



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

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

Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.

Facultad de Farmacia y Bioquímica.



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO**

Evaluación fitoquímica y actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico del fruto de *Averrhoa carambola L* (carambola), expendida en mercados de Ica. 2018.

Autor:

Bach. Yasmin Marymar Soncco Bellido.

Ica – Perú.

2 019.

Dedicatoria.

A mis padres por ser el apoyo constante en mis metas y proyectos.

A mis profesores que estuvieron presentes con su apoyo en el largo camino de cumplir mi meta como profesional.

Agradecimiento.

A Dios por bendecirme en cada actividad que realizo.

A mis padres por su gran esfuerzo al proveerme de lo necesario en mi vida universitaria, por sus consejos para el presente y futuro.

ÍNDICE.

Resumen.	vi
Abstract.	viii
Introducción.	x
CAPÍTULO I. Planteamiento del Problema.	12
1.1. Descripción de la realidad problemática.	12
1.2. Formulación del problema.	13
1.2.1. Problema principal.	13
1.2.2. Problemas secundarios.	13
1.3. Justificación e importancia.	13
1.4. Objetivos de la Investigación.	14
1.4.1. Objetivo general.	14
1.4.2. Objetivos específicos.	14
1.5. Hipótesis y variables.	14
1.5.1. Hipótesis.	14
1.5.2. Variables.	15
CAPÍTULO II. Bases Teóricas.	17
2.1. Antecedentes.	17
2.2. Marco Teórico.	21
2.2.1. Averrhoa carambola L (carambola)	21
2.2.2. Los radicales libres.	24
2.2.3. Los antioxidantes.	26
2.3. Marco Conceptual.	28

CAPITULO III. Metodología.	32
3.1. Diseño de la investigación.	32
3.2. Población y muestra.	32
3.3. Técnicas y procedimientos de recolección de datos.	33
3.3.1. Análisis fitoquímico.	33
3.3.2. Determinación de la actividad antioxidante in vitro frente radical libre DPPH.	39
3.4. Técnicas de procesamiento de la información.	43
CAPÍTULO IV. Resultados y Discusión.	44
4.1. Resultados.	44
4.2. Discusión.	49
CONCLUSIONES.	51
RECOMENDACIONES.	52
FUENTES DE INFORMACIÓN.	53
ANEXO.	57

RESUMEN.

La especie vegetal en estudio *Averrhoa carambola* L (carambola), produce frutos de agradable aspecto y sabor, se le consume fresca o en pastelería, con un importante aporte nutricional; contiene metabolitos secundarios con propiedades antioxidantes. El presente informe final contiene un estudio sobre el fruto de la especie vegetal ***Averrhoa carambola* L (carambola), expandida en mercados de Ica**. Nos planteamos como OBJETIVO GENERAL: Determinar los metabolitos secundarios presentes y la actividad antioxidante in vitro del extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola* L. (carambola).

Y como OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Determinar la presencia de metabolitos secundarios en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola* L. (carambola).

Determinar la actividad antioxidante in vitro frente al radical oxidante DPPH del extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola* L. (carambola).

La población en estudio ha sido la especie *Averrhoa carambola* L. (carambola), que se comercializa en mercados de la ciudad de Ica.

Se recolectaron 20 muestras en estudio, durante el mes de junio del año 2018, del fruto de la especie *Averrhoa carambola* L. (carambola), que fueron recolectadas aleatoriamente de la población en estudio, en los

mercados de Ica, a las que se le realizaron análisis fitoquímicos y determinación de la actividad antioxidante frente al radical libre DPPH.

En cuanto a los análisis fitoquímicos, se encontró la presencia de saponinas, compuestos fenólicos, flavonoides y taninos.

Y una gran actividad antioxidante in vitro, frente al radical DPPH.

Conclusiones: La caracterización de la composición fitoquímica de la muestra, reveló la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y taninos, metabolitos secundarios de gran importancia por su reconocida actividad antioxidante. La caracterización del porcentaje de inhibición al radical libre DPPH del extracto hidroalcohólico del fruto de la especie vegetal en estudio, confirma su efectividad.

La investigación realizada, confirma que el fruto de la especie vegetal en estudio *Averrhoa carambola* L. (*carambola*) presenta presencia de metabolitos secundarios que le otorgan la actividad antioxidante.

Palabras clave: *Averrhoa carambola* L, carambola, fitoquímico, radical libre, antioxidantes.

ABSTRACT.

The plant species under study *Averrhoa carambola* L. (carambola), produces fruits with a pleasant appearance and flavor, it is consumed fresh or in pastry, with an important nutritional contribution; contains secondary metabolites with antioxidant properties. This final report contains a study on the fruit of the plant species *Averrhoa carambola* L. (carambola), sold in Ica markets. We set ourselves as **GENERAL OBJECTIVE:** To determine the secondary metabolites present and the antioxidant activity in vitro of the hydroalcoholic extract obtained from the fruit of *Averrhoa carambola* L. (carambola).

And as **SPECIFIC OBJECTIVES:** Determine the presence of secondary metabolites in the hydroalcoholic extract obtained from the fruit of *Averrhoa carambola* L. (carambola).

To determine the antioxidant activity in vitro against the oxidant radical DPPH of the hydroalcoholic extract obtained from the fruit of *Averrhoa carambola* L. (carambola).

The population under study was the species *Averrhoa carambola* L. (carambola), which is marketed in markets in the city of Ica.

20 samples under study were collected, during the month of June 2018, of the fruit of the species *Averrhoa carambola* L. (carambola), which were randomly collected from the population under study, in the markets of Ica, to which they were performed phytochemical analyzes and determination of the antioxidant activity against the free radical DPPH.

Regarding the phytochemical analyzes, the presence of saponins, phenolic compounds, flavonoids and tannins was found.

And a great antioxidant activity in vitro, against the radical DPPH.

Conclusions: The characterization of the phytochemical composition of the sample revealed the presence of phenolic compounds, flavonoids and tannins, secondary metabolites of great importance due to their recognized antioxidant activity. The characterization of the percentage of inhibition to the free radical DPPH of the hydroalcoholic extract of the fruit of the plant species under study confirms its effectiveness.

The research carried out confirms that the fruit of the plant species under study *Averrhoa carambola* L. (carambola) has the presence of secondary metabolites that give it antioxidant activity.

Keywords: *Averrhoa carambola* L, carambola, phytochemical, free radical, antioxidants.

INTRODUCCIÓN.

Los radicales libres son moléculas que tienen un electrón desapareado en su orbital más externo. Esto les confiere una capacidad de reacción muy elevada, por lo que son capaces de actuar en los sistemas biológicos produciendo cambios en la composición química o en la estructura de los elementos celulares que los hace incompatibles con la vida.

El envejecimiento es un proceso multifactorial, donde intervienen los radicales libres producidos en el metabolismo del oxígeno causan daño a las células, lo que conduce a alteraciones en el metabolismo. La idea general de esta teoría es que los antioxidantes celulares no son capaces de desintoxicar al organismo, el envejecimiento celular está asociado a un estrés oxidativo crónico. La teoría de los radicales libres hace posible la utilización de antioxidantes, como las vitaminas C o E. Según esta teoría la administración de estas sustancias protegería contra el envejecimiento, se ha observado que estas vitaminas protegen contra la oxidación del glutatión y el ADN mitocondrial.

En el momento en que los antioxidantes no son capaces de detener a los radicales libres, se producen daños sobre las grasas, las proteínas y los genes.

