



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN**

**Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos
del fruto Averrhoa Carambola I. (Carambola)**

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

AUTOR:

Vilca Miranda, Wilo Milton (ORCID: 0000-0003-2775-9474)

ASESOR:

Dr. Díaz Ortega, Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-6154-8913)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Promoción de la Salud y Desarrollo Sostenible

TRUJILLO - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino a pesar de lo que enfrentamos todos los días nunca nos abandona, dándonos las fuerzas para seguir adelante.

A mis padres máximo vilca requena y clemencia miranda Vargas mis seres queridos a los que más amo en esta vida por todo su esfuerzo y lucha para ayudarme a culminar mis estudios siempre aconsejándome ser un buen hijo y seguir los valores brindados por ellos.

A mis hermanos que también ayudaron a contribuir con esta culminación gracias por todo a quienes admiro mucho por su fortaleza y ganas de salir adelante frente a cualquier adversidad.

AGRADECIMIENTO

En especial a Dios y a toda mi familia por siempre estar ahí a mi lado conmigo dándome fuerzas y ánimos para poder culminar este trabajo satisfactoriamente.

A mi asesor Jorge Díaz Ortega quien supo guiarme por el camino de la investigación y al manejo de programas dándonos consejos para el desarrollo del trabajo de investigación y terminar con éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----|
| CARÁTULA..... | i |
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO:..... | iii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | v |
| RESUMEN..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| III. METODOLOGÍA..... | 9 |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación..... | 9 |
| 3.2. Operacionalización de las Variables:..... | 9 |
| 3.3. Población, Muestra y Muestreo..... | 10 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:..... | 10 |
| 3.5. Procedimiento..... | 10 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 13 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 13 |
| IV. RESULTADOS..... | 14 |
| V. DISCUSIÓN..... | 15 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 18 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 18 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 18 |
| ANEXOS..... | 22 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de la <i>Averrhoa carambola</i> L (carambola)..... | 14 |
| Tabla 2: Evaluación de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico <i>Averrhoa carambola</i> L (Carambola)..... | 14 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es de tipo básico con diseño no experimental, descriptivo y corte transversal. se realizó con el objetivo de determinar la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos del fruto *Averrhoa carambola L* (Carambola) procedente del departamento la Libertad, distrito Huamachuco, caserío el Convento. Para la evaluación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico *Averrhoa carambola* se utilizó el método DPPH y para determinar el contenido de compuestos fenólicos se empleó el método de Folin-Ciocalteu. Para hallar el promedio y desviación estándar de las variables, así como graficar la regresión lineal para la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico se realizó en el programa estadístico SPSS versión 2. La concentración del radical DPPH del extracto hidroalcohólico de la muestra para hallar el IC50 fue de 20.53 mg/ml de muestra fresca en cuanto al contenido de compuesto fenólicos del fruto de *Averrhoa carambola* presentó 60.82 ± 0.90 mg Eq AG/100g muestra fresca. Concluyendo que el extracto hidroalcohólico *Averrhoa carambola* presentó actividad antioxidante y compuestos fenólicos dentro del rango encontrado en diversos estudios al poseer compuestos activos beneficiosos para contrarrestar radicales libres y prevenir enfermedades no transmisibles.

Palabras claves: capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, *Averrhoa carambola*

ABSTRACT

The present research work is of a basic type with a non-experimental, descriptive and cross-sectional design. It was carried out with the objective of determining the antioxidant capacity and content of phenolic compounds of the fruit *Averrhoa carambola* L (Carambola) from the department of La Libertad, Huamachuco district, village of el Convento. For the evaluation of the antioxidant activity of the hydroalcoholic extract *Averrhoa carambola*, the DPPH method was used and the Folin-Ciocalteu method was used to determine the content of phenolic compounds. To find the mean and standard deviation of the variables, as well as to graph the linear regression for the antioxidant activity of the hydroalcoholic extract, it was carried out in the statistical program SPSS version 2. The concentration of the radical DPPH of the hydroalcoholic extract of the sample to find the IC50 was 20.53 mg/ml of fresh sample in terms of the content of phenolic compounds of the fruit of *Averrhoa carambola* presented 60.82 ± 0.90 mg EqAG/100g fresh sample. Concluding that the hydroalcoholic extract *Averrhoa carambola* presented antioxidant activity and phenolic compounds within the range found in various studies to possess beneficial active compounds to counteract free radicals and prevent non-communicable diseases.

Keywords: antioxidant capacity, phenolic compounds, *Averrhoa carambola*

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente nos enfrentamos a un reto que no diferencia fronteras, religiones, ideologías, etnias, culturas, sistemas socioeconómicos debido a la pandemia del SARS-CoV2. Donde la humanidad se une como una especie biológica, dando a conocer principalmente que la solución proviene fundamentalmente de las investigaciones puesta al servicio de los sistemas de salud. Mientras tanto los sistemas de salud van de la mano con la población, concretando las acciones y librando cada una de las batallas. Olvidando lo más importante que una de las batallas se realiza en el interior de cada uno de nosotros. Como bien se sabe aún no hay una cura parcialmente definida para controlar esta pandemia ocasionado por el SARS-CoV2 que está contagiando y matando a casi toda la mitad de la población de todo el mundo; pero se sabe también que hay una estrategia dictada por el ministerio de salud de todo el mundo que es la prevención que ayudado a contrarrestar la pandemia. debido a esto aumentó el gran interés de la población por cuidarse no solo utilizando (mascarillas, alcohol, protector facial etc.) si no también llevar una adecuada nutrición y consumir alimentos saludables para fortalecer su sistema inmunológico.¹

Interesándose más por los compuestos activos naturales que se ha incrementado drásticamente, debido a tres motivos: la inseguridad que nos ofrece al consumir antioxidantes sintéticos y la idea que el consumo de ciertos fotoquímicos pueden afectar de gran manera a las patologías de ciertas enfermedades crónicas, el proceso de envejecimiento, la idea o creencias que los compuestos activos son más seguros que los compuestos sintéticos y por los cuales son comercialmente más adquiridos ya sea como inhibidores enzimáticos, reguladores, conservantes etc.²

La incapacidad de nuestro organismo al inhibir los radicales libres a los que estamos expuestos diariamente como al ambiente, nos hace recurrir a buscar compuestos activos en los alimentos con la propiedad de inhibirlo. Podemos mencionar que un compuesto activo tiene propiedad antioxidante cuando ejerce una acción sobre los radicales libres o sea capaz de neutralizarlo, cabe decir que un radical libre es una molécula que actúa antes o durante una reacción en cadena

que puede ser en la etapa de la iniciación, propagación y terminación. Por otro parte, los prooxidantes son compuestos reactivos de radicales libres o especies reactivas de (O) que están presentes en todos los organismos vivos.³

Los radicales en su totalidad no son nocivos, ya que nuestro sistema los genera en pequeñas cantidades para combatir con agentes infecciosos como bacterias y virus. Los radicales libres generados por nuestro propio organismo sirven para cumplir ciertas funciones y son inhibidos por nuestro sistema antioxidante. El problema para nuestro organismo vendría hacer cuando hay una gran cantidad o exceso de radicales libres en nuestro sistema, con los años nuestro sistema antioxidante requiere de ayuda de compuesto activos (antioxidantes) que lo obtendremos de los diversos alimentos de la dieta.⁴

Es por eso que el consumo de frutas y vegetales, ha sido de gran importancia en la prevención de ciertas patologías, como enfermedades cardiovasculares, neoplásicas, cerebrovasculares y principalmente a fortalecer nuestro sistema inmunológico dichos beneficios se atribuye a los componentes activos que poseen entre compuestos fenólicos tales como flavonoides, polifenoles (flavonas, isoflavonas, catequinas) minerales y vitaminas como vitamina C, vitamina E, beta-caroteno, que son alimentos que se incluye dentro de la dieta manifestando un alto contenido de actividad antioxidante reduciendo los radicales libres ocasionados por el estrés oxidativo. Es por eso que resulta importante investigar los componentes de las plantas.⁵

¿Cuál es la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del fruto *Averrhoa carambola* L (carambola)?

