2 Diphenyl 1 picrylhydrazyl (Sigma-Aldrich)
- Ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6- sulfónico) (Sigma-Aldrich)
- Quercetina (Sigma-Aldrich)
- Ácido gálico (Sigma-Aldrich)
- Trolox (Ácido (±)-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico) (Sigma-Aldrich)
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- NaNO<sub>2</sub> (5%)
- AlCl<sub>3</sub> (10%)
- NaOH (1M)
- Etanol puro

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Caracterización física y morfológica del fruto

Se emplearon 40 unidades, se midió sus dimensiones de longitud y diámetro con la ayuda de un vernier y se pesaron cada una por separado en una balanza analítica. Luego se procedió a pelarlas mediante un cuchillo de acero inoxidable y separar manualmente las semillas de pulpa.

Para medir los grados Brix, se procedió a filtrar el zumo de la pulpa y posteriormente se colocó una gota de este en la superficie de muestreo. El pH fue medido con una tira de indicador universal de pH de la marca Sigma®.

### 2.2.2 Análisis proximal

Se llevó a cabo en el laboratorio ITS SAC ubicado en San Juan de Lurigancho, Lima. Se preparó 300 g de frutos y se realizó las siguientes pruebas:

**Proteína:** Se determinó el nitrógeno por el método Kjeldahl según COVENIN 1195-80/Alimentos.

**Humedad:** Se realizó mediante un tratamiento térmico de acuerdo a la NOM-116-SSA1-1994/Bienes y servicios, método por arena o grasa.

**Cenizas:** se realizó según la NMX-F-066-S-1978 para determinar cenizas en alimentos.

**Grasa:** calculado mediante el método de Soxhlet según la NMX-F-615-NORMEX-2004.

**Fibra cruda:** determinada mediante la AOAC 962.09.1982.

**Energía total:** por cálculo

**Carbohidratos:** por diferencia

### 2.2.3 Obtención de los extractos

Cada componente del grupo F fue licuado con etanol 70% (v/v); mientras que los del grupo D fueron trituradas y maceradas directamente con etanol 70% (v/v) y reservadas en frascos herméticos protegidos de la luz. Los componentes del grupo F y D fueron macerados durante tres días a temperatura ambiente, y luego fueron sonicados a 40°C y durante 30 minutos, con frecuencia de 30 kHz y filtrados. El residuo fue macerado dos veces más con etanol 70% (v/v) y luego filtrado. El cuadro 1 muestra el peso total de cada componente y el volumen total de solvente utilizados. Una vez terminado la maceración y filtrado, se reunieron todos los extractos filtrados y luego se centrifugaron a 7000 rpm durante 10 minutos y a 4°C obteniéndose así los sobrenadantes que constituyeron los extractos en forma líquida. (Figura 3). Estos extractos fueron almacenados en frasco ámbar, a 4°C y protegidos de la luz.

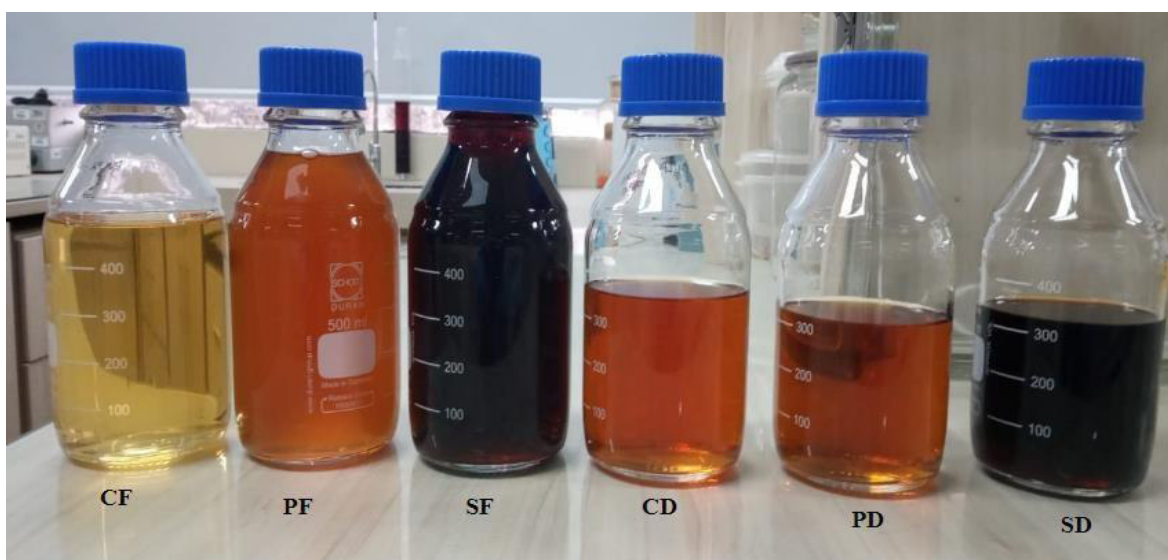


Figura 3. Extractos obtenidos de los componentes del grupo F y D

PF: pulpa fresca, CF: cáscara fresca, SF: semilla fresca, PD: pulpa deshidratada, CD: cáscara deshidratada y SD: semilla deshidratada.

*Cuadro 1. Organización del proceso de extracción etanólica de cada componente del fruto de *Passiflora tripartita*.*

	Fresca (F)		Deshidratado (D)	
	Peso (g)	Etanol 70%(v/v) (mL)*	Peso (g)	Etanol 70% (v/v) (mL)
Semilla	250.0	810	268.73	451
Pulpa	250.6	660	254.31	460
Cáscara	233.83	880	220	380

\*Volumen de etanol 70% (v/v) agregado luego de cada filtración  
Autoría propia

## 2.2.4 Rendimiento de los extractos

El rendimiento fue calculado para cada extracto mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso extracto seco (g)}}{\text{Peso del componente (g)}} \times 100\%$$

## 2.2.5 Compuestos bioactivos

### 2.2.5.1 Cuantificación de polifenoles totales

La cuantificación de polifenoles totales se realizó siguiendo el método de Singleton et al. (1965) con algunas modificaciones. El agente oxidante Folin-Ciocalteu cuya composición consta del ácido fosfotúngstico y ácido fosfomolibdico, reacciona con los grupos fenoles del extracto en medio básico y se da la conversión del color amarillo inicial a un azul intenso característico del complejo tungsteno-molibdato el cual tiene su máxima absorbancia a 760nm.

Se agregó etanol 70% (v/v) a los extractos obtenidos hasta obtener las concentraciones: 0.003, 0.003, 0.042, 0.074, 0.150 y 0.164 mg/mL para los extractos de SF, SD, CF, CD, PD y PF respectivamente. El cuadro 2 describe los reactivos usados y los pasos a seguir para obtener los tubos de reacción para cada extracto, blanco reactivo y blanco extracto. Cada uno de los extractos fueron evaluados por triplicado.

*Cuadro 2. Procedimiento para la determinación de polifenoles totales*

	Tubos de reacción		
	Blanco reactivo	Blanco extracto	Extracto
Extracto (µL)	-	100	100
Folin – Ciocalteu (1 en 3) (µL)	150	-	150
Etanol 70% (v/v) (µL)	100	150	-

Agitación y reposo en la oscuridad durante 5 minutos			
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (μL) 20%	150	-	150
Etanol 70% (v/v) (μL)	600	750	600
Agitación y reposo en oscuridad durante 30 minutos			
Lectura a 760 nm			

Autoría propia

Como estándar se usó el ácido gálico disuelto en etanol 70% (v/v) y se obtuvo las concentraciones de 1,3,5 y 7.5 μg/mL para elaborar la curva de calibración.

Para la cuantificación de polifenoles totales se empleó la ecuación de la curva de calibración de ácido gálico y la concentración de cada muestra. Luego, los resultados se expresan en base a mg equivalentes de ácido gálico/g de extracto seco.

### 2.2.5.2 Cuantificación de flavonoides

La determinación del contenido de flavonoides totales se realizó mediante el método del AlCl<sub>3</sub> y medido con el espectrofotómetro según Zhishen et al. (1999) con las modificaciones de Calixto-Cotos et al. (2018). Este método se basa en el cambio a una coloración rosada del complejo aluminio-flavonoide (reacción del NaNO<sub>2</sub> y AlCl<sub>3</sub>) ante la interacción del complejo y el grupo hidroxilo del antioxidante en un medio básico.

Las concentraciones de los extractos fueron 2.5, 4.67, 6.68, 7.37 y 11.98 mg/mL para PF, CF, SF, PD, CD y SD respectivamente. El cuadro 3 muestra los pasos a seguir para cada tubo de reacción, se realizó por triplicado para cada extracto.

El estándar usado fue la quercetina para lo cual este fue disuelto con etanol 70% (v/v) hasta obtener concentraciones de 30, 60, 90, 120 y 150 μg/mL con los cuales se realizó la curva de calibración.

*Cuadro 3.* Procedimiento para la determinación de flavonoides totales

Tubos de reacción			
	Blanco reactivo	Blanco muestra	Extracto
Extracto (μL)	-	100	100
NaNO <sub>2</sub> (5%) (μL)	60	-	60
-Agitación y reposo durante 5 minutos			
AlCl <sub>3</sub> (μL)	60	-	60
NaOH 1M (μL)	800	-	800
Etanol 70% v/v (μL)	1080	1900	980
- Agitación y reposo durante 5 minutos			
- Lectura a 510 nm			

Autoría propia

## 2.2.6 Capacidad antioxidante

### 2.2.6.1 Método de decoloración del radical DPPH

Este método fue iniciado por Brand-Williams et al. (1995) a fin de determinar la capacidad de captación de radicales libres mediante la reacción del reactivo DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) con los antioxidantes. Consiste en la reacción dada entre el DPPH (forma radical), que está en una solución de etanol o metanol, y el antioxidante (donador de hidrógeno). El resultado es una molécula estable DPPH-H y puede ser notado como un cambio de color violeta inicial (DPPH) hacia un color amarillo pálido (DPPH-H). En cuanto al potencial de atrapamiento de radicales libres, este puede ser indicado por el grado de decoloración después de la reacción (Zenteno-Pizarro, 2019).

Se preparó una solución etanólica stock del radical DPPH y se diluyó con etanol 70% (v/v) hasta alcanzar una absorbancia de  $0.85 \pm 0.90$  a 517 nm. Para cada extracto se usó cinco concentraciones tal como se observa en las figuras 8, 9 y 10. En el cuadro 4 se observa los pasos a realizar para obtener los tubos control, blanco extracto y extracto; de este último el tubo de reacción fue realizado por triplicado.

Se utilizó el estándar Trolox para validar este método, el cual fue diluido en etanol 70% (v/v) y se prepararon las concentraciones de 10.8, 9.0, 7.2, 5.4 y 2.7  $\mu\text{g/mL}$ .

La capacidad antioxidante se expresó mediante el porcentaje de captación radical DPPH, para ello, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de captación de DPPH} = \frac{(\text{Abs.control} - \text{Abs.extracto})}{\text{Abs.control}} \times 100$$

Donde:

Abs. control: absorbancia del tubo control

Abs. extracto: absorbancia del extracto

Luego de los porcentajes se determina el  $\text{IC}_{50}$  ( $\mu\text{g/mL}$ ) para cada extracto.

*Cuadro 4.* Procedimiento para determinar la capacidad antioxidante mediante el radical DPPH.

	Tubos de reacción		
	Control	Blanco extracto	Extracto
Extracto( $\mu\text{L}$ )	-	400	400
Radical DPPH ( $\mu\text{L}$ )	800	-	800
Etanol 70% (v/v) ( $\mu\text{L}$ )	400	800	-
-	Agitación durante 30 segundos y reposo en la oscuridad durante 30 minutos		
-	Lectura a 517 nm		

Autoría propia



### 2.2.6.2 Método de decoloración del radical ABTS

El ensayo ABTS consiste en el uso de radicales catiónicos ABTS cuyos colores son azul intenso el cual sirve como indicador cuando este acepta átomos de hidrógeno o electrones de compuestos antioxidantes tornándose a un color azul de baja intensidad (Re et al., 1999).

Para preparar el reactivo se empezó formando el radical ABTS mediante la oxidación del ABTS (ácido 2,2'azino-bis-(3-etilbenzotiazolín-6-sulfónico) con persulfato de potasio ( $K_2S_2O_8$ ) en un medio oscuro por 16 horas. Se usó 19.4mg de ABTS con 3.3 de  $K_2S_2O_8$  y se completó con etanol al 70% v/v hasta llegar a una absorbancia de  $0.7 \pm 0.005$  al ser medido a 734 nm en el espectrofotómetro. Este reactivo fue almacenado en un lugar oscuro y protegido de la luz mediante papel aluminio hasta su próximo uso.

Se prepararon diferentes concentraciones de cada extracto diluyendo los extractos con etanol 70 % v/v; luego se prosiguió con los pasos descritos en el cuadro 5 evaluando por triplicado los tubos de reacción de los extractos.

*Cuadro 5.* Procedimiento para determinar la capacidad antioxidante mediante el radical ABTS

	Tubos de reacción		
	Control	Blanco extracto	Extracto
Extracto acuoso ( $\mu$ L)	-	980	20
Radical ABTS ( $\mu$ L)	980	-	980
Etanol 70% v/v ( $\mu$ L)	20	20	-

Reposo durante 7 minutos en la oscuridad  
Lectura a 734 nm

Autoría propia

Se utilizó Trolox disuelto en etanol 70% v/v a concentraciones de 50, 100, 125, 150 y 200  $\mu$ g/mL para formar la curva de concentraciones y absorbancias para obtener el  $IC_{50}$  y así validar el método.

El porcentaje de captación de radicales ABTS se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ captación de ABTS} = \frac{\text{Abs}(\text{control}) - \text{Abs}(\text{extracto})}{\text{Abs}(\text{control})}$$

Donde:

Abs. (control) = Absorbancia del tubo control.

