



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN**

Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en dos estadios de madurez de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Licenciada en Nutrición**

**AUTORAS:**

Godoy Morin, Raiza Valeria (orcid.org/0000-0002-7278-9800)  
Saavedra Rodriguez, Crystel Belen (orcid.org/0000-0002-1509-456X)

**ASESOR:**

Dr. Valdiviezo Campos, Juan Ernesto (orcid.org/0000-0002-8962-5810)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Promoción de la Salud y Desarrollo Sostenible

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

**TRUJILLO – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

A mi querida Yoyita por ser la madre más adorable, comprensiva y fuerte que pudo haberme tocado, todos mis logros son tuyos, te amo reina.

A papá Rolo, por siempre vivir mis pasos como los tuyos propios, te amo campeón.

A mi hermano Diego porque desde pequeña crecí teniéndote como referente, espero haberte llenado de orgullo.

A mi sobrino Ghadier, deseo que jamás dude que puede lograr todo lo que se proponga si trabaja por ello con perseverancia y paciencia.

A mi madrina Blanquita por todo el cariño, bondad y soporte brindado en los últimos meses.

A mi preciosa Xeenita porque la extraño mucho.

**RAIZA GODOY**

Este trabajo es dedicado en primer lugar a mi madre, que de no ser por ella no estaría donde estoy ahora, y al resto de mis familiares y seres queridos que de una u otra forma me brindaron su apoyo durante el trayecto de mi carrera universitaria.

**BELÉN SAAVEDRA**

## **Agradecimiento**

Agradezco infinitamente a mis padres, Yolanda Morin y Rolando Godoy porque sin el apoyo incondicional que me brindan mis logros no serían los mismos, que honor tenerlos como padres y mejores amigos. Agradezco también al Dr. Juan Valdiviezo por la guía brindada clase a clase, sus correcciones y exigencia fueron clave para desarrollar este trabajo de la mejor manera. Un agradecimiento especial al Dr. Jorge Diaz por su ayuda con los procedimientos y obtención de resultados. Y gracias a mi amiga y coautora de tesis Belén Saavedra, este proceso habría sido menos divertido sin tu presencia.

**RAIZA GODOY**

Ante todo agradezco a Dios por haberme guiado siempre por el camino correcto, a mi madre Nancy Rodríguez por haberme brindado su apoyo incondicional en toda las etapas de mi vida, por sus llamadas de atención cuando estaba en un error, por ser una mujer luchadora para sacar adelante a mis hermanos y a mí; gracias también a mi padre Anderson Saavedra, por sus palabras motivadores día a día, a mi hermana Silvia Saavedra gracias por ser mi cómplice y compañía durante toda mi adolescencia hasta la actualidad, al Dr. Jorge Diaz gracias por su enseñanza, paciencia y dedicación durante la ejecución de nuestra tesis y gracias a mi amiga y compañera de tesis Raiza Godoy por hacerme ver mis errores y virtudes y brindarme fuerzas para culminar con éxito la carrera.

**BELÉN SAAVEDRA**

## Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	8
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	8
3.2 Variables y operacionalización.....	8
3.3 Población, muestra y muestreo.....	9
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	10
3.5 Métodos de análisis de datos .....	13
3.6 Aspectos éticos .....	13
IV. RESULTADOS .....	14
V. DISCUSIÓN .....	16
VI. CONCLUSIONES .....	20
VII. RECOMENDACIONES .....	21
REFERENCIAS .....	22
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1. Capacidad antioxidante de dos estadios de madurez del fruto <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav. “rocoto”.	14
Tabla 2. Contenido de compuestos fenólicos de dos estadios de madurez del fruto <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav. “rocoto”.	15

## Resumen

Se ejecutó este trabajo con el objetivo de determinar la capacidad antioxidante y cuantificar el contenido de compuestos fenólicos en dos estadios de madurez del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto". La investigación fue tipo básica, no experimental, descriptiva, transversal con enfoque cuantitativo. La muestra tuvo procedencia el caserío Caulimalca-Usquil, se utilizó el mesocarpo para cada estadio (pintón y maduro) y se obtuvo los extractos etanólicos mediante maceración. La capacidad antioxidante se determinó a través del método DPPH y para cuantificar el contenido de compuestos fenólicos se utilizó Folin Ciocalteu. Los resultados reportaron 10,29 mM EAA/g MS con IC50 de 409,53 mg/ml en el estadio pintón y 33,42 mM EAA/g MS con IC50 de 190,79 mg/ml en estadio maduro. Del mismo modo, el contenido de fenoles totales arrojó  $779,17 \pm 58,97$  mg EAG/100 g MS en el estadio pintón, mientras que  $1112,12 \pm 41,97$  mg EAG/100 g MS en estadio maduro. Concluyendo que el estadio maduro presenta una mayor capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos, mostrando una significancia menor a 0,05 en los resultados.

**Palabras clave:** rocoto, antioxidantes, compuestos fenólicos, DPPH, Folin ciocalteau

## Abstract

This work was carried out with the objective of determining the antioxidant capacity and quantifying the content of phenolic compounds in two stages of maturity of "rocoto" hot pepper *Capsicum pubescens* (Ruiz & Pavón). The study was basic, non-experimental, descriptive, cross-sectional, with a quantitative approach. The sample came from Caulimalca caserío village in Usquil. The mesocarp was used for each stage (maturing pinton and ripe maduro) and ethanolic extracts were obtained by steeping-soaking. The antioxidant capacity was determined by the DPPH method and the content of phenolic compounds was quantified by Folin Ciocalteu reagent. The results revealed 10.29 mM EAA/g DM with IC<sub>50</sub> of 409.53 mg/ml in the maturing pinton stage and 33.42 mM EAA/g DM with IC<sub>50</sub> of 190.79 mg/ml in the ripe maduro stage. Similarly, the total phenol content was 779.17 ± 58.97 mg EAG/100 g DM in the maturing pinton stage, while 1112.12 ± 41.97 mg EAG/100 g DM in the ripe maduro stage. It was concluded that the ripe maduro stage has a higher antioxidant capacity and content of phenolic compounds, showing a significance of less than 0.05 in the results.

**Keywords:** rocoto hot pepper, antioxidants, phenolic compounds, DPPH, Folin Ciocalteu reagent

## I. INTRODUCCIÓN

Como bien se sabe, el oxígeno es la sustancia de mayor importancia para realizar la respiración, la cual lleva posteriormente a la oxigenación del organismo en todos los niveles. Por otro lado, el metabolismo es en su mayoría de tipo aerobio, en donde el oxígeno desempeña un rol primordial en la respiración celular. Las reacciones de oxidación-reducción, que se realizan dentro del organismo, facilitan la creación de los radicales<sup>1</sup>.

El término "radicales libres" se refiere a una clase de átomos que tienen un electrón no unido o latente. Como resultado, tienen un alto nivel de reactividad oxidativa hacia una variedad de sustratos, en particular lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Estos radicales se desplazan por todo el cuerpo con el objetivo de sustraer un electrón que permita volverlo una molécula estable. Originándose de esta manera una reacción en cadena afectando a las células<sup>2</sup>.

Además, existe un fenómeno denominado estrés oxidativo el cual se determina cuando se da un desequilibrio en el balance de los radicales libres y la capacidad de activar el sistema de protección antioxidante para mitigar los efectos de estos, asimismo, se involucra en la pérdida de todos los biocompuestos esenciales de proteínas, ADN y lípidos de la membrana, así como también ocasionar la muerte celular<sup>3-4</sup>.

Para combatir el estrés oxidativo se requieren moléculas que puedan bloquear el exceso de producción de radicales libres y los problemas que estos provocan. Las sustancias que previenen esta oxidación se conocen como antioxidantes. Un antioxidante se define como "una sustancia presente en concentraciones muy bajas en comparación con una sustancia oxidable que disminuye o impide la oxidación de la misma<sup>5</sup>.

La relación existente entre antioxidantes y radicales libres es crucial para equilibrar la salud humana, ya que los radicales libres causan estrés oxidativo que acelera el envejecimiento y en diversas enfermedades que guardan relación con los años de vida<sup>6</sup>.