La presente investigación se realiza debido a que en la actualidad existe una gran variedad de frutas y vegetales con compuestos activos beneficiosos para la salud que podrían brindarnos alternativas de antioxidantes naturales que inhiben o retardan el proceso oxidativo, entre los cuales están los compuestos fenólicos y la vitamina c, que han sido ampliamente estudiados por su beneficio de prevenir algunas patologías ocasionados por el estrés oxidativo. Además, el gran aporte de vitamina C que contiene esta fruta (*Averrhoa carambola*) ayuda al refuerzo del sistema inmune y es considerado como un componente activo natural que previene

el envejecimiento celular, renueva la regeneración de colágeno, teniendo así una amplia variedad de funciones ya sea para ayudar en la reducción de la hipertensión arterial, el alivio de problemas digestivos, e incluso también ha sido recomendada para la diabetes y para el tratamiento de enfermedades neoplásicas.⁶

Todo esto ha generado la importancia de desarrollar estudios acerca de la actividad antioxidante y compuestos fenólicos de las plantas para futuras investigaciones sobre los posibles beneficios que estos compuestos activos brindan a la salud. Por otro lado, el reino vegetal nos ofrece una serie de oportunidades para aprovecharlos de la mejor manera descubriendo compuestos naturales nuevos con capacidad antioxidante, para la prevención de patologías. Desde el punto de vista social las plantas son muy importantes porque pueden ser consumidas como alimentos o utilizadas para prevenir problemas de salud proporcionando bienestar a la población.⁷

Teniendo como objetivo principal Determinar la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del fruto *Averrhoa carambola* L (carambola). Y como objetivos específicos Evaluar la capacidad antioxidante del fruto *Averrhoa carambola* L (carambola) y Evaluar los compuestos fenólicos del fruto *Averrhoa carambola* L. (carambola).

II. MARCO TEÓRICO

Méndez M⁸, en su investigación: “Evaluó la actividad antioxidante y la concentración de compuestos fenólicos en vegetales promisorios de la parte comestible de la *Averrhoa carambola*” 2017. siendo estos determinados por dos métodos: usando DPPH encontrando valores de 3.45 a 70.99 mg/ml de muestra fresca y el método ABTS con valores de 0.01 a 27.66mg/ml siendo la carambola de mayor actividad antioxidante. Para el contenido de compuestos fenólicos totales se utilizó el método Folin Ciocalteu encontrando valores entre 52.16 ± 0.87 mg eqAG/100g muestra fresca. La cantidad de flavonoides y ácidos fenólicos libres fue determinada por HPLC-RP, siendo los valores más altos del ácido ferúlico y clorogénico. Los valores máximos de los otros compuestos fenólicos lo presentaron el noni. En conclusión, la capacidad antioxidante resultante por los métodos de DPPH y ABTS está correlacionada con el contenido de compuestos fenólicos totales.

Aparcana M y Villarreal L.⁹ en su investigación “Evaluó los compuestos fenólicos totales por el método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante de los frutos Carambola y Aguaymanto, utilizando el método DPPH y ABTS” 2017. Concluyendo que el fruto carambola presentó mayor contenido de compuestos fenólicos que el aguaymanto siendo los siguientes valores 149.3 ± 1.62 mg/Eq de ácido gálico/100g en muestra fresca utilizando el método Folin-Ciocalteu, en cuanto a la actividad antioxidante utilizando el método DPPH reportó una concentración inhibitoria (IC50) de 1,86 mg/ml y según el método ABTS reportó un (IC50) de 1.29mg/ml. Concluyendo que la fruta presenta un alto contenido de actividad antioxidante por lo cual sería una fuente beneficiosa para la salud.

Cayupán C.¹⁰ en su investigación “Sustancias promotoras de la salud y propiedades antioxidantes de la *Averrhoa carambola* contenidos bioactivos durante el proceso de maduración” 2016. Tuvo como objetivo principal evaluar los frutos de *Averrhoa carambola* de diferentes colores de pulpa en sus estados fisiológicos maduros. Según los datos o análisis los frutos mostraron contenidos de ácido ascórbico variables entre 0.26 a 0.48 mg/ml, mientras los compuestos fenólicos fueron entre 47.54 ± 0.57 mg eqAG/100g en muestra fresca, con respecto a la actividad antioxidante también fue variable presentado valores entre 3.40 a 18.57 mg/ml.

Leticia G y Salinas M.¹¹ según su artículo “Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitahaya roja y carambola”. Publicado en Rev. Fitotec 2016. Tuvo como objetivo principal analizar los frutos pitahaya roja y carambola, en cuanto al contenido de betalaínas, ácidos fenólicos y fenoles solubles totales, así como también evaluar la actividad antioxidante que se determinó por el método DPPH. Concluyendo que la fruta carambola obtuvo un valor de (IC50) 161.7 ± 4.8 mg/ml, en tanto la pitajaya roja obtuvo 59.8 ± 0.32 mg/ml, lo que resulta que contiene una mayor actividad antioxidante que se atribuye principalmente al poseer activos de betalaínas y betaxantinas.

Doroteo M¹², en su investigación “Evaluación del efecto antioxidante de extractos hidroalcohólicos” 2016. La *Zea Mays* “maíz morado”, La *Uncaria tomentosa* “uña de gato”, *Lepidium meyenii* “maca”, *Physallis peruviana* “aguaymanto”, *Averrhoa carambola* “carambola”. Tuvo como objetivo evaluar la capacidad antioxidante, observándose que los extractos más activos son los de *Averrhoa carambola* y uña

de gato. Concluyendo que la capacidad antioxidante total de la carambola y uña de gato fueron mayores que la de los otros extractos.

Gutiérrez L¹³, en su investigación: Tuvo como objetivo determinar la actividad antioxidante de 24 alimentos convencionales y 9 propios de la región de Chiapas, obteniendo como resultado que la guayaba, carambola, naranja, papaya y manzana fueron las frutas de mayor capacidad antioxidante, por su contenido elevado de vitamina C, polifenoles y carotenos, siendo compuestos activos de alto poder reductor que poseen los alimentos.