Abs. (extracto) = Absorbancia del extracto

Dichos porcentajes hallados fueron graficados con las concentraciones para así obtener el  $IC_{50}$  mediante la ecuación de la recta para cada extracto.

## 2.2.7 Evaluación de actividad antimicrobiana

### 2.2.7.1 Material biológico

- Los microorganismos utilizados fueron el *Staphylococcus aureus* (Gram positiva) y *Escherichia coli* (Gram negativa); ambos inicialmente en estado liofilizado y proporcionados por la empresa de bioprocesos Innova Biotech Agro.
- Se usaron los extractos de los residuos (cáscara y semillas) debido a que estos suelen desecharse y no son aprovechados. Así, se usó los extractos de semilla fresca, cáscara fresca, semilla fresca y semilla deshidratada del fruto *Passiflora tripartita*. Cada uno de los 4 extractos fueron evaluados a las concentraciones de 1, 2, 4 y 8 mg/mL cuyo rango se tomó en cuenta por lo realizado por Sabogal-Palma et al. (2016) por tratarse de frutos de la misma familia. Así también se consideró la última concentración máxima de 8 mg/mL por lo analizado por Grande-Tovar et al. (2020) quienes tomaron esas concentraciones para extractos metanólicos de los residuos de *Rubus glaucus Benth.*

### 2.2.7.2 Materiales y equipos

Se utilizó agar Muller Hinton como medio de cultivo, materiales de laboratorio de microbiología como placas petri, tubos de ensayo, matraz, pipetas, micropipetas, Olivera láminas porta y cubreobjetos, probeta; equipos como el mechero Bunsen ISOLAB, incubadora MEMMERT JC500, agitador industrial INNOVATION, microscopio EUROMEX, autoclave BIOBASE, balanza SARTORIUS y una cabina de siembra microbiológica INNOVATION.

### 2.2.7.3 Método de difusión en disco

Se aplicó el método de difusión en disco o de Kirby Bauer de acuerdo con las modificaciones de Bernal y Guzmán (1984) y algunas propias para este estudio. El método se fundamenta en la formación del halo de inhibición debido al agente antimicrobiano impregnado en discos los cuales son colocados en una placa de agar con el cultivo bacteriano presente. La concentración del agente antimicrobiano permite inhibir el crecimiento del cultivo formando así un halo de inhibición (Hufford et al., 1975). Los resultados fueron expresados en porcentaje de inhibición de acuerdo con Díaz et al. (2017) con la siguiente ecuación:

$$\% \text{Inhibición} = \frac{\Phi_{\text{halo extracto}}}{\Phi_{\text{halo control}}} \times 100$$

### 2.2.7.4 Reactivación de cepas *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Se preparó un caldo nutricio compuesto con pluripeptona (5 g/L) y extracto de carne (3 g/L) obteniendo así un pH igual a  $6.9 \pm 0.2$ . Luego se agregó 5mL de caldo nutricio a dos tubos por separado y fueron esterilizados a  $121^\circ$  durante 15 min. Se dejó enfriar y se sembró en condiciones de esterilidad y luego fueron incubados a  $37^\circ\text{C}$  por un día.

Se tomaron placas con agar Muller Hinton y el cultivo fue sembrado por diseminación sobre los cuales se colocaron los discos de antibiosis con antibióticos (amoxicilina y vancomicina). Estas placas se incubaron a  $37^\circ\text{C}$  y se midió los halos de inhibición a 24 y 48h.

### **2.2.7.5 Procedimiento con los extractos**

Se tomaron 3 discos para embeberlos por 30 minutos en una concentración de extracto determinada para propiciar la impregnación del extracto en el disco. Se realizó este mismo procedimiento para cada una de las concentraciones (1,2,4 y 8 mg/mL) de los 4 extractos (CF, CD, SF y SD).

Para evitar desviaciones en el método se procedió a volatilizar el alcohol mediante la exposición de los discos a temperatura ambiente por ocho horas.

#### **2.2.7.5.1 Cultivo bacteriano**

Las cepas bacterianas se sembraron en 5 mL de caldo nutricio contenido en tubos de ensayo; los cuales se incubaron a 37 °C durante 24 horas en agitación. Pasado ese tiempo se realizó diluciones con agua destilada estéril hasta alcanzar una turbidez similar al establecido por el patrón MacFarland N° 0.5.

Se prepararon placas Petri con agar Muller Hinton, diluyendo el agar y licuando hasta su total disolución; luego se esterilizaron a 121 °C durante 15 minutos. Para finalizar, se esperó a que el medio de cultivo se entibie y se procedió a verter en esterilidad a las placas, dejándolas gelificar y realizándole control de calidad durante 24 horas a 30 °C (para ver que no crezca ningún contaminante proveniente del momento de plaqueado).

#### **2.2.7.5.2 Ensayo de antibiosis**

Cada cepa bacteriana se sembró en placas de agar Muller Hinton ® mediante la técnica de diseminación; colocando 0.1 ml de un cultivo de 12 horas de crecimiento en caldo nutricio incubado a 37 °C, sobre cada placa y diseminándose con la ayuda de una espátula de Drigalsky. Se prepararon en total 17 placas para cada cepa, luego se colocaron 3 discos en cada placa. La prueba control blanco consistió en etanol al 70%. Todas las placas fueron incubadas a 37°C.

La determinación de esta prueba se realizó mediante la medición del diámetro del halo de inhibición a las 0, 12, 24 y 36 horas.

### **2.2.8 Análisis estadístico**

Se realizó mediante la expresión de medias con su desviación estándar de tres repeticiones usando el programa Microsoft Office 365- Excel (Versión 2211). Además, se realizó un análisis mediante la prueba T-Student para determinar si hay diferencias de medias entre los tratamientos de estado fresco y deshidratado considerando un nivel de significancia  $p < 0.05$ .

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización física y morfológica del fruto

La pulpa tuvo 3.5 de pH y 6.4° Brix. La caracterización morfológica se observa en la figura 4. La tabla 1 muestra que la pulpa representa el mayor peso del fruto, seguido de la semilla y, por último, la cáscara.

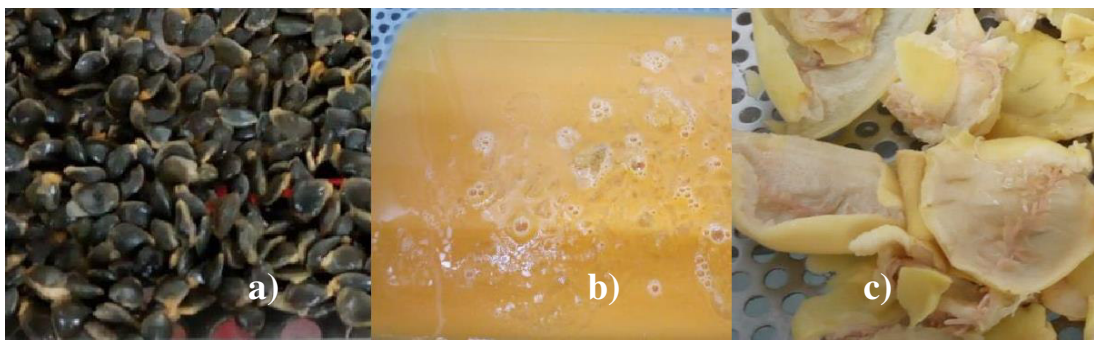


Figura 4. Caracterización morfológica de a) Semilla, b) pulpa y c) cáscara del fruto *Passiflora tripartita*.

Tabla 1. Peso y dimensiones del fruto *Passiflora tripartita*

Fruto/componentes del fruto		Dato
<b>Peso(g)</b>	Fruto entero	85.49 ± 1.94
	Semilla	28.27 ± 1.02
	Pulpa	57.47 ± 1.27
	Cáscara	18.77 ± 0.61
<b>Dimensión (cm)</b>	Longitud	10.64 ± 0.17
	Diámetro	4.03 ± 0.099

\* Total de frutos: 40  
Autoría propia

#### 3.2 Análisis proximal

La **tabla 2** muestra que las semillas presentaron mayor contenido de energía, debido a la elevada cantidad de carbohidratos (48.78 g/100g) que las demás fracciones. La cáscara presentó mayor contenido de fibra (2.61 g/100g), en tanto que la pulpa destacó por su mayor contenido de humedad (91.18 g/100g).

Tabla 2. Análisis proximal de las semillas, cáscara y pulpa del fruto *Passiflora tripartita* en base húmeda.

Parámetros	Semillas	Pulpa	Cáscara
Energía total*	269.07	35.38	43.89
Carbohidratos**	48.78	7.19	5.57
Proteína**	4.47	1.07	2.32
Humedad**	39.82	91.18	89.54
Cenizas**	0.70	0.30	1.20
Grasa total**	6.23	0.26	1.37
Fibra cruda**	0.06	0.20	2.61

\*Expresado en kcal/100g

\*\*Expresado en g/100g

Autoría propia

### 3.3 Rendimiento de los extractos

En la tabla 3 se observa que el extracto de pulpa deshidratada presentó un mayor rendimiento (7.65%) y el extracto de la cáscara fresca, el menor con 2.16%. La pulpa y la cáscara frescas tuvieron mayores rendimientos con respecto a sus formas deshidratadas; lo contrario sucedió con las semillas.

Tabla 3. Obtención del rendimiento de los extractos

	Muestra (g)	Rendimiento (%)
PF	250.6	5.59
CF	283.33	2.16
SF	250	4.6
PD	254.31	7.65
CD	220	3.64
SD	268.73	2.57

PF: pulpa fresca, CF: cáscara fresca, SF: semilla fresca, PD: pulpa deshidratada, CD: cáscara deshidratada y SD: semilla deshidratada.

Autoría propia

### 3.4 Compuestos bioactivos

#### 3.4.1 Cuantificación de polifenoles y flavonoides totales

Se la curva de calibración del ácido gálico (figura 5) y de la quercetina (figura 6) se utilizó para la cuantificación de los polifenoles y flavonoides totales, respectivamente. La ecuación de la recta para el ácido gálico fue  $y = 0.104 * x + 0.000528$  con un  $R^2 = 0.9998$ ; mientras que para la quercetina fue de  $y = 0.00552 * x + 0.0296$  y un  $R^2 = 0.991$ .

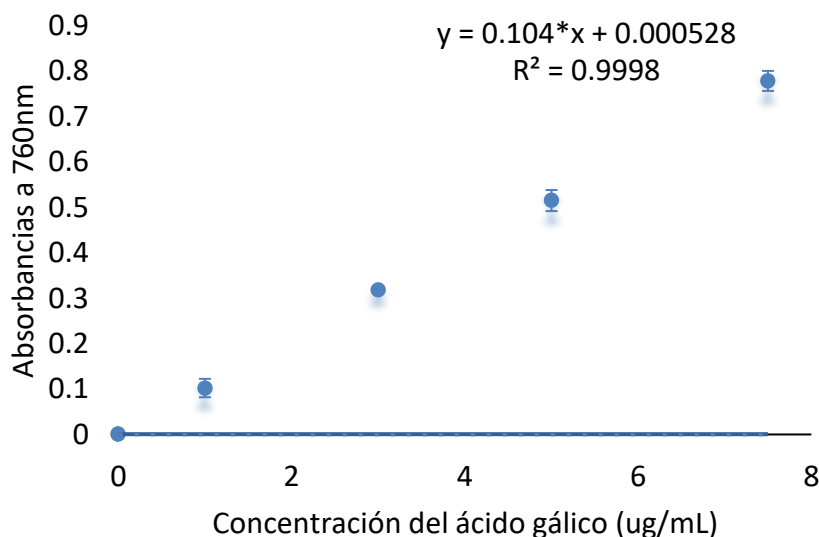


Figura 5. Curva calibración del ácido gálico

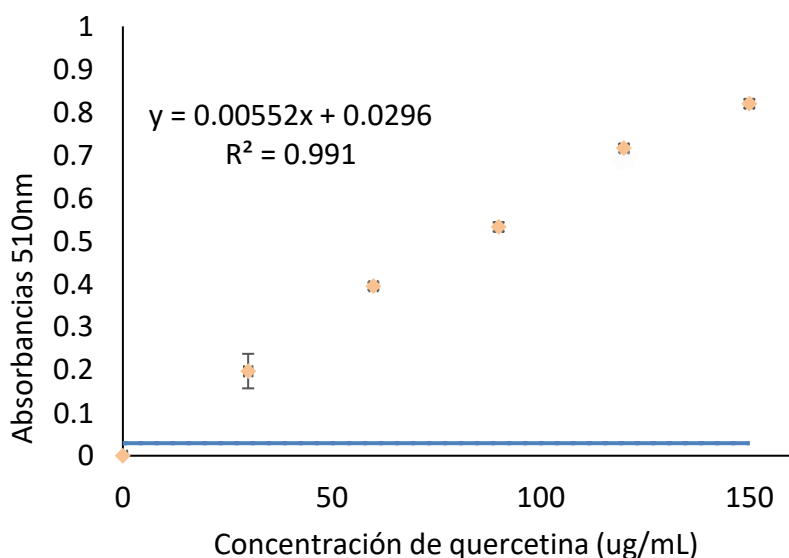


Figura 6. Curva de calibración de la quercetina

En la tabla 4 se observan los valores de CPT y CFT de cada grupo por separado. El extracto de semilla deshidratada obtuvo un mayor contenido de polifenoles (684.86 mg EAG/g extracto seco) y flavonoides (178.78 mg quercetina/g extracto seco) que los demás extractos;

mientras que los menores contenidos se encontraron en el extracto de pulpa deshidratada.