Además, existe una clase de antioxidantes conocidos como antioxidantes exógenos que pueden ingerirse a través de alimentos o suplementos nutricionales. Un sinnúmero de estudios ejecutados recientemente indica que algunos de estos antioxidantes exógenos muestran efectos en la mitigación de diversas enfermedades crónicas, como diabetes, enfermedades coronarias, cáncer y enfermedades neurodegenerativas. La ventaja de estos antioxidantes es que son fáciles de obtener, ya que se pueden encontrar en fuentes naturales en diversos alimentos de consumo dietario regular, siendo abundantes principalmente en alimentos vegetales<sup>7</sup>.

Este grupo de patologías representa la mayor causa de decesos en el mundo. Durante las últimas dos décadas, las enfermedades no transmisibles han ido en aumento a nivel mundial y actualmente significan una gran cantidad de los causantes de morbilidad. Los comportamientos que conducen a estas patologías a menudo surgen durante la niñez y la adolescencia<sup>8-13</sup>.

El problema que motiva esta investigación es ¿cuál es la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos de dos estadios de madurez de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto”?

Por tanto, esta investigación se justifica tras observar las causas principales de mortalidad en nuestro país muchas de las cuales cuentan con etiologías como el estrés oxidativo, el envejecimiento celular y exacerbantes como sobreproducción de radicales libres, los cuales pueden ser contrarrestados con el consumo de antioxidantes, muchos de estos presentes en cantidades peculiarmente altas en frutos peruanos como el *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto”, que, además, forma parte de la gama de ingredientes de muchos platos tradicionales de nuestro país, lo cual facilita su consumo y consecuente beneficio<sup>14</sup>.

La hipótesis es implícita ya que los resultados se evidenciarán durante el desarrollo de la investigación.

El siguiente trabajo de investigación tiene por objetivo principal cuantificar la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos en dos estadios de madurez del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto” y como objetivos

específicos determinar la capacidad antioxidante en dos estadios de madurez del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto", cuantificar el contenido de compuestos fenólicos en dos estadios de madurez del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto".

## II. MARCO TEÓRICO

En relación a los antecedentes nacionales, según Villar, mediante una revisión sistemática, evaluaron 100 accesiones vegetales de 4 grupos de *Capsicum*, tales como (*C. baccatum*, *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens*) en donde se calculó la cantidad de capsaicinoides y pungencia; el conjunto de compuestos fenólicos; la acción antioxidante. Los resultados demostraron que el índice Scoville máximo del Pucunucho de Lamas (*C. chinense*) era de 365 929 unidades. Concluyendo que se hallaron elevadas correlaciones entre las cantidades de capsaicinoides con la composición total de compuestos fenólicos y la acción antioxidante; así como la relación inversa entre el valor Hue y la intensidad de color<sup>14</sup>.

Rioja realizó una evaluación de la capacidad antioxidante y la cantidad total de polifenoles en el extracto hidroalcohólico de tres ecotipos diferentes de mashua, cuyo nombre científico es *Tropaeolum tuberosum*. Los resultados obtenidos para la actividad antioxidante de los diversos ecotipos, con la ejecución el ensayo de 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH), se registraron como IC<sub>50</sub> de 127,44; 154,66 y 184,64 µg/mL. En cuanto a los fenoles totales, se encontraron valores de 121,19; 118,19 y 86,61 mg EAG/100 g de la extracción, lo que indica una presencia significativa de capacidad antioxidante y polifenoles totales<sup>15</sup>.

Mientras que, Orué en su investigación planteó determinar la actividad antioxidante del Sanky (*Corryocactus brevistylus*) en su fruto y semilla, a través de un análisis inductivo, donde usó la técnica para obtener el radical DPPH, haciendo uso de un extracto de acuoso, donde halló que el valor IC<sub>50</sub> para la parte de la semilla del "Sanky" es de 4,0 mg/mL, en contraste con la pulpa que obtuvo 7,5 mg/mL. Concluyendo que la semilla muestra una alta actividad antioxidante en relación a la pulpa<sup>16</sup>.

En su investigación, Rodríguez llevó a cabo la extracción hidroalcohólica de los frutos de *Spondias dulcis* Parkinson utilizando pulpa y etanol al 80%. La cantidad de fenoles se determinó empleando el método de Folin Ciocalteu, mientras que la actividad antioxidante mediante el método de DPPH y se comparó con la equivalencia antioxidante de la vitamina C. Se encontró 18,226 ± 1,314 mg Eq AG/100g de compuestos fenólicos en la muestra, lo que indica una presencia

significativa de compuestos fenólicos. Además, se observó una alta capacidad antioxidante en el extracto hidroalcohólico de *Spondias dulcis* Parkinson, ya que pudo inhibir a la mitad de su capacidad oxidante al radical DPPH (IC<sub>50</sub>) a una concentración correspondiente a 1981,403 µg/ml del extracto, equivalente a 0,44 mM de vitamina C<sup>17</sup>.

Respecto a los antecedentes internacionales, Granados et al., utilizaron los métodos DPPH y ABTS para evaluar el extracto etanólico de ají chivato "*Capsicum baccatum* L." obteniendo valores de IC<sub>50</sub> de 315,0±1,0 µg/mL y 160,11±0,20 µg/mL respectivamente y el ensayo de Folin-Ciocalteu para calcular el número de fenoles totales donde se observó un alto contenido fenólico<sup>18</sup>.

Castellanos estudió los compuestos bioactivos en pimientos (*Capsicum annum* L.), el objetivo fue analizar las cantidades de flavonoides en variedades de pimientos, para ello se analizaron los frutos maduros mediante HPLC. Los resultados indicaron 1,2 mg/g de peso seco de quercetina y 64,7 µg/g peso seco de luteolina, siendo ambos los flavonoides encontrados en mayor cantidad, superando además la cantidad que la bibliografía indica; además, se observó que los flavonoides se veían alterados por el ambiente de cultivo<sup>19</sup>.

Por otro lado, Naspud en su estudio de la capacidad inhibitoria de radicales libres de extractos hidroalcohólicos de mora, a través del ensayo de DPPH determinó como valor de IC<sub>50</sub> 29,962 µg/ml. Los valores de fenoles totales más altos encontrados fueron de 148,897 AG/ml para el extracto sin tratamiento, determinado a partir del método de Folin-Ciocalteu. Y se concluyó que la acción antioxidante tiende a disminuir con la utilización de tratamientos térmicos<sup>20</sup>.

El rocoto de nombre científico *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav., es una especie del género *Capsicum* en Suráfrica<sup>21</sup>. Originario de Perú, a nivel de la región andina se hallan más de 25 variedades de uchu o rocoto. En la ciudad de Arequipa, el rocoto se ha venido efectuando de manera peculiar con características propias, como el alto contenido de la capsaicina la cual le aporta el picante<sup>22</sup>.

*C. pubescens* y otras variedades de *Capsicum* presentan una alta concentración de capsaicina, sin embargo, su cantidad total de capsaicinoides es inferior a otros ajíes<sup>23</sup>.

Respecto a los requerimientos de cultivo, se desarrolla de manera óptima a 2 400 msnm., prefiriendo climas cálidos, temperaturas oscilantes entre 21 y 24 °C, tolerando una profundidad de sembrado de hasta 1 metro, requiriendo entre 5 y 8 horas de luz solar diaria, en tierras ricas en cantidad de material orgánico y en un pH óptimo de entre 5,5 y 6,8<sup>24</sup>.

Como bien se había mencionado anteriormente sobre su aporte medicinal, la capsaicina tiene propiedades analgésicas y anticoagulantes. Además; investigaciones han descifrado que el rocoto previene la úlcera y el cáncer de estómago<sup>25</sup>.

Asimismo, el consumo moderado de este fruto, contribuye a la mejora de la circulación y a la prevención de afecciones coronarias, al mismo modo que por su elevado aporte de fibra, promueve la regulación del tránsito intestinal, combatiendo la constipación<sup>26</sup>.