La carambola pertenece a la familia de las oxalidáceas, género *Averrhoa* es una fruta exótica más vendida en los mercados internacionales, popularmente conocida como “star fruit” o fruta “estrella”. Esta fruta es cultivada en la Selva peruana principalmente en zonas subtropicales, como Satipo y Chanchamayo (Junín), es originaria de los países de Indonesia y Malasia, sus cultivos se han extendido a otros países tropicales de América y Asia. Principalmente los productores de esta fruta son Perú, Brasil, Colombia, Bolivia y Tailandia. recibe diferentes nombres: en Perú “carambola”, República Dominicana “cinco dedos”; en Brasil “caramboleiro”, en Costa Rica “tiriguro”, Venezuela “tamarindo dulce”. Es una fruta de forma muy agraciada, de gran empleo en la decoración de diferentes platos culinarios.^{14,15}

Como bien lo dice la literatura esta fruta es principalmente cultivada en los países tropicales uno de ellos es Perú al contar con tres regiones costa sierra y selva, si bien la fruta es principalmente cultivada en la selva peruana por sus principales zonas tropicales también cabe mencionar que esta fruta puede ser cultivada en otros departamentos del Perú uno de ellos es el departamento la libertad al poseer lugares cálidos, ya que la fruta para esta investigación fue traída de la provincia Sánchez Carrión, distrito Huamachuco, caserío el Convento al ser un lugar templado y cálido.¹⁶

La planta es de hoja perenne, su tamaño oscila de (6 a 9 m), su copa alcanza un diámetro de (0.9 a 2.1 m) es la parte de mayor producción de frutos. Las hojas miden un tamaño de (15 a 30 cm). las flores miden (1 cm de diámetro) son de color azul-rosado y tienen 5 pétalos y 5 sépalos. El fruto posee más de 10 a 12 semillas,

estas son comestibles de color carmelita claro, miden una longitud de (0.6 a 1.3 cm) y están cubiertas por una capa gelatinosa.¹⁷

El fruto es de una forma ovoide a elipsoidal, tiene 5 a 6 aristas longitudinales redondas, es de forma de una estrella cuando se corta transversalmente y tiene una longitud de (5 - 15 cm). la pulpa es jugosa de sabor ácido y de color amarillo claro, sus semillas son comestibles tienen una longitud de (0.6 - 1.3 cm), según su grado de madurez de la "Carambola" su nivel de firmeza disminuye por el resultado del adelgazamiento de las paredes celulares cambiando de un tono amarillo verde a un tono pardo naranja que es el grado de madurez último de la fruta (ver anexo N°5) por ende también suele coincidir con un cambio en el desarrollo del aroma y sabor característico del fruto por la síntesis y manifestaciones de compuestos volátiles. Una vez llegada a su maduración se recomienda la recolección entre los índices dos y tres entre los 80 y 94 días (ver anexo N°5) puesto que el valor de firmeza favorece el manejo poscosecha, su peso oscila entre 100 y 200 gr cuando está apta para la comercialización.^{18,19}

Estudios recientes sobre la composición nutricional de la *Averrhoa carambola L* demostró la presencia de nutrientes activos como la vitamina C, entre otros nutrientes con capacidad antioxidante. Teniendo como principal componente el ácido ascórbico con un promedio de (35,02 mg/100g) de pulpa, ácido cítrico representando (3,49 %), sólidos solubles (6,86 °Brix), sólidos totales (8,40 %), densidad (0,93 g/cm), pH (2,80). Siendo una fruta ácida, con un contenido considerable de vitamina C, vitamina E, vitamina A que forman parte muy importante de la defensa antioxidante para neutralizar los radicales libres y para la prevención de algunas enfermedades como por ejemplo la aterosclerosis, neurodegenerativas.²⁰

Además, también cabe mencionar que la *Averrhoa carambola* contiene una gran cantidad de compuestos fenólicos que forman parte de su estructura molecular que al menos contienen un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo. Los compuestos fenólicos precisamente están categorizados en flavonoides, isoflavonas, estilbenos, polifenoles, siendo el ácido cafeico, ácido clorogénico, ácido ferúlico, rutina, kaempferol, quercetina presentes en dicha fruta, compuestos fenólicos bioactivos encontrados en alimentos vegetales con una reconocida

actividad antioxidante presente en las plantas con la capacidad para inhibir la lipoxigenasa y captar radicales libres.²¹

Con respecto a los antioxidantes tienen la capacidad de proteger los sistemas biológicos contra los procesos o reacciones que puedan causar daño potencialmente dañino, como es el caso de las especies (EROS o ROS) o de nitrógeno (ERN o NOS) reactivas de oxígeno. Estas moléculas son inestables y muestran una elevada reactividad química que determinan una secuencia de manifestaciones como agresión y posteriormente a una patología. La formación de moléculas reactivas de (O) y radicales libres son un proceso normal del metabolismo, sin embargo, la exposición a ciertos agentes contaminantes del medioambiente, malos hábitos alimentarios, pueden generar un exceso de radicales libres.²²

Los estilos de vida, contaminantes atmosféricos, pesticidas, metales tóxicos, y algunos medicamentos están asociadas a un fenómeno conocido como “estrés oxidativo” es decir, esto ocasiona un aumento en las reacciones oxidativas siendo una de ellas las Especies Reactivas del Oxígeno, (EROs) ocasionando un efecto en negativo en los mecanismos de detoxificación. El aumento de las (EROs) provoca la aparición y desarrollo de patologías como envejecimiento celular, desórdenes neurodegenerativos entre otras enfermedades.²³

También durante la respiración, los organismos vivos obtienen energía de los alimentos, en donde el carbono es oxidado y el oxígeno procedente del aire actúa como oxidante. a esta reacción se unen cuatro (e) a través de una reducción controlada por el sistema de transporte de (e) de las mitocondrias, en la reducción univalente, el (O) forma cuatro sucesivas reducciones con un (e), catalizadas por el citocromo oxidasa. Aproximadamente un 98% del (O) captado por las células entra en las mitocondrias donde es reducido hasta formar (H₂O). Sin embargo, se sabe que algunas “fugas” en el sistema de transporte de (e) permiten que el (O) acepte menos de cuatro (e) y es entonces cuando se generan los intermediarios reactivos siguientes: el primero es el (O₂), resultante de la reducción del oxígeno molecular con un (e); el segundo es la especie activa (H₂O₂), resultante de la adición de un segundo electrón y dos protones; el tercero es el (OH). Éste resulta de la adición

de un tercer electrón y un protón. El cuarto (e) y otro protón generan la molécula de (H₂O).^{24,25}

Siendo el radical hidroxilo (HO) una de las moléculas más reactivas producida en organismos vivos; esta molécula sólo se difunde cerca de 5 a 10 diámetros moleculares antes de reaccionar, la reacción tiene una tasa de velocidad extremadamente alta con proteínas, lípidos, ácidos orgánicos y ácidos nucleicos. El (HO) reacciona en cadenas por abstracción de un átomo de (H), presenta un poder oxidante que fácilmente inhibe electrones para formar (HO), puede añadirse a anillos aromáticos y olefinas para obtener (H₂O₂)²⁶