En los alimentos existe una variedad de moléculas naturales o metabolitos secundarios con propiedades antioxidantes, cuya importancia radica en su consumo, como los fenoles, que son compuestos orgánicos

en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a al menos un grupo funcional. Muchos son clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, aquellos productos biosintetizados en las plantas que poseen la característica biológica de ser productos secundarios de su metabolismo, también tenemos a los flavonoides, que son compuestos que debido a sus propiedades antioxidantes y secuestrantes de radicales libres, se consideran provechosos para la salud humana por su acción protectora en la terapia preventiva de diversas cardiopatías, asimismo tenemos a los polifenoles que son un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados.

La especie vegetal en estudio es *Averrhoa carambola L* (carambola), es un árbol decorativo, con una altura media de 5 metros, se le consume fresca o en pastelería, con un importante aporte nutricional.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Descripción de la realidad problemática.

En nuestras vidas, diariamente, estamos expuestos a los radicales libres, que provocan la oxidación celular, lo que está vinculado a las enfermedades degenerativas en el ser humano, estos radicales libres pueden ser de origen exógeno, como la radiación, la contaminación ambiental, etc, y también de origen endógeno, los que se producen como un resultante natural del metabolismo de los seres vivos, causando daño al organismo.¹

Estudios al respecto, sobre las fuentes de radicales libres, la consecuencia de ellos en el organismo, y de las sustancias antioxidantes, su mecanismo de acción y la promoción de los alimentos de origen vegetal que los contienen, para el aprovechamiento de sus propiedades nutritivas, a la vez contienen principios activos con actividad antioxidante que evitan o contrarrestan la acción de los radicales libres, lo que redundaría en beneficio de la salud del consumidor, se debe además, evaluar la seguridad de su consumo y dosis terapéuticas, para determinar su utilidad ante enfermedades causadas por el estrés oxidativo de los radicales libres.¹

En estudios realizados sobre la carambola, se menciona su posible actividad antioxidante, y en nuestro medio es consumido este fruto al que se le atribuye múltiples beneficios para la salud, incluyendo su gran poder antioxidante.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema principal.

¿Los metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola L.* (carambola), que se comercializa en los mercados de la ciudad de Ica, presentan actividad antioxidante *in vitro* frente al radical libre DPPH?

1.2.2. Problemas secundarios.

- ¿Qué metabolitos secundarios se encuentran presentes mediante el análisis fitoquímico preliminar realizado en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola L* (carambola)?
- ¿El fruto de *Averrhoa carambola L* (carambola), Tendrá actividad antioxidante *in vitro* frente al radical oxidante DPPH realizado en el extracto hidroalcohólico obtenido?

1.3. Justificación e importancia.

La investigación propuesta realizó la búsqueda de información, referente a la actividad biológica de antioxidante, de una especie vegetal proveniente de la selva peruana, bastante empleada en la alimentación, en forma de jugos dulces y mazamorras, de sabor bastante agradable y refrescante, con una importante composición nutricional, además también contiene metabolitos secundarios que le confieren propiedades benéficas para la salud, entre ellas, destaca la actividad antioxidante, siendo un tema de bastante

actualidad, conducente a la revaloración y mejor aprovechamiento de las especies vegetales oriundas de nuestro Perú.

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo general.

Determinar los metabolitos secundarios presentes y la actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola* L. (carambola).

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar la presencia de metabolitos secundarios en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola* L. (carambola).
- Determinar la actividad antioxidante *in vitro* frente al radical oxidante DPPH del extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola* L. (carambola).

1.5. Hipótesis y variables.

1.5.1. Hipótesis.

– Hipótesis principal.

Los componentes fitoquímicos presentes en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola* L. (carambola), que se comercializa en mercados de la ciudad de Ica, tienen gran actividad antioxidante *in vitro* frente al radical libre DPPH.

– **Hipótesis secundarias.**

El extracto hidroalcohólico del fruto de *Averrhoa carambola L.* (carambola) presenta grupos de metabolitos secundarios con alta actividad antioxidante.

La gran importancia del fruto de *Averrhoa carambola L.* (carambola), se debe a su alta actividad antioxidante.

1.5.2. Variables.

– **Variable independiente.**

Extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de *Averrhoa carambola L.* (carambola), comercializado en mercados de la ciudad de Ica.

– **Variables dependientes.**

Análisis de la actividad antioxidante *in vitro*.

Operacionalización de las variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	ÍNDICE
Fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola).	Certificación taxonómica botánica.	Dicotómica. Identificación positiva o negativa.
VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES	ÍNDICE
Evaluación de actividad antioxidante.	Porcentaje de inhibición media (%IM ₅₀). Capacidad antioxidante equivalente de Trolox.	%. TEAC.

CAPÍTULO II. BASES TEÓRICAS.

2.1. Antecedentes.

Oliveira G. Lima Perú. 2014. Capacidad antioxidante de *Averrhoa carambola L.* (carambola) frente a sistemas generadores de radicales libres.

Concluyendo que la hoja de *Averrhoa carambola L.* (carambola) tiene una mayor capacidad antioxidante que el fruto, demostrado por el método FRAP, corroborado por un mayor poder reductor y un menor valor IC50 (DPPH*). La vitamina C en el fruto, se encuentra en mayor concentración que en la hoja de *Averrhoa carambola L.* (carambola), mientras que la concentración de polifenoles totales fue mayor en la hoja, pero, siendo los del fruto los más eficientes. Por otro lado, los flavonoides presentan una concentración semejante en fruto y hoja. *Averrhoa carambola L.* (carambola) tiene una buena capacidad antioxidante frente a sistemas generadores de radicales libres. ¹

Dávila A. Paredes D. Iquitos Perú. 2014. Análisis bromatológico de la carambola "*Averrhoa carambola L.*", camu camu "*Myrciaria dubia H.B.K. Me Vaugh*" y su capacidad como antioxidante.

Concluyendo que en la Carambola se reportó: humedad 92.76 %, sólidos totales 7.23 %, sólidos solubles 6.53 °Brix, azúcares reductores 6.63 mg/lit, cenizas totales 0.52%, proteínas totales 0.90 %, acidez titulable 0.71 % de ácido cítrico, pH 2.49 ion de

hidrógeno, fibra cruda 6.27 %, grado de maduración 10.18 %, compuestos fenólicos 0.316 A y vitamina e 27.73 mg. En carambola se reportó: *mesófilos aerobios* 4.5 x 10²ufc/g, *Escherichia coli*. Según los resultados obtenidos, el Camu camu "*Myrciaria dubia* H.B.K. Me Vaugh", es un fruto con mayor contenido en Vitamina C, compuestos fenólicos y grado de maduración, que constata que es una fruta con mayor capacidad antioxidante que la Carambola "*Averrhoa carambola* L.". ²

Martínez D. La Habana Cuba. 2011. Evaluación de la composición química y las propiedades antioxidantes de *Averrhoa carambola* y *Portulaca oleracea* L.

Concluyendo que en los análisis bromatológicos realizados no hubo diferencias significativas en cuanto a la humedad de ambas muestras. La verdolaga mostró un mayor porcentaje de proteínas y cenizas que la carambola. La carambola presentó mayor contenido de vitamina C, fenoles y capacidad antioxidante por los dos métodos que la verdolaga, no obstante los valores obtenidos de ambos alimentos en las determinaciones de FRAP, ABTS y fenoles al ser comparados con otras frutas y vegetales fueron significativos. Existe correlación significativa entre la capacidad antioxidante medida por los dos métodos con el contenido de fenoles y también entre dichos métodos. Las encuestas realizadas arrojaron que hay un conocimiento básico por parte de la

población joven acerca de la verdolaga y la carambola, aunque estos no sean alimentos tradicionales.³

Barrera A. Bogotá Colombia. 2011. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de cuatro frutos de interés comercial en Colombia y actividad citotóxica *In vitro* en la línea celular de fibrosarcoma HT1080.

