



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE
LA SALUD**

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TESIS:

**“EFECTO SINÉRGICO DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS
DE *Carica papaya* L. (PAPAYA) Y *Solanum betaceum* Cav.
(SACHATOMATE) SOBRE SU CAPACIDAD ANTIOXIDANTE”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR:

BRITH SUSAN MEDINA CANALES

ASESOR:

Q.F. MIGUEL GRANDE ORTIZ

**LIMA, PERÚ
FEBRERO - 2018**

DEDICATORIA

A Dios por darme vida, fortaleza y por permitirme el haber llegado hasta este importante momento de mi formación profesional.

De igual manera, dedico este trabajo a mis padres y familiares por su motivación, valores y amor, junto con su apoyo incondicional en mi realización profesional.

Y amigos por su apoyo a lo largo de la carrera y conocimientos hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores de tesis, Q.F. Grande Ortiz Miguel y Mg. Ignacio Punin Cecilia por su orientación, seguimiento y supervisión continúa durante su desarrollo.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	15
1.2 Problemas de investigación.....	16
1.2.1 Problema General.....	16
1.2.2 Problemas Específicos.....	17
1.3 Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 Justificación, importancia y limitaciones de la investigación.....	18
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1 Hipótesis de la investigación.....	20
2.1.1 Hipótesis general.....	20
2.1.2 Hipótesis específicas.....	20
2.2 Variables de la investigación.....	21
2.2.1 Identificación y clasificación de Variables.....	21
2.2.2 Operacionalización de variables.....	21

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1	Antecedentes de la investigación.....	22
3.1.1	Nacionales.....	22
3.1.2	Internacionales.....	25
3.2	Bases Teóricas.....	30
3.2.1	Antioxidante.....	30
3.2.1.1	Funciones del Antioxidante.....	31
	a) Primarios.....	31
	b) Secundarios.....	32
	c) Terciarios.....	33
3.2.1.2	Tipos de Antioxidantes.....	33
	a) Endógenos.....	33
	b) Exógenos.....	33
3.2.2	Estrés oxidativo.....	41
3.2.3	Citotoxicidad de los Radicales libres de oxígeno.....	43
3.2.3.1	La inflamación crónica.....	45
3.2.3.2	La inflamación aguda.....	45
3.2.3.3	Enfermedades respiratorias.....	45
3.2.3.4	La arterosclerosis e infarto del miocardio.....	45
3.2.3.5	Choque relacionado con lesiones.....	46
3.2.3.6	Carcinogénesis y tratamiento.....	46
3.2.3.7	El proceso de envejecimiento.....	46
3.2.4	Especies Botánicas con capacidad antioxidante.....	47
3.2.4.1	Papaya.....	47
	a) Clasificación Taxonómica.....	49
	b) Propiedades.....	50
3.2.4.2	Sachatomate.....	51
	a) Clasificación Taxonómica.....	53
	b) Propiedades.....	54
3.2.5	Maceración.....	55
3.2.6	Extracto Vegetal.....	55
3.2.7	Determinación de la capacidad antioxidante.....	55

a) Método del radical DPPH.....	57
b) Método del radical ABTS.....	58
c) Método FRAP.....	59
d) Método ORAC.....	60
3.3 Definición de Términos Básicos.....	61

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y Nivel de Investigación.....	62
4.1.1 Tipo de Investigación.....	62
4.1.2 Nivel de Investigación.....	62
4.2 Método y Diseño de Investigación.....	63
4.2.1 Método de Investigación.....	63
4.2.2 Diseño de Investigación.....	63
4.3 Población y Muestra de la Investigación.....	63
4.3.1 Población.....	63
4.3.2 Muestra.....	63
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	64
4.4.1 Técnicas.....	64
4.4.2 Instrumentos.....	64
4.5 Procedimientos de recolección de datos.....	65

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

DE RESULTADOS

5.1 Análisis de tablas y gráficos.....	71
5.2 Discusión de los resultados.....	80

CONCLUSIONES.....	82
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	83
-----------------------------	-----------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
--	-----------

ANEXOS.....	97
--------------------	-----------

ÍNDICE DE CUADROS:

Cuadro N° 01: Operacionalización de variables.....	21
Cuadro N° 02: Composición de <i>Carica papaya</i> L. (papaya).....	49
Cuadro N° 03: Clasificación Taxonómica de papaya.....	49
Cuadro N° 04: Composición de <i>Solanum betacea</i> Cav. (sachatomate).....	53
Cuadro N° 05: Clasificación Taxonómica de sachatomate.....	53
Cuadro N° 06: Porcentaje de captación de radicales libres del extracto etanólico de <i>Carica papaya</i> L. (papaya).....	72
Cuadro N° 07: Porcentaje de captación de radicales libres del extracto etanólico de <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate).....	74
Cuadro N° 08: Porcentaje de captación de radicales libres del extracto etanólico de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate).....	76
Cuadro N° 09: Capacidad antioxidante mediante la IC50 (ug/ml) de los extractos de las muestras.....	78
Cuadro N° 10: Equivalencias del resultado de la extracción expresado en Trolox por gramo de la muestra.....	79
Cuadro N° 11: Valores expresados en umol equivalente de Trolox.....	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS:

Gráfico N° 01: Curva estándar de Papaya.....	73
Gráfico N° 02: Curva estándar de Sachatomate.....	75
Gráfico N° 03: Curva estándar de la Mezcla.....	77
Gráfico N° 04: Capacidad antioxidante mediante la IC50 (ug/ml) de los extractos de las muestras.....	78
Gráfico N° 05: Curva estándar del Trolox.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura N° 01: Enzimas que eliminan radicales libres.....	32
Figura N° 02: Estructura de ácido ascórbico.....	35
Figura N° 03: Estructura de α -tocoferol.....	36
Figura N° 04: Estructura del caroteno.....	37
Figura N° 05: Estructura de los polifenoles.....	40
Figura N° 06: Radical libre.....	42
Figura N° 07: Captación del radical libre de DPPH' y formación de DPPH.....	58
Figura N° 08: Flujograma de trabajo.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS:

Anexo N° 01: Matriz de consistencia.....	98
Anexo N°02: Ficha de recolección de Información.....	99
Anexo N°03: Certificación botánica de papaya.....	100
Anexo N° 04: Certificación botánica de sachatomate.....	101
Anexo N° 05: Constancia.....	102
Anexo N° 06: Análisis estadístico.....	103
Anexo N° 07: Materiales y reactivos.....	104

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es de tipo cuantitativo, experimental, cuyo objetivo fue evaluar el efecto sinérgico de extractos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante, los frutos fueron obtenidos del Mercado Mayorista N° 2 de Frutas del distrito de La Victoria de la ciudad de Lima. Se obtuvieron extractos etanólicos de papaya, sachatomate y de la mezcla de ambos frutos.