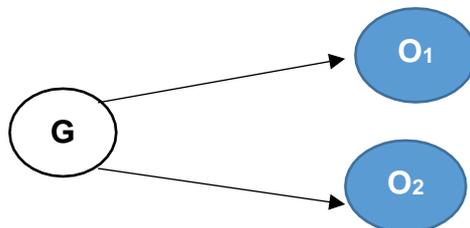
Una de las técnicas a utilizar para determinar de la actividad antioxidante es a través del método DPPH ya que existen otros métodos como el ABTS, DMPD y generadores de radicales libres peróxido, superóxido e hidroxilo. Considerando trabajar en esta investigación con el método DPPH para determinar la capacidad antioxidante del fruto estudiado *Averrhoa carambola* ya que es un método más accesible y utilizado en casi todas las investigaciones para evaluar la actividad antioxidante obteniendo datos más precisos. su método consta en que un radical libre DPPH de una tonalidad azul intenso, sustrayendo un átomo de (H) proveniente de una solución donadora de (e), causando una disminución en la tonalidad del DPPH hasta tornarse pardo claro.²⁷

en cuanto a la evaluación de los compuestos fenólicos se utilizó el método Folin-Ciocalteu que está comprendido por una combinación de ácidos fosfomolibdico y fosfowolfrámico en medio básico, lo cual esta solución sufrió una reducción al oxidar los compuestos fenólicos, resultando una tonalidad azul donde su absorbancia va a depender de la concentración de los polifenoles de la muestra y se midió en un espectrofotómetro Kynitel kv 1200.²⁸

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación:

El tipo del presente trabajo de investigación es básico de diseño no experimental, descriptivo y corte transversal.



G: El fruto *Averrhoa carambola L* “Carambola” procedente del distrito de (Huamachuco) Departamento la Libertad.

O₁: Variable (Capacidad antioxidante).

O₂: Variable (Compuestos fenólicos).

3.2. Operacionalización de las Variables:

Capacidad Antioxidante:

- ❖ **Definición Conceptual:** inhiben o retardan el proceso oxidativo de radicales libres generados por nuestro organismo o ambiente.
- ❖ **Definición Operacional:** Se determinó a través del método 2,2- difenil-1- picrilhidrazilo (DPPH).
- ❖ **Indicadores:** La concentración inhibitoria IC₅₀ µg/ml
- ❖ **Escala de Medición:** Cuantitativa de razón.

Compuestos fenólicos:

- ❖ **Definición conceptual:** son compuestos fenolicos o polifenoles del reino vegetal que constituyen una estructura de sustancias químicas de la planta que poseen un grupo fenol y un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo.
- ❖ **Definición operacional:** Se determinó a través del método de Folin Ciocalteu.
- ❖ **Indicadores:** se expresa como mg equivalentes de ácido gálico /100gr de muestra del fruto.
- ❖ **Escala de medición:** Cuantitativa de razón.

3.3. Población, Muestra y Muestreo:

Población: *Averrhoa carambola L* procedente del departamento la Libertad, distrito Huamachuco, caserío el Convento.

- **Criterios de inclusión:** La fruta *Averrhoa carambola L* estuvo en óptimas condiciones presentando características organolépticas (olor, sabor, maduración) propios del alimento.
- **Criterios de inclusión:** Toda fruta *Averrhoa Carambola L* que presente algún deterioro físico abolladuras, pardeamiento por golpes y roces.

Muestra: 1kg de *Averrhoa Carambola L* fue adquirido de un mercado local “mercado de Abastos” en el distrito de Huamachuco - departamento la Libertad entre los meses de septiembre-octubre del 2020, fruta fue traída del caserío el Convento”.

Muestreo: No probabilístico

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

La técnica a utilizar en esta investigación es la observación, para la determinación de la capacidad antioxidante se llevó a cabo a través del método 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) que se basa en la captación del radical libre teniendo como coeficiente de inhibición IC50 (mg/ml) y para la determinación de los compuestos fenólicos se realizó mediante el método Folin-Ciocalteu obteniéndose como resultado una tonalidad azul en la reacción del extracto con el reactivo fenol cuya absorbancia dependerá de los polifenoles presentes en la muestra, así mismo se utilizó una ficha de recolección de datos para cada método. Como instrumento de medición se utilizó el espectrofotómetro Kyntel kv 1200 tanto para evaluar la capacidad antioxidante como los compuestos fenólicos.

3.5. Procedimiento

Recolección y transporte de la materia prima:

La fruta *Averrhoa carambola L* se recolectó 1kg del departamento la Libertad distrito Huamachuco caserío el Convento estando en óptimas condiciones para diferenciar la calidad y características organolépticas.

Selección y acondicionado de la muestra:

Se realizó la selección de la muestra por lo cual se consideró la madurez (grado de maduración tres ver anexo N°5), firmeza, frutos sanos libres de daños y abolladuras, en seguida se lavó con 1 litro de agua más hipoclorito de sodio al 5%, a continuación, se enjuago a chorro para eliminar cualquier residuo impregnado en la fruta y se dejó secar. Enseguida la cáscara se separó de la pulpa de forma manual utilizando un cuchillo de acero inoxidable. Para la separación de la cáscara de la pulpa se efectuaron 3 cortes, los dos cortes primeros fue para separar la cáscara y eliminar los extremos de la fruta, cuidando no incluir pulpa, y un tercer corte de forma longitudinal de extremo a extremo.

Preparación del Extracto Hidroalcohólico:

Después del lavado, desinfectado, y picado se pasó a pesar la muestra de la fruta *Averrhoa carambola L* "Carambola" de un 1kg de fruta se obtuvo 354.203gr de pulpa parte comestible.

-La pulpa obtenida se agregó a un frasco de vidrio desinfectado y esterilizado donde también se le adiciono 354ml de etanol al 80%.

-Una vez agregado las soluciones y la muestra al frasco de vidrio se dejó macerar máximo por 7 días.

-Luego esta solución fue filtrada en papel Whatman N°40 y se llevó a baño Maria CDK-S22 (Labker, EEUU) durante 10 horas a una temperatura de 80°C. con la finalidad de concentrar la solución reduciendo su volumen de un 35-40%

-Se midió los grados brix en un refractómetro ATC, obteniéndose 10°brix

-Por último, se obtuvo una solución concentrada 180ml que se utilizó para medir las diferentes determinaciones analíticas sobre la actividad antioxidante y compuestos fenólicos.

Determinación de la capacidad antioxidante método (DPPH) 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo:

-Para la determinación de la capacidad antioxidante del fruto del extracto hidroalcoholico *Averrhoa carambola L* se determinó utilizando el método 1,1-

difenil-2picril-hidrazilo (DPPH) (Sigma, Aldrich, Alemania). Para este trabajo se hizo una curva de calibración con ácido ascórbico (Solutest, Lab chem, Navghar, India) para expresar la capacidad antioxidante del extracto como equivalente en mM/L de ácido ascórbico. Para la curva se utilizó 6 patrones de ácido ascórbico de concentración 0,02mM; 0,05mM; 0,1mM; 0,2mM; 0,5mM; 2 mM. Se tomaron 100µL de cada una de las soluciones y se les adicionó 5 mL de solución etanólica de DPPH 0.1mM. Luego se agitó y se dejó en la oscuridad durante 30 min a continuación se midió la absorbancia (Abs) a una longitud de onda de 517nm empleando un espectrofotómetro Kytel kv 1200. Los resultados se expresan como IC50 (mg/ml).

-A partir del extracto concentrado del fruto *Averrhoa carambola L* se preparó soluciones de 12,5; 25; 50 y 75 mg/mL y se realizó el mismo procedimiento que con los patrones de vitamina C frente al DPPH.