Concluyendo que la semilla de *Vitis labrusca*, tanto en metanol como en acetato de etilo mostró la mayor actividad antioxidante (DPPH y ABTS) así como el más alto contenido de fenoles totales. Los extractos en metanol tienen una mayor actividad antioxidante que los jugos ya que estos pueden presentar una menor interferencia al estar aislados de otros compuestos presentes en las plantas. Existe una relación entre la cantidad de fenoles totales presentes en los extractos y la capacidad antioxidante medida por DPPH y ABTS. Los compuestos que presentaron un mayor contenido de fenoles totales presentaron una mayor capacidad antioxidante. Los extractos no presentaron una capacidad citotóxica contra la línea celular HT1080. Se encontró una actividad antioxidante a nivel celular y se puede relacionar con el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante ABTS y DPPH sugiriendo que extractos que posean compuestos fenólicos y actividad antioxidante pueden presentar una protección celular contra especies reactivas del oxígeno.⁴

Novillo G. Zamorano Honduras. 2009. Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*).

Concluyendo que el tratamiento verde no pasteurizado fue el más aceptado en los atributos dulzura, sabor y acidez, mientras que los tratamientos amarilla no pasteurizado y amarilla pasteurizado fueron los más aceptados en color y aroma. La variedad amarilla fue más ácida que la variedad verde, con un rango de pH de 2.02-2.32 respectivamente. Los sólidos solubles, que oscilaron entre 5.00-8.05, para ambas variedades no fueron afectados ni por la variedad ni por la pasteurización. Se determinó que el porcentaje de rendimiento en jugo de la variedad verde fue de 21.76 y la variedad amarilla fue de 17.45. En el tratamiento amarilla pasteurizado, la pasteurización retuvo los compuestos fenólicos a los 14 días de almacenamiento. En el resto de los tratamientos hubo disminución de fenólicos durante su almacenamiento.⁵

Muñoz A. Ramos F. Alvarado C. Castañeda B. Et al. Lima 2009. Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de Camu camu (*Myrciaria dubia*), Guinda (*Prunus serotina*), Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y Carambola (*Averrhoa carambola*) cultivadas en Perú, En este trabajo se concluyó que la cáscara de tomate de árbol presenta mayor contenido de ácido clorogénico, rutina y ácido cafeico en relación a las muestras analizadas.

La cáscara de camu-camu presenta mayor contenido de polifenoles totales que las cáscaras de guinda, que el tomate de árbol y la carambola. Los métodos de DPPH y ABTS/ABAP coinciden que la mayor capacidad antioxidante presenta la cáscara de camu-camu, seguida por las cáscaras de guinda, el tomate de árbol y finalmente la carambola.

La cáscara de camu-camu presenta una mayor eficiencia como antioxidante lo que se relaciona con el mayor contenido de polifenoles presentado. ⁶

2.2. Marco teórico.

2.2.1. *Averrhoa carambola* L. (carambola)

El nombre científico de la carambola es *Averrhoa carambola* L. y pertenece a la familia *Oxalidaceae*, que comprende generalmente géneros herbáceos.

Es una fruta tropical, en Perú el cultivo se realiza sobre todo en la provincia de Jaén, el árbol requiere alta luminosidad y temperaturas sobre los 25°C. ⁷

Origen.

Tiene su origen en Asia tropical en la India o en Indonesia, Paul Germain la llevó a Brasil y fue introducida a Perú por la Amazonía a través de viajeros provenientes de Brasil, de allí se extendió a Huánuco, Madre de Dios y Cusco. ⁸

Usos.

Se le puede consumir fresca, rebanada en ensaladas, para preparar jugos, también se puede cocinar o asar, puede adicionarse a pasteles, tortas, estofados y preparar bebidas. Son muy llamativas en postres. La fruta procesada se usa para jugos, fruta congelada, compotas, mermeladas, dulces, también se comercializa deshidratada. ⁸

Otros nombres.

Carambolera, tamarindo culí, carambolero, fruta estrella o fruta china, tamarindo chino. ⁸

Valor nutricional.

Por cada 100 g de porción comestible: ⁸

Calorías	35,7
Agua	89 - 91 g
Carbohidratos	9,38 g
Grasas	0,08 g
Proteínas	0,38 g
Fibras	0,8 - 0,9 g
Cenizas	0,26 - 0,24 g
Calcio	4,4 - 6,0 mg
Fósforo	15,5 a 21,0 mg
Hierro	0,32 - 1,65 mg
Tiamina	0,03 - 0,038 mg
Riboflavina	0,019 - 0,03 mg
Niacina	0,294 - 0,38 mg
Ácido ascórbico	26,0 - 53,1 mg

Fuente: deperu.com

Distribución.

Se la encuentra en Perú, en las regiones de Tarapoto, Huánuco, Iquitos, y en la Amazonía peruana, también aparece en Colombia, Venezuela, México, República Dominicana, Honduras, Costa Rica, Panamá, Paraguay, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Ecuador y Brasil.

En otros continentes se presenta en Indonesia, la India y Sri Lanka, es popular en todo el sudeste de Asia, Malasia, y partes de Asia oriental. ⁹

Descripción botánica.

Es un árbol decorativo tropical, con una altura media de 3 m a 5 m. Las hojas son compuestas y persistentes y sus flores, de coloración morada o roja, son pequeñas y están dispuestas en racimos axilares o terminales sobre ramas jóvenes o viejas, que pertenece a la familia *Oxalidaceae*.

Las hojas se encuentran distribuidas a lo largo de las ramas, de 8 a 18 cm de longitud.

Tiene inflorescencias cortas, axilares o en el lugar que ocupaban las hojas anteriores, sobre pedúnculos de 1 cm de largo. ⁹

Etimología.

El término Averrhoa, es en honor al físico y filósofo morisco *Ibn-Ruschd*, más conocido como *Averroes* (1126 a 1198), nacido en Córdoba. *Carambola*, es su nombre popular. ⁹

2.2.2. Los radicales libres.

Son un tipo de molécula inestable que se elabora durante el metabolismo normal de las células (cambios químicos que ocurren en una célula). Los **radicales libres** se pueden acumular en las células y dañar otras moléculas, como el ADN, los lípidos y las proteínas.

Aunque hace ya más de medio siglo que se sabe que el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) se forma de manera natural en los seres vivos. En 1969 se comenzó a conocer los aspectos biológicos de los radicales superóxido (O_2^-) e hidroxilo (OH), se descubrió que la superóxido dismutasa (SOD), es una enzima que transforma el radical superóxido en H_2O_2 y O_2 .

Los electrones se disponen alrededor de los núcleos de los átomos en capas perfectamente definidas que se denominan orbitales. Cada orbital contiene un máximo de dos electrones que se hallan apareados, es decir, tienen espines opuestos. La mayoría de las sustancias presentes en el organismo contienen sólo electrones apareados y suelen ser, por tanto, químicamente estables.¹¹

El oxígeno es una de las moléculas más necesarias para los seres vivos, pero también muestra toxicidad porque da lugar a la formación de los radicales libres.¹¹

Los radicales son especies químicas que contienen orbitales desapareados en su orbital más externo. Estos electrones

desapareados les confieren una enorme reactividad química que le conducirá a interactuar rápidamente con otras moléculas. Estos radicales pueden también reaccionar con una especie química estable. El radical puede, en este caso, cederle su electrón desapareado, tomar uno de esta molécula para aparear su electrón, o unirse a ella. En cualquiera de los tres casos la situación resultante es la génesis de otro radical químicamente agresivo. El oxígeno es una molécula básicamente oxidante, hasta el punto de que es el principal responsable de la producción de especies oxidantes en las células de metabolismo aerobio. ¹¹

Teoría del envejecimiento asociada a los radicales libres.