La capacidad antioxidante fue medida por el método del DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), y se evaluó su porcentaje de capacidad antioxidante a diferentes concentraciones: 700 ug/ml, 1700 ug/ml, 3300 ug/ml, 5000 ug/ml, 6700 ug/ml y 8300 ug/ml para papaya, sachatomate y mezcla de papaya con sachatomate. Los resultados de la capacidad antioxidante obtenidos mostraron que a medida que aumenta la concentración de los extractos analizados, también aumenta el porcentaje de capacidad antioxidante, además se calculó el IC50 (Concentración del extracto al cual inhibe a la mitad el radical DPPH), obteniéndose concentraciones de 1810.3884 ug/ml para papaya, 3882.7083 ug/ml para sachatomate y 3019.6 ug/ml para la mezcla de ambos frutos. La capacidad antioxidante expresado en Trolox fue de 1073,3702 ug equivalentes Trolox/g papaya, 500,3348 ug equivalentes Trolox/g sachatomate y 643.3113 ug equivalentes Trolox/g para la mezcla de ambos frutos.

De esta manera se demostró que la unión de ambos frutos no produce sinergismo en la capacidad antioxidante, y resultando el fruto de papaya con mayor capacidad antioxidante. Siendo útil esta información para que la papaya sea incluida en nuestra dieta diaria y ser utilizado como producto de la industria farmacéutica y nutricional.

PALABRAS CLAVE: papaya (*Carica papaya* L.), sachatomate (*Solanum betaceum* Cav.), sinergismo, capacidad antioxidante

ABSTRACT

The present work of investigation is of quantitative, experimental type, whose objective was to evaluate the synergistic effect of extracts of *Carica papaya* L. (papaya) and *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) on its antioxidant capacity, the fruits were obtained from the Wholesale Market No. 2 of Fruits of the district of La Victoria in the city of Lima. Ethanolic extracts of papaya, sachatomate and the mixture of both fruits were obtained.

The antioxidant capacity was measured by the DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), and its percentage of antioxidant capacity was evaluated at different concentrations: 700 ug / ml, 1700 ug / ml, 3300 ug / ml, 5000 ug / ml, 6700 ug / ml and 8300 ug / ml for papaya, sachatomate and mixture of papaya with sachatomate. The results of the antioxidant capacity obtained showed that as the concentration of the analyzed extracts increases, the percentage of antioxidant capacity also increases, in addition the IC50 was calculated (Concentration of the extract to which the DPPH radical inhibits in half) obtaining concentrations of 1810.3884 ug / ml for papaya, 3882.7083 ug / ml for sachatomate and 3019.6 ug / ml for the mixture of both fruits. The antioxidant capacity expressed in Trolox was 1073.3702 ug equivalents Trolox / g papaya, 500.3348 ug equivalents Trolox / g sachatomate and 643.3113 ug equivalents Trolox / g for the mixture of both fruits.

In this way it was demonstrated that the union of both fruits does not produce synergism in the antioxidant capacity, and the result of the papaya fruit with greater antioxidant capacity. This information is useful for papaya to be included in our daily diet and be used as a product of the pharmaceutical and nutritional industry.

KEYWORDS: papaya (*Carica papaya* L.), sachatomate (*Solanum betaceum* Cav.), synergism, antioxidant capacity

INTRODUCCIÓN

En el Perú, los casos de cáncer son detectados en estadios avanzados, presentando pocas probabilidades de curación, con una menor calidad de vida, un mayor costo en tratamientos y una elevada mortalidad. Las ciencias médicas en la actualidad se enfocan en encontrar estrategias para prevenir las enfermedades crónicas no transmisibles, así como encontrar alternativas terapéuticas para la población, y reducir así los costos de atención médica, que incluye el abastecimiento de medicamentos, consulta y hospitalización.

El comité de expertos FAO/OMS (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Organización Mundial de la Salud) sobre la alimentación, nutrición y prevención de enfermedades, recomiendan consumir porciones de frutas y verduras como una estrategia para la prevención de diversas enfermedades y conservación de la salud, por su contenido en macro nutriente, micro nutriente y en fibra, contienen además compuestos fitoquímicos que resaltan por sus propiedades antioxidantes. Existen estudios epidemiológicos que sugieren que consumir las verduras y frutas de manera regular trae consigo numerosos beneficios a la salud; entre ellos, se encuentran la disminución en riesgos por contraer enfermedades crónicas, ello se le ha atribuido a su actividad antioxidante, a la estimulación del sistema inmune, a la mejora del metabolismo del colesterol, como también a los beneficios antimicrobianos, antivirales entre otros.

Los radicales libres se encuentran relacionados con la causa de estas enfermedades por provocar daño oxidativo a los lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Por ello las principales propiedades de un compuesto o sistema antioxidante son, la prevención o detección de una cadena de propagación oxidativa, a través de la estabilización del radical producido y la

reconstitución del antioxidante, favoreciendo así la reducción del daño oxidativo producido en el cuerpo humano.

Carica papaya L. (papaya) es un fruto saludable por ser bajo en calorías y grasas, fruto delicioso con propiedades antioxidantes, y además es abundante en betacarotenos, ácido fólico, vitamina A y C, potasio y fibra por ello debe ser consumida con frecuencia.

Solanum betaceum Cav. (sachatomate) es apreciado por sus cualidades nutritivas y por ser fuente de compuestos antioxidantes, calcio, fósforo, potasio y hierro, azúcares, ácidos orgánicos, pectinas y flavonoides. Es conocido también como tamarillo, tomate andino o tomate de árbol, es un fruto obtenido de un arbusto procedente de los Andes Peruanos.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue la evaluación del efecto sinérgico de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante, donde los resultados obtenidos proporcionarían información sobre la capacidad antioxidante de cada fruto y si esta es potenciada por la mezcla de ambos, podría ser incluido dentro de la dieta peruana para prevenir o mejorar los problemas de la población relacionados con la salud.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática:

Actualmente existen evidencias que consumir de manera regular los vegetales y frutas trae consigo numerosos beneficios para la salud, entre los más significativos encontramos un descenso en los riesgos de contraer enfermedades de tipo cancerígeno, cardiovasculares y cerebrovasculares, esto se debe a su actividad antioxidante, activación del sistema inmune, a la mejora del metabolismo del colesterol, entre otros.⁽¹⁾

El cáncer es la segunda enfermedad que causa muertes en nuestro país. Según estudios realizados a nivel nacional, al año se presentan aproximadamente 47000 nuevos casos de cáncer y más de 25000 peruanos fallecen por ella debido a una carencia de cultura preventiva, según lo reportado por la Liga Contra el Cáncer.⁽²⁾, enfermedad que está relacionada principalmente a la acción de las sustancias oxidantes.

Una dieta balanceada, rica en frutas y verduras se relaciona con una menor morbi-mortalidad y una mayor longevidad, por lo que la

Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda también el consumo de un mínimo de 400g por día de estos alimentos (excluyendo los tubérculos como las patatas) ya que aportan micronutrientes, fibras y compuestos no nutrientes que apoyan en la prevención de enfermedades crónicas y mantienen la buena salud de las personas.⁽³⁾ Los antioxidantes son sustancias beneficiosas porque tienen la capacidad de inhibir la oxidación ocasionada por los radicales libres, interviniendo a nivel intracelular y en la membrana de las células, para proteger distintos órganos y sistemas.⁽⁴⁾

La capacidad antioxidante en *Carica papaya* L. (papaya) se debe a la presencia de compuestos polifenólicos, ácido ascórbico y carotenoides. Así como también *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) contiene carotenoides, compuestos fenólicos, vitaminas C, B6 y E.⁽⁵⁾ Siendo el consumo de ambos alimentos favorables para el organismo.

El presente estudio plantea el objetivo de evaluar el efecto sinérgico de la mezcla de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante.