Llamamos radicales libres a aquellos átomos o moléculas que presentan desapareamiento del electrón de su último orbital, presentando un comportamiento altamente inestable y reactivo. Estos electrones se trasladan a través del cuerpo humano en todas sus vías metabólicas pretendiendo aparearse, lo que a su vez convierte en un nuevo radical libre a aquella molécula que cede el electrón, generando así una consecución de reacciones de desapareamiento-apareamiento que daña las células<sup>27</sup>.

El tiempo de vida medio de un radical libre es sumamente breve; sin embargo, su capacidad altamente reactiva provoca daño a todas las moléculas con las que entre en contacto en ese tiempo. La excesiva producción de radicales libres desequilibra el estado celular normal, generando estrés oxidativo en las células, que dan inicio a reacciones bioquímicas que pueden conllevar a irregularidades fisiológicas, empeoramiento de patologías, llegando incluso a afectar el correcto y normal

desempeño de una persona aparentemente sana, incrementando la posibilidad de sufrir enfermedades<sup>28</sup>.

El término antioxidante hace referencia a sustancias que a pesar de estar en una menor concentración que el sustrato sobre el cual actúan son capaces de evitar o retrasar la oxidación del mismo. Entre las acciones antioxidantes tenemos la disminución del estrés oxidativo, preservación del ADN ante mutaciones no benignas. El cuerpo humano cuenta con su propio sistema de antioxidantes endógenos que actúa principalmente por acción enzimática y entre ellos tenemos a las enzimas superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, catalasa, glutatión reductasa<sup>29</sup>.

Existen sistemas antioxidantes exógenos que limitan la producción de radicales libres mediante una reacción no catalizadora. La primera barrera antioxidante es la vitamina E y los derivados de la vitamina A, ya que estos se encuentran en membranas, posteriormente la vitamina C presente en medios hidrosolubles. Los carotenos, derivados de la vitamina A representan una amplia familia, entre la que destacan el licopeno que es el mejor antioxidante ante el oxígeno singlete. Los tocoferoles que protegen membranas celulares hemáticas, La nicotinamida, ADP, el ácido úrico neutraliza con eficacia a los radicales hidroxilos<sup>30</sup>.

Los compuestos fenólicos son muy diversos y están distribuidos en la naturaleza. Su importancia biológica es muy grande, ya que muestran tener propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias. Este grupo de compuestos se clasifica en fenoles simples, ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos, cumarinas), polifenoles (flavonoides, taninos y otros compuestos fenólicos (estilbenos, lignanos, ligninas)<sup>31-32</sup>.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación:**

Básica de corte transversal, de estudio descriptivo y con enfoque cuantitativo.

##### **3.1.2. Diseño de investigación:**

No experimental.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

##### **Variable 1: Capacidad antioxidante**

###### **Definición conceptual:**

Se refiere a la capacidad de una sustancia para impedir o retrasar la oxidación de un sustrato, a través de cantidades mínimas de la sustancia<sup>33</sup>.

###### **Definición operacional:**

Se calculó empleando el método DPPH. Que interactúa tornándose de violeta a amarillo al ser reducido por los antioxidantes<sup>34</sup>.

###### **Indicador:**

Concentración que inhibe el extracto al 50% en mg/ml.

###### **Escala de medición:**

Cuantitativa de razón.

##### **Variable 2: Compuestos fenólicos**

###### **Definición conceptual:**

Son moléculas con uno o más anillos bencénicos, unidos a uno o más grupos hidroxilos<sup>35</sup>. Estos se encuentran en plantas y alimentos vegetales y son consecuencia del metabolismo secundario de los mismos<sup>36</sup>.

**Definición operacional:**

Se calculó usando el método Folin-Ciocalteu. Que reacciona en tonos azules al contacto con los fenoles, siendo la intensidad de la coloración proporcional a la totalidad de fenoles<sup>36</sup>.

**Indicador:**

miligramos equivalentes de ácido gálico / 100 g de muestra.

**Escala de medición:**

Cuantitativa de razón.

**3.3. Población, muestra y muestreo****3.3.1. Población:**

Estuvo constituida por frutos en dos estadios de madurez de la especie *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto" provenientes del distrito del caserío Caulimalca, distrito Usquil, provincia Otuzco, departamento La Libertad (7° 48' 33" S 78° 22' 29" O, latitud: -7,80917 longitud: -78,37472).

**Criterios de inclusión**

- Mesocarpo del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto" en dos estadios de madurez con características organolépticas adecuadas.
- Mesocarpo de fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto" en dos estadios de madurez aptos para ser consumido.

**Criterios de Exclusión**

- Mesocarpo del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto" en dos estadios de madurez en estado de descomposición.
- Mesocarpo del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto" en dos estadios de madurez deteriorados mecánicamente.

- Partes diferentes al mesocarpo (endocarpo, exocarpo) del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto”.

### **3.3.2. Muestra:**

Se utilizó 500 g de cada estadio de madurez de frutos *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto”, considerando estadio maduro (estadio 6) y pintón (estadio 3), de acuerdo a evaluación sensorial basándonos en la observación del color de su base y la evaluación de su firmeza<sup>37</sup>.

### **3.3.3. Muestreo:**

Se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio simple.

### **3.3.4. Unidad de análisis:**

Un mesocarpo de cada estadio de madurez del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto”.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica escogida para el estudio consistió en observar y documentar los resultados obtenidos.

El instrumento de recolección de datos fue una ficha para recopilar los datos, donde se registraron los valores que se obtuvieron mediante los métodos empleados.

## **Procedimientos**

**Recolección de la muestra:** Se escogieron 500 g de frutos de cada estadio de madurez (maduro y pintón) de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto” provenientes del caserío Caulimalca, distrito Usquil, provincia Otuzco, departamento La Libertad ubicado a coordenadas geográficas de (7°48'33" S, 78°22'29" O, latitud: -7,80917, longitud: -78,37472).

## **Identificación taxonómica:**

Un ejemplar completo de la planta fue preparado y llevado al *Herbarium Truxillense* para proceder con la identificación taxonómica, la misma que fue realizada por el biólogo Eric Rodríguez. Se registró y se depositó con el código Nro 64629.

**Preparación de la muestra:** Después de la recolección de la muestra, se realizó una desinfección para la cual se preparó hipoclorito de sodio disuelto al 0,1% en agua destilada. Luego, se procedió a enjuagar la muestra con la solución y se separó el exocarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto manualmente, finalmente se aisló el mesocarpo<sup>38</sup>.

**Preparación del extracto etanólico:** Se utilizó un peso inicial de 500 g de mesocarpo del fruto en estadio maduro y la misma cantidad en estadio pintón, luego de separar el mesocarpo de ambas muestras se llevó a secar con la ayuda de una estufa Kyntel DHG-9023A a 45°C durante tres días para la obtención de la muestra seca, después se añadió etanol al 96% y se vertió en envases ámbar para macerar a temperatura ambiente durante un día, después se realizó la filtración de la muestra utilizando papel filtro. El filtrado que se obtuvo se transfirió a un recipiente, este procedimiento se repitió tres veces a fin de asegurar la extracción de sólidos posibles y se refrigeró<sup>39</sup>.

**Determinación de sólidos solubles:** Se cuantificó los grados Brix del extracto concentrado a través del uso de un refractómetro Kyntel PAL-102 que nos permitió obtener la cantidad de sólidos totales en los frutos *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto” de dos estadios de madurez<sup>40</sup>.

**Determinación de la capacidad antioxidante:** Para determinar la capacidad antioxidante en los estadios de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. “rocoto”, se procedió a preparar una solución diluida del extracto concentrado al 2% y alcohol etílico al 96% y se empleó el método de DPPH, seguido de ello, se realizó una curva de calibración teniendo como referencia al ácido ascórbico y para ello se prepararon soluciones del extracto a concentraciones de 50, 75, 150 y 300 mg/mL. Se procedió a tomar 100 µL de cada dilución y posteriormente se añadió 5 ml solución etanólica de DPPH ( $1 \times 10^{-4}$  M), seguido de ello se uniformizó la mezcla y se reposó la solución durante 60 minutos a temperatura ambiental y en oscuridad<sup>35</sup>.