El envejecimiento es un proceso multifactorial. Una de las teorías más importantes es la de los radicales libres, donde los radicales libres producidos en el metabolismo del oxígeno causan daño a las células, lo que conduce a alteraciones en el metabolismo. La idea general de esta teoría es que los antioxidantes celulares no son capaces de detoxificar las especies reactivas de oxígeno que se generan continuamente en la vida. Por ello, el envejecimiento celular está asociado a un estrés oxidativo crónico. ¹⁰

2.2.3. Los antioxidantes.

Los **antioxidantes** son compuestos químicos que el cuerpo humano utiliza para eliminar radicales libres, que son sustancias **químicas** muy reactivas que introducen oxígeno en las células y producen la oxidación de sus diferentes partes, alteraciones en el ADN y cambios diversos que aceleran el envejecimiento del cuerpo.

Los antioxidantes se clasifican en ENDÓGENOS, fabricados por la propia célula, y EXÓGENOS, que ingresan en el organismo a través de la dieta o de suplementos con formulaciones antioxidantes.¹¹

Antioxidantes presentes en los alimentos.

En el momento en que los antioxidantes no son capaces de detener a los radicales libres, se producen daños sobre las grasas, las proteínas y los genes. Si hacemos referencia a la oxidación de las grasas, se ha comprobado que el LDL oxidado se adhiere más fácilmente a las paredes de los vasos sanguíneos, con lo que aumenta el riesgo cardiovascular. Si las células de los vasos sanguíneos se ven afectadas por los radicales libres, se originan alteraciones vasculares que también aumentan el riesgo cardiovascular. Si la afectación de los radicales libres se produce en los genes, se incrementa el riesgo de tumores. Si la afectación es sobre las proteínas, los efectos se

plasman en deterioro y muerte celular, asociados al proceso de envejecimiento y a un mayor riesgo de enfermedades degenerativas que inciden en el sistema nervioso, como la enfermedad de Parkinson. Lo que hacen los antioxidantes es frenar las reacciones de oxidación en las células a partir de las cuales se originan los nocivos radicales libres. Por tanto, su papel es clave en la reducción de enfermedades cardiovasculares, de tumores y de enfermedades neurodegenerativas. También actúan potenciando el sistema inmunológico. Haremos un breve repaso a los antioxidantes presentes en nuestra dieta, su actividad y los alimentos que los aportan. ¹¹

Entre los principales antioxidantes provenientes de los alimentos tenemos a los siguientes:

- Vitamina E.
- Vitamina C.
- Vitamina A.
- Betacaroteno y otros carotenoides.
- Licopeno.
- Luteína y zeaxantina.
- Minerales: cinc, cobre, manganeso, selenio, hierro.
- Coenzima Q.
- Ácido lipoico.
- Flavonoides. ¹¹

2.3. Marco conceptual.

- Aceites esenciales: Compuestos de naturaleza volátil y olorosa producido por un reducido número de especies vegetales. Desde un punto de vista químico, se presentan en dos grandes grupos: los de naturaleza terpenoide (principalmente monoterpenos, sesquiterpenos y algunos diterpenos) y los de naturaleza aromática (derivados principalmente del fenilpropano). No todos los compuestos volátiles producidos por las plantas resultan aceites esenciales.¹²
- Antioxidantes. Los antioxidantes son compuestos los cuales pueden inhibir o retardar la oxigenación de otras moléculas inhibiendo la iniciación y/o propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres.¹¹
- Capacidad antioxidante. La oxidación y los agentes oxidantes químicamente la oxidación de un compuesto es la pérdida de electrones, de hidrógenos o la ganancia de oxígeno en una molécula. La reducción de un compuesto es exactamente lo contrario; es decir, la ganancia de electrones, de hidrógenos o la pérdida de oxígeno. En tal sentido, un agente oxidante es una molécula que se reduce al reaccionar con la molécula a la cual oxida.¹¹

- Decocción: Procedimiento extractivo en el cual la droga es extraída por ebullición en agua por al menos 5 minutos. El resultado de este proceso extractivo es también conocido como decocción.¹³
- Droga cruda: El término “crudo” se aplica a aquellas drogas que no han sufrido otro proceso que no sea la recolección y el secado para su correcto empaquetamiento y preservación hasta el preciso momento de su elaboración. Se acepta también el término droga seca.¹²
- Droga fresca: El término “fresco” se aplica a aquellas drogas cuyo tiempo de separación o recolección de su medio no excede las tres horas, conservando casi intactas sus propiedades iniciales.¹²
- Droga: Todo producto de origen natural que recolectado o separado de su medio tiene una composición y unas propiedades tales que dentro de su complejidad constituye la forma bruta de un medicamento.¹²
- Extracto Fluido: Formulación farmacéutica obtenida mediante la remoción de los componentes activos de las drogas respectivas con menstros apropiados, la evaporación de todo o casi todo el solvente y el ajuste de las masas o polvos residuales para que cumplan las normas prescriptas, en la cual cada mililitro de extracto equivale a 1 gramo de la droga.¹³

- Fenoles. Son compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a al menos un grupo funcional. Muchos son clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, aquellos productos biosintetizados en las plantas que poseen la característica biológica de ser productos secundarios de su metabolismo.¹⁴
- Flavonoides. Los flavonoides son compuestos fenólicos de 15 carbonos que se distribuyen en el reino vegetal en más de 2.000 especies de muy diversas familias. Debido a sus propiedades antioxidantes y secuestrantes de radicales libres, se consideran provechosos para la salud humana por su acción protectora en la terapia preventiva de diversas cardiopatías.¹⁴
- Percolación o lixiviación: Procedimiento extractivo que consiste en el paso del menstruo en repetidas ocasiones a través de la droga cruda, previamente humectada, que se encuentra en el percolador.¹⁴

- Polifenoles. Los polifenoles son un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados.¹⁴
- Radicales libres. Los radicales libres se pueden definir como sustancias químicas reactivas que tienen un solo electrón desemparejado en una órbita externa. Esta configuración inestable genera energía, que es liberada a través de reacciones con moléculas próximas, como proteínas, lípidos, hidratos de carbono y ácidos nucleicos.¹⁴

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

3.1. Diseño de la investigación.

Tipo, Nivel y Diseño.

Descriptiva.

Cuasi-experimental.

3.2. Población y muestra.

La población en estudio ha sido la especie *Averrhoa carambola L.* (carambola), que se comercializa en mercados de la ciudad de Ica. Se recolectaron 20 muestras en estudio, durante el mes de junio del año 2018, del fruto de la especie *Averrhoa carambola L.* (carambola), que fueron recolectadas aleatoriamente de la población en estudio, en los mercados que se indican a continuación:

Nº	Mercado	Numero de muestras
01	“Toledo”	04
02	“La Palma”	04
03	“Modelo”	04
04	“Santo Domingo”	04
05	“San Joaquín”	04

3.3. Técnicas y procedimientos de recolección de datos.

3.3.1. Análisis fitoquímico:

Etapa básica e importante en la investigación fitoquímica, que permite conocer la presencia de algunos grupos fitoquímicos presentes en el extracto.

La identificación de los metabolitos secundarios se realiza empleando reactivos de coloración y precipitación. ⁽¹¹⁾

Los metabolitos secundarios determinados en la muestra en estudio fueron los siguientes:

– **Alcaloides:**

La determinación de los alcaloides, se realizó mediante el uso de los reactivos de Dragendorff, Mayer, Wagner y Hager. La presencia de cambios en la coloración, turbidez o precipitados (anaranjado, blanco, blanco o crema y/o marrón respectivamente), en por lo menos 3 de los cuatro tubos de ensayo (a los que se agregó uno de los cuatro reactivos), indica que la muestra contiene alcaloides (positivo), los reactivos de identificación de alcaloides fueron preparados de la siguiente forma:

Mayer.