La pulpa y la cáscara fresca presentaron mayores valores de CPT y CFT que sus formas deshidratadas. En cambio, la semilla fresca obtuvo un CPT y CFT de 482.10 mg EAG/g y 134.21 mg quercetina/g, respectivamente; estos valores fueron menores a la semilla deshidratada.

Además, la tabla 4 muestra valores de componentes frescos y deshidratados con los subíndices “a” y “b”, respectivamente; lo que indica que sí hay diferencias de medias entre ambos grupos (figuras 24 y 25, Anexos).

Tabla 4. Polifenoles y flavonoides totales

Muestra	Pulpa		Cáscara		Semilla	
	Fresca	Deshidratada	Fresca	Deshidratada	Fresca	Deshidratada
Polifenoles totales (CPT)*	38.55 ± 1.43 <sup>a</sup>	28.87 ± 0.78 <sup>b</sup>	112.42 ± 11.22 <sup>a</sup>	60.99 ± 1.87 <sup>b</sup>	482.10 ± 69.37 <sup>a</sup>	684.86 ± 31.55 <sup>b</sup>
Flavonoides totales (CFT)**	9.96 ± 0.94 <sup>a</sup>	4.62 ± 0.48 <sup>b</sup>	22.42 ± 2.54 <sup>a</sup>	15.23 ± 0.32 <sup>b</sup>	134.21 ± 2.73 <sup>a</sup>	178.78 ± 5.22 <sup>b</sup>

\*Expresado en mg de Equivalente de ácido gálico/g de extracto en base seca

\*\*Expresado en mg de quercetina/g de extracto en base seca

Valores promedio (n=3)

Valores con superíndices diferentes indican diferencias significativas (p<0,05)

Autoría propia

### 3.5 Determinación de la capacidad antioxidante

#### 3.5.1 Método del radical DPPH

La figura 7 muestra la curva de calibración del Trolox, la ecuación de la recta  $y = 0.159 * x + 2.9E-03$  y el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9959$  usado para la validación del método.

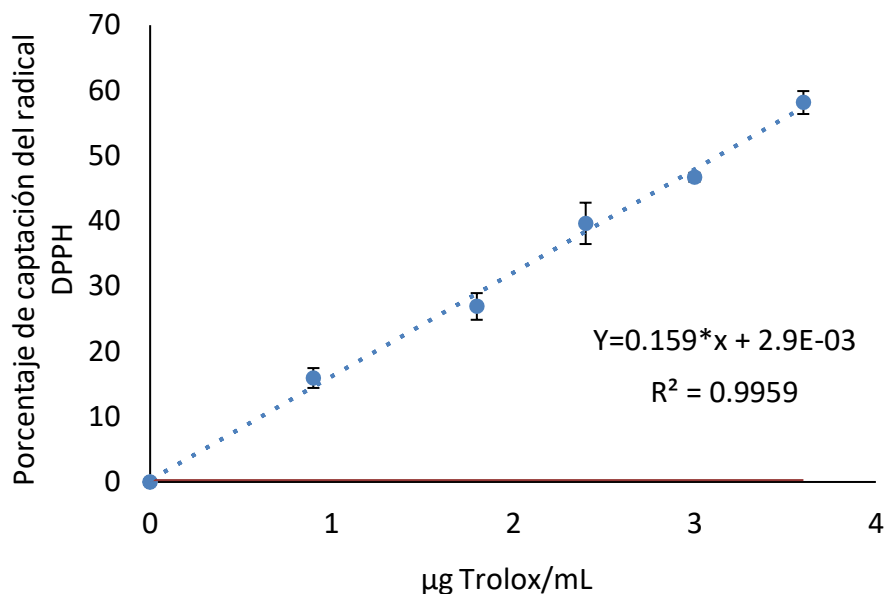


Figura 7. Curva de calibración del Trolox para el método DPPH

Las figuras 8, 9 y 10 exhiben los porcentajes de captación del radical DPPH de cada uno de los seis extractos evaluados (PF, PD, CF, CD, SF y SD); se compara cada componente fresco con el deshidratado. En cada gráfica se cumple que a medida que aumenta la concentración del extracto, el porcentaje de captación del radical DPPH también se incrementa.

En la figura 8 se observa que el extracto de la pulpa fresca con  $79.36 \mu\text{g/mL}$  y la pulpa deshidratada con  $79.85 \mu\text{g/mL}$  alcanzan  $81.31\%$  y  $49.79\%$ , respectivamente de captación de radicales DPPH; se interpreta que, entre ellas la pulpa fresca tuvo mayor capacidad antioxidante.

La figura 9 exhibe que el extracto de la cáscara fresca con  $31.25 \mu\text{g/mL}$  y la cáscara deshidratada con  $37.5 \mu\text{g/mL}$  alcanzan  $69.66\%$  y  $47.91\%$ , respectivamente de captación de radicales DPPH; se interpreta que, entre ellas la cáscara fresca tuvo mayor capacidad antioxidante.

Por su parte, la figura 10 muestra que el extracto de la semilla fresca con  $4.59 \mu\text{g/mL}$  y la semilla deshidratada con  $5.20 \mu\text{g/mL}$  alcanzan  $79.19\%$  y  $76.67\%$ , respectivamente de captación de radicales DPPH; se interpreta que, entre ellas la semilla fresca tuvo mayor capacidad antioxidante.



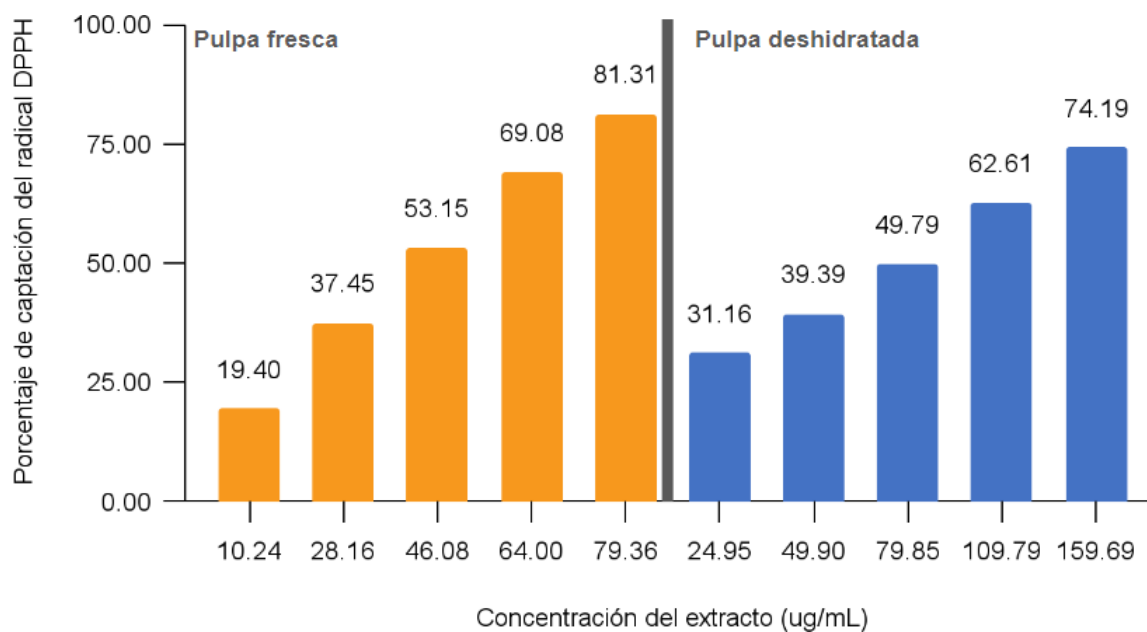


Figura 8. Porcentaje de captación del radical DPPH en la pulpa fresca y deshidratada

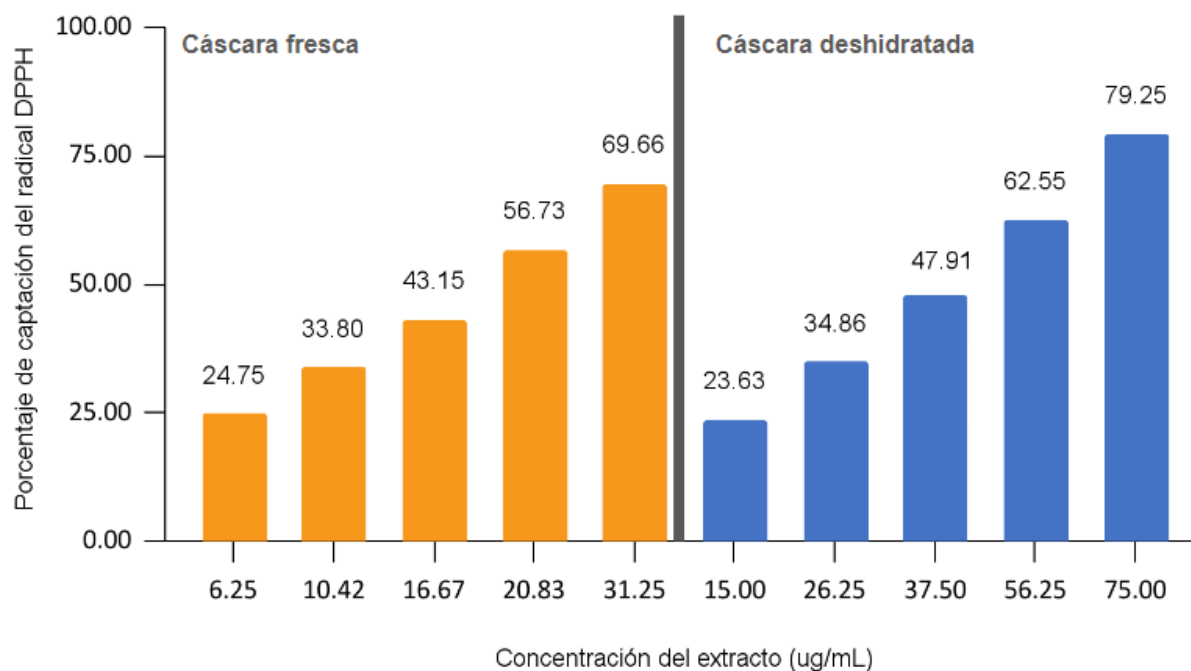
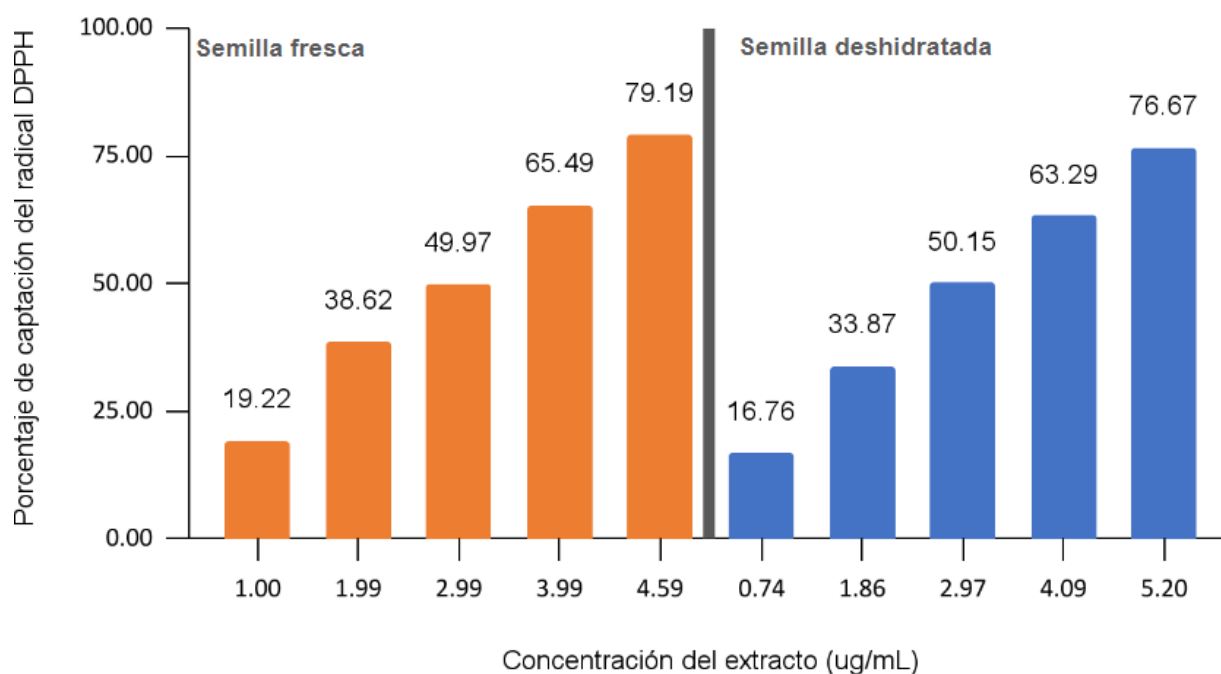


Figura 9. Porcentaje de captación del radical DPPH en la cáscara fresca y deshidratada



*Figura 10.* Porcentaje de captación del radical DPPH en las semillas fresca y deshidratada

### 3.5.2 Método de ABTS

La figura 11 muestra la curva de calibración de Trolox y la ecuación  $y = 0.171 * X - 0.0129$  y  $R^2 = 0.98$ , como ensayo de validación del método.