1.2 Problemas de investigación:

1.2.1 Problema General:

¿Tiene efecto sinérgico la mezcla de los extractos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante?

1.2.2 Problemas Específicos:

- ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya)?
- ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate)?
- ¿Cuál de los extractos etanólicos posee mayor capacidad antioxidante?
- ¿Cuál es la capacidad antioxidante de la mezcla de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate)?

1.3 Objetivos de la Investigación:

1.3.1 Objetivo General:

Evaluar si existe efecto sinérgico en la mezcla de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar la capacidad antioxidante del extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya).
- Determinar la capacidad antioxidante del extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate).
- Comparar cuál de los extractos etanólicos posee mayor capacidad antioxidante.
- Determinar la capacidad antioxidante de la mezcla de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate).

1.4 Justificación, importancia y limitaciones de la investigación:

1.4.1 Justificación de la Investigación:

La presente investigación tiene justificación social ya que busca brindar una elección terapéutica natural para mantener sana a la población y reducir así los gastos en atención médica por enfermedades degenerativas, mediante la inclusión de estos frutos en la dieta diaria de las personas y así aprovechar su capacidad antioxidante como sus propiedades nutraceúticas, ya que una vez absorbidos por el cuerpo, benefician en la prevención y restauración de las células dañadas.

Los antioxidantes son las defensas internas de nuestro organismo, ya que protegen a nuestras células de los radicales libres. Cuyos efectos degenerativos no están limitados al cáncer, ya que también pueden causar bloqueos en las arterias, la degradación del sistema nervioso y hasta el envejecimiento.^(4,6)

Asimismo tiene justificación teórica, porque se desea dar a conocer si tiene efecto sinérgico la combinación de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante, esta información serviría como un antecedente para posteriores investigaciones relacionadas y la posible producción de un fitofármaco a futuro.

1.4.2 Importancia de la Investigación:

El presente trabajo de investigación es de gran importancia ya que permitirá brindar conocimiento a la sociedad en general sobre lo beneficioso que es el consumo de frutas con un elevado contenido de antioxidantes ya que poseen propiedades anticancerígenas, combaten los radicales libres, así como también previenen o disminuyen el daño celular observado en muchos procesos y en los signos de envejecimiento.

Asimismo, se pretende establecer un precedente para que en un futuro se utilicen en la industria farmacéutica y alimentaria, estos frutos que son deliciosos, nutritivos y tienen propiedades beneficiosas para la salud.

1.4.3 Limitaciones de la Investigación:

La investigación realizada, presentó dificultad en el tiempo de entrega de los reactivos, ya que el radical libre DPPH y el Trolox son productos de importación.

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Hipótesis de la investigación:

2.1.1 Hipótesis general:

La mezcla de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) presenta efecto sinérgico sobre su capacidad antioxidante.

2.1.2 Hipótesis específicas:

- El extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya) presenta capacidad antioxidante.
- El extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) presenta capacidad antioxidante.
- Es probable que el extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya) presente mayor capacidad antioxidante que el de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate).
- La mezcla de los extractos etanólicos presenta una mayor capacidad antioxidante.

2.2 Variable de la investigación:

2.2.1 Identificación y clasificación de Variable:

• Concentración de los extractos etanólicos.	Variable Independiente
• Capacidad antioxidante de los extractos etanólicos.	Variable Dependiente

2.2.2 Operacionalización de variables:

Cuadro N° 01: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	PUNTOS DE CORTE
Concentración de los extractos Etanólicos	Cantidad de los extractos en una unidad de volumen determinada.	Concentración: 700 Concentración: 1700 Concentración: 3300 Concentración: 5000 Concentración: 6700 Concentración: 8300	%v/v	% Capacidad Antioxidante
Capacidad Antioxidante de los extractos Etanólicos	Es la capacidad para reaccionar frente a un radical libre determinado.	Concentración inhibitoria Media (Concentración necesaria del antioxidante para reducir el 50% del radical DPPH•)	ug/mL	IC50

Fuente: Elaboración propia (2017)

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación:

3.1.1 Nacionales:

- En la tesis realizada por Rojas B. Daniella, Repo de Carrasco Ritva y Encina Z. Christian. “**DETERMINACION DE LA MAXIMA RETENCION DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EL NECTAR DE TOMATE DE ARBOL (*Solanum betaceaun Cav.*)**”. Lima-Perú, 2017; se estableció parámetros adecuados para una correcta elaboración de néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceaun Cav.*) con buena retención de contenido de ácido ascórbico, compuestos fenólicos, carotenos totales y capacidad antioxidante presente en la materia prima.

Se halló el contenido de compuestos bioactivos en la pulpa del tomate de árbol, procedente del distrito de Chinchao, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco: carotenoides totales (4,27 mg β -caroteno /100g), vitamina C (28,83 mg de ácido ascórbico/100g), compuestos fenólicos (100,55 mg ácido gálico equivalente /100g) y una Capacidad Antioxidante de 3,31 μ mol

trolox/g medida por el método DPPH y 4.65 μmol trolox/g medida por el método ABTS.

Se encontró una mayor retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol con un pH de 3,33; 13° Brix, dilución pulpa: agua 1:2,5 con una temperatura de pasteurización de 99.5°C por un minuto, donde se encontró un contenido de carotenoides totales de 1.68 mg β -caroteno/100g, vitamina C de 11.45mg de ácido ascórbico/100g, compuestos fenólicos de 32.96 mg ácido gálico equivalente/100g y capacidad antioxidante de 1.38 μmol trolox/g medida por el método DPPH y 2.00 μmol trolox/g medida por el método ABTS.

De acuerdo a los resultados se puede establecer como parámetros de elaboración de néctar de tomate de árbol, con alto contenido de ácido ascórbico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, que resultan beneficiosos para la prevención de enfermedades.⁽⁷⁾

- En la tesis, realizada por Valencia Zanhly, Cámara Fernando, Ccapa Karina, Catacora Policarpo y Quispe Fredy. **“COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE SEMILLAS DE QUINUA PERUANA (*Chenopodium quinoa* W.)”**. Lima-Perú. 2017; se orientó a determinar compuestos bioactivos y actividad antioxidante de 24 variedades de quinua de la colección nacional de INIA Perú (Instituto Nacional de Innovación Agraria). Para la determinación de Fenólicos totales se aplicó el método de Folin Ciocalteu donde las semillas mostraron entre 0,783 a 3,437 mg GAE/g, para flavonoides totales mostro entre 0,199 y 1,029 mg CE/g muestra, para las betalaínas como betacianinas de color rojo-violeta (0,278 y

0,883 mg/100 g) y betaxantinas de color amarillo (1,139 y 13,760 mg/100 g) cantidades que no fueron muy significativas.

La capacidad antioxidante se realizó aplicando los métodos DPPH y ABTS, donde mostraron diferencias significativas entre las diversas semillas de quinua estudiadas. Según DPPH en GAE de los extractos etanólicos se observaron valores entre 40,772 y 81,851 mg GAE/100 g; mientras que como TEAC los valores estuvieron entre los 486,080 y 1195,746 equivalentes de Trolox $\mu\text{mol}/100\text{ g}$. Según ABTS en TEAC los extractos etanólicos de las semillas mostraron valores entre 878,444 y 1507,938 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$.