Se disolvió 1.36g de HgCl_2 (cloruro de mercurio) en 60ml de agua y 5g de KI (yoduro de potasio) en 10mL de agua, se unieron ambas soluciones en una fiola de 100 ml y aforaron con agua destilada. El reactivo se agregó a la

muestra previamente acidulada con HCl (ácido clorhídrico) o H₂SO₄ (ácido sulfúrico) diluido. La solución no debe tener ácido acético o etanol. Solo debe agregarse unas cuantas gotas del reactivo porque algunos alcaloides son solubles en exceso de reactivo. La reacción es positiva si aparece un precipitado de color blanco.¹²

Hager.

Se preparó 100ml de una solución saturada de ácido pícrico en agua.

La reacción es positiva si se forman precipitados de color amarillo.¹²

Wagner.S

Se disolvió 1.27g de yodo (resublimado) y 2g de yoduro de potasio en 20ml de agua, la solución se aforó a 100ml en una fiola con agua destilada.

La mayoría de soluciones aciduladas de alcaloides forman precipitados floculentos color marrón.¹²

Draguendorff.

Se prepararon dos soluciones, en la solución A, se disolvió 0,85g de nitrato de bismuto pentahidratado con 20mL de ácido nítrico; en la solución B, se disolvió 27,2g de yoduro de potasio en 50ml de agua, se combinaron ambas soluciones y dejó en reposo por 24 horas, a

continuación se decantó la mezcla para la separación de los residuos de cristales de nitrito de potasio y aforó a 100ml con agua destilada.

La prueba es positiva para alcaloides al producirse precipitados de color rojo, naranja o marrón persistentes por 24 horas.¹²

Procedimiento analítico.

Se tomó una porción de 10ml de extracto, se adicionó 2mL de ácido clorhídrico al 10%, se homogenizó la mezcla en el tubo de ensayo por inversión repetida, se calentó con agitación en un equipo de baño maría durante 5 minutos, se dejó enfriar y filtró.

Se colocó en cada uno de 5 tubos de ensayo, 2ml del extracto filtrado acidificado y frío. Se añadió a cada uno de los tubos numerados del 1 al 4, 4 gotas de uno de los reactivos de Dragendorff, Mayer, Wagner o Hager, al quinto tubo no se le agregó ningún reactivo para ser usado como referencia de color y aspecto (testigo).¹²

– Triterpenos y esteroides (Reacción Liebermann-Burchard).

La reacción de Liebermann-Burchard positiva, es típica de los esteroides que contienen dos dobles enlaces conjugados, en un mismo anillo, en dos anillos

adyacentes o un doble enlace en un anillo adyacente con un grupo hidroxilo.

La reacción se realizó en medio absolutamente anhidro, ya que, al existir moléculas de agua, éstas reaccionan con el anhídrido acético, anulando de esta manera la reacción con el núcleo esteroide o triterpenoide.

Procedimiento experimental:

El extracto se llevó a sequedad completa.

Se tomó una alícuota y redisolvió con diclorometano.

Se colocó 0.5mL de la muestra en un tubo de ensayo.

Se le agregó 0.5mL de anhídrido acético y 1 gota de ácido sulfúrico concentrado.

La reacción fue positiva al observarse una coloración intensa azul, verde o naranja. ¹³

– **Saponinas.**

Las saponinas están presentes en diferentes especies vegetales, como la alfalfa, soya y semillas de leguminosas, presentan un efecto negativo en la asimilación de los alimentos, es un factor fitoquímico tóxico estable al calor.

Procedimiento

Se tomaron 5g de muestra.

Se adicionaron 50mL metanol.

Se realizó una extracción por maceración en un frasco de vidrio con tapa hermética de color ámbar, por la toxicidad del solvente.

Una porción de este extracto se disolvió con agua destilada caliente en un tubo de ensayo.

Se calentó durante 15 minutos en baño maría a 70⁰C de temperatura, luego se agitó vigorosamente durante 5 minutos.

La formación de espuma con apariencia de panal de abejas, visible y estable por unos 30 minutos, indica un resultado positivo. ¹³

– **Compuestos fenólicos y taninos. Ensayo del cloruro férrico.**

Se empleó el cloruro férrico, que permite reconocer, la presencia de compuestos fenólicos y/o taninos en la muestra.

La prueba del cloruro férrico es una prueba colorimétrica tradicional para fenoles, se usó una dilución al 1% de cloruro de hierro (III), neutralizado con hidróxido de sodio, hasta que se formó un leve precipitado de óxidos de hierro FeO(OH).

Se forman coloraciones de rojo a vino que indican la presencia de compuestos fenólicos en general.

Procedimiento analítico:

Se tomaron 0.2ml de extracto etanólico.

Se le agregó 1 gota de la solución de cloruro férrico al 0.1%.

Se observó el cambio de coloración. ⁽¹²⁾

Desarrollo de una coloración rojo-vino, compuesto fenólicos en general.

Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.

Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos. ¹⁴

– **Flavonoides.**

Para determinar cualitativamente a los flavonoides, se realizó el siguiente procedimiento:

Se tomó 1ml del extracto acuoso con la ayuda de una pipeta y propipeta.

Se colocó en un tubo de ensayo y se agregó una porción de una cinta de magnesio (Mg).

Se acidificó la muestra agregándole por las paredes del tubo de ensayo, 1ml de ácido clorhídrico concentrado (HCl).

Se dejó reposar unos minutos y se observó la reacción, la formación de una coloración de naranja a violeta indica que la prueba es positiva. ¹⁴

3.3.2. Determinación de actividad antioxidante *in vitro* frente al radical libre (DPPH).

Para esta determinación se empleó el método de la neutralización del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) estandarizado, el cual tiene un electrón desapareado, que presenta una coloración violeta, que cambia a amarillo pálido ante la presencia de sustancias oxidantes, luego se realizó su valoración en el espectrofotómetro a 517nm.

El DPPH, se caracteriza por ser un radical libre estable, por la deslocalización del electrón libre, por lo que no se dimeriza, como en el caso de la mayoría de otros radicales libres. Esta deslocalización dará lugar a una coloración amarillo pálido, detectable a 520 nm, el resultado se expresará como unidades de capacidad antioxidante equivalente en mM de trolox.

– Método del DPPH.

Se empleó el método desarrollado por Brand Williams (1995), para ello:

Se tomaron 40µL de la muestra.

Se adicionó 960µL de una solución metanólica de DPPH.

Se evaluó la capacidad de la muestra para captar al radical DPPH, reconocible por el descenso de la absorbancia que se leyó luego de 30 minutos de reacción

(con protección de la luz) empleando una longitud de onda de 517nm, se comparó este valor, con la curva de calibración con el Trolox como patrón primario, se expresó los resultados como valores TEAC (μmol Trolox/100g de muestra).

La absorbancia se medirá en el espectrofotómetro UNICO, se calculará el porcentaje de inhibición (% Inhibición) usando la siguiente ecuación: ¹⁵

$$\% \text{ de Inhibición} = 1 - \frac{AA}{AB} \times 100$$

Dónde:

AA, es la absorbancia de la dilución correspondiente de la muestra.

AB, es la absorbancia del blanco (solución de DPPH).

– **Porcentaje de inhibición media (%IM₅₀).**

También conocido como porcentaje de decoloración media, es la concentración requerida para alcanzar el 50% de inhibición del radical libre DPPH (IC₅₀).