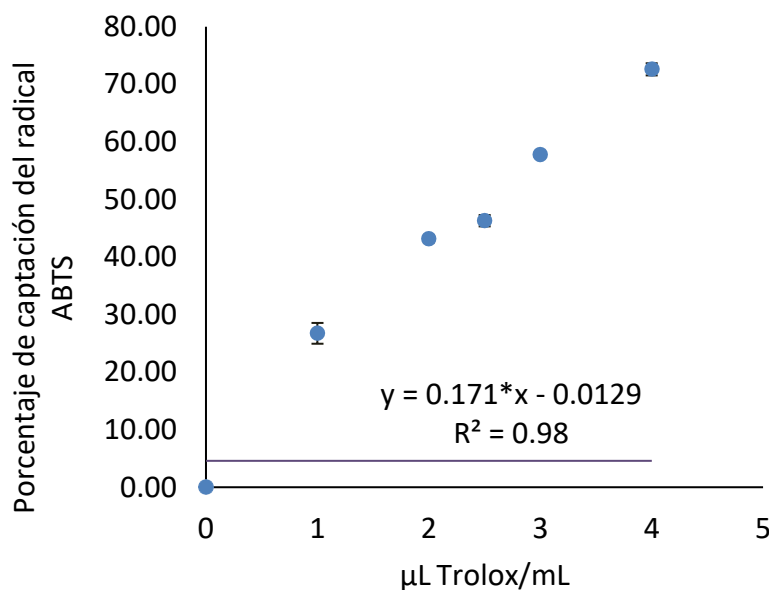


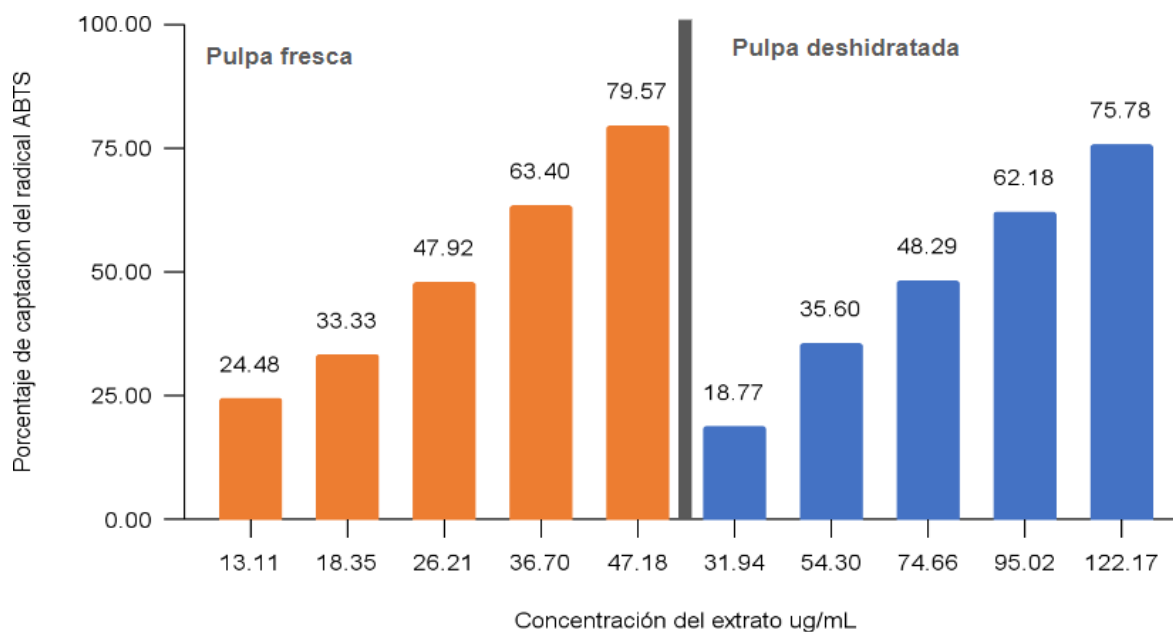
Figura 11. Curva de calibración de Trolox para el método ABTS

Las figuras 12, 13 y 14 exhiben los porcentajes de captación del radical ABTS de cada uno de los seis extractos evaluados (PF, PD, CF, CD, SF y SD); se compara cada componente fresco con el deshidratado. Al igual que con el método del radical DPPH, en el de radical ABTS se observa que cuando aumenta la concentración del extracto, el porcentaje de captación del radical ABTS también se incrementa.

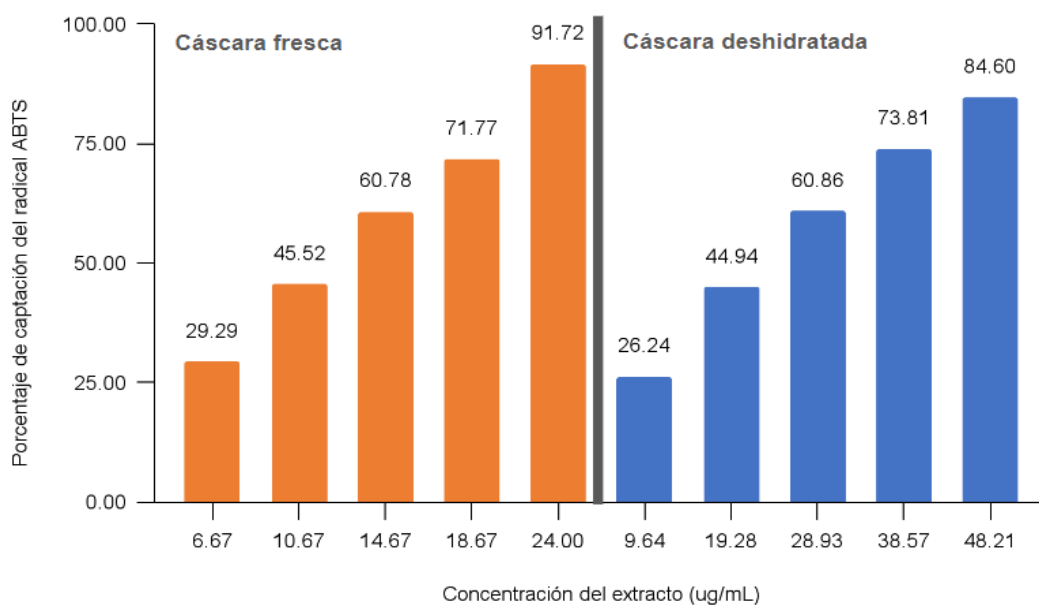
En la figura 12 se observa que el extracto de la pulpa fresca con 47.18 µmg/mL y la pulpa deshidratada con 54.3 µmg/mL alcanzan 79.57 % y 35.60 %, respectivamente de captación de radicales ABTS; se interpreta que entre ellas, la pulpa fresca tuvo mayor capacidad antioxidante.

La figura 13 exhibe que el extracto de la cáscara fresca con 24.0 µmg/mL y la cáscara deshidratada con 28.93 µmg/mL alcanzan 91.72 % y 60.86 %, respectivamente de captación de radicales ABTS; se interpreta que entre ellas, la cáscara fresca tuvo mayor capacidad antioxidante.

Por su parte, la figura 14 muestra que el extracto de la semilla fresca con 6.09 µmg/mL y la semilla deshidratada con 7.06 µmg/mL alcanzan 79.17 % y 78.71 %, respectivamente de captación de radicales ABTS; se interpreta que, entre ellas la semilla fresca tuvo mayor capacidad antioxidante.



*Figura 12. Porcentaje de captación del radical ABTS en la pulpa fresca y deshidratada*



*Figura 13. Porcentaje de captación del radical ABTS en la cáscara fresca y deshidratada*

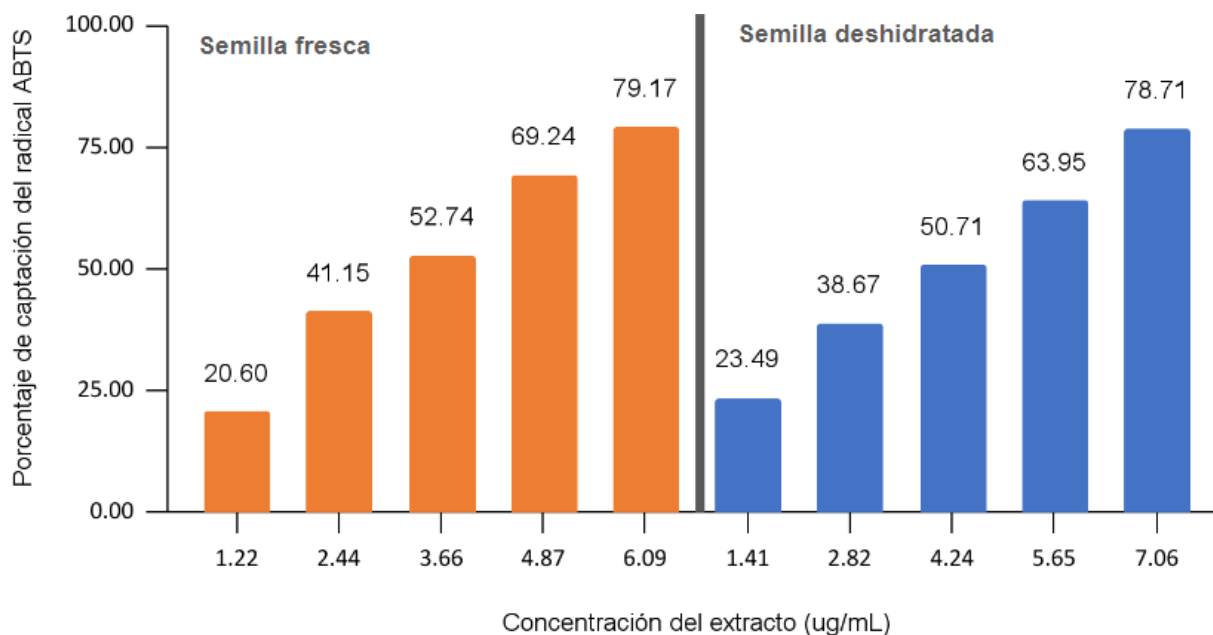


Figura 14. Porcentaje de captación del radical ABTS en las semillas fresca y deshidratada

### 3.5.3 IC<sub>50</sub> mediante radicales DPPH y ABTS

La figura 15 presenta los valores de IC<sub>50</sub> con su respectiva desviación estándar, se visualiza que tanto con el método del radical DPPH como del ABTS, las semillas tuvieron los menores valores de IC<sub>50</sub>, seguidos de las cáscaras y, por último, las pulpas. Además, el IC<sub>50</sub> de semillas frescas (2.88 y 3.44 µg extracto/mL) fueron ligeramente menores que en las semillas deshidratadas (3.11 y 4.12 µg extracto/mL) medidos mediante el radical DPPH y ABTS, respectivamente. El IC<sub>50</sub> de cáscara fresca (19.45 y 12.03 µg extracto/mL) fueron menores que en la cáscara deshidratada (42.44 y 22.35 µg extracto/mL) medidos mediante el radical DPPH y ABTS, respectivamente. Por último, el IC<sub>50</sub> de pulpa fresca (43.18 y 28.55 µg extracto/mL) fueron menores que en la pulpa deshidratada (80.49 y 78.54 µg extracto/mL) medidos mediante el radical DPPH y ABTS, respectivamente.

De acuerdo con los resultados de la prueba t-student con ambos métodos (DPPH y ABTS), en pulpa, cáscara y semillas se observa que sí existen diferencias de medias entre las muestras frescas y deshidratadas (ver anexos, figuras 26 y 27).

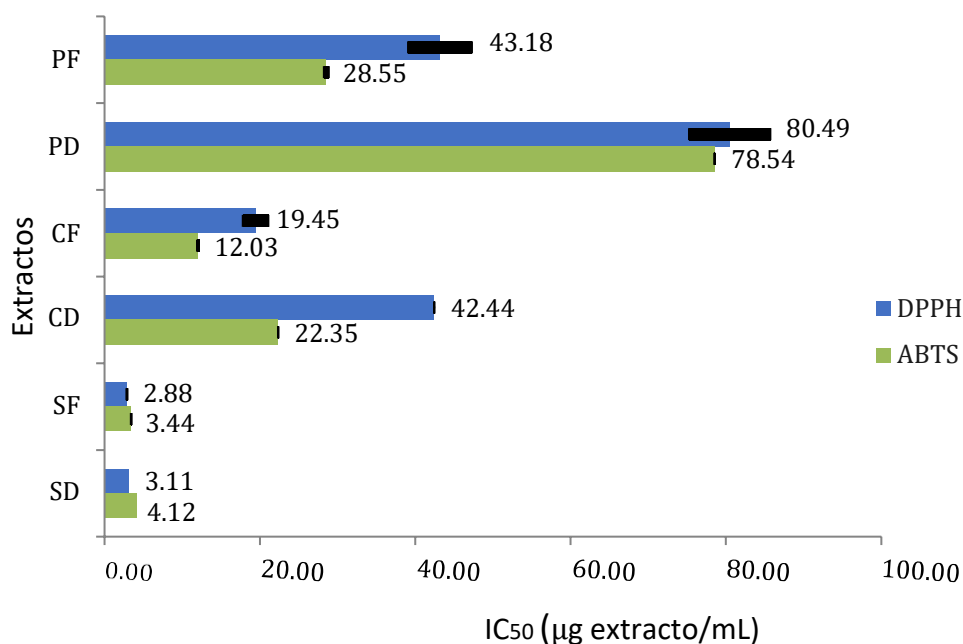


Figura 15. IC<sub>50</sub> de los extractos mediante el radical DPPH y ABTS

### 3.6 Actividad antimicrobiana

#### 3.6.1 Reactivación de las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

La tabla 5 muestra los resultados de las pruebas antimicrobianas con el antibiótico amoxicilina para *E. coli* y vancomicina para *St. aureus* dando 13.21 y 11.44 mm como diámetros de los halos de inhibición promedio, respectivamente.

Tabla 5. Diámetros de los halos de inhibición con antibióticos

Antibiótico	Diámetro del halo de inhibición (mm)			
	Disco 1	Disco 2	Disco 3	Promedio
Amoxicilina (6 mg/mL)	13.5	12.97	13.15	13.21
Vancomicina (8 mg/mL)	11.25	11.36	11.72	11.44

Autoría propia

### 3.6.2 Inhibición bacteriana de los extractos

La inhibición bacteriana fue observada en tres tiempos de incubación (12, 24 y 36h) y los mayores porcentajes de inhibición en la cáscara deshidratada a 4 mg/mL y los menores, en la semilla fresca a 2 mg/mL.