-Para hallar el cálculo de la actividad de los radicales libres se aplicó la siguiente fórmula

$$\% \text{Capacidad secuestradora del radical DPPH} = \left[\frac{(A_i - A_f)}{A_i} \right] \times 100$$

Representación:

- A_i : Es la absorbancia inicial de la muestra del extracto tratado con la solución del radical DPPH.

- A_f : Es la absorbancia final del extracto tratado con la solución del radical DPPH.

Determinación de compuestos fenólicos método Folin-Ciocalteu:

-Para la determinación de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico del fruto *Averrhoa carambola* se midió 125 µL de la solución patrón de ácido gálico (Spectrum chemical, Gardena, California) y se adicionaron 0,5 mL de H₂O destilada y 125 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu (Merck, Darmstadt, Alemania).

-Luego se dejó reaccionar por 6 min y se agregó 1,25 mL de una solución de Na₂CO₃ al 7 % (Solutest, Lab chem, Navghar, India).

-También se agregó un 1mL de H₂O destilada y se dejó reposar por 90min a temperatura ambiente en el laboratorio

-A continuación, las lecturas se realizó a una longitud de onda (λ) de 760 nm, en el espectrofotómetro Kyntel kv 1200.

Finalmente, el extracto concentrado de *Averrhoa carambola* fue diluido 1/5 con solución etanólica al 80 %, y se determinó el contenido de compuestos fenólicos totales de la misma forma como se hizo con los patrones de ácido gálico. Después por interpolación de las absorbancias del extracto hidroalcohólico del fruto *Averrhoa carambola* en la curva del ácido gálico se logró determinar el contenido de polifenoles totales.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó estadística descriptiva para la determinación de promedios y desviación estándar del contenido de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del fruto *Averrhoa carambola* L. Todo este procedimiento se realizó utilizando el programa estadístico SPSS versión 2.

3.7. Aspectos éticos

La naturaleza nos ofrece una gran variedad de biodiversidad flora y fauna que es parte de nosotros y no deberíamos usarlo como un recurso para beneficio propio, sino para un bien común, que satisfaga a ambas partes, y como tal debe ser cuidada y protegida según el “Fondo Mundial para la Naturaleza” es por ello, que el presente trabajo de investigación cumple con los criterios éticos de la normatividad ambiental en el Perú sobre la utilización racional de los recursos naturales.

IV. RESULTADOS

Tabla 1: Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de la *Averrhoa carambola* L (carambola)

| Concentraciones del extracto hidroalcohólico <i>Averrhoa carambola</i> L (mg/ml) | Ecuación de la capacidad antioxidante método (DPPH) | IC50 (mg/mL) |
|---|--|---------------------|
| 12.5 | | |
| 25 | | |
| 50 | $y = 0.8131x + 33.304$ | |
| 75 | $R^2 = 0.9954$ | 20,53 |

Fuente: Datos obtenidos por el investigador

Tabla 1: Se puede observar la evaluación de la capacidad antioxidante del fruto estudiado *Averrhoa carambola* L “Carambola” donde las concentraciones del extracto del fruto oscilan entre 12.5,25,50,75(mg/ml), resultando que el IC50 fue de 20,53mg/ml equivalente a los 0.44 mM de vitamina “C” para reducir el 50% de la concentración del DPPH 0.1mM (gráfico N° 1 ver anexo 4).

Tabla 2: Evaluación de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico *Averrhoa carambola* L (Carambola)

| Fruta <i>Averrhoa carambola</i> L N=6 repeticiones | Contenido de compuestos fenólicos expresado mg eqAG/100g de fruto |
|---|--|
| 1 | 60.25 |
| 2 | 61.56 |
| 3 | 59.60 |
| 4 | 61.65 |
| 5 | 60.25 |
| 6 | 61.65 |
| Promedio | 60.82 |
| Desviación estandar | 0.90 |

Fuente: Datos obtenidos por el investigador

Tabla 2: Se observa la evaluación de los compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico del fruto carambola donde la muestra fue del 1-6 hasta llegar a obtener el promedio y desviación estándar donde se tuvo que pasar por una serie

de procesos, hasta obtener los resultados de los compuestos fenólicos siendo 60.82 ± 0.90 mg eqAG/100gr de fruto.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del fruto *Averrhoa carambola* L “Carambola” planta que pertenece a la familia de las oxalidáceas proveniente de zonas subtropicales de América Latina^{14,15}, sus frutos son ampliamente estudiados en cuanto a su composición nutricional y compuestos bioactivos beneficiosos para la salud¹⁸. En el presente estudio se utilizó el método DPPH para la evaluación de la actividad antioxidante, y uso de vitamina C como sustancia comparativa; y para los compuestos fenólicos se aplicó el método Folin-Ciocalteu utilizando como patrón el ácido gálico.

En la tabla 1: Se observan las concentraciones del extracto hidroalcohólico del fruto estudiado *Averrhoa carambola* L “Carambola” que se enfrentaron con la solución etanólica DPPH 0.1mM, para observar sus respectivos porcentajes de inhibición del radical DPPH obteniendo una ecuación de recta $y = 0.8131x + 33.304$ donde el eje vertical “Y” representa el % de inhibición y el eje horizontal “X” representa la concentración del extracto (gráfico N° 1 ver anexo N°4). resultando que el IC50 fue de 20.53 mg/ml equivalente a los 0.44 mM de vitamina “C” para reducir el 50% de la concentración del DPPH.

Referente a la capacidad antioxidante del fruto *Averrhoa carambola*, otros autores^{8,9,11} han obtenido valores de IC50 entre 3.45 a 70.99 mg/ml de extracto de *Averrhoa carambola* en muestra fresca, aplicando el método DPPH, a si pues la capacidad antioxidante del extracto carambola obtenida en el presente estudio se encuentra dentro de ese rango con 20.53 mg/ml indicando que la fruta posee actividad antioxidante para contrarrestar radicales libres, ya que mientras menor sea el valor de IC50 mayor será la capacidad antioxidante.

Con respecto a otras investigaciones según Cayupan¹⁰ evaluó los frutos de *Averrhoa carambola* de diferentes colores de pulpa en sus estados fisiológicos maduros, encontrando un valor de actividad antioxidante IC50 18.57mg/ml de extracto de carambola en muestra fresca, siendo este un valor cercano o aproximado con en el presente estudio 20.53mg/ml. Gutiérrez¹³ resalto a la *Averrhoa carambola* (Carambola) junto con otras frutas como guayaba, naranja, papaya como las frutas con mayor actividad antioxidante por su contenido elevado de vitamina C y Polifenoles.

Referente al estudio de Cayupan¹⁰ y Gutierrez¹³ estos autores evaluaron la actividad antioxidante de *Averrhoa carambola* en sus diferentes grados de maduración donde el estadio con mayor capacidad antioxidante oscilaba entre el grado dos y tres (ver anexo N°5) por lo cual cabe indicar durante ese tiempo se sintetizan compuestos antioxidantes propios de la fruta que brindan compuestos activos; ya que en el presente estudio la fruta *Averrhoa carambola* estaba oscilando entre el grado de maduración tres y cuatro. Siendo similar al estudio de Cayupan.