Se calculó a partir de las lecturas de las absorbancias obtenidas, se halló el porcentaje de inhibición y la ecuación de la gráfica del Trolox, mediante la aplicación de la siguiente formula: ¹⁵

$$\% IC_{50} = A - \frac{B}{A} \times 100$$

Dónde:

A= primer valor de la ecuación de la recta

B= segundo valor de la ecuación de la recta

– **Capacidad antioxidante equivalente de Trolox.**

La capacidad antioxidante equivalente del Trolox, o en inglés *Trolox equivalent antioxidant capacity*, (TEAC) mide la capacidad antioxidante de una sustancia, comparándola con el estándar de Trolox.¹⁵

$$TEAC = \frac{IC_{50} \text{ del Trolox}}{IC_{50} \text{ de la muestra}}$$

– **Preparación de las soluciones:**

Muestra en estudio.

Se preparó una solución madre a una concentración de 3.20mg/ml.

Luego, a partir de ésta, se prepararon disoluciones de diferentes concentraciones: 1.60, 0.80, 0.40, 0.20, 0.10 mg/ml.

Se tomó 5mL de la solución madre, se adicionó la solución del radical DPPH, hasta el nivel de enrase en una fiola de 10ml.

Luego se siguió el mismo procedimiento con todas las diluciones preparadas, que siempre se almacenaron protegidas de la luz.

Procedimiento.

- Se colocó en una celda de cuarzo, 2ml de la solución de DPPH, se midió la absorbancia a 517nm, se anotó el valor obtenido.
- Se colocó en una celda de cuarzo 0.1ml de la dilución madre de la muestra.
- Se adicionó 1.9ml de solución de DPPH.
- Se dejó en reposo, en la oscuridad, por 30 minutos.
- Se leyó la absorbancia a 517nm, y anotó el valor.
- Se procedió igual con las demás diluciones preparadas (1.60, 0.80, 0.40, 0.20, 0.10 mg/ml).
- Los resultados se expresaron como la capacidad antioxidante equivalente en mM de Trolox.¹⁵

Preparación de la solución del radical DPPH.

Se preparó una solución 0.1 mM de DPPH:

- Se pesó 3.90mg de DPPH.
- En un matraz aforado, previamente tarado, se disolvió el DPPH en 70ml de metanol y enrasó a 100ml con el mismo solvente.
- Se llevó al equipo de ultrasonido, para su total y homogénea disolución,
- Se realizó la lectura espectrofotométrica a una longitud de onda de 517nm.
- El resultado debe ser de 1 ± 0.1 (0.9 a 1.1).

- La solución preparada se protegió siempre de la luz, cubriéndola con papel de aluminio.

La solución de DPPH se preparó instantes antes del análisis, con la finalidad de evitar la degradación rápida que tiene por acción de la luz y temperatura.¹⁵

3.4. Técnicas de procesamiento de la información.

Los análisis fueron realizados por triplicado, los resultados se expresaron como valores promedio, los resultados obtenidos se ordenaron y procesaron para ser presentados a través de cuadros y tablas, empleando el programa Microsoft Excel 2013.

CAPITULO IV. RESULTADOS.

4.1. Resultados.

4.1.1. Evaluación fitoquímica.

Determinación de alcaloides, triterpenos - esteroides saponinas, compuestos fenólicos, flavonoides y taninos.

CUADRO Nº 01.				
Resultados del análisis fitoquímico de <i>Averrhoa carambola L. (carambola)</i> .				
	Metabolito.	Reacción.	Resultado.	Reacción observada.
1	Alcaloides	Mayer	--	Sin reacción.
		Hager	--	Sin reacción.
		Wagner	--	Sin reacción.
		Draguendorff	--	Sin reacción.
2	Triterpenos y esteroides.	Liebermann y Buchard	--	Sin reacción
3	Saponinas.	Prueba de espuma.	+	Burbujas de aspecto de panal de abeja
4	Compuestos Fenólicos.	Tricloruro férrico.	++	Coloración rojo vino
5	Flavonoides	Shinoda.	++	Coloración amarilla
6	Taninos.	Gelatina.	++	Formación de turbidez

Datos de la investigación.

Donde:

(-) Ausente.

(+) Leve.

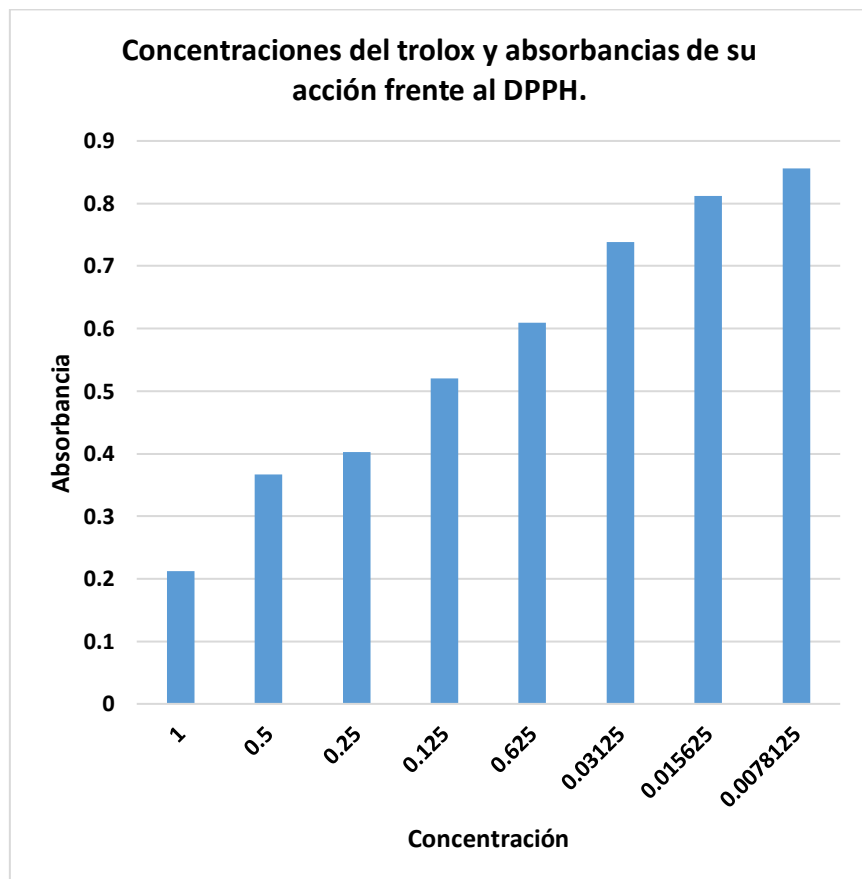
(++) Moderado.

(+++) Abundante.

4.1.2. Evaluación de la actividad antioxidante.

CUADRO Nº 02.		
Concentraciones del trolox y absorbancias de su acción frente al DPPH.		
	Concentración mM	Absorbancia
1	1.00	0.212
2	0.50	0.366
3	0.25	0.402
4	0.125	0.520
5	0.0625	0.609
6	0.03125	0.738
7	0.015625	0.811
8	0.0078125	0.856

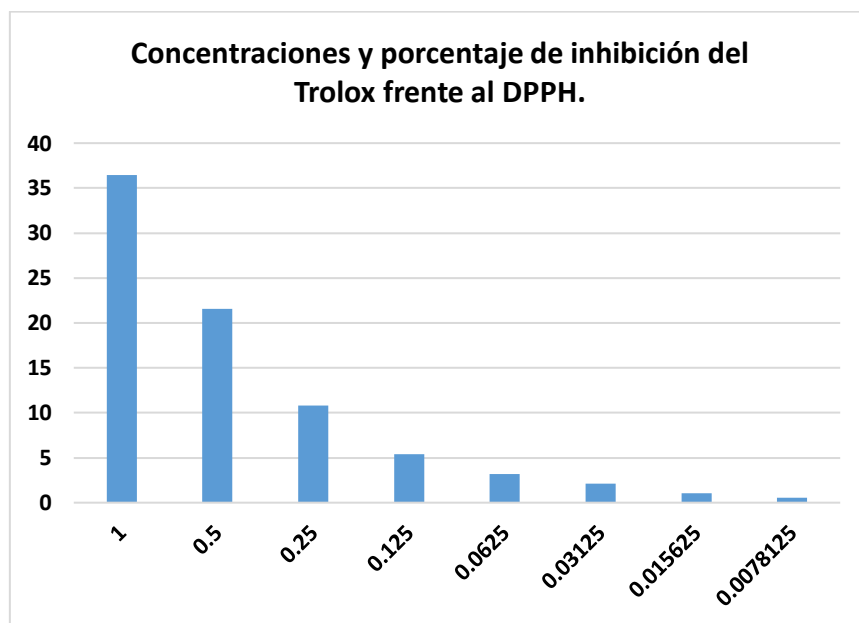
Datos de la investigación.