Este estudio aportó información para así aumentar el consumo de diferentes especies de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) y también para sean explotadas para su mejoramiento.⁽⁸⁾

- En la investigación realizada por Aparcana A. Isabel y Villarreal I. Leydi. **“EVALUACION DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS EXTRACTOS ETANOLICOS DEL FRUTO DE PHYSALIS PERUVIANA (AGUAYMANTO) DE DIFERENTES LUGARES GEOGRAFICOS DEL PERU”**. Lima-Perú. 2014 ; en esta investigación se determinó el contenido de polifenoles totales mediante el método de Folin Ciocalteu y la capacidad antioxidante con los métodos del DPPH (1,1-difenil-2- picril-hidrazilo) y ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis* peruviana (aguayrmanto). Fruto procedente de Ancash, Junin, Cajamarca y Huanuco.

El fruto procedente de Huánuco presentó un mayor contenido de compuestos fenólicos expresados como $149,3 \pm 1,62\text{ mg/Eq}$ de ácido gálico/100 g de fruto por el método de Folin-Ciocalteu. De

igual manera, obtuvo una mayor capacidad antioxidante hallada por el método del DPPH obteniendo como concentración inhibitoria IC50 1,86 mg/mL y por el método del ABTS obteniendo como concentración inhibitoria IC50 1,29 mg/mL.

El fruto de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) proveniente de Huánuco presentó mayor capacidad antioxidante a comparación de los frutos provenientes de Junín, Ancash y Cajamarca; por lo que resultaría una buena fuente de consumo en beneficio para la salud.⁽⁹⁾

3.1.2 Internacionales:

- En la investigación realizada por Barea A. Montserrat. **“CARACTERIZACIÓN, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y PERFIL FENÓLICO DE FRUTAS SUBTROPICALES PRODUCIDAS Y COMERCIALIZADAS EN LA COSTA DE GRANADA-MÁLAGA”** Granada-España. 2015; en este estudio se evaluó por una serie de técnicas analíticas tomadas de la AOAC (2000) los parámetros físicos, físico-químicos y compuestos bioactivos; el contenido de minerales se halló mediante espectrofotometría UV/VIS y espectroscopia atómica, los compuestos fenólicos se realizaron a través del método de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante por espectrofotometría UV/VIS con los métodos ABTS, DPPH y FRAP los siguientes frutos: Aguacate, caqui, carambola, chirimoya, kiwi, mango y papaya.

Donde el resultado de pH mostró un valor bajo para el mango y alto para el aguacate. Las frutas que mostraron un contenido elevado en sólidos solubles fueron el caqui y el mango. Los valores más altos en compuesto fenólicos lo obtuvieron el caqui ($2,463 \pm 2,631$ mg/g), la chirimoya ($1,443 \pm 0,381$ mg/g) y la

carambola ($1,074 \pm 0,297$ mg/g). Para la capacidad antioxidante empleando el método ABTS destacan el caqui ($40,90 \pm 1,71$ mmol/g) y chirimoya ($40,90 \pm 1,71$ mmol/g); por el método de DPPH destacan el caqui ($228,71 \pm 1,10$ mmol/g) y papaya ($14,16 \pm 2,40$ mmol/g); por el método de FRAP destaco el caqui ($34,97 \pm 2,85$ mmol/g) y chirimoya ($14,54 \pm 4,87$ mmol/g).

Todos los frutos tropicales cultivados en territorio subtropical de Granada-Málaga cumplieron los parámetros estándar y así ofrecen una mejora en las posibilidades para exportarlos. Por todos los métodos usados para hallar la capacidad antioxidante, el caqui destacó sobre todos los frutos, pero sin menospreciar a los demás. Este estudio aporó datos a las tablas de composición nutricional como también datos en polifenoles totales y capacidad antioxidante de estos frutos.⁽¹⁰⁾

- En la investigación realizada por Reyes M. Abigail, Alanís C. Luzma, Vázquez E. Ariel y Carrillo I. Luisa. **“PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE EXTRACTOS ACUOSOS FRESCOS Y SECOS DE CÁSCARA DE *C. Papaya L*”** México. 2015; se evaluó la capacidad antioxidante de los extractos acuosos secos y frescos de la cascara de *C. papaya L* a diferentes tiempos de extracción. Donde el extracto de muestra seca de cascara se hizo por extracción acuosa a 90°C a diferentes tiempos la extracción. En la preparación del extracto de muestra fresca de la cáscara se realizó un extracto acuoso relación 1:5 cascara/agua a 90°C a diferentes tiempos. Para el extracto de pulpa se realizó un extracto 1:3 de relación pulpa del fruto/ agua. Con una posterior evaluación de contenido de fenoles totales usando el método de Folin Ciocalteu y se calculó la actividad antioxidante del extracto conforme a la ecuación del % de

inhibición de radicales libres (DPPH•). Adicionalmente se halló el pH con un potenciómetro.

Donde resultó un pH de 4,7 para la cascara fresca y 5.2 para la pulpa. Los valores obtenidos de la actividad antioxidante para extractos de pulpa fue 26 %, para la cascara fresca fue 44%, 40% y 37%, y para la cascara seca fue 39%, 43% y 54% de inhibición a los radicales libres. Los resultados obtenidos para fenoles totales fue 468.9 mg EAG/L en la pulpa, para la cascara fresca fue 842.26 mg EAG/L, 854.36 mg EAG/L y 830.75 mg EAG/L, y para la cascara seca 936.77 mg EAG/L, 904.77 mg EAG/L y 995 mg EAG/L.

Las mejores propiedades antioxidantes de *C. papaya L.* lo presentó la cascara deshidratada que pueden ser tomadas como una opción factible para la formulación de productos naturales.⁽¹¹⁾

- En la tesis realizada por Hernández Josué, Fernández Viluzca y Sulbarán Betzabé. **“CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA, ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN PULPA DE LECHOSA (*Carica papaya*)”** Zulia-Venezuela. 2014; en este trabajo se realizó una caracterización fisicoquímica (acidez titulable, pH, grados Brix, humedad y vitamina C) según las normativas de AOAC, para la actividad antioxidante (equivalente a TROLOX (TEAC) y vitamina C) se realizó mediante el método del radical ABTS y con el método del reactivo de Folin-Ciocalteu se midió el contenido de polifenoles totales del fruto de lechosa cultivados en Zulia.