En el cálculo de la actividad antioxidante se utilizó la fórmula que a continuación se detalla:

$$\text{Actividad antioxidante (\%)} = (A_C - A_M) / A_C \times 100$$

Donde:

**A<sub>M</sub>** fue la absorbancia obtenida por nuestra muestra.

**A<sub>C</sub>** fue la absorbancia del reactivo (DPPH + alcohol etílico).

El valor de IC<sub>50</sub> se calculó utilizando una fórmula que involucra el extracto de una sustancia hidroalcohólica y su capacidad para inhibir el 50% de RL de DPPH. Esto se logró trazando un gráfico que muestra el porcentaje de actividad antioxidante en relación con la concentración de diferentes diluciones. La pendiente e intercepción de la línea regresiva lineal se utilizan en el cálculo del valor de IC<sub>50</sub>.

$$IC_{50} = (50 - b) / m$$

Donde:

**IC<sub>50</sub>**: Cantidad de la muestra requerida para inhibir al 50% al radical del DPPH.

**b**: Intercepción de línea regresiva

**m**: pendiente de la línea de regresión

**Cuantificación de compuestos fenólicos:** Se utilizó el método de Folin - Ciocalteu para cuantificar la cantidad de fenoles. Se utilizó como referencia una curva de calibración, teniendo como muestra patrón al ácido gálico en rangos de concentración de 0 a 16 µg/ml. El extracto alcohólico que se obtuvo fue diluido al 20% en agua destilada porción de 1:5, es decir, 1 ml de muestra se mezcló con 4 ml de agua destilada.

Para llevar a cabo el ensayo, se tomaron 125 µL de la solución patrón y 125 µL del extracto etanólico diluido de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. A esta mezcla se le añadió 125 µL del reactivo de Folin - Ciocalteu y se completó con 0,5 ml de agua destilada. Posteriormente se dejó reaccionar durante 5 minutos, se agregó 1,25 ml de carbonato de sodio al 7%. Finalmente, se añadió 1 ml de agua destilada y se reservó a temperatura ambiental a lo largo de una hora con treinta minutos. Las absorbancias se midieron a 760 nm con el aparato espectofotométrico Kytel KV

1200. A continuación, el extracto se diluyó con una solución al 50% de alcohol etílico. Se repitió este proceso tres ocasiones y la cantidad de compuestos fenólicos se expresó en mg de ácido gálico por gramo de extracto hidroalcohólico<sup>36</sup>.

### **3.5. Métodos de análisis de datos**

Los resultados extraídos se analizaron empleando el programa Microsoft office Excel 2021 y se describieron mediante gráficos y cuadros de metodología descriptiva, haciéndose repeticiones por muestra, y finalmente comparamos la media y desviación estándar de los valores obtenidos. Para los cálculos estadísticos expresados se utilizó el programa SPSS versión 26.

### **3.6. Aspectos éticos**

Para la ejecución de esta investigación se siguieron parámetros indicados en código de ética de la Universidad César Vallejo con resolución N° 0470-2022. De la misma manera, se respetaron los lineamientos de bioseguridad para el uso de los laboratorios donde se realizaron los procesos, además se guardó respeto por la ley peruana N° 26834 que imparte lineamientos sobre el cuidado del medio ambiente y seres vivos<sup>41</sup>. A su vez, este proyecto fue aprobado por el comité de ética de la escuela profesional de nutrición.

#### IV. RESULTADOS

**Tabla 1.** Capacidad antioxidante de dos estadios de madurez del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto".

Extracto etanólico	Ecuación	IC <sub>50</sub> (mg/ml)	Equivalente en vitamina C	Prueba T de Student Significancia (p)
Estadio pintón	$y=0,068x + 22,256$	$409,53 \pm 3,39$	10,29 mM/g muestra seca	0,00
Estadio maduro	$y= 0,2127x + 9,3653$	$190,79 \pm 0,22$	33,42 mM/g muestra seca	0,00

Fuente: Ficha de recolección de datos del método DPPH.

Leyenda:

**x:** Concentración de los extractos alcohólico de cada estadio.

**y:** % de inhibición de la sustancia sobre el DPPH.

**Tabla 2.** Contenido de compuestos fenólicos de dos estadios de madurez del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto".

	<b>Expresados en mg ácido gálico /100g muestra seca</b>	<b>Prueba T de Student Significancia (p)</b>
Estadio pintón	779,17 ± 58,97	0,03
Estadio maduro	1112,12 ± 41,97	

*Fuente: Ficha de recolección de datos del método Folin Ciocalteu.*

## V. DISCUSIÓN

*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto", es una planta perteneciente a las solanáceas originarias de Perú, tiene un alto valor nutricional, se utiliza en la gastronomía nacional. Además, por su contenido de antioxidantes y compuestos fenólicos posee propiedades medicinales y farmacéuticas, las cuales ayudan a prevenir enfermedades crónicas, como diabetes, enfermedades coronarias, cáncer y enfermedades neurodegenerativas. Así, este estudio investigativo descubrió la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos presentes en la planta *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav., "rocoto".

Para medir la capacidad antioxidante del rocoto, se empleó el método de DPPH, seguido de ello, se realizó una curva de calibración teniendo como referencia al ácido ascórbico y para ello se prepararon soluciones del extracto a concentraciones de 50, 75, 150 y 300 µg/mL. En el estudio realizado, se generó una línea recta cuya fórmula resultó ser  $Y=0,2127X + 9,3653$ . Aquí, "Y" representa el porcentaje de inhibición del DPPH, mientras que "X" indica la concentración del extracto. Esto adquirió relevancia al permitirnos evaluar y comparar la capacidad antioxidante del rocoto en sus dos fases de maduración.

En la tabla 1 se expresa la muestra del estadio maduro donde exhibió una capacidad antioxidante superior en comparación con la muestra del estadio pintón, con un valor de  $IC_{50}$  de  $190,79 \pm 0,22$  mg/ml, dando una actividad antioxidante que tiene por equivalencia 33,42 mM equivalente en VitC/g muestra seca, mientras que los resultados obtenidos en el estadio pintón expresaron un  $IC_{50}$  de  $409,53 \pm 3,39$  mg/ml, dicha actividad antioxidante tiene por equivalencia 10,29 mM equivalente en VitC/g en muestra seca.

Por otro lado, Fernández y Ordoñez en su trabajo de investigación, informa sobre la capacidad antioxidante existente en *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav, donde utilizaron el método DPPH y los resultados obtenidos del extracto etanólico del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav, llegaron a mostrar una actividad antioxidante indicando un nivel de inhibición del 51,3% y se logró un equivalente de 33,91 µmol Trolox por gramo de pericarpio, lo cual a su vez indica la presencia de compuestos fenólicos en el extracto<sup>42</sup>.

En el análisis realizado, por Mendoza, para evaluar la capacidad antioxidante de las muestras de ajíes del género *Capsicum* Spp, utilizó los siguientes procedimientos, este autor usó tres variantes del método DPPH. En la primera variante, se observó que dos de las muestras expresaron una cantidad promedio más baja que la reportada por las calculadas por la segunda variante del método, con 651,42  $\mu\text{mol}$  DPPH/g de muestra y 644,71  $\mu\text{mol}$  DPPH/g de muestra, respectivamente. Por otro lado, otras dos muestras presentaron una cantidad más alta al ser determinadas con la segunda variante del método, con 679,91  $\mu\text{mol}$  DPPH/g de muestra y 681,87  $\mu\text{mol}$  DPPH/g de muestra, respectivamente.

Con la tercera variante, se observó que dos de las muestras obtuvieron una cantidad promedio más baja, siendo el resultado 32,51  $\mu\text{mol}$  DPPH/g de muestra y 32,79  $\mu\text{mol}$  DPPH/g de muestra, respectivamente. En contraste, de las muestras obtenidas con la primera variante del método exhibieron una cantidad más alta con la tercera variante del método, con 34,21  $\mu\text{mol}$  DPPH/g de muestra y 34,16  $\mu\text{mol}$  DPPH/g de muestra, esto refleja la importancia de la elección correcta del método, a fin de que los resultados sean lo más reproducibles posibles<sup>43</sup>.