Concentraciones y porcentaje de inhibición del Trolox frente al DPPH.

CUADRO N° 03.		
Concentraciones y porcentaje de inhibición del Trolox frente al DPPH.		
	Concentración mM	% Inhibición
1	1.00	36.42
2	0.50	21.54
3	0.25	10.78
4	0.125	5.39
5	0.0625	3.16
6	0.03125	2.12
7	0.015625	1.07
8	0.0078125	0.56

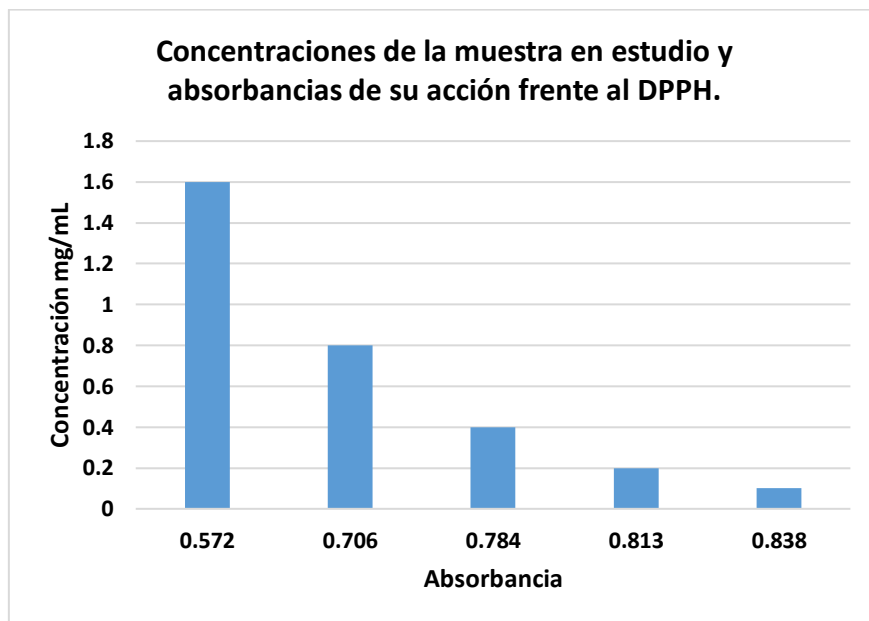
Datos de la investigación.



Concentración y absorbancia de la muestra en estudio.

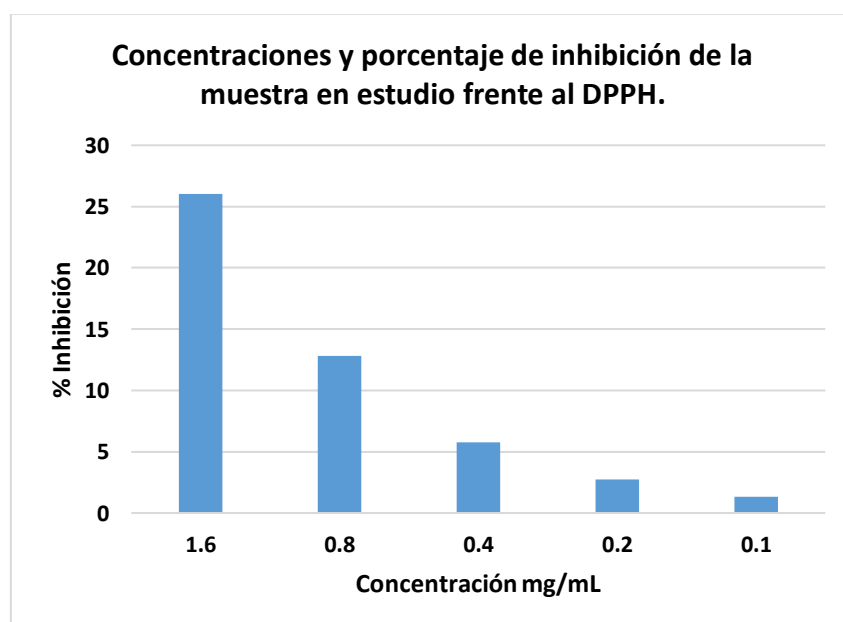
CUADRO N° 04.		
Concentraciones de la muestra en estudio y absorbancias de su acción frente al DPPH.		
	Concentración (mg/ml)	Absorbancia
1	1.60	0.572
2	0.80	0.706
3	0.40	0.784
4	0.20	0.813
5	0.10	0.838

Datos de la investigación



Concentraciones y porcentaje de inhibición *Averrhoa carambola L.* (carambola)

CUADRO Nº 05		
Concentraciones y porcentaje de inhibición de la muestra en estudio frente al DPPH.		
	Concentración (mg/ml)	% Inhibición.
1	1.60	26.04
2	0.80	12.83
3	0.40	5.75
4	0.20	2.74
5	0.10	1.34



4.2. Discusión.

Desde la antigüedad, gracias a la observación y experimentación, el hombre se vale de las diferentes especies vegetales que encuentra en el medio ambiente donde habita, para la curación de sus enfermedades, además de aprovechar su aporte nutricional en la alimentación.

La observación y experimentación, le permitió conocer y aprovechar las propiedades medicinales vegetales, conocimientos heredados de generación en generación, que sirven de base para realizar investigaciones sobre la actividad fitofarmacológica vegetal, lo que da la oportunidad de conocer, ampliar y revalorar a las especies vegetales de nuestro Perú.

Tras la realización de investigaciones, se demuestra que las especies vegetales presentan metabolitos secundarios de importancia, que usados adecuadamente, presentan efectos biológicos benéficos, útiles en el control de las enfermedades.

Con la realización del análisis fitoquímico de la especie vegetal en estudio, *Averrhoa carambola* L. (carambola), se logró determinar la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y taninos; siendo negativo el resultado de los análisis para alcaloides, triterpenos y esteroides y saponinas. (Gonzales W y Palacios M) en la ciudad de Lima en el año 2013 realizaron el estudio de *Averrhoa carambola* L. (carambola), en el análisis cualitativo determinaron la

presencia de taninos, grupos fenólicos y flavonoides. (Dávila A y Paredes D) en la ciudad de Iquitos, en el año 2014, determinaron que la especie en estudio contiene compuestos fenólicos. (Martínez D) en La Habana en el año 2011 determinó que la especie vegetal en estudio presenta un alto contenido de fenoles y vitamina C.

En la determinación de la actividad antioxidante *in vitro* se encontró que la muestra en estudio *Averrhoa carambola L.* (carambola), a una concentración de 1.60 mg/ml presenta un porcentaje de inhibición al Trolox de 26.04, similar a lo encontrado por Cárdenas (2017).

CONCLUSIONES.