Dando como resultado para el análisis fisicoquímico: un pH de $4,64 \pm 0,04$; acidez titulable de $0,04 \pm 0,00$ meq ácido cítrico/g; el contenido de grados Brix fue $11,72 \pm 0,08$ y el contenido de

humedad (%) fue $80,04 \pm 0,68$. La TEAC fue $0,49 \pm 0,02$ (mM/100g); actividad antioxidante equivalente a vitamina C $96,57 \pm 4,89$ (mg/100g) y en el contenido de polifenoles totales expresado como ácido gálico $49,96 \pm 3,34$ (mg/100g). Concluyendo que la pulpa de la lechosa constituye una alternativa de consumir y administrar compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta.⁽¹²⁾

- En la Investigación realizada por Márquez Carlos, Otero Claudia, Rojano Benjamín y Osorio Jairo. **“ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONCENTRACION DE COMPUESTOS FENOLICOS DEL TOMATE DE ARBOL (*Cyphomandra betacea* S.) EN POSCOSECHA”**. Colombia, 2014; se evaluó la capacidad antioxidante del sachatomate, evaluados durante 15 días de su etapa de poscosecha con el método ABTS y para la concentración de compuestos fenólicos fue realizado con el método de Folin Ciocalteu. Como resultado se consiguió un promedio de $9,81 \mu\text{mol}$ de Equivalentes Trolox por gramo de fruta fresca como capacidad antioxidante y $1,23$ miligramos de ácido gálico por gramo de fruta fresca como concentración de compuestos fenólicos. Concluyendo que el sachatomate es un fruto con una cuantiosa capacidad antioxidante y buena concentración de compuestos fenólicos, así potenciando su consumo en las personas.⁽¹³⁾
- En la tesis realizada por Morillas R. Juana y Delgado A. J. **“ANÁLISIS NUTRICIONAL DE ALIMENTOS VEGETALES CON DIFERENTES ORÍGENES: EVALUACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES”**. Murcia-España. 2012; en este trabajo se determinó la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales así como también se determinó el contenido de humedad, grasa,

fibra, proteínas, cenizas y carbohidratos de alimentos vegetales (betarraga, carambola, cereza, ciruela, chayote, kiwi, mango, melocotón, naranja, nectarina, palta, papaya, paraguaya, papa y sachatomate). Para la capacidad antioxidante se realizó por el método de DPPH, siendo medido espectrofotométricamente a 517 nm. Para la determinación de fenoles totales se empleó el método de Folin-Ciocalteu, la Humedad se determinó según Método oficial de Análisis de la Asociación Internacional AOAC (Asociación científica dedicada a la excelencia analítica), la Grasa se halló siguiendo el método 920.39 de la AOAC, Fibra se usó el método 991.43 de la AOAC, Proteína con el método 954.01 de la AOAC, Cenizas se siguió el método 923.03 de la AOAC y Carbohidratos se estimaron por diferencia.

Obteniéndose una actividad antioxidante muy elevada en el tamarillo, betarraga, ciruela y carambola; elevada en el kiwi, papaya, mango y naranja; moderado en las frutas pertenecientes del género prunus y baja en la papa, palta y chayote. La fruta con mayor capacidad antioxidante fue el sachatomate con $213,67 \pm 0,06$ mM TEAC/g, también destacó en compuestos fenólicos con $2010,40 \pm 0,02$ μ g GA/g; por otro lado la papaya también presentó una elevada capacidad antioxidante $100.97 \pm 0,01$ mM TEAC/g. El que presentó mayor contenido en grasa fue la palta, en cenizas totales destacó la betarraga, en fibra fue el sachatomate, palta, chayote y carambola. Los resultados del contenido proteico de los alimentos evaluados fueron pobres, pero destacaron la palta, cereza y mango. Concluyendo que los alimentos analizados que poseen una elevada capacidad antioxidante, concentración de fenoles y composición de fibra, son aptos para ser introducidos a la dieta habitual de la población.⁽¹⁴⁾

3.2 Bases Teóricas:

3.2.1 Antioxidante:

Los antioxidantes son considerados como compuestos capaces de prevenir o retrasar los procesos de auto oxidación.⁽¹⁵⁾

Los antioxidantes que se localizan naturalmente en nuestro organismo y en alimentos, son sustancias poseedoras de la capacidad de poder inhibir la oxidación causada por los radicales libres, interviniendo a nivel intracelular y otros en la membrana de las células, siempre en conjunto para proteger a los diferentes órganos y sistemas.⁽¹⁶⁾

El mantenimiento de la homeostasis redox de un tejido es posible siempre y cuando haya un equilibrio entre la intensidad de generación de radicales libres y la eliminación de los mismos, así se evitara que los radicales libres producidos lleguen a ocasionar daños a los componentes celulares, por ello cuando se ve alterado, ingresamos a un proceso degenerativo patológico.⁽¹⁷⁾

Los antioxidantes se dividen principalmente en sintéticos y naturales. Los antioxidantes sintéticos son compuestos de estructuras fenólicas con varios grados de sustitución alquímica, mientras que los antioxidantes naturales pueden ser: compuestos fenólicos (tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos), compuestos nitrogenados (alcaloides, derivados de la clorofila, aminoácidos y aminas) o carotenoides así como el ácido ascórbico.⁽¹⁸⁾

Los antioxidantes naturales han logrado gran importancia por su relación directa con la disminución de riesgos a padecer enfermedades coronarias y cáncer, entre otras. Muchos

antioxidantes, se encuentran en las frutas y verduras, entre ellos tenemos la vitamina E, vitamina C, β - caroteno, compuestos fenólicos y flavonoides, se han relacionado a efectos positivos en la salud de las personas debido a su efecto antioxidante.⁽¹⁹⁾

Los antioxidantes se clasifican según:

3.2.1.1 Funciones del Antioxidante:

- a) Primarios:** Estos impiden la creación de radicales libres, frenando la reacción en cadena de los radicales, especialmente de las especies reactivas del oxígeno,⁽²⁰⁾ transformando los radicales libres existentes en moléculas menos dañinas antes de que puedan reaccionar o generar la creación de radicales libres a partir de moléculas.

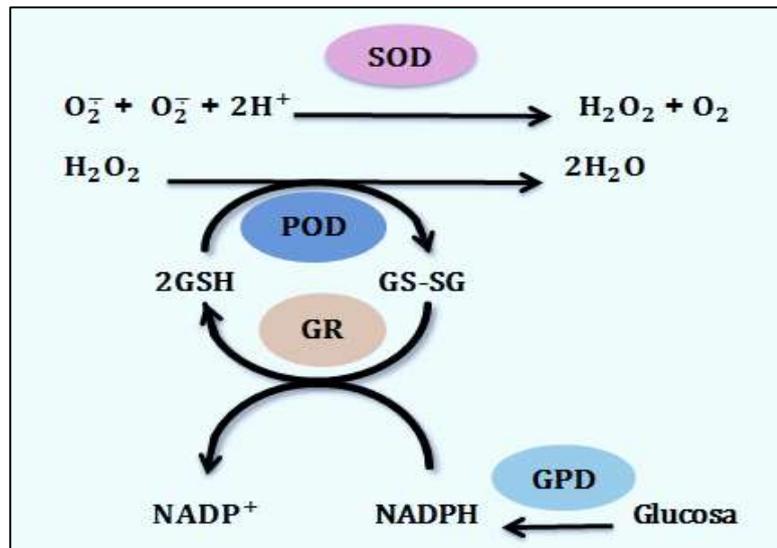
Los antioxidantes primarios son producidos por nuestro cuerpo y puede tratarse del glutatión, el ácido alfa-lipoico, el ácido úrico o la coenzima Q10. Pero también puede tratarse de enzimas que necesitan la presencia de minerales alimenticios para activarse: Hierro para la catalasa, zinc y cobre para la superóxido dismutasa (SOD), selenio para la glutatión peroxidasa (GPx).⁽²¹⁾

Sistemas de eliminación de radicales libres:^(22,23)

- Superóxido dismutasa (SOD): La SOD mitocondrial es dependiente de manganeso; la enzima citoplasmática es dependiente de cobre y zinc. La SOD es una proteína no-heme. Un defecto en el gen SOD se puede observar en pacientes con esclerosis lateral amiotrófica (enfermedad de Lou Gehrig).