Las figuras 19, 20,21,22 (Anexos) representan los halos de inhibición frente a la cepa *Escherichia coli*. En la figura 23 (Anexos) se observa el enfrentamiento de *E. coli* contra el testigo blanco.

En la tabla 6 se observa los diámetros de los halos de inhibición de cada extracto realizados por triplicado. La cáscara deshidratada a 4 mg/mL destacó por su mayor diámetro de halo de inhibición (2.26 mm) a las 36h y la semilla fresca a 2 mg/mL a 12h, por ser el menor de todos.

A las 12 h (figura 16), la cáscara fresca no mostró ningún efecto antimicrobiano. La cáscara deshidratada obtuvo porcentajes de inhibición desde los 2 hasta los 8 mg/mL. Se obtuvo 16.66% de inhibición a una concentración de 4 mg/mL el cual fue mayor al 14.99% obtenido en el extracto con el doble de concentración (8 mg/mL). En cambio, en la semilla fresca sí se observa que a medida que aumenta la concentración, el porcentaje de inhibición también se incrementa llegando así hasta 14.08% en un extracto de 8mg/mL.

Así también, la figura 16 muestra que la cáscara deshidratada presentó porcentajes de inhibición y su forma fresca no presentó inhibición. Sin embargo, en las semillas se cumplió que los mayores porcentajes de inhibición se obtuvo en las semillas frescas que en su forma deshidratada; el mayor valor lo obtuvo la semilla fresca (14.51%) en un extracto de 8 mg/mL.

La figura 17 (24 h) muestra que la cáscara fresca presenta 7.27% de inhibición en el extracto de 8mg/mL. En la cáscara deshidratada se observa un incremento de la inhibición respecto a las 12 h teniendo al extracto de 4 mg/mL como la mayor inhibición (16.81%). En la semilla fresca se observan ligeros incrementos de inhibición que cumplen que a mayor concentración se obtiene mayor porcentaje de inhibición. En la semilla deshidratada, el extracto de 2 mg/mL no incrementa su inhibición y los extractos de 4 y 8 mg/mL sí incrementan, pero en menor medida.

La figura 18 (36 h), exhibe que la cáscara fresca a 8 mg/mL aumenta su valor hasta 14.99 % de inhibición el cual es igual al porcentaje de inhibición de la cáscara deshidratada a 2 mg/mL. Además, la cáscara deshidratada a 1 mg/mL tuvo 0.15 %, y a 4 mg/mL, 17.11% siendo este el menor y el mayor porcentaje de inhibición, respectivamente. La semilla fresca mantuvo su porcentaje de inhibición a 2, 4 y 8 mg/mL de inhibición y la semilla deshidratada solo aumentó a las concentraciones de 2 y 4 mg/mL con 6.06 y 10.9%, respectivamente. Esto porque a 8 mg/mL la inhibición se mantiene con 12.72%.

Tabla 6. Diámetros de los halos de inhibición con los extractos SF, SD, CF y CD.

Muestra	Concentración (mg/mL)	Diámetro del halo de inhibición de <i>Escherichia coli</i> (promedio en mm)		
		12h	24h	36h
SF	1	0	0	0
	2	0.54	0.56	0.56
	4	1.52	1.56	1.56
	8	1.86	1.9	1.9
SD	1	0	0	0
	2	0.78	0.78	0.8
	4	1.38	1.42	1.44
	8	1.66	1.68	1.68
CF	1	0	0	0
	2	0	0	0
	4	0	0	0
	8	0	0.96	1.98
CD	1	0	0	0.02
	2	1.94	1.96	1.98
	4	2.2	2.22	2.26
	8	1.98	2.08	2.1

Autoría propia

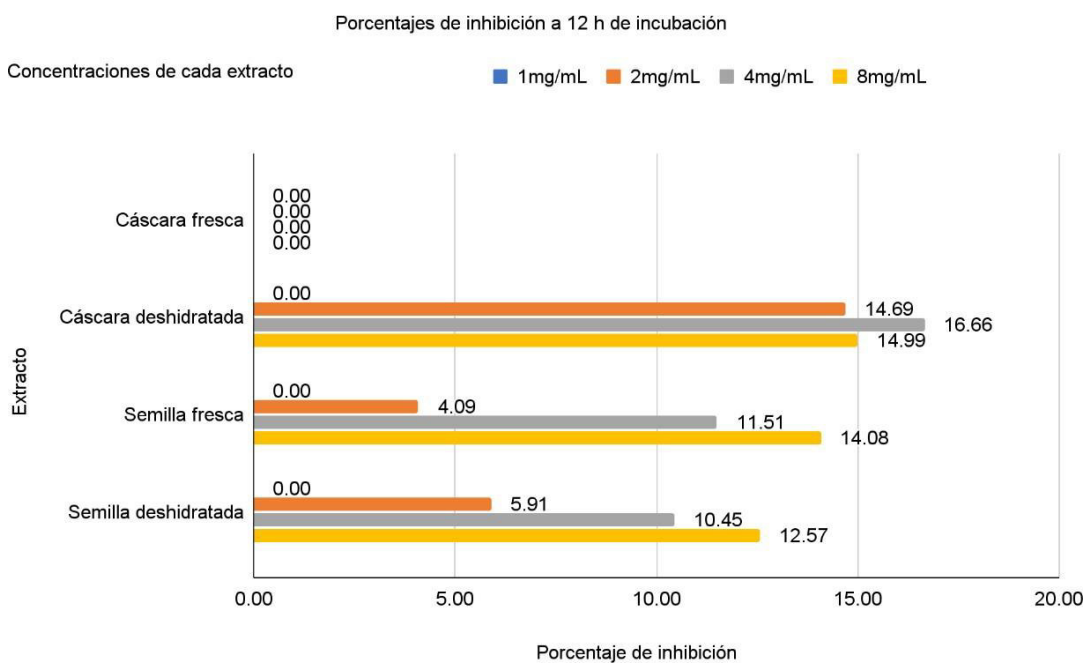
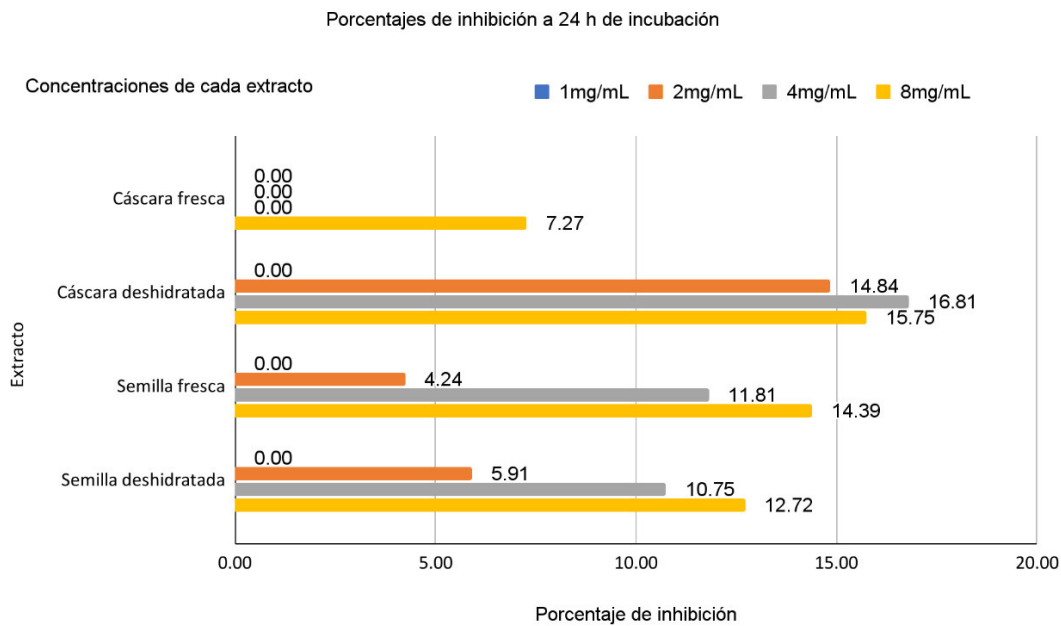
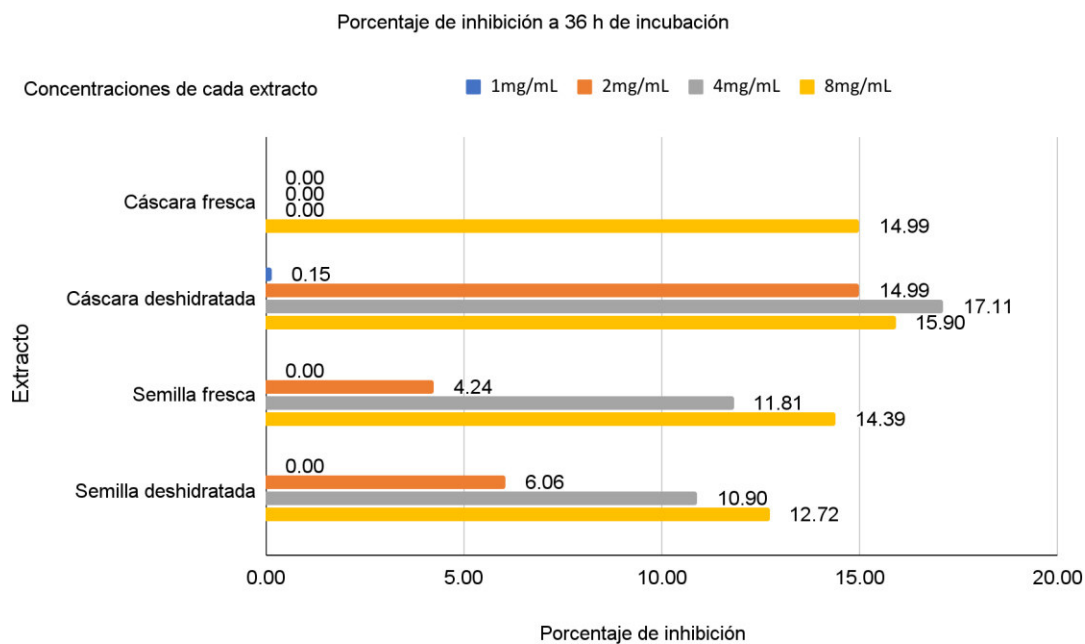


Figura 16. Porcentaje de inhibición luego de 12 h de incubación.





*Figura 17.* Porcentaje de inhibición luego de 24 h de incubación.



*Figura 18.* Porcentaje de inhibición luego de 36 h de incubación.

## IV. DISCUSIÓN

La presente investigación utilizó frutos en estado de madurez tipo pintón lo que correspondió a una pulpa ácida y 6.4° Brix. En ese sentido, Kuno (2021) reporta frutos con pH alrededor de 3 y con 10°Brix.

La tabla 2 de análisis proximal se observa, en base húmeda, los valores de carbohidratos, proteínas y humedad de la pulpa del fruto son similares a lo estudiado por Coral-Caycho et al. (2021) y Huamani-Salazar (2022). Respecto a la cáscara, hasta la actualidad no existen reportes de su análisis proximal. En cuanto a las semillas, la energía total (269.07 kcal/100 g) fue similar a lo hallado por Curasma Solano e Inga Poma (2019); sin embargo, difieren con el contenido de porcentajes de humedad, cenizas, grasas, proteínas, fibra y carbohidratos. Estos resultados son necesarios ya que las empresas agroindustriales o investigadores requieren de características (zona de recolección, características físicas y químicas) de la materia prima para su reproducibilidad en un futuro estudio.

La tabla 3 se observa que el porcentaje de rendimiento de los extractos variaron entre 2.16 y 7.65 %. El solvente usado y los parámetros del proceso de extracción juegan un papel muy importante en el rendimiento (Soto-García y Rosales-Castro, 2016). Hasta la fecha no existen reportes de rendimiento de extractos de componentes de *P. tripartita*.

En este estudio, el uso del ultrasonido a 30 kHz favoreció la dinámica de la extracción de polifenoles de cada componente del fruto. Pérez-Loredo et al. (2017) extrajeron compuestos bioactivos a partir de la pulpa y semillas de *Stenocereus stellatus* concluyendo que el uso del ultrasonido a 40 kHz aumentó la extracción. Respecto al etanol 70% (v/v), muchos autores (Luisetti et al., 2020 y Rojas et al., 2019) los utilizan debido a que gran parte de los compuestos fenólicos son flavonoides polares.

Ballesteros-Vivas et al. (2019) investigaron el contenido de polifenoles totales de semillas deshidratadas (60°C, 12h) de *Passiflora mollissima* mediante una extracción con líquido presurizado con etanol a 150°C y durante 60 minutos obteniendo 29.99 mg EAG/g de extracto seco. Mientras que, en el presente estudio, los valores (tabla 4) fueron superiores para la semilla deshidratada (6848.6 mg de EAG/g extracto seco); esta diferencia se debería a que se optó por una extracción por maceración a temperatura ambiente durante 3 días consecutivos y de la aplicación de ultrasonido lo cual impulsa la extracción de CPT.

Rojano et al. (2012) obtuvo 50.128 mg EAG/g de muestra de pulpa de *P. mollissima* fresca usando una extracción con agua pura, mientras que en el presente estudio se alcanzó 38.55 mg EAG/g de extracto seco (tabla 4). Probablemente esta diferencia se deba a la procedencia del fruto, estado de maduración del fruto, procedimientos propios de la extracción.

Domínguez-Rodríguez et al. (2019) reportó 30.19 mg GAE/ g de extracto seco para la cáscara liofilizada de *Passiflora mollissima* mediante la extracción con agua caliente presurizada, sin embargo, el presente estudio obtuvo 60.99 mg GAE/ g para cáscara deshidratada. Se deduce que el método de extracción y la procedencia del fruto fueron dos factores que influyeron en el CPT.