La cantidad de compuestos fenólicos fue mayor en el mesocarpo del fruto maduro de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav, a comparación del mesocarpo del fruto pintón. Para cuantificar los compuestos fenólicos totales, se llevó a cabo un análisis simultáneo utilizando métodos espectrofotométricos, como el método de Folin-Ciocalteu. Este método se fundamenta en la habilidad de los compuestos fenólicos para reducir el reactivo de Folin-Ciocalteu, generando un color azul intenso cuya intensidad es directamente proporcional a la concentración de compuestos fenólicos presentes en la muestra. Y se usó como referencia una curva de calibración, teniendo como muestra patrón al ácido gálico en rangos de concentración de 0 a 16  $\mu\text{g}/\text{ml}$ .

En la tabla 2 se expresa la cantidad de compuestos fenólicos que fue de  $1112,12 \pm 41,97$  expresado en miligramos equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de muestra seca. Hay un gran margen en el contenido de fenoles totales obtenidos por Villavicencio que fue de  $58,57 \pm 0,98$  mg AG/100g de muestra del rocoto amarillo *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav<sup>44</sup>.

Al indagar acerca de la cantidad de polifenoles en el rocoto Los últimos mencionados revelaron un contenido de aproximadamente 82,82 y 84,9  $\mu$ moles EAG/mg de compuestos fenólicos respectivamente, lo que representa aproximadamente un 14% menos que el contenido presentado por los extractos con el mayor contenido. Se encontraron cantidades reducidas de compuestos fenólicos en los tres extractos de los frutos inmaduros del genotipo "Amarillo". Con ello, se puede decir que se identificó la presencia predominante de flavonoides y ácidos fenólicos en el rocoto, lo que sugiere su potencial uso como una rica fuente de antioxidantes naturales. Además, el estudio sugiere que la concentración de estos compuestos varía según el grado de madurez del fruto, siendo más alta en etapas tempranas de desarrollo y disminuyendo gradualmente a medida que el fruto madura. Esto guarda relación con el resultado obtenido en nuestro estudio<sup>45</sup>.

Caicedo, en su estudio con relación al contenido de fenólicos totales en *Capsicum Pubescens* utilizó el método Folin Ciocalteu mediante el cual encontró una concentración de 12,61 GAE/100 g. Estos resultados son menores en contrastados con los hallazgos obtenidos durante la investigación actual<sup>46</sup>.

La evaluación de 4 tipos de *Capsicum Spp*, realizado por Romero, indica que el contenido de fenoles totales tiene ciertas variaciones presentes entre los extractos etanólicos de las muestras. Los resultados provienen de muestras liofilizadas del pericarpio de los frutos del chile. Para este análisis de los compuestos fenólicos empezamos con el caso del extracto de chile jalapeño donde se exhibió el contenido más elevado de fenoles totales, registrando una cantidad de 4676 mg/g, le siguió en orden el pimiento morrón, con 44,76 mg/g, y el habanero, con 43,63 mg/g. En contraste, el chile serrano mostró el menor contenido de fenoles, con 30,22 mg/g<sup>47</sup>. Podemos ver que no hay mucha diferencia entre estos 4 tipos a comparación de nuestro fruto que si contiene más compuesto fenólicos.

Las diferencias observadas en los hallazgos de los diversos investigadores podrían estar justificadas en parte por las variaciones en los entornos de cultivo, las condiciones de almacenamiento y procesamiento, además de las distintas metodologías empleadas para evaluar la capacidad antioxidante. Por otra parte, estos hallazgos respaldan la noción de que los extractos de plantas son una valiosa

y accesible fuente natural, lo que facilita el desarrollo de diversas formas farmacéuticas con una actividad farmacológica específica. Además de ello, estos resultados podrían contribuir a una mejor comprensión de las bases que sustentan el amplio uso de los extractos vegetales en la medicina tradicional y su aplicación como terapia complementaria a los enfoques convencionales<sup>48</sup>.

Como se ha descrito, los métodos de DPPH y Folin-Ciocalteu fueron los elegidos para la cuantificación de actividad antioxidante y compuestos fenólicos respectivamente en nuestro estudio, esta elección de métodos guarda relación con la metodología utilizada por Espinoza al realizar la determinación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos de su especie de estudio<sup>49</sup>.

## VI. CONCLUSIONES

1. La capacidad antioxidante del mesocarpo del fruto maduro de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. obtenida a través de la determinación del IC<sub>50</sub> fue de  $190,79 \pm 0,22$  mg/ml, lo cual muestra una actividad antioxidante que equivale a 33,42 mM equivalente en vitamina C /g muestra seca, mientras que el mismo fruto en su estadio pintón dio como resultado un IC<sub>50</sub> de  $409,53 \pm 3,39$  mg/ml, dando una actividad antioxidante que tiene por equivalencia a 10,29 mM equivalente en vitamina C /g de muestra seca; es decir, este fruto posee mayor actividad antioxidante en su estadio maduro.
2. La cantidad de compuestos fenólicos que se encontró en el mesocarpo del fruto maduro de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. fue de  $1112,12 \pm 41,97$  expresado en miligramos equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de muestra seca de rocoto en estadio maduro, y la cuantificación en el estadio pintón arrojó como resultado  $779,17 \pm 58,97$  miligramos equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de muestra seca de rocoto en estadio pintón, concluyendo con ello que este fruto posee mayor cantidad de compuestos fenólicos en estadio maduro.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios comparativos entre diferentes partes del fruto *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.
- Elaborar el extracto etanólico a partir de muestra seca de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav., ya que esta permite una mayor concentración de la muestra.
- Investigar la cantidad de carotenoides presente en *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. ya que su coloración es característica de alimentos ricos en carotenoides.
- Se recomienda que en caso de realizar investigaciones comparativas se guarde sumo cuidado con los métodos empleados a fin de alcanzar las mismas condiciones en todas las muestras analizadas.
- Se recomienda consumir el rocoto en la presentación cruda con la finalidad de aprovechar al máximo las sustancias presentes en el fruto.
- Se recomienda patentar productos que tengan como ingrediente principal el rocoto desecado y pulverizado para así consumir más altas cantidades del mismo.
- Recomendamos considerar la suplementación con rocoto, sobre todo en pacientes con enfermedades que impliquen dolor, para así aprovechar su acción analgésica.

## REFERENCIAS

1. Mckee T, Mackee J. Las bases moleculares de la vida. 5ta ed. Oxford: Mc Graw Hill; 2014.
2. Matschke V, Theiss C, Matschke J. Oxidative stress: the lowest common denominator of multiple diseases. Neural Regeneration Research. 2019; 14(2): 238–241. Disponible en: <https://doi.org/10.4103%2F1673-5374.244780>
3. Hernández Y, Rodríguez A, Villafuerte J, Marrero I, Mora C. Influencia de los radicales libres en la génesis de la aterosclerosis. Revista de Enfermedades no Transmisibles Finlay. 2020; 10(2): 170-178. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2221-24342020000200170](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342020000200170)
4. Alkaldi H. A Review on Free Radicals and Antioxidants. Ingenta connect, 2020; 20(1): 16-26. Disponible en: <https://doi.org/10.2174/1871526518666180628124323>
5. NCD Alliance. NCDs (Noncommunicable diseases) [Internet]. 2022. [citado el 22 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://ncdalliance.org/why-ncds/NCDs>
6. Aguilar O, Castillo C, Díaz R, Nieto A, Mendez D. Antioxidantes e inhibición de radicales libres: lipoperoxidación y carbonilación. Revista Mexican Journal of Biotechnology, 2018; 3(1): 60-72. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/mexican-journal-of-biotechnology/articulo/antioxidantes-e-inhibicion-de-radicales-libres-lipoperoxidacion-y-carbonilacion>
7. Cho H, Kwon Y. Development of a database of capsaicinoid contents in foods commonly consumed in Korea. Revista Food Sci Nutr, 2020; 8(8): 4611-4624. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1785>
8. Rai S, Syurina E, Peters R, Putri, A. Non-Communicable Diseases-Related Stigma: A Mixed-Methods Systematic Review. Int. J. Environ. Res. Public