- Glutación peroxidasa (POD): En este paso, el H_2O_2 es suprimida por la glutación POD. Enzima dependiente del selenio.
- Glutación reductasa (GR): El glutación oxidado, a su vez, se reduce por la GR, en presencia de NADPH. El NADPH se genera con la ayuda de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (GPD) en la vía de derivación del HMP. Por lo tanto en la carencia de GPD, los hematíes son susceptibles a la lisis, sobre todo cuando se administran agentes oxidantes (anemia hemolítica inducida por drogas).
- Catalasa: Cuando el H_2O_2 se genera en grandes cantidades, la enzima catalasa también es empleada para su eliminación.

Figura N° 01: Enzimas que eliminan radicales libres



Fuente: Vasudevan, Sreekumari y Kannan (2011).⁽²²⁾

- b) Secundarios:** Son aquellos que pueden frenar la reacción de extensión de los radicales libres o desplazan las especies reactivas del oxígeno.⁽²⁰⁾ Los antioxidantes

secundarios poseen el talento de capturar radicales, evitando la formación de las reacciones en cadena de los Radicales Libres. Tenemos así la vitamina E, vitamina C, β -caroteno y sustancias endógenas con capacidad antioxidante, donde se encuentra el glutatión urato, bilirrubina, albúmina y ubiquinona.⁽²⁴⁾

- c)** Terciarios: Restauran el daño producido en las moléculas por los radicales libres o eliminan aquellas que se han deteriorado. Teniendo como ejemplo a las enzimas que reparan el ADN y la metionina sulfóxido reductasa.⁽²⁰⁾

3.2.1.1 Tipos de Antioxidantes:

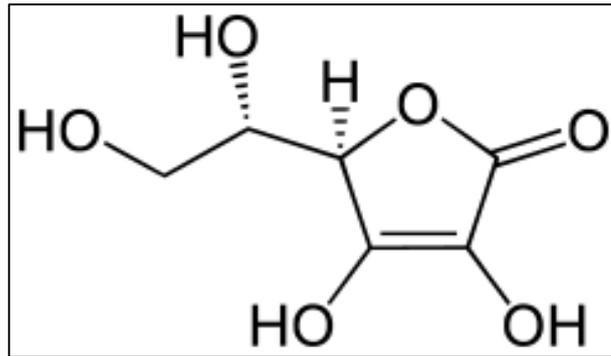
- a)** Endógenos: Producidos por el organismo. Tenemos mecanismos enzimáticos: superóxido dismutasa (SOD) con su cofactor cobre, manganeso y zinc; catalasa (CAT) con su cofactor hierro; glutatión peroxidasa (GPx) con su cofactor selenio. También existe no enzimáticos como glutatión y la coenzima Q que son obstáculos fisiológicos que combaten el oxígeno a su paso desde el aire hasta las células, y Ácido Tióctico que es un transportador de metales (transferrina y ceruloplasmina).⁽²⁵⁾
- b)** Exógenos: No son producidos por el organismo, por ello estos tienen que ser introducidos por la dieta y deben ser capaces de neutralizar la acción oxidante de la molécula inestable de un radical libre.⁽²⁵⁾

Dentro de este grupo tenemos:

- Vitamina C (Ácido ascórbico): A nivel molecular es encargado de su actividad antioxidante, es un importante agente reductor involucrado en numerosas reacciones de óxido - reducción y transferencia de electrones. Posee importancia como agente antioxidante en reacciones intracelulares y extracelulares. Es un potente agente reductor que interviene en abundantes sistemas enzimáticos. Es primordial en la transformación del ácido fólico, pero el papel más significativo es la creación del colágeno normal. La fruta fresca como cítricos y verduras son fuentes adecuadas de esta vitamina.⁽²⁶⁾

El ácido ascórbico actúa inhibiendo la oxidación de lípidos, regenera a la vitamina E y es anticancerígeno, su ingesta en grandes porciones puede ocasionar la presencia de cálculos en riñones o en las vías urinarias. La fuente de este antioxidante son verduras y frutas como acelgas, tomates, perejil, pimientos verdes, coliflor, coles de bruselas, nabos, grosellas, cítricos, entre otros.⁽²³⁾

Figura N° 02: Estructura de ácido ascórbico



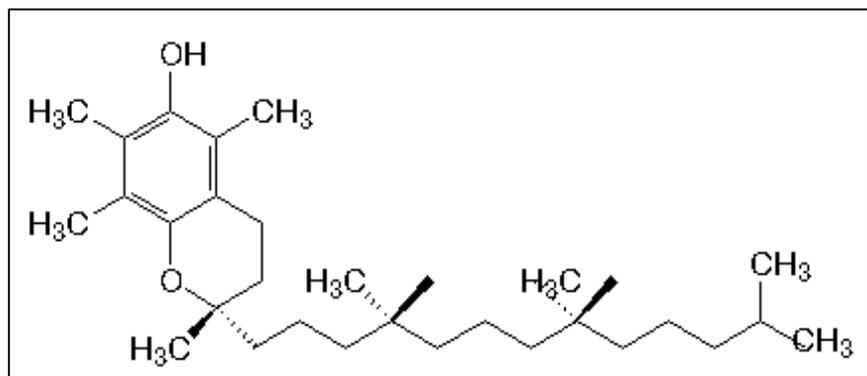
Fuente: Muller T. Kely (2015).⁽¹⁸⁾

- Vitamina E: Es una agrupación de compuestos estrechamente relacionados entre sí, denominados tocoferoles, donde el α -tocoferol posee mayor capacidad antioxidante, los tocoferoles son potentes agentes antioxidantes, teniendo como función actuar como antioxidantes de los lípidos que conforman las membranas celulares. La cantidad de ingesta diaria recomendada es de 15 mg/día y siendo sus fuentes los aceites vegetales, como aceite de maíz, soja o girasol y derivados.⁽²⁷⁾

El tocoferol actúa manteniendo la integridad de la membrana celular, protegiendo la destrucción de la vitamina A y retardando el envejecimiento celular. El consumo en elevadas concentraciones de la vitamina E no reportaron efectos dañinos. La fuente de este antioxidante son aguacate, camote, espárragos, espinacas, brócoli, zanahorias, aceites, cereales, arroz, lentejas, yema de huevo, mantequilla, moras, frutos secos, entre otros.⁽²³⁾

Es liposoluble y constituye una mezcla de varios tocoferoles, logrando encontrarse en los productos de origen animal y vegetal donde el más significativo es el alfa-tocoferol. Tiene múltiples efectos y en especial un papel general de antioxidante, actuando a nivel de los glóbulos rojos evitando su excesiva fragilidad y su destrucción (hemólisis), a nivel de las plaquetas sanguíneas previniendo su agregación excesiva (trombosis) y también al nivel de enzimas. A dosis elevada tiene un valor interesante sobre el colesterol: aumenta el HDL (colesterol bueno) y disminuye el LDL (colesterol malo).⁽²⁸⁾