Respecto al contenido flavonoides totales (CFT), Gil et al. (2014) investigaron el fruto de *P. tripartita* var. *mollissima* y concluyeron que la atomización afecta la estabilidad de los flavonoides en la pulpa. Según Medina et al. (2017), en un estudio del mismo fruto, mencionan

que el CFT está influenciado por los efectos de la luz, calor, oxígeno durante el proceso de extracción afectando así a los flavonoides-C-glicósidos de la cáscara. En el presente estudio, la extracción se llevó a cabo a temperatura ambiente en frascos ámbar y se almacenaron a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  por lo que se descartó la influencia de estos factores en la estabilidad de los compuestos bioactivos.

Las figuras 8, 9 y 10 muestran los porcentajes de captación del radical DPPH y las figuras 12, 13 y 14 exhiben los porcentajes de captación de radicales ABTS en ambos gráficos se visualiza que las semillas, pulpa y cáscara en el estado fresco presentaron mayor porcentaje de inhibición que en sus formas deshidratadas. También se observa diferencias entre los métodos, es decir, se alcanzó mayores porcentajes mediante el método del radical ABTS a menores concentraciones de extractos, en consecuencia, se obtiene menores valores de  $\text{IC}_{50}$  según el método de ABTS. Esto lo explica Tovar del Río (2013), al informar que el radical ABTS reacciona ante compuestos hidro y lipofílicos, mientras que el DPPH hace lo propio, pero solo en un medio orgánico lo que limita mostrar alguna reacción ante muestras que contengan compuestos hidrofílicos.

La figura 15 muestra que todos los extractos tuvieron un  $\text{IC}_{50}$  menor a  $50\text{ }\mu\text{g/ml}$  excepto la pulpa deshidratada; es decir que a menor  $\text{IC}_{50}$  corresponde una mayor capacidad antioxidante. Según Setha et al. (2013), muestras con alta capacidad antioxidante tienen un  $\text{IC}_{50}$  menor a  $50\text{ }\mu\text{g/ml}$ , por lo que los extractos del presente estudio pertenecerían a este grupo.

Actualmente no existe publicaciones que reporten diferencias entre el estado fresco y deshidratado de la pulpa y del subproducto del fruto del tumbo serrano. Sin embargo, hay reporte de otros frutos, De la Vega et al. (2019) estudiaron el aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) deshidratado y encontraron que la capacidad antioxidante disminuyó hasta 31% respecto al fruto fresco a pesar de que el CPT evidenció un incremento en su valor. Kuno (2021) también observó una disminución del 74.65% de la capacidad antioxidante en pulpa y semillas al someterlos a un secado a  $60^{\circ}\text{C}$ . En ese contexto, De La Vega et al. (2019), mencionaron que es posible que el efecto de la temperatura haya afectado a otros compuestos bioactivos que actúan en sinergia con los compuestos fenólicos para lograr una capacidad antioxidante; como por ejemplo los carotenos.

De acuerdo con el análisis estadístico (figura 26 y 27), los extractos de semilla fresca y semilla deshidratada mostraron ligeras diferencias significativas por lo que se puede deducir que ambos pueden ser usados sin ningún riesgo de una posible pérdida de su capacidad antioxidante ante una deshidratación.

Respecto al efecto antimicrobianos, los resultados mostraron que los extractos de la cáscara y semilla del tumbo fueron efectivos frente a las bacterias de *Escherichia coli* y no con *Staphylococcus aureus* a las concentraciones utilizadas. Se resalta el efecto inhibitorio de los residuos de *Passiflora tripartita* frente a *Escherichia coli*. Por otro lado, autores como Grande-Tovar et al. (2020) y Sierra-Castillo et al. (2020) investigaron residuos (cáscara, semillas, restos de pulpa) de *Rubus glaucus Benth* y *Persea americana*, respectivamente; concluyendo que los extractos de cada materia prima fueron efectivas para inhibir *Staphylococcus aureus* mas no *Escherichia coli*.

La deshidratación a  $40^{\circ}\text{C}$  de la cáscara tuvo efectos favorables para la actividad antimicrobiana frente la *Escherichia coli*. El extracto de cascara deshidratada evidenció la mayor actividad antimicrobiana en los tres tiempos de incubación, seguido de la cascara fresca; es decir, se requirió menor concentración para inhibir el crecimiento bacteriano. Es decir, la

deshidratación de la cáscara resultó un factor clave para su conservación de contra bacterias (Rodríguez, 2011). Según la literatura revisada, no hay investigaciones sobre la actividad antimicrobiana de los residuos del tumbo serrano con el fin de contrastar resultados del presente estudio.

Sabogal-Palma et al. (2016) realizaron extractos de cada componente del fruto de *Passiflora maliformis* de Colombia, las muestras se secaron a 42°C por tres días y hallaron actividad antimicrobiana en la semilla a 5mg/mL siendo este el componente con mayor efecto antimicrobiano seguido de la pulpa y, por último, la cáscara.

El efecto inhibitorio de los extractos se debería a la presencia y el contenido de los polifenoles tanto en cáscara como en las semillas, esto se fundamenta en los reportes de Loizzo et al. (2019) quienes investigaron los extractos etanólicos de los componentes del fruto de *Passiflora tripartita* y encontraron en la cáscara 40.1 mg/kg de catequinas , 47.8 mg/kg de ácido ferúlico y 10.2 mg/kg de ácido sináptico, en tanto, para las semillas fueron 208.8 mg/kg, 0 mg/kg y 55.3 mg/kg, respectivamente. De estos informes, se resalta la presencia del ácido ferúlico en la cáscara y no en semilla, de tal manera que este compuesto fue decisivo para ejercer el efecto antimicrobiano contra *Escherichia coli* (Soriano Almiñana, 2020). Esta interpretación fundamenta los resultados del presente estudio, ya que la cáscara tanto fresca como deshidratada lograron mayor efecto antimicrobiano en comparación con los extractos de las semillas en estado fresco y deshidratado. En general, Grande-Tovar et al. (2020) explican que el mecanismo de acción de agentes antimicrobianos naturales sobre las bacterias se efectúa al inhibir de la síntesis de ergosterol el cual forma parte de la membrana bacteriana pudiendo así generar rupturas y afectar su estabilidad.

## V. CONCLUSIONES

1. Los extractos de la pulpa y cáscara fresca tuvieron mayor contenido de polifenoles y flavonoides totales que los extractos deshidratados; 38.55 y 112.42 mg EAG/g; 9.96 y 22.42 mg quercetina/g, respectivamente.
2. El extracto de la semilla deshidratada fue mayor que la fresca en contenido de polifenoles totales ( 684.86 y 482.10 mg EAG/g) y contenido de flavonoides totales ( 178.78 y 134.21 mg quercetina/g), respectivamente; a su vez, obtuvo mayores valores que los demás extractos.
3. La capacidad antioxidante de las semillas frescas tuvo un IC<sub>50</sub> de 2.88 y 3.44 ug/mL, medidos por el radical DPPH y ABTS respectivamente; este valor fue superior a los demás extractos. En la semilla deshidratada se observó una ligera disminución de su capacidad antioxidante por lo que la deshidratación resulta ser una alternativa para su conservación.
4. La propiedad antimicrobiana frente a *Escherichia coli* fue evidenciado en los extractos de la cáscara deshidratada (17.11 % a 4 mg/mL), luego en la cáscara fresca (14.99 % a 8 mg/mL) y, por último en las semillas; la responsabilidad de este efecto recae en los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante. La temperatura (40°C) no alteró la estabilidad estructural de los compuestos fenólicos en la cáscara.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar la evaluación del contenido de ácido ascórbico y carotenoides en cada componente del tumbo.
2. Evaluar la aplicación de la cáscara y semillas en la industria alimentaria ya que presentaron mayor contenido de polifenoles y capacidad antioxidante que en la pulpa.
3. A partir de la pulpa y la cáscara, insumos para helados, mermeladas, harinas, cremas cosméticas.
4. Investigar la acción o efectos en la salud del consumo de un filtrante de semilla de tumbo.

## VII. REFERENCIAS

- Ballesteros-Vivas, D., Alvarez-Rivera, G., León, C., Morantes, S. J., Ibáñez, E., Parada-Alfonso, F., Cifuentes, A., & Valdés, A. (2020). Foodomics evaluation of the anti-proliferative potential of *Passiflora mollissima* seeds. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 130, 108938. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108938>
- Ballesteros-Vivas, D., Alvarez-Rivera, G., Ibáñez, E., Parada-Alfonso, F., & Cifuentes, A. (2019). Integrated strategy for the extraction and profiling of bioactive metabolites from *Passiflora mollissima* seeds combining pressurized-liquid extraction and gas/liquid chromatography-high resolution mass spectrometry. *Journal of chromatography. A*, 1595, 144–157. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.02.031>
- Bernal, M. & Guzmán, M. (1984). El antibiograma de discos. Normalización de la técnica de Kirby-Bauer. *Biomédica*. 4(3-4).112-121. <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1891>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5)
- Calixto-Cotos, M.R. (2020). *Evaluación de los componentes bioactivos, actividad inhibitoria hialuronidasa y la capacidad antioxidante de Pourouma cecropiifolia C. Martius "Uvilla Amazónica"*. [Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Cibertesis, repositorio de tesis digitales.
- Calixto-Cotos, M. R., Chire-Fajardo, G. C., & Orihuela-Rivera, C. A. (2018). Antioxidants properties of chocolates sold in Peru. *Acta Agronomica*, 479-485. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n4.71357>
- Coral-Caycho, E. R., Calixto-Cotos, M. R. & Soberón-Lozano, M. M. (2020). Actividad inhibitoria in vitro de los extractos acuosos de los frutos de *Hylocereus megalanthus* y *Passiflora tripartita* var. mollissima sobre las enzimas  $\alpha$ -amilasa Y  $\alpha$ -glucosidasa. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 86(2), 93-104. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2020000200093&script=sci\\_arttext#B10](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2020000200093&script=sci_arttext#B10)
- Córdova Lavado, I. C. (2016). La industrialización de una bebida natural a partir del tumbo andino (*Passiflora mollissima*) con linaza (*Linum usitatissimum*). *Ingeniería Industrial*, 34, 195-219.
- Cruz, R., Chavez, S. & Fernandez, A. (2021). Actividad antioxidante y ácidos grasos de aceite de semillas de siete frutas nativas de la región Amazonas, Perú. *Información tecnológica*. 32. 141-148. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000300141>
- Curasma Poma, E., & Inga Solano, R. M. (2019). *Efecto de presión y temperatura en el rendimiento, características fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de Passiflora tripartita extraído con CO<sub>2</sub> supercrítico* [Tesis para optar el

Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Universidad Nacional de Huancavelica.

- De La Vega, J. C., Cañarejo, M. A., Cabascango, O. N., & Lara, M. V.. (2019). Deshidratado de *Physalis peruviana* L. en dos Estados de Madurez y su Efecto sobre el Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante, Carotenos, Color y Ácido Ascórbico. *Información tecnológica*, 30(5), 91-100. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500091>
- Díaz, S. M., Lugo, M. Y., Fonte, C. L., Castro, C. I., López-Vigoa, O., & Montejo, S. I. (2017). Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos frescos de hojas de *Morus alba* L. *Pastos y Forrajes*, 40(1), 43-48. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942017000100006&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000100006&lng=es&tlng=es).
- Domínguez-Rodríguez, G., García, M. C., Plaza, M., & Marina, M. L. (2019). Revalorization of *Passiflora* species peels as a sustainable source of antioxidant phenolic compounds. *Science of the Total Environment*, 696, 134030, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134030>
- Esquerre-Ibáñez, B., Rojas-Idrogo, C., Llatas-Quiroz, S., & Delgado-Paredes, G. E. (2014). El género *Passiflora* L. (Passifloraceae) en el Departamento de Lambayeque, Perú. *Acta Botanica Malacitana*, 39(1), 55-70. <https://doi.org/10.24310/abm.v39i1.2576>
- Fernández-Condori, R.C. (2016). *Efecto de la ingesta de las frutas de guanábana, sachatamate, aguaymanto y tumbo serrano sobre la glicemia a través del índice glicémico*. [Tesis de Maestría, Universidad de San Martín de Porras, Facultad de Medicina Humana]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/2091>
- Gil, M., Restrepo, A., Millán, L., Alzate, L. & Rojano, B. (2014) Microencapsulation of Banana Passion Fruit (*Passiflora tripartita* var. Mollissima): A New Alternative as a Natural Additive as Antioxidant. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 671-682. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2014.58078>
- Gimeno Creus, E. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm*, 23(6), 80-84. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-compuestos-fenolicos-un-analisis-sus-13063508>
- Grande-Tovar, Carlos; Aranaga-Arias, Carlos; Flórez-López, Edwin; Araujo-Pabón, Liza (2020). Determinación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de residuos de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Informador Técnico*, 85(1), 64-82. <https://doi.org/10.23850/22565035.2932>
- Herrera Chalé, F., Betancur Ancona, D., & Segura Campos, M. R. (2014). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad: péptidos biológicamente activos. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 10-20. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.1.6990>