En la tabla 2: se puede observar la evaluación de los compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico *Averrhoa carambola* L donde se obtuvo un contenido promedio y desviación estándar de 60.82 ± 0.90 mg eqAG/100gr de fruto; difiriendo de lo reportado por Méndez⁸ quien en su estudio obtuvo 52.16 ± 0.87 mg eqAG/100g muestra fresca; Cayupan¹⁰ obtuvo 47.54 ± 0.57 mg eqAG/100g muestra fresca, presentando menor contenido de compuestos fenólicos con el presente estudio.

En otro estudio desarrollado por Aparcana y Villareal⁹ obtuvieron 149.3 ± 1.62 mg eqAG/100g de fruto de muestra fresca, sin embargo, el procedimiento en la extracción de los frutos fue en metanol-ácido acético, lo cual pudo influir en el contenido de los compuestos fenólicos del extracto de la *Averrhoa carambola*. Así mismo Doroteo¹² encontró 203.09 ± 8.02 mg eqAG/100gr de muestra fresca en cáscaras del fruto *Averrhoa carambola*, esto podría deberse porque el mayor contenido de compuestos fenólicos se encuentra en dicha parte del fruto como el ácido cafeico, ácido clorogénico, ácido ferulico, rutina, kaempherol, quercetina

determinados por HPLC y cromatogramas^{21,29}, en comparación con los resultados obtenidos en el presente estudio si son altos. A si mismo cabe destacar que el metanol es un solvente de carácter muy soluble con la capacidad de mezclarse homogéneamente favoreciendo la extracción de compuestos con la capacidad de romper al tejido a nivel de pared celular, permitiendo así la salida de componentes intracelulares³⁰. Lo cual no se aplicó en la presente investigación debido a que el metanol es un solvente o producto controlado por un organismo técnico especializado Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (Sunat)³¹.

Referente a un estudio DPPH-metanol Martínez³² en su estudio evaluación de la actividad antioxidante de frambuesas comerciales en muestras frescas, mostró que el metanol es uno de los solventes más eficaces para la extracción de compuestos antioxidantes, al comparar tres disolventes metanol al 80%, acetonitrilo al 70% con 4% de ácido acético consiguiendo mayor concentración de fenoles con metanol al 80%, posible causa de que en los estudios mencionados anteriormente se consigan mayores cantidades de extracción debido al solvente utilizado, así como al número de extracciones consecutivas.

Al analizar la actividad antioxidante y compuestos fenólicos del extracto *Averrhoa carambola L*, se debe considerar algunas limitaciones que podría conllevar a un sesgo alterando los resultados de esta investigación, como es el tiempo de almacenamiento del material a analizar, el tipo y variedad de cultivo, el método de extracción, el solvente ya que juega un papel muy importante por su solubilidad para dichos compuestos y polaridad. Se ha evidenciado que el metanol es un solvente altamente efectivo en la extracción de antioxidantes, esto ha sido reportado en diversos estudios donde se compara con otros solventes como etanol, acetona, agua, acetato de etilo³³.

VI. CONCLUSIONES

- El extracto hidroalcohólico *Averrhoa carambola L* “Carambola” presentó capacidad antioxidante de un IC50 que fue de 20.53mg/ml. que está dentro del rango encontrado en diversos estudios
- El extracto hidroalcohólico *Averrhoa carambola L* “Carambola” presentó un contenido de compuestos fenólicos que fue 60.82±0.90mg eqAG/100gr de fruto.

VII. RECOMENDACIONES

- Estudiar los componentes bioactivos de la *Averrhoa carambola L* en diferentes estados de madurez.
- Se recomienda combinar dos métodos de capacidad antioxidante, uno basado en la captación de radicales libres y otro en la reducción de metales.
- En futuras investigaciones de la *Averrhoa carambola L* utilizar otros solventes para la determinación de la capacidad antioxidante, así como también los compuestos fenólicos.
- Se recomienda el consumo de este fruto ya que posee una gran cantidad de compuestos activos por su alto valor nutricional para contrarrestar radicales libres y prevenir enfermedades no transmisibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Palacios M, Santos E, Velázquez A, León M. COVID-19, a worldwide public health emergency. Rev Clin Esp [Internet]. 2021;221(1):55-61. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.03.001>
2. Coronado H, Vega E, León S, Gutiérrez R, Marcela V. Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. Rev Chil Nutr. 2015;42(2):6-12.
3. Quintana M, Calderón J. La capacidad antioxidante total. Bases y aplicaciones. Rev Educ Bioquímica [Internet]. 2015; 28(2):89-101.
4. Milagros R, Mendez R, Rivero R, Rivero J, García D, Gonzáles L, et al. La teoría del estrés oxidativo como causa directa del envejecimiento celular. Medisur Rev

- Ciencias Médicas Cienfuegos [Internet]. 2018;16(5):699-710. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ccm/v21n1/ccm14117.pdf>
5. Gallegos M. Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud, en la población rural de Babahoyo, Ecuador. An la Fac Med. 2016;77(4):327-330.
 6. Mariaca C, Zapata M, Uribe P. Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias. Rev la Asoc Colomb Dermatología y Cirugía Dermatológica. 2016;24(3):62-73.
 7. Ander F, Alfaro C, Garc N, Escuela G, Canario S, Universitaria PE, et al. Plantas componentes activos. Arts Psychother [Internet]. 2020;291(2):1- 9.
 8. Mendez M. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios [Tesis pregrado]. Perú: universidad nacional de Trujillo; 2017.
 9. Aparcana, M, Villarreal L. Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de Physalis Peruviana aguaymanto y carambola de diferentes lugares geográficos del Perú [Tesis pregrado]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017.
 10. Cayupán C. Sustancias promotoras de la salud y propiedades antioxidantes de la Averroha carambola L cambios en los contenidos del compuesto bioactivo durante el proceso de maduración [Tesis posgrado]. Chiapas: universidad de México; 2016.
 11. Leticia G, Salinas M. En el artículo titulado “Betalinas, Compuestos fenólicos actividad antioxidante en pitaya roja y carambola”. Publicado en Rev Fitotec México. 2016.
 12. Doroteo M. Evaluación del efecto antioxidante de extractos hidroalcohólicos [Tesis pregrado]. Colombia: universidad Marianas; 2016.
 13. Gutiérrez L. Determinar la capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas [Tesis pregrado]. México: universidad de México; 2017.
 14. Mateus D, Arias M, Orduz J. El cultivo de carambola (Averrhoa carambola L) y su comportamiento en el piedemonte del Meta. Rev Colomb Ciencias Hortícolas. 2015;9(1):35-48. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n1/v9n1a12.pdf>