Health. 2020; 17(18): 6657. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph17186657>

9. Fundación de las Naciones Unidas. Non-communicable diseases. Behaviours that lead to disease often emerge during childhood and adolescence. [Internet]. 2020. [citado 22 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.unicef.org/health/non-communicable-diseases>
10. Katzmarzyk P, Friedenreich C, Shiroma E. Physical inactivity and non-communicable disease burden in low-income, middle-income and highincome countries. Br J Sports Med. 2022; (56): 101-106. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103640>
11. European Commission. Non-communicable diseases (NCDs) [Internet]. 2021. [citado el 22 de mayo del 2023]. Disponible en: [https://health.ec.europa.eu/non-communicable-diseases/overview\\_en](https://health.ec.europa.eu/non-communicable-diseases/overview_en)
12. Haregu T, Byrnes A, Singh K. A scoping review of non-communicable disease research capacity strengthening initiatives in low and middle-income countries. Glob health Res Policy, 2019; (4): 31. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s41256-019-0123-1>
13. Poljsak B, Kovac V and Milisav I. Antioxidants, Food Processing and Health. Antioxidants, 2021; 10(3): 433. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antiox10030433>
14. Villar J. Capsaicinoides, compuestos fenólicos, actividad antioxidante In vitro y color de 100 accesiones de *Capsicum spp* [Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae en Tecnología de Alimentos]. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú; 2019 [fecha de acceso: 23 de mayo 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4016>
15. Rioja L. Actividad antioxidante y polifenoles totales del extracto hidroalcohólico de tres ecotipos del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* R. & P. "mashua". Ayacucho - 2018. [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutica]. Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, Perú;

2018 [fecha de acceso: 23 de mayo 2023]. Disponible en:  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3346>

16. Orué J. Efecto de la concentración sobre la capacidad antioxidante del sanky (*Corryocactus brevistylus*): pulpa y semilla. [Tesis para obtener el título profesional de Licenciado en nutrición humana]. Escuela profesional de Nutrición Humana, Universidad Alas Peruanas, Lima, Perú; 2015 [fecha de acceso: 23 de mayo 2023]. Disponible en: [https://civ.uap.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=51321&shelfbrowse\\_itemnumber=110445](https://civ.uap.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=51321&shelfbrowse_itemnumber=110445)
17. Rodríguez L. Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del fruto *Spondias dulcis* Parkinson “mango ciruelo” [Tesis para obtener el título de Licenciado en Nutrición]. Escuela profesional de Nutrición, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú; 2021 [fecha de acceso: 23 de mayo 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74827>
18. Granados C, Tejada C, León G. Actividad Antioxidante del extracto etanólico de *Capsicum baccatum* L. AVFT, 2021; 40(1): 1-4. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4662064>
19. Castellanos J. Compuestos Bioactivos en Pimientos Tradicionales en Diferentes Condiciones de Cultivo. [Trabajo final de grado en Biotecnología]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del medio natural, Universidad Politécnica de Valencia, España; 2019 [fecha de acceso: 8 de mayo 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/126575>
20. Naspud M. Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos alcohólicos del fruto de mora (*Rubus glaucus benth*) obtenidos con tres pretratamientos térmicos. [Tesis para obtener el título de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales]. Escuela de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador; 2018 [fecha de acceso: 20 de mayo 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16411/1/UPS-CT007983.pdf>

21. García R, Castañeda S, Valdez E. Calidad de las semillas del ají rocoto (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.) en relación al momento de extracción. Acta Agron, 2018; 67(2): 246-251. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.59057>.
22. Latcham R. La agricultura precolombina en Chile y los países vecinos. Santiago: Universidad de Chile; 1936. Disponible en: <https://www.tesauroregional.cl/terminos/2365>
23. Strani S. *Capsicum pubescens*. Semi Strani [en línea] 2023. [Citado: 2023 mayo 8]. Disponible en: <https://www.semistrani.it/Capsicum-Pubescens-Semillas-Chili-Chiles>
24. Yapo F, Pacheco G. Manual de manejo agronómico de rocoto. [Internet]. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Perú; 2023. [Citado el 2023 mayo 16]. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/2069>
25. Escalante J. Rocoto: propiedades, beneficios y valor nutricional. La Vanguardia [Internet]. 2019. [Citado: 2023 mayo 16]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/20190129/454264961227/rocoto-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
26. Ortiz J, Medina M. Estrés oxidativo ¿un asesino silencioso? Revista sobre Educación Química, 2020; 31(1): 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.69709>
27. Hernández Y, Rodríguez A, Villafuerte J, Marrero I, Mora C. Influencia de los radicales libres en la génesis de la aterosclerosis. Revista Finlay. 2020; 10(2): 170-178. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2221-24342020000200170](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342020000200170)
28. León M, Cedeño R, Rivero R, Rivero J, García D, Bordon L. La teoría del estrés oxidativo como causa directa del envejecimiento celular. Medisur, 2018; 16(5): 699-710. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v16n5/ms12516.pdf>

29. Galina M, Ortiz M, Guerrero M. Estrés oxidativo y antioxidantes. Avances en Investigación Agropecuaria, 2018; 22(1): 47-61. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83757421004>
30. Al-Mamari H. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry and updated Techniques of Analysis and Synthesis. Chapter metrics overview [en línea] 2021. [Citado: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/77604>
31. Benites A, Villanueva J, Gonzales G, Alcantar V, Puga R, Quintero A. Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 2020; 23: 1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>
32. Abarca R, Petricevich V. Importancia biológica de los compuestos fenólicos. Inventio, 2021; 14(34): 33–38. Disponible en: <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/111>
33. Ruiz M. Determinación de la actividad antioxidante [Internet]. Programa académico: Química y Farmacia, Universidad Simón Bolívar, Colombia. 2020 [fecha de acceso: 25 de mayo 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/7986>
34. Rojas F. Revisión bibliográfica de compuestos fenólicos, su efecto en la salud, métodos de encapsulación y digestión simulada in vitro [Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos] Escuela de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Universidad de Chile, 2021 [fecha de acceso: 25 de mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185432>
35. Lluvia M. Métodos analíticos para la determinación de antioxidantes en el vino [Tesis para obtener el título Profesional de Farmacéutico] Escuela de Farmacia, Universidad Complutense, Madrid, España; 2019 [fecha de acceso: 22 de mayo]. Disponible en:

<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/MARIA%20LLUVA%20LORD.pdf>

36. Amanina N, Hasham R, Sarmidi M. A review on extraction techniques and therapeutic value of polar bioactives from Asian medicinal herbs: Case study on *Orthosiphon aristatus*, *Eurycoma longifolia* and *Andrographis paniculata*. Saudi Pharmaceutical Journal, 2021; 29(2): 143-165. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.12.016>
37. Galván P, Sánchez N. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. TEMAS de Ciencia y Tecnología, 2006; 10(30): 3-8. Disponible en: <https://www.utm.mx/~temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>
38. Ahmad R, Singh N, Gani A. Bioactive constituents of saffron plant: Extraction, encapsulation and their food and pharmaceutical applications. Applied Food Research, 2022; 2(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100076>
39. Didion P, Tjalsma T, Malankowska M. The greener future of solid liquid extraction of biobased compounds: Novel techniques and solvents overpower traditional ones. Separation and Purification Technology, 2023; 320(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2023.124147>
40. Mendez N, Coimbra P, Barros M. *Capsicum pubescens*: Caracterização de bioativos fenólicos e obtenção de ingrediente funcional. SLACA. Pesquisa [Internet] 2019. [citado el 21 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2019/trabalhos/capsicum-pubescens-caracterizacao-de-bioativos-fenolicos-e-obtencao-de-ingredienten?lang=pt-br>
41. Ley de áreas naturales protegidas. Publicado en la página oficial del Ministerio de Salud, Ley n, °29626, [17 de junio de 1997]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-areas-naturales-protegidas#:~:text=%2D%20Ley%20de%20%20C3%81reas%20Naturales%20Pr,otegidas.&text=La%20presente%20Ley%20norma%20los,la%20Constituci%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20del%20Per%C3%BA>