1. La caracterización de la composición fitoquímica de la muestra, reveló la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y taninos, metabolitos secundarios de gran importancia por su reconocida actividad antioxidante.
2. La caracterización del porcentaje de inhibición al radical libre DPPH del extracto acuoso del fruto de la especie vegetal en estudio, confirma su efectividad.
3. La investigación realizada, confirma que el fruto de la especie vegetal en estudio *Averrhoa carambola* L. (*carambola*) presenta presencia de metabolitos secundarios que le otorgan la actividad antioxidante.

RECOMENDACIONES.

1. Realizar investigaciones sobre los metabolitos secundarios en especies vegetales de nuestra región para ampliar la información existente.
2. Implementar una base de datos con información generada en investigaciones realizadas en la región, para organizar y salvaguardar los estudios realizados.
3. Evaluar la toxicidad en sus diferentes modalidades y la correcta dosificación para evitar efectos perjudiciales a la salud.

FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. Oliveira G. Capacidad antioxidante de *Averrhoa carambola* L. (carambola) frente a sistemas generadores de radicales libres. Perú. 2014. [Internet] [Acceso: 06 enero 2018]. Disponible en:
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3943/Oliveira_bg.pdf?sequence=1
2. Dávila A. Paredes D. Análisis bromatológico de la carambola "*Averrhoa carambola* L", camu camu "*Myrciaria dubia* H.B.K. Me Vaugh" y su capacidad como antioxidante. Iquitos Perú. 2014. [Internet] [Acceso: 08 enero 2018]. Disponible en:
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2898/T%20664.804%20D%2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Martínez D. Evaluación de la composición química y las propiedades antioxidantes de *Averrhoa carambola* y *Portulaca oleracea* L. La Habana Cuba. 2011. [Internet] [Acceso: 08 enero 2018]. Disponible en:
<http://bdigital.reduniv.edu.cu/fetch.php?data=2042&type=pdf&id=2050&db=2>
4. Barrera A. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de cuatro frutos de interés comercial en Colombia y actividad citotóxica *In vitro* en la línea celular de fibrosarcoma HT1080. Bogotá Colombia. 2011. [Internet] [Acceso: 08 enero 2018]. Disponible en:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8850/tesis793.pdf?sequence=1>

5. Novillo G. Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de jugo de dos variedades de carambola (*Averrhoa carambola*). Zamorano Honduras. 2009. [Internet] [Acceso: 10 enero 2018]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/291/1/AGI-2009-T029.pdf>
6. Muñoz A. Ramos F. Alvarado C. Castañeda B. Et al. Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de Camu camu (*Myrciaria dubia*), Guinda (*Prunus serotina*), Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y Carambola (*Averrhoa carambola*) cultivadas en Perú. Lima 2009. Rev Soc Quím Perú. 75 (4) 2009. <http://www.redalyc.org/pdf/3719/371937615005.pdf>
7. Fundación Produce Nayarit. A. C. El cultivo del carambolo. Folleto técnico para productores. Setiembre 2007. [Internet] [Acceso: 10 enero 2018]. Disponible en: <https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/FOLLETOS%20Y%20MANUALES/folleto%20carambolo.pdf>
8. DePerú.com. las frutas del Perú. La carambola. [Internet] [Acceso: 11 enero 2018]. Disponible en: <http://www.deperu.com/abc/frutas/5310/la-carambola>
9. Animales y plantas del Perú. Carambola *Averrhoa carambola*. [Internet] [Acceso: 14 enero 2018]. Disponible en:

<https://animalesyplantasdeperu.blogspot.pe/2013/12/carambola-averrhoa-carambola.html>

10. Paredes F. Roca J. Bioquímica. Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. OFFARM. Vol 21. Num 7. Julio-Agosto 2002. [Internet] [Acceso: 14 enero 2018]. Disponible en:
<http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-influencia-los-radicales-libres-el-13034834>
11. Vilaplana M. Ámbito Farmacéutico. Nutrición. Antioxidantes presentes en los alimentos: Vitaminas, minerales y suplementos. Vol 26. Núm 10. Noviembre 2007. [Internet] [Acceso: 16 enero 2018]. Disponible en:
<http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-antioxidantes-presentes-los-alimentos-vitaminas-13112893?refere=buscador>
12. Miranda M. Métodos de análisis de drogas y extractos. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana. Ciudad de la Habana. 2002
13. Miranda M. Cuellar A. Manual de Prácticas de Laboratorio. Universidad de la Habana. Cuba, 2002.
14. Lock O. Investigación Fitoquímica. Primera edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. 1998.
15. Jiménez P. Girbés T. Prácticas de Fundamentos de Alimentación y Nutrición. Grado de Nutrición Humana y Dietética. Método del radical DPPH. 2,2-difenil -1-picrylhydrazyl. Determinación de la capacidad

antioxidante en extractos. [Internet]. Universidad de Valladolid. 2013.

Fecha de acceso: 22 de enero de 2018. Disponible en URL:

https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/470/45808/1/Documento14.pdf

16. Bruneton J. Farmacognosia. Fitoquímica de Plantas medicinales. 2ed.

Ed. Acribia España, 2001.

17. Miranda M. Farmacognosia y Productos naturales 2001. 1ª ed. Ed.

Félix Varela. Cuba.

18. Villar Del Fresno A. Farmacognosia General. 1999. 1ª ed. Ed. Síntesis.

España.

ANEXO.

Anexo Nº 01.

Problema.	Hipótesis.	Variables.	Objetivos.	Metodología.
<p>Principal. ¿Los metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola), que se comercializa en los mercados de la ciudad de Ica, presentan actividad antioxidante <i>in vitro</i> frente al radical libre DPPH?</p> <p>Problemas secundarios. ¿Qué metabolitos secundarios se encuentran presentes mediante el análisis fitoquímico preliminar realizado en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola)?</p> <p>¿El fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola), Tendrá actividad antioxidante <i>in vitro</i> frente al radical oxidante DPPH realizado en el extracto hidroalcohólico obtenido?</p>	<p>Principal. Hipótesis principal. Los componentes fitoquímicos presentes en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola), que se comercializa en mercados de la ciudad de Ica, tienen gran actividad antioxidante <i>in vitro</i> frente al radical libre DPPH.</p> <p>Hipótesis secundarias. El extracto hidroalcohólico del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola) presenta grupos de metabolitos secundarios con alta actividad antioxidante.</p> <p>La gran importancia del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola), se debe a su alta actividad antioxidante.</p>	<p>Variable independiente. Extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola), comercializado en mercados de la ciudad de Ica.</p> <p>Variables dependientes. Análisis de la actividad antioxidante <i>in vitro</i>.</p>	<p>Objetivo general. Determinar los metabolitos secundarios presentes y la actividad antioxidante <i>in vitro</i> del extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola).</p> <p>Objetivos específicos. Determinar la presencia de metabolitos secundarios en el extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola).</p> <p>Determinar la actividad antioxidante <i>in vitro</i> frente al radical oxidante DPPH del extracto hidroalcohólico obtenido del fruto de <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola).</p>	<p>Tipo, Nivel y Diseño. Descriptiva. Cuasi-experimental.</p> <p>Población y muestra. La población en estudio fue la especie <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola), que se comercializa en mercados de la ciudad de Ica.</p> <p>La muestra se recolectó aleatoriamente en la población en estudio.</p>

Anexo № 02.



https://es.123rf.com/photo_88288498_fruta-de-estrella-cruda-verde-en-%C3%A1rbol-averrhoa-carambola-.html



https://es.123rf.com/photo_65255804_flor-de-la-fruta-estrella-en-el-%C3%A1rbol-.html



<https://decomidaperuana.com/agua-carambola/>



<https://tropicalesmalaga.com/producto/carambola/>

Anexo № 03.