15. Miguel N. Averrhoa carambola y Calea urticifolia. Rev Científica del Instituto Nacional de Salud. 2018;1(2):67-73.
16. Zudaire E, Yoldi R. Análisis del desarrollo de la fase reproductiva y determinación de parámetros de recolección de la carambola Averrhoa carambola L [Tesis pregrado]. Bogotá: Universidad de Colombia; 2017.
17. Zapata G. Cultivo de carambola (Averrhoa carambola L) y su comportamiento en el piedemonte del Meta Colombia [Tesis posgrado]. Nariños: Universidad de Colombia; 2017.
18. Bobenrieth M. Características postosecha de la carambola Granada [Tesis pregrado]. Madrid: Escuela Andaluza de salud Pública España; 2016.
19. Alegre M, Ticse A. Caracterización de macro componentes en pulpa congelada de tres biotipos de carambola Averrhoa carambola [Tesis pregrado]. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola; 2017.
20. Castillo A, Huamán C. Composición nutricional química de la pulpa de carambola. Zaragoza: Acribia; 2016.
21. Marshner F. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas. Revista de la Sociedad Química del Perú. 2017; 79(1): 13-20.
22. Corrales C, Muñoz D, Ariza M. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. Nova. 2015;10(18):213-216.
23. crane L, balerdi A. importancia biológica y métodos para medir su actividad de radical libres. Revista biomedical toxicology. 2016;63(2):32-35.
24. Vicente A. Reacciones de fenton oxidación [Tesis doctoral]. Argentina: Universidad Nacional de La Plata; 2018.
25. Fernández A. Sistemas enzimáticos capaces de inhibir a los ROS [Tesis pregrado]. Sevilla: universidad autónoma de Madrid; 2019.
26. Singh R, Frost R, Murthy C, Kim N. Studies on the antioxidant activity of pomegranate peel and seed extracts using in vitro models (Symphytum officinale L) method capacidad antioxidante. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 2016;21(2):215-219.

27. Liu F, Yin Wan S, Jiang Z, Yau Li S. Determination of polyphenols and antioxidant activity of polar extracts of comfrey (*Symphytum officinale* L) method de compuestos fenólicos. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2016;21(2):125-132.
28. Muñoz J. Propiedades químicas compuestos volátiles y radicales libres. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 2017;15(2):108-112.
29. Ranz M. Compuestos polifenólicos en alimentos de la dieta española [Tesis doctoral]. España: Universidad Complutense de Madrid;2017.
30. Jacobsen D. Methanol and ethylene glycol poisonings mechanism of toxicity clinical course. *Revista Med Toxicol*.2018; 20(5):215-219.
31. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (Sunat) decreto legislativo N°1126, decreto legislativo que establece medidas de control en los insumos químicos y productos fiscalizados. Perú; 2015.
32. Martínez A. Evaluación de la actividad antioxidante de frambuesas comerciales método DPPH-metanol [Tesis posgrado]. España: universidad de coruña España; 2016.
33. Bergmana M, Koll M. United States Environmental Protection Agency (EPA) Chemicals in the Environment Methanol. *Revista science*.2015;24(2):132-136.

ANEXOS

ANEXO N°1 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

| Variables | Definición Conceptual | Definición Operacional | Indicadores | Escala de Medición |
|------------------------|---|--|--|---------------------------|
| Actividad antioxidante | inhiben o retardan el proceso oxidativo de radicales libres generados por nuestro organismo o ambiente. | Se determinó a través del método 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). | La concentración inhibitoria IC 50 µg/ml | Cuantitativa de razón |
| Compuestos fenólicos | son compuestos fenolicos o polifenoles del reino vegetal que constituyen una estructura de sustancias químicas de la planta que poseen un grupo fenol y un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo. | Se determinó a través del método de Folin-Ciocalteu. | se expresa como mg equivalentes de ácido gálico /100gr de muestra del fruto. | Cuantitativa de razón. |

ANEXO N° 2:**TABLA 3:** Ficha de recolección de datos de capacidad antioxidante.

| Concentración del extracto en $\mu\text{g/ml}$ | Absorbancias | Coefficiente de % inhibición |
|--|--------------|------------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

TABLA 4: Ficha de recolección de datos de contenido de compuestos fenólicos.

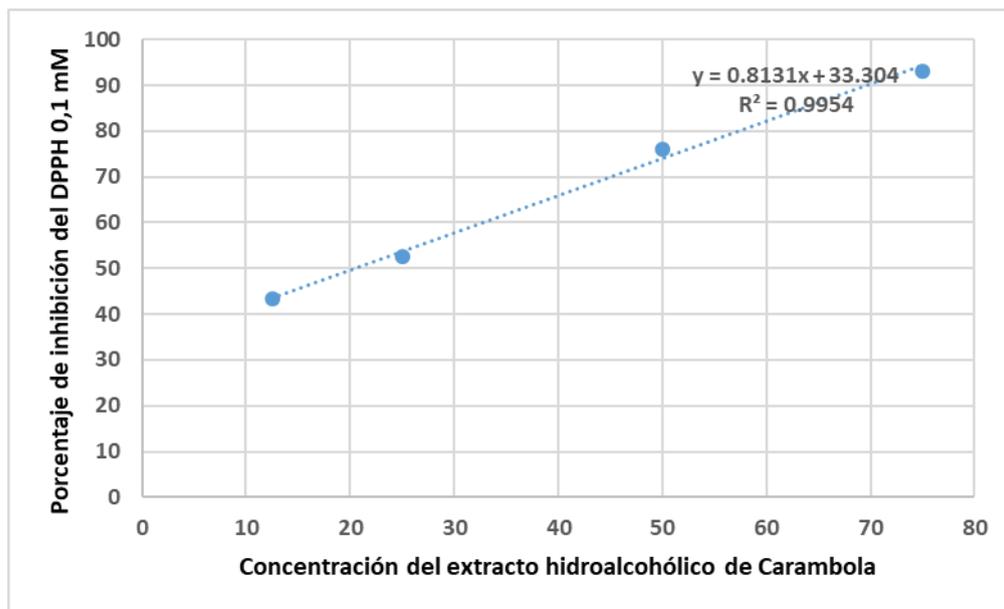
| N° de repeticiones | Absorbancias | Concentración de CF expresados en $\mu\text{g AG/ml}$ | Concentración de CF en 100g expresados en mg |
|--------------------|--------------|---|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| PROMEDIO | | | |
| DEV. ESTANDAR | | | |

**TABLA 5: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA
AVERRHOA CARAMBOLA – METODO DPPH**

| V(uL) extracto Hidroalcohólico <i>Averrhoa carambola L</i> | Absorbancias | Tiempo 60m | | | Promedio | %Inhición |
|--|--------------|------------|-------|-------|----------|------------|
| 50 | 0.958 | 0.541 | 0.544 | 0.544 | 0.543 | 43.3194154 |
| 100 | 0.958 | 0.453 | 0.455 | 0.451 | 0.453 | 52.7139875 |
| 200 | 0.958 | 0.233 | 0.225 | 0.227 | 0.228 | 76.1656228 |
| 300 | 0.958 | 0.066 | 0.065 | 0.066 | 0.066 | 93.1454419 |

Fuente: Datos obtenidos por el investigador

Gráfico N° 1 Porcentaje de inhibición del extracto hidroalcohólico *Averrhoa carambola L* (carambola)