42. Fernández C, Ordoñez B. “Determinación del efecto antihipertensivo y la actividad antioxidante del extracto del fruto de *Capsicum pubescens* R&P (rocoto) en animales de experimentación con hipertensión inducida por L-NAME, Arequipa- 2016” [Tesis para obtener el título profesional de Química-Farmacéutico]. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú; 2018. [fecha de acceso: 22 de mayo]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8146>
43. Mendoza K. Evaluación de la capacidad antioxidante y fenoles totales del *Capsicum spp.* “Ajíes” cultivados en el norte del Perú [Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú; 2022 [fecha de acceso: 21 de mayo]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14067/7155>
44. Villavicencio B. Caracterización Químico-Nutricional y actividad antioxidante de dos muestras de *Capsicum pubescens* (“rocoto rojo y amarillo”) provenientes de Villa Rica (Pasco). [Tesis para obtener el título de Químico Farmacéutico]. Escuela de Ciencias y Fisiología, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú; 2016. [fecha de acceso: 23 de mayo 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12866/637>
45. Carrillo A. Influencia del genotipo y etapas de maduración de los frutos chile perón (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav) sobre la actividad antioxidante e hipoglucémica en ratas diabéticas. [Tesis para obtener el título profesional de Maestro en Ciencias Biológicas] Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mexico; 2019 [fecha de acceso: 25 de mayo 2023] Disponible en: [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB\\_UMICH/2032](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2032)
46. Caicedo M. Evaluación de parámetros fisicoquímicos durante el crecimiento, desarrollo y poscosecha de las especies *Vasconcellea pubescens*, *Solanum quitoense* var. *septentrionale* y *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav, cuantificación de polifenoles totales y análisis cualitativo de metabolitos secundarios presentes en estas y otras especies priorizadas en el proyecto “biodiversidad altoandina al plato de todos”. [Informe de Investigación de Pregrado de

Licenciatura en Química]. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia; 2018 [fecha de acceso: 21 de noviembre 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/23429>

47. López N, Romero M. Actividad antifúngica de antioxidantes derivados de cuatro cultivares de *Capsicum spp.* contra hongos fitopatógenos. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 2019; 6(18). Disponible en: <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2174>
48. Granados C. Actividad antioxidante y contenido fenólico del extracto etanólico de *Capsicum annum*. Revista Cubana de Farmacia, 2019; 52(2): 1-12. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubfar/rcf-2019/rcf192j.pdf>
49. Espinoza L, García S. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Minthostachys mollis* (muña). [Tesis para obtener el título profesional de Licenciada en Nutrición]. Escuela Profesional de Nutrición, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú; 2022 [fecha de acceso: 25 de mayo 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/125466>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de las variables

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
Capacidad antioxidante	Se refiere a la capacidad de una sustancia para impedir o retrasar la oxidación de un sustrato, a través de cantidades mínimas de la sustancia.	Se calculará empleando el método 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH).	Concentración inhibitoria del extracto al 50% en µg/ml.	Cuantitativa de razón.
Compuestos fenólicos	Son moléculas con uno o más anillos bencénicos, unidos a uno o más grupos hidroxilos. Estos se encuentran en plantas y alimentos vegetales y son consecuencia del metabolismo secundario de los mismos.	Se calculará usando el método Folin-Ciocalteu.	µg equivalentes de ácido gálico / 100g de muestra.	Cuantitativa de razón.

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título	Problema	Objetivos	Hipótesis
<p>Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en dos estadios de madurez de <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz &amp; Pav. "rocoto"</p>	<p>¿Cuál es la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos de dos estadios de madurez de <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz &amp; Pav. "rocoto"?</p>	<p>Objetivo principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos en dos estadios de madurez del fruto <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz &amp; Pav. "rocoto"</li> </ul> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la capacidad antioxidante en dos estadios de madurez del fruto <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz &amp; Pav. "rocoto"</li> <li>- Cuantificar el contenido de compuestos fenólicos en dos estadios de madurez del fruto <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz &amp; Pav. "rocoto".</li> </ul>	<p>La hipótesis es implícita.</p>

### Anexo 3. Análisis y procesamiento de los datos

#### Ficha de anotación de las absorbancias del método DPPH.

DPPH								
Concentración (uL)	Absorbancias							
	Rocoto pintón				Rocoto maduro			
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Blanco de muestra	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Blanco de muestra
75	0,115	0,168	0,216	0	0,82	0,433	0,584	0
150	0,194	0,114	0,2	0	1,062	0,252	0,261	0,086
300	0,219	0,294	0,115	0,081	0,275	0,16	0,212	0,145
450	0,22	0,22	0,206	0,082	0,362	0,301	0,264	0,186
Blanco	0,865							

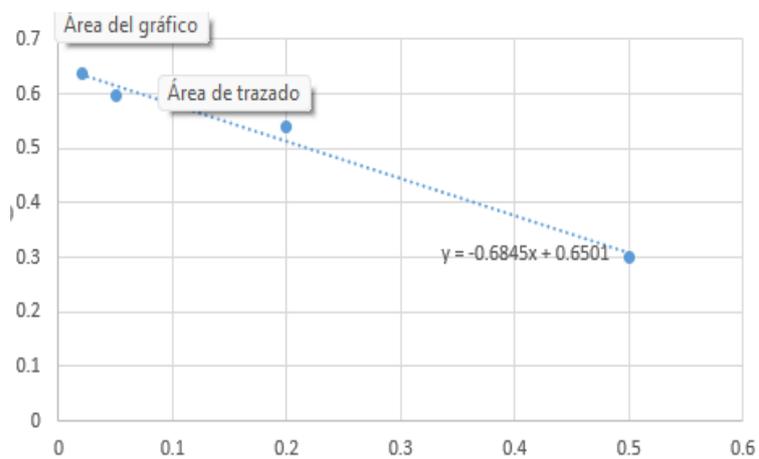
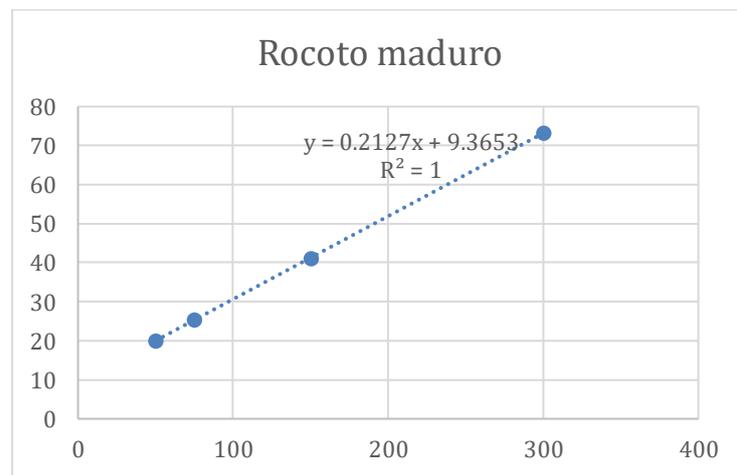
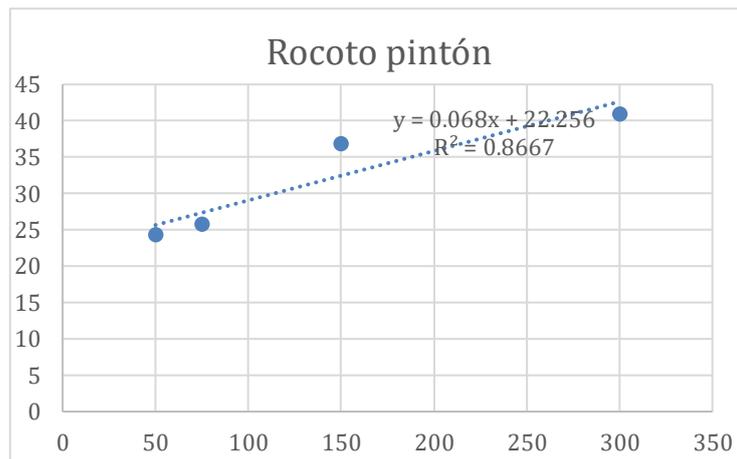
#### Ficha de anotación de datos relevantes en el método de Folin-Ciocalteu