Figura N° 03: Estructura de α -tocoferol



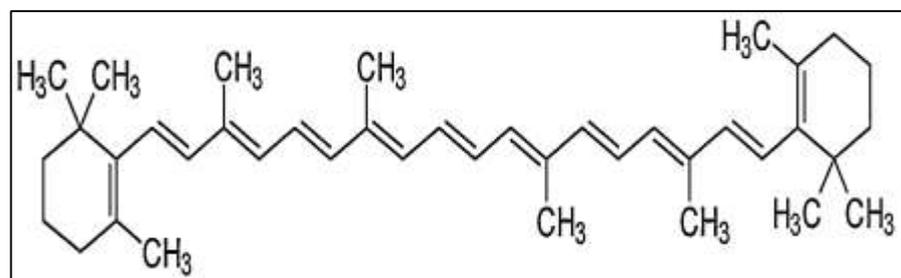
Fuente: Muller T. Kely (2015).⁽¹⁸⁾

- **Carotenoides:** Son pigmentos naturales sintetizados por plantas y microorganismos. El papel de éstos es el de proteger a las células contra la fotosensibilización y el de ayudar a absorber la luz durante la fotosíntesis.⁽²⁹⁾ El alfa y beta caroteno, la luteína, el licopeno, la zeaxantina y la criptoxantina son los principales carotenoides antioxidantes.⁽³⁰⁾

Químicamente son terpenoides, formados por ocho unidades de isopreno, de tal manera que la unión de cada unidad se invierte en el centro de la molécula. En los carotenoides naturales solo se encuentran tres elementos: Carbono, Hidrogeno y Oxígeno. El oxígeno puede estar presente como un grupo hidroxilo, metoxilo, epoxi, carboxilo o carbonilo.⁽³¹⁾

Son compuestos poli-isoprenoides, las cuales son necesarias consumirlas ya que el organismo humano no es capaz de poder sintetizarla. Estas están organizadas en carotenos o carotenoides hidrocarbonados las cuales están constituidas solo por carbono e hidrogeno y xantofilas o carotenoides oxigenados, que comprende también grupos epóxido, carbonilo, hidroxilo, metoxilo, entre otros en su estructura. En las plantas funcionan como regularizador de crecimiento y fotoprotectores; en los humanos trabaja como precursores de la vitamina A, pero lo de gran interés es su actividad antioxidante ya que neutraliza a los radicales libres y disminuye el estrés oxidativo.⁽³²⁾

Figura N° 04: Estructura del caroteno



Fuente: Muller T. Kely (2015).⁽¹⁸⁾

El β -caroteno aparte de secuestrar oxígenos singlete, es capaz de reaccionar con los radicales peroxilo (ROO) que

se generan durante la peroxidación lipídica para formar radicales centrados en el carbono de resonancia estable que, a su vez, puede reaccionar con otros radicales peroxilo para dar lugar a un compuesto no radical libre. De esta manera y al igual que la vitamina E, se desempeña como un inhibidor de la propagación de la lipoperoxidación de las membranas.⁽³³⁾

- **Compuestos Fenólicos:** Se encuentran organizadas en un amplio grupo de moléculas que se resaltan por poseer un anillo aromático con un sustituyente hidroxilo y una cadena lateral. Poseen estructuras con anillos aromáticos con dobles enlaces conjugados a través de los cuales ejercen su acción antioxidante.⁽³³⁾

Los compuestos fenólicos o polifenólicos, son sustancias que sobresalen por poseer un anillo aromático, unido a uno o más grupos hidroxilo. Solo unos cuantos polifenoles son considerados importantes en los alimentos y en la dieta, siendo el ácido gálico, sináptico, ferúlico, cafeico, p-cumárico, y sus derivados así como los flavonoides y sus glucósidos. Entre los componentes funcionales, el grupo que actualmente genera más interés es el de los compuestos fenólicos, también denominados polifenoles, por sus propiedades organolépticas y farmacológicas. Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios que son sintetizados por los vegetales tanto en su desarrollo normal.⁽³⁰⁾

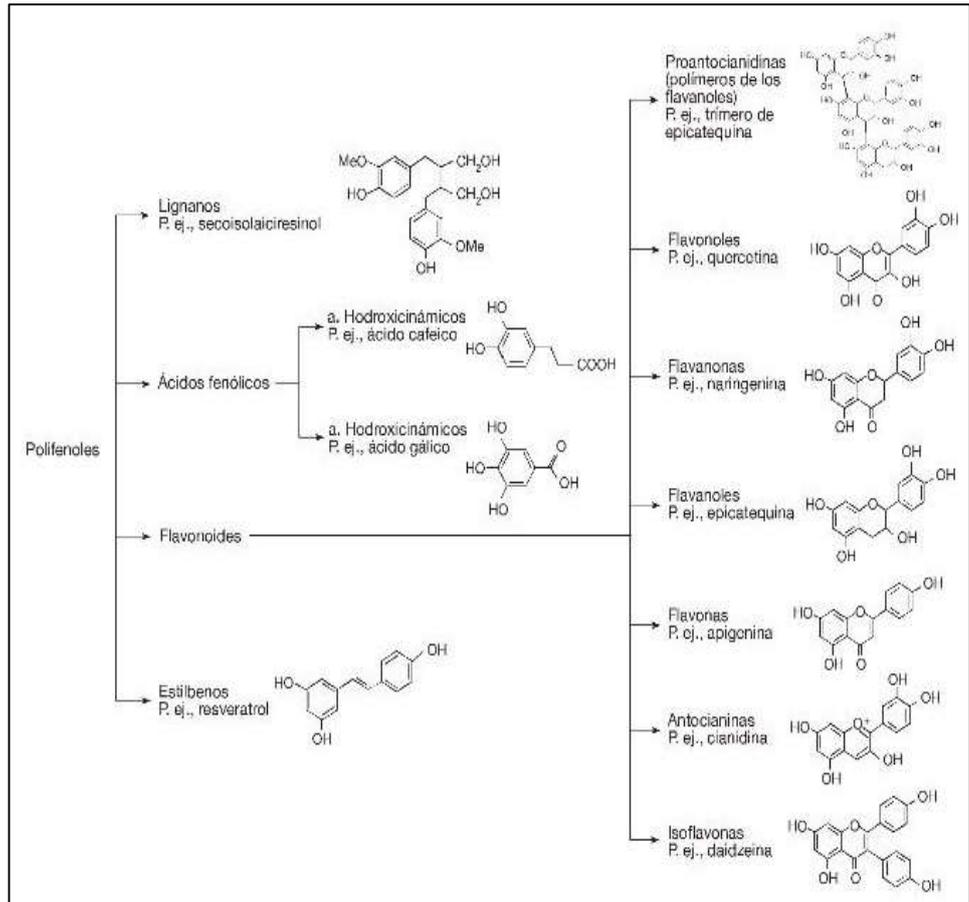
Estos componen un grupo amplio de metabolitos secundarios de las plantas. Los compuestos fenólicos se

pueden organizar por complejidad estructural y origen biosintético:⁽³⁴⁾

- El grupo sencillo son los fenoles propiamente dichos como ácidos fenólicos y cetonas polifenolicos.
- Los fenilpropanoides, basados en un núcleo C_6C_3 , amplio grupo conformado por: cumarinas, cromonas, benzofuranos y lignanos.
- También se tiene a las xantonas (con esqueleto $C_6C_1C_6$), los estilbenos (con esqueleto $C_6C_2C_6$) y quinonas (venzo, nafto y antraquinonas).
- Como último grupo importante se tiene a los flavonoides que suponen la mitad de los compuestos fenólicos presentes en las plantas, clasificándose en: Antocianinas (pigmentos), flavonoides menores (que incluyen flavanonas, dihidroflavonoles y dihidrochalconas), flavonas y flavonoles, isoflavonoides y taninos condensados.