- Huamani, L. A. (2016). Modelamiento del comportamiento de calidad en postcosecha del tumbo serrano (*Passiflora mollissima* Bailey). *Revista de Investigación UNSCH*, 24(1), 93-98. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1070>.
- Huamani-Salazar, C. J. (2022). *Elaboración de puré de Tumbo serrano (Passiflora mollissima H.B.K.), maximizando la retención del ácido ascórbico*. [Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.01>
- Hufford, C. D., Funderburk, M. J., Morgan, J. M., & Robertson, L. W. (1975). Two Antimicrobial Alkaloids from Heartwood of *Liriodendron tulipifera* L. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 64(5), 789–792. <https://doi.org/10.1002/jps.2600640512>
- Kuno, N. (2021). *Efecto del secado convectivo sobre el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en pulpa y semilla de Passiflora tripartita var. mollissima "tumbo serrano"*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*. 25 (4), 726-732. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>
- Loizzo, M. R., Lucci, P., Núñez, O., Tundis, R., Balzano, M., Frega, N. G., Conte, L., Moret, S., Filatova, D., Moyano, E., & Pacetti, D. (2019). Native Colombian Fruits and Their by-Products: Phenolic Profile, Antioxidant Activity and Hypoglycaemic Potential. *Foods (Basel, Switzerland)*, 8(3), 89. <https://doi.org/10.3390/foods8030089>
- Luisetti, J., Lucero, H., & Ciappini, M. (2020). Estudio preliminar para optimizar la extracción de compuestos fenólicos bioactivos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Revista de Ciencia y Tecnología*, (33), 1-10. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-75872020000100012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872020000100012&lng=es&tlng=es).
- Mayta-Tovalino, F., Gamboa, E., Sánchez, R., Rios, J., Medina, R., García, M., & Asencios, J. (2019). Development and formulation of the experimental dentifrice based on *Passiflora mollissima* (Tumbo) with and without fluoride anion: Antibacterial activity on seven antimicrobial strains. *International Journal of Dentistry*, 2019, 9056590, 1-8. <https://doi: 10.1155/2019/9056590>
- Martínez, N. N., Camacho, V. M. & Martínez, L. J. (2008) Revisiones Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad Dietética*. 12(2), 64-68.
- Medina, S. , Collado-González, J. , Ferreres, F. , Londoño-Londoño, J. , Jiménez-Cartagena, C. , Guy, A. , Durand, T. , Galano, J. , & Gil-Izquierdo, A. (2017). Valorization Strategy of Banana Passion Fruit Shell Wastes: An Innovative Source of Phytosteranes and Phenolic Compounds and Their Potential Use in Pharmaceutical and Cosmetic Industries. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(11), 801-808. <http://pubs.sciepub.com/jfnr/5/11/2>



- Ortiz, B. L., & Anzola, C. (2018). Study of the physiological effect of the consumption of arepas enriched with pectin extracted from banana passionfruit peel (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*). *Revista Colombiana de Química*, 47(2), 5-11. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v47n2.65812>.
- Pérez-Loredo, M., Hernández-De Jesús, L., & Barragán-Huerta, B. (2017). Extracción de compuestos bioactivos de Pitaya Roja (*Stenocereus stellatus*) aplicando pretratamientos con microondas, ultrasonido y enzimáticos. *Agrociencia*, 51(2), 135-151. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952017000200135&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000200135&lng=es&tlng=es).
- Posada Quintero, E. R. (2019). *Evaluación de la incidencia del método de extracción en las propiedades fisicoquímicas y reológicas de pectina obtenida de la cáscara de curuba (Passiflora mollissima)*. [Tesis de título, Universidad La Salle ]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/270](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/270)
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3)
- Rodríguez, E. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7(1), 153-170. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46116742014>
- Rodríguez Solano, K. P., & Valderrama Melquiades, E. B. (2017). *Cuantificación del contenido de polifenoles totales del fruto de Passiflora tripartita var. mollissima "pur pur"*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1429914>
- Rojano, B. A., Zapata, K., & Cortes C. F. (2012). Capacidad atrapadora de radicales libres de *Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey (curuba). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(4), 408-419. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962012000400012&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000400012&lng=es&tlng=es).
- Rojas, T., Fuentes, M., Contreras-López, E, Gómez, S., & Muñoz-Jáuregui, A. (2019). Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la cáscara de sanky (*Corryocactus brevistylus*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(2), 258-267. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2019000200012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000200012&lng=es&tlng=es).
- Sabogal-Palma, A., Chávez-M, J., Oliveros-Gómez, D., Murillo-Perea, E, & Méndez-Arteaga, J. (2016). Funcionalidades biológicas de *Passiflora maliformis* del sur macizo colombiano. *Bioagro*, 28(1), 003-012.
- Setha, B., Gaspersz, F.F., Idris, A.P., Rahman, S.A., & Mailoa, M.N. (2013). Potential Of *Seaweed Padina* Sp. As A Source Of Antioxidant. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2, 221-224.

- Sierra-Castillo, J., Gómez-Rave, L. J., Muñoz, A. X., Ramírez-Hoyos, F., Patiño-Rojas, I., Zapata-Baron, S., León-Rojas, D., & Bermúdez-Pirela, V. (2020). Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro de extractos de *Persea americana* (Aguacate) variedad Choquette sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. *Kasmera*, 48(2), e48230835. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4064181>
- Singleton, V. I. & Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid agents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16, 144-158.
- Soriano Almiñana, A. (2020). *Ácidos fenólicos como agentes antibacterianos en el desarrollo de materiales activos para el envasado de alimentos*. [Trabajo fin de Máster universitario en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10251/149348>
- Soto-García, M., & Rosales-Castro, M. (2016). Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyla*. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 18(4), 701-714. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000061>
- Tovar del Río, J. (2013). *Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregion Cafétera*. [Tesis para obtener el título de Químico Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Vargas, V. M. L., Figueroa, B. H., Tamayo, C. J, Toledo, L. V. y Moo, H. V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 26 (2). <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>
- Zavala, L., Castro, Y., Calva, F., Morales, A., Sánchez, M. & Chávez, Y. (2020). Optimización de deshidratación de la semilla de mango con microondas y conservación de los compuestos fenólicos. *Revista mexicana de Agroecosistemas*, 7(1),19-29.
- Zenteno-Pizarro, B. F. (2019). *Extracción de principios activos de estructura fenólica y evaluación de la capacidad antioxidante a partir de Azorella compacta*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9859>
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555–559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)

## VIII. ANEXOS

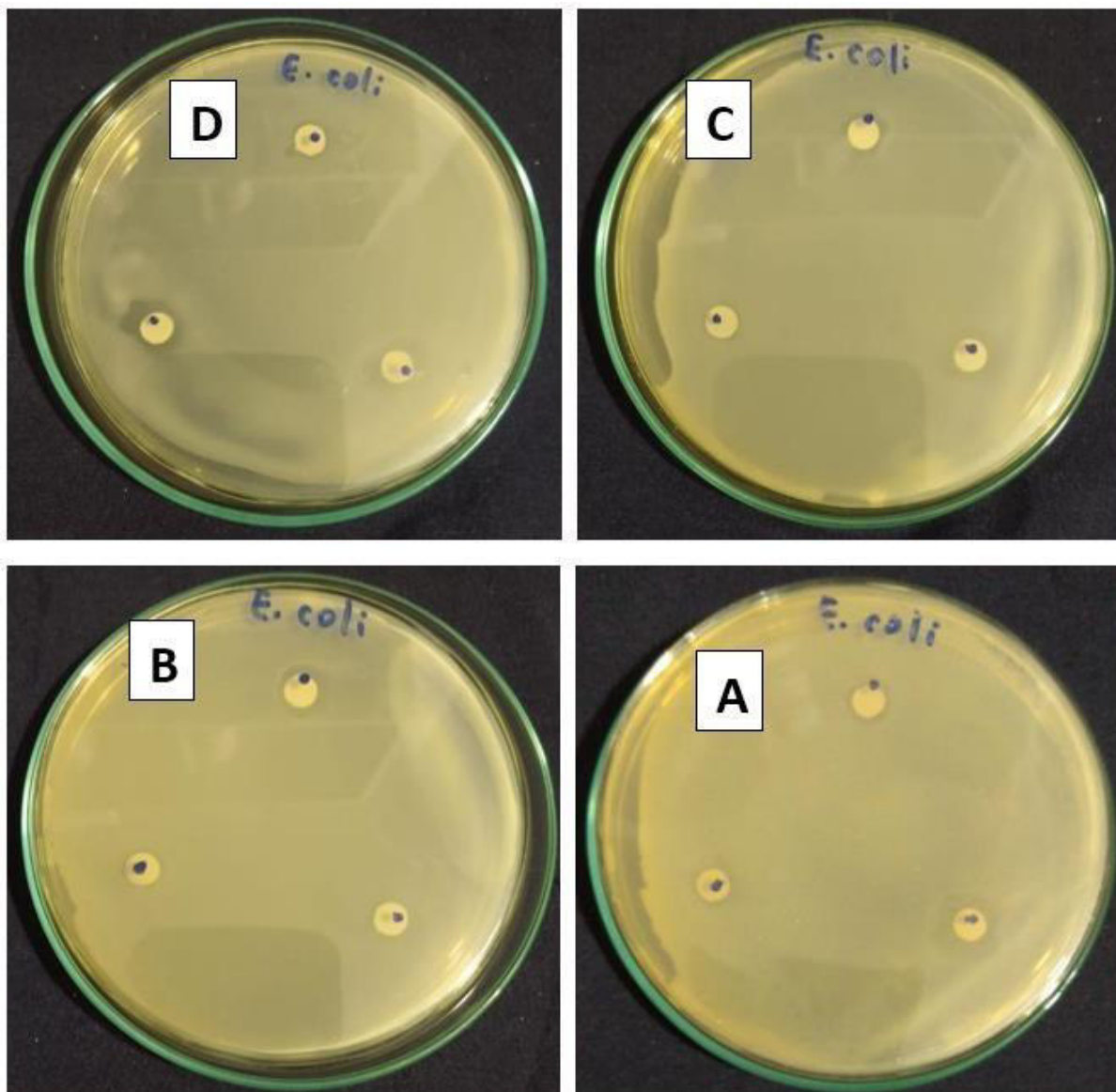


Figura 19. *E. coli* contra el extracto de CD; D: 8 mg/mL ; C: 4 mg/mL ; B: 2 mg/mL ; A: 1 mg/mL .

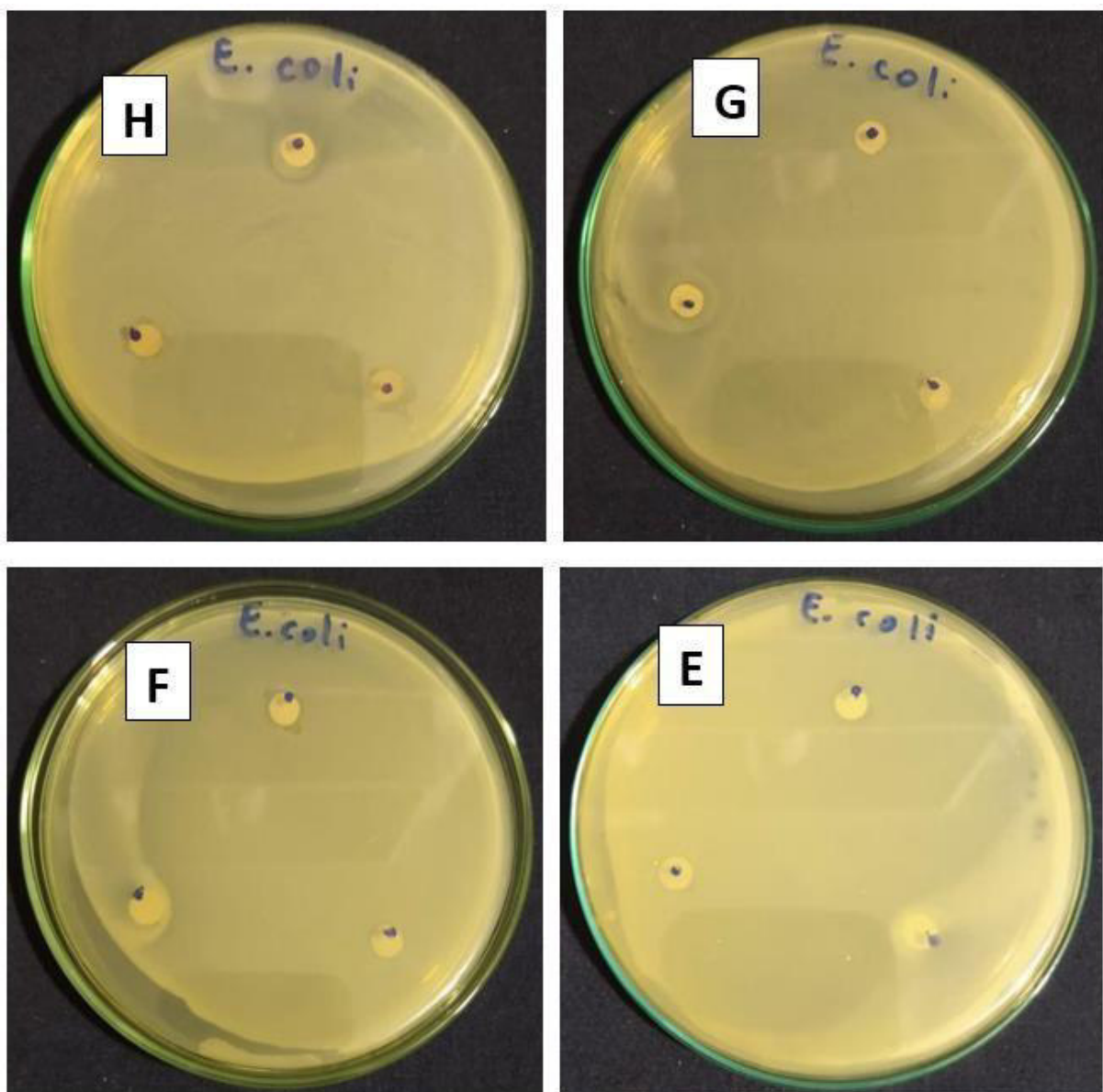


Figura 20. Enfrentamiento de *E. coli* contra el extracto de CF; H: 8 mg/mL ; G: 4 mg/mL ; F: 2 mg/mL ; E: 1 mg/mL .