	Muestra seca	
	PINTON	MADURO
Cantidad pesada (g)	324	282,8
Cantidad secada (g)	11,6	22,7
Cantidad pulverizada (g)	6,8	22,4
mL de alcohol usado (96°)	85	280
Grados Brix	20,4	20,6
Volumen de filtrado (mL)	50	197

#### Ficha de anotación de absorbancias en el método Folin-Ciocalteu

FOLIN CIOCALTEU		
	Muestra seca	
	Muestra 1	Muestra 2
Rocoto pintón	Muestra 1	0,715
	Muestra 2	0,625
	Muestra 3	0,632
Rocoto maduro	Muestra 1	0,360
	Muestra 2	0,343
	Muestra 3	0,334

#### Anexo 4. Ecuaciones de la recta DPPH°



Ecuación de la recta equivalente en vitamina C

## Anexo 4. Análisis estadístico

### T de Student para actividad antioxidante

#### Prueba de muestras independientes

				prueba t para la igualdad de medias						
				t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	intervalo de confianza de la	
									Inferior	Superior
IC50	Se asumen varianzas	12.243	0.025	111.416	4	0.000	218.73650	1.96323	213.28568	224.18731
	No se asumen varianzas iguales			111.416	2.017	0.000	218.73650	1.96323	210.35883	227.11416

### T de Student para compuestos fenólicos

#### Prueba de muestras independientes

				para la igualdad de medias						
				t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	intervalo de confianza de la	
									Inferior	Superior
Los datos siguen una normal, esto fue determinado con la prueba de Kolmogorov- Smirnovf										
Compuestos fenólicos	Se asumen varianzas iguales	1.168	0.341	-3.055	4	0.038	-33.22667	10.87787	-63.42849	-3.02485
	No se asumen varianzas iguales			-3.055	3.236	0.050	-33.22667	10.87787	-66.46191	0.00857

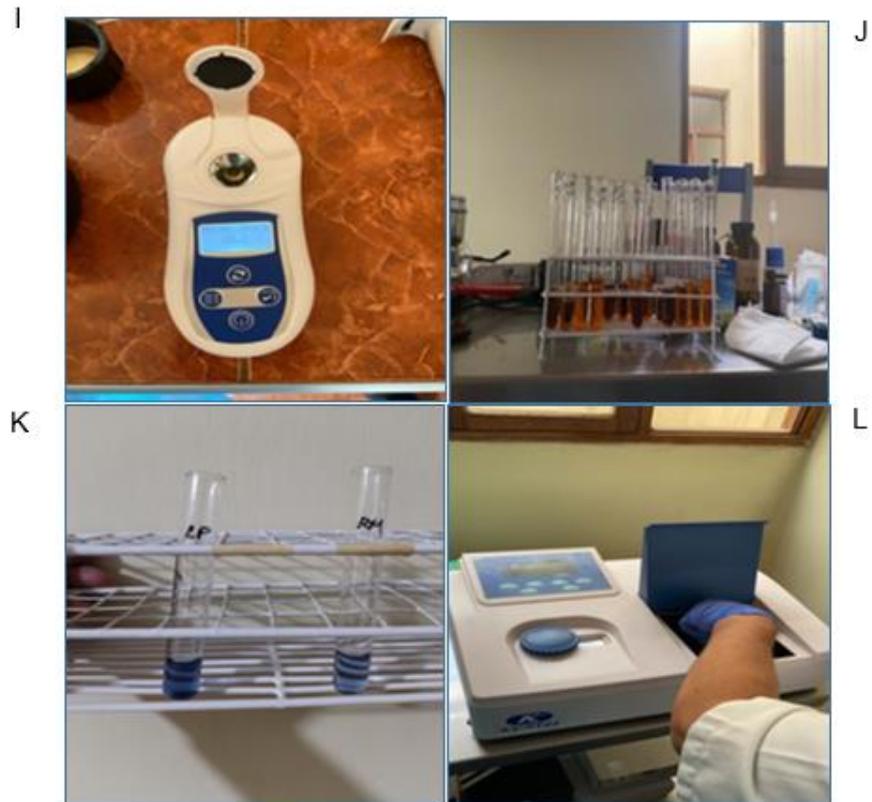
**Anexo 5.** Evidencias fotográficas del procedimientos y metodología empleada



**Figura 1.** A) Selección de la muestra, B) Desinfección de la muestra, C) Pesaje del mesocarpio y D) Secado de la muestra



**Figura 2.** E) Obtención de la muestra seca, F) Pesado de la muestra seca pulverizada, G) Preparación del extracto etanólico y H) Proceso de filtrado



**Figura 3.** I) Medición de los grados Brix, J) DPPH, K) Folin-Ciocalteu y L) Medición de las absorbancias

## Anexo 6. Identificación taxonómica de la especie



## Anexo 7. Permiso de INIA



PERÚ  
Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

Instituto Nacional  
de Innovación Agraria

Dirección de Gestión de la Innovación Agraria



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

La Molina, 11 de diciembre de 2023

### **CARTA N° 0082-2023-MIDAGRI-INIA-DGIA/D**

Señorita  
**RAIZA VALERIA GODOY MORÍN**  
Tesisista  
Universidad César Vallejo  
[raizavaleria.98@gmail.com](mailto:raizavaleria.98@gmail.com)  
Presente.-

Asunto : Remisión de informe con opinión técnica sobre solicitud de autorización con fines de investigación científica de rocoto

Referencia : a) Oficio D000283-2023-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS-DGSPF  
b) Informe N° 075-2023-MIDAGRI-INIA-DGIA/SDRIA-ARAPOV

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con relación al asunto y al documento de la referencia a), relativo a la solicitud de autorización con fines de investigación de flora silvestre, en el marco del proyecto de investigación titulado "**Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en dos estadios de madurez de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. "rocoto"**", la cual fue derivado por el Sr. Williams Arellano Olano, Director de la Dirección de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

Al respecto, se adjunta el informe de la referencia b), elaborado por el Coordinador del Área de Regulación en Acceso a los Recursos Genéticos y de Protección a Obtentores Vegetales (ARAPOV), de la Subdirección de Regulación de la Innovación Agraria (SDRIA), de la Dirección de Gestión de la Innovación Agraria (DGIA), el cual esta Dirección hace suyo, y en el que se concluye que, al utilizar la especie cultivada de origen peruano rocoto (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.) en el proyecto de investigación, no será necesario solicitar la autorización de colecta ante el INIA. Sin embargo, se deberá evaluar el requerimiento de la solicitud de acceso a los recursos genéticos y sus derivados para la investigación a desarrollar después de la obtención de los recursos biológicos.

Sin otro en particular, saludo a usted.

Atentamente,



Firmado digitalmente por:  
CALDAS CUEVA Jesus Francisco FAU  
20131365984.tard  
Fecha: 11/12/2023 14:51:08

**Ing. Jesús Francisco Caldas Cueva, M.Sc**  
Director General  
Dirección de Gestión de la Innovación Agraria

JCC/JAD/amqg



**Anexo 8.** Constancia de traducción del abstract

This document has been translated by the Translation and Interpreting Service of Cesar Vallejo University and it has been revised by the native speaker of English: Mark Stables.



*Ana Gonzales Castañeda*

Dr. Ana Gonzales Castañeda

Professor of the School of Translation  
and Interpreting



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JUAN ERNESTO VALDIVIEZO CAMPOS, docente de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD de la escuela profesional de NUTRICIÓN de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en dos estadios de madurez de Capsicum pubescens Ruiz & Pav. "rocoto", cuyos autores son GODOY MORIN RAIZA VALERIA, SAAVEDRA RODRIGUEZ CRYSTEL BELEN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 28 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JUAN ERNESTO VALDIVIEZO CAMPOS <b>DNI:</b> 46665222 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8962-5810	Firmado electrónicamente por: JVALDIVIEZOCA01 el 11-12-2023 10:40:15

Código documento Trilce: TRI - 0669848