Los polifenoles de la dieta representan una amplia variedad de compuestos que se obtienen de las frutas, hortalizas, vino, té y chocolate. Contienen flavonas, isoflavonas, flavonoides, catequinas y ácidos fenólicos. Actúan como agentes que tienen efectos antioxidantes, antiapoptosis, antienvjecimiento, anticancerígeno, antiinflamatorio y antiaterosclerótico. Tienen un efecto protector contra enfermedades cardiovasculares.⁽²²⁾

Figura N° 05: Estructura de los polifenoles



Fuente: Muller T. Kely (2015) .(18)

Determinación de Polifenoles con el Método de Folin-Ciocalteu: Este método sirve para determinar el contenido de polifenoles y fenoles totales presentes en un alimento, empleando como estándar el ácido gálico. Su determinación se basa en una reducción de los fenoles totales por una mezcla de ácidos fosfotúngstico y fosfomolibdico, lo que genera una mezcla de óxidos de tungsteno y molibdeno de una coloración azul con un máximo de absorción a 765 nm,⁽¹⁰⁾ que es proporcional al contenido de compuestos fenólicos. Los resultados se expresan en mg/L de ácido gálico.

3.2.2 Estrés oxidativo:

El oxígeno se encuentra asociado a las condiciones de vida aerobia, representando la fuerza motriz para la conservación del metabolismo y viabilidad celular al mismo tiempo involucra un amenaza potencial debido a las características paramagnéticas del gas, encargado de la creación de intermediarios parcialmente reducidos y dotados de una reactividad alta, conocidas como especies reactivas de oxígeno (ROS, por sus siglas en inglés).⁽³⁵⁾

Los ROS pueden producirse durante la irradiación de la luz UV y por Rayos-X, también pueden ser producidas durante las reacciones de catálisis de un metal. Se encuentran presentes en la atmosfera como contaminantes, son elaborados por el neutrófilo y macrófagos durante el proceso de inflamación.⁽³⁵⁾

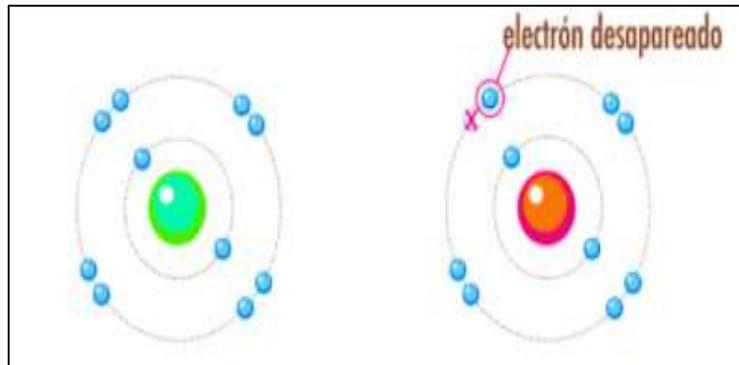
Los siguientes son miembros del grupo ROS:^(36,22)

- El radical anión superóxido ($O_2^{\cdot-}$)
- El radical hidroperoxil ($HOO\cdot$)
- El peróxido de hidrogeno (H_2O_2)
- El radical hidroxilo ($OH\cdot$)
- El radical lípido peróxido ($ROO\cdot$)
- El singlete de oxígeno (1O_2)
- El óxido nítrico ($NO\cdot$)
- El peróxido de nitrito ($ONOO^-\cdot$)

Figura N° 06: Radical libre

El lado izquierdo: átomo de oxígeno normal con todos los electrones apareados; un electrón está en el proceso de saltar.

Lado derecho: radical libre, con un electrón no apareado.



Fuente: Vasudevan *et al* (2011).⁽²²⁾

Los radicales libres son cualquier especie química, molécula o fragmento de molécula que son capaces de existir de manera independiente y que presente uno o más electrones desapareados en su estructura. Como consecuencia son reactivos lo que ocasiona que tengan una vida media del orden de milisegundos con gran capacidad de formar otros radicales libres por reacciones químicas en cadena. A bajas concentraciones son fundamentales para un apropiado funcionamiento celular, pudiendo actuar también como segundos mensajeros impulsando la proliferación celular y/o actuando como mediadores en la activación de las células.⁽³⁶⁾

Los radicales libres son peligrosos, si el cuerpo no logra combatirlos, ya que estas arruinan la calidad de vida, porque atacan constantemente a las proteínas, carbohidratos, grasas y ADN. El cuerpo padece unos 10000 impactos de radicales libres al día.⁽³⁷⁾

Los radicales libres son producidos por el cuerpo en cantidades moderadas para que estas puedan enfrentarse contra las bacterias y virus, estas son neutralizadas fácilmente por nuestro sistema antioxidante, el problema para nuestras células se produce cuando se da una abundancia sostenida de radicales libres en nuestro sistema, es aquí donde tenemos que recurrir a los antioxidantes concedidos por la dieta.^(34,20)

La dieta es importante para la precaución de enfermedades asociadas con el estrés oxidativo porque su aporte en compuestos bioactivos de origen vegetal poseen vitaminas hidrosolubles y liposolubles, algunos carotenoides y una gran variedad de compuestos fenólicos, cuya capacidad antioxidante y demás beneficios, son ampliamente investigados estos últimos años para contar con evidencias epidemiológicas, que asocian el consumo de vegetales y frutas con una menor incidencia de enfermedades coronarias, junto con la mayor preocupación de los consumidores por mantener un adecuado estado de salud, y así llevara a las industrias alimentarias a diseñar productos que abarquen un aporte adicional de estos antioxidantes naturales.⁽³⁶⁾

3.2.3 Citotoxicidad de los Radicales libres de oxígeno:

Los radicales libres de oxígeno se están produciendo continuamente en los sistemas biológicos. En su mayoría son esenciales para una buena actividad celular e incluso resultan beneficiosos.

Enfermedades y alteraciones clínicas en las que se pueden implicar los radicales libres de oxígeno:

Aterosclerosis	Envejecimiento
Alcoholismo	Esclerosis múltiple
Anemia de Fanconi	Favismo
Anemia falciforme	Fibroplasia retrolental
Artritis reumatoide	Gastritis crónica autoinmune
Cáncer	Glomerulonefritis
Cirrosis	Gota
Colitis ulcerativa	Hemocromatosis
Daño por isquemia-reperusión	Lipofuscinosis
Deficiencias nutricionales	Lupus eritematoso sistémico
Demencia senil	Malaria
Dermatitis por contacto	Miastenia grave
Dermatomiositis	Pancreatitis
Displasia broncopulmonar	Porfiria
Distrés respiratorio agudo	Retinitis degenerativa
Distrofia muscular	Síndrome nefrótico autoinmune
Encefalomiелitis alérgica	Talasemia
Enfermedad de Parkinson	Toxicidad de xenobióticos
Enfisema pulmonar	Traumatismo
	Vasculitis autoinmune

Fuente: Gil H. Ángel (2010).⁽³³⁾

Las interacciones de los radicales libres de oxígeno con los constituyentes celulares dan origen a alteraciones en el metabolismo celular y provocan daños subcelulares que pueden llevar al surgimiento de enfermedades e incluso al deceso. Existen numerosos datos