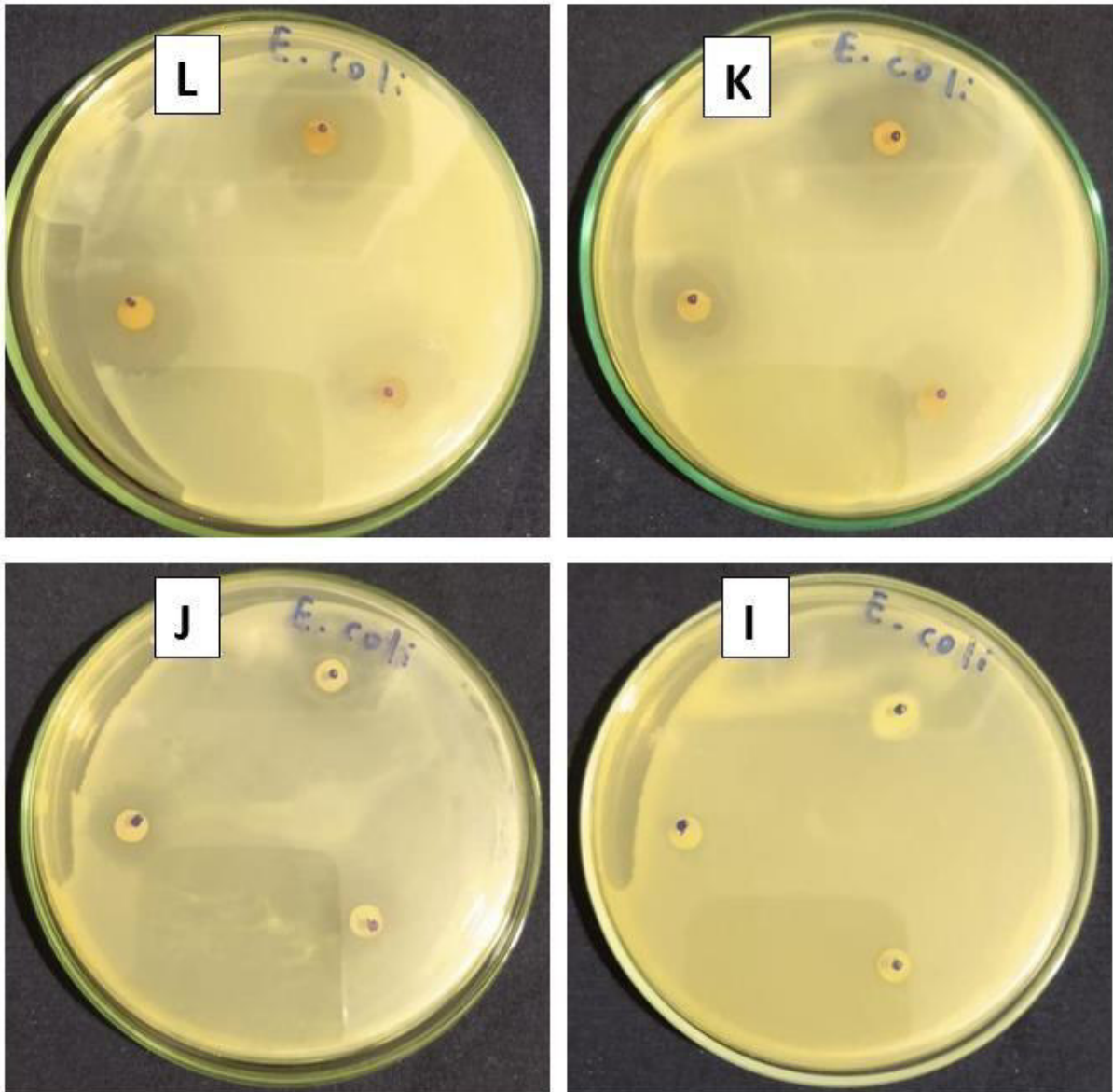


Figura 21. Enfrentamiento de *E. coli* contra el extracto de SD; L: 8 mg/mL ; K: 4 mg/mL ; J: 2 mg/mL ; I: 1 mg/mL



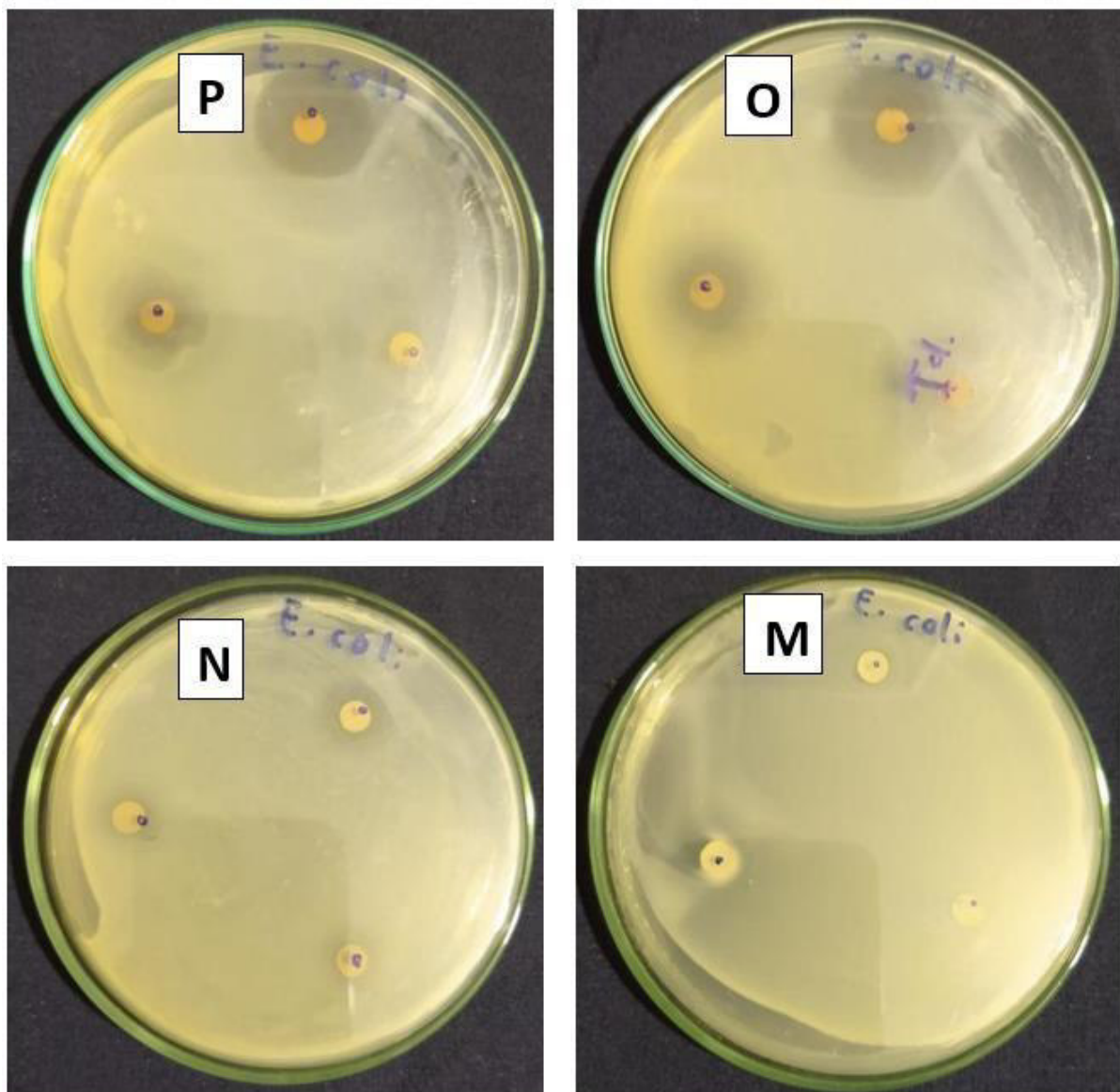
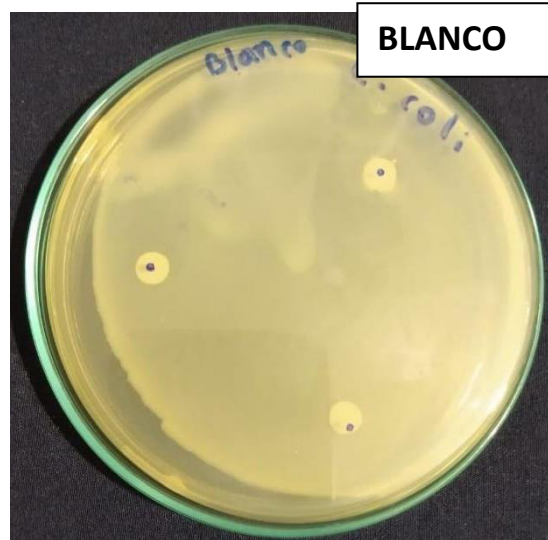


Figura 22. Enfrentamiento de *E. coli* contra el extracto de SF; P: 8 mg/mL ; O: 4 mg/mL ; N: 2 mg/mL ; M: 1 mg/mL



*Figura 23.* Enfrentamiento de *E. coli* contra el testigo blanco.

<b>POLIFENOLES</b>		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Pulpa fresca</i>	<i>Pulpa deshidratada</i>
Media	38.55	28.87
Varianza	2.047193	0.606366
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	1.326779	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	10.292829	
P(T<=t) una cola	0.000251	
Valor crítico de t (una cola)	2.131847	
P(T<=t) dos colas	0.000503	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Cáscara fresca</i>	<i>Cáscara deshidratada</i>
Media	112.42	60.99
Varianza	125.753733	3.494433
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	64.624083	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	7.834453	
P(T<=t) una cola	0.000717	
Valor crítico de t (una cola)	2.131847	
P(T<=t) dos colas	0.001433	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Semillas frescas</i>	<i>Semillas deshidratadas</i>
Media	482.10	684.86
Varianza	4812.212700	994.985833
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	2903.599267	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-4.608424	
P(T<=t) una cola	0.004984	
Valor crítico de t (una cola)	2.131847	
P(T<=t) dos colas	0.009967	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445	

Figura 24. Análisis estadístico del contenido de polifenoles totales



FLAVONOIDES		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Pulpa fresca</i>	<i>Pulpa deshidratada</i>
Media	9.96	4.62
Varianza	0.890805	0.226039
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	0.558422	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	8.758856	
P(T<=t) una cola	0.000468	
Valor crítico de t (una cola)	2.131847	
P(T<=t) dos colas	0.000937	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Cáscara fresca</i>	<i>Cáscara deshidratada</i>
Media	22.42	15.23
Varianza	6.448225	0.104840
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	3.276532	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	4.866820	
P(T<=t) una cola	0.004119	
Valor crítico de t (una cola)	2.131847	
P(T<=t) dos colas	0.008239	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Semillas frescas</i>	<i>Semillas deshidratadas</i>
Media	134.21	178.78
Varianza	7.434501	27.299939
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	17.367220	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-13.097247	
P(T<=t) una cola	0.000098	
Valor crítico de t (una cola)	2.131847	
P(T<=t) dos colas	0.000196	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445	

Figura 25. Análisis estadístico del contenido de flavonoides totales

<b>DPPH</b>		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Pulpa fresca</i>	<i>Pulpa deshidratada</i>
Media	43.2859	80.5249
Varianza	0.0460	16.9116
Observaciones	3.0000	3.0000
Varianza agrupada	8.4788	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	4.0000	
Estadístico t	-15.6630	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	2.1318	
P(T<=t) dos colas	0.9704	
Valor crítico de t (dos colas)	2.7764	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Cáscara fresca</i>	<i>Cáscara deshidratada</i>
Media	19.5034	42.3446
Varianza	0.5921	2.7211
Observaciones	3.0000	3.0000
Varianza agrupada	1.6566	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	4.0000	
Estadístico t	-21.7349	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	2.1318	
P(T<=t) dos colas	0.0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2.7764	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Semilla fresca</i>	<i>Semilla deshidratada</i>
Media	28.7653	31.1815
Varianza	0.0749	0.4149
Observaciones	3.0000	3.0000
Varianza agrupada	0.2449	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	4.0000	
Estadístico t	-5.9798	
P(T<=t) una cola	0.0020	
Valor crítico de t (una cola)	2.1318	
P(T<=t) dos colas	0.0039	
Valor crítico de t (dos colas)	2.7764	

Figura 26. Análisis estadístico del método del radical DPPH

<b>ABTS</b>		
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Pulpa fresca</i>	<i>Pulpa deshidratada</i>
Media	28.1669	78.5493
Varianza	0.0278	0.1011
Observaciones	3.0000	3.0000
Varianza agrupada	0.0644	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	4.0000	
Estadístico t	-243.1439	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	2.1318	
P(T<=t) dos colas	0.0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2.7764	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Cáscara fresca</i>	<i>Cáscara deshidratada</i>
Media	12.3276	23.5546
Varianza	0.0011	0.0154
Observaciones	3.0000	3.0000
Varianza agrupada	0.0083	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	4.0000	
Estadístico t	-151.1758	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	2.1318	
P(T<=t) dos colas	0.0001	
Valor crítico de t (dos colas)	2.7764	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	<i>Semilla fresca</i>	<i>Semilla deshidratada</i>
Media	3.4449	4.1237
Varianza	0.0010	0.0029
Observaciones	3.0000	3.0000
Varianza agrupada	0.0020	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	4.0000	
Estadístico t	-18.7529	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	2.1318	
P(T<=t) dos colas	0.0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2.7764	

Figura 27. Análisis estadístico del método del radical ABTS



*Figura 28.* Laboratorio de Investigación (Sección equipos) del IBN.  
Tesisista y el espectrofotómetro UV-Visible Genesys 50. Setiembre 2021