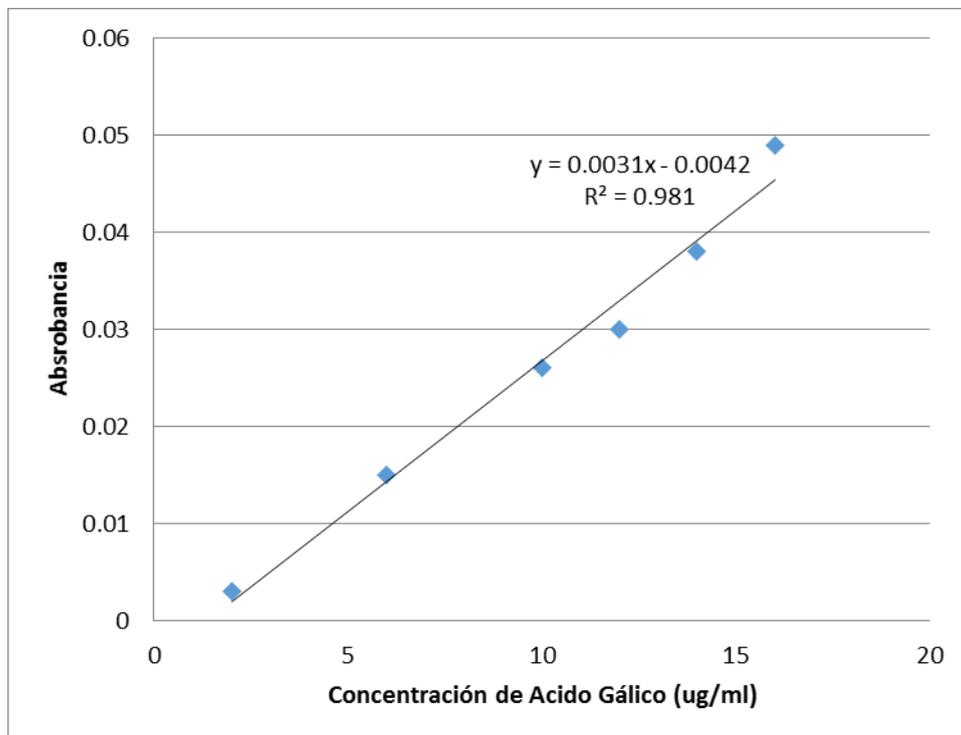


**TABLA 6: DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA
AVERRHOA CARAMBOLA – METODO FOLIN-CIOCALTEU**

| <i>Fruta Averrhoa Carambola L N=6 repeticiones</i> | Absorbancias | Ug/mL | FD(5) | mg | <i>Contenido de compuestos fenolicos expresado mg eqAG/100g de fruto</i> |
|--|--------------|------------|------------|------------|--|
| 1 | 0.732 | 237.129032 | 1185.64516 | 213.416129 | 60.25249053 |
| 2 | 0.748 | 242.290323 | 1211.45161 | 218.06129 | 61.56393094 |
| 3 | 0.724 | 234.548387 | 1172.74194 | 211.093548 | 59.59677032 |
| 4 | 0.749 | 242.612903 | 1213.06452 | 218.351613 | 61.64589597 |
| 5 | 0.732 | 237.129032 | 1185.64516 | 213.416129 | 60.25249053 |
| 6 | 0.749 | 242.612903 | 1213.06452 | 218.351613 | 61.64589597 |
| Promedio | | | | | 60.82624571 |
| Desviación estandar | | | | | 0.90086984 |

Fuente: Datos obtenidos por el investigador

**Gráfico N° 2 Curva de calibración para el contenido de compuestos
fenólicos**



ANEXO N°3 CAMBIOS DE COLOR Y GRADO DE MADURACION DE LA FRUTA AVERROHA CARAMBOLA L (CARAMBOLA)



| Índice | Color* | Descripción |
|--------|------------------|--|
| 1 | Amarillo-verde 1 | Color verde claro algo amarillo |
| 2 | Amarillo-verde 2 | Color amarillo verdoso |
| 3 | Pardo-naranja 1 | Color amarillo opaco |
| 4 | Pardo-naranja 2 | Color naranja opaco poco intenso |
| 5 | Pardo-naranja 3 | Color naranja opaco intenso, fruto completamente coloreado |

Gonzales. Para la definición del color se tomó como referencia color chart donde los colores más aproximados fueron yellow-green group 146-163.2016

ANEXO N° 4 FOTOGRAFIAS DEL PROCEDIMIENTO DE LA ELABORACIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO AVERROHA CARAMBOLA L (CARAMBOLA)



Figura 1 Recepción de la fruta *Averrhoa carambola*



Figura 2 Lavado y desinfección de la fruta con Agua e hipoclorito de sodio al 5%



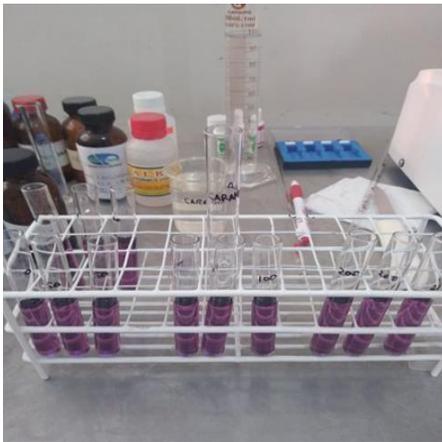
Figura 3 Corte y pulpeado de la fruta *Averrhoa carambola*



Figura 4 Elaboración del extracto hidroalcohólico de la fruta



Figura 5 Baño maría (CDK20) de las muestras Averrhoa carambola a 80°C



Figuras 6 Determinación de la capacidad antioxidante Averrhoa carambola

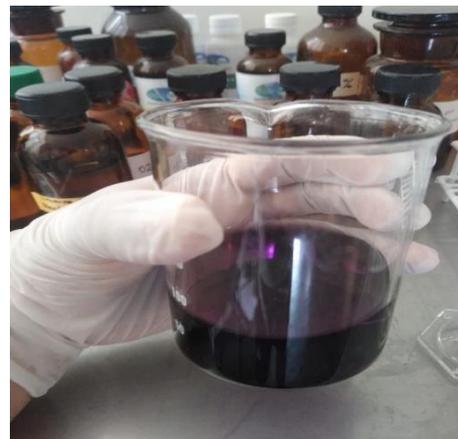


Figura 7 Determinación de compuestos fenólicos de Averrhoa carambola

ANEXO Nº5 REACTIVOS UTILIZADOS EN EL MÉTODO DPPH Y FOLIN-CIOCALTEU

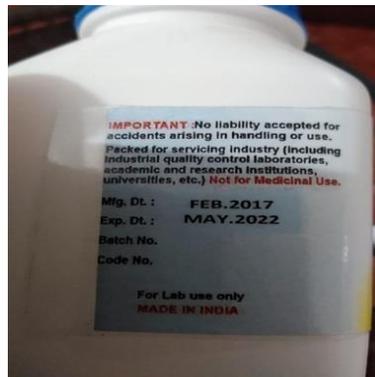


Figura 8 Reactivo ácido ascórbico
- DPPH



Figura 9 Reactivo 2,2-difenil-1-
picril-hidrazilo DPPH - determinación
de la capacidad antioxidante



Figura 10 Ácido gálico y reactivo
folin-ciocalteu - determinación de
compuestos fenólicos

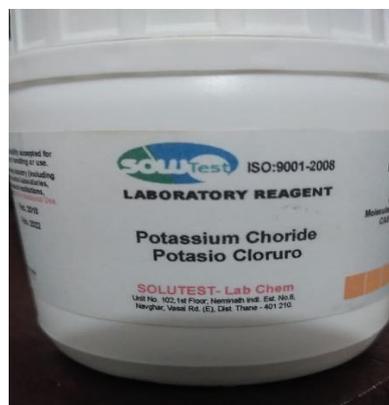


Figura 11 Reactivo Cloruro de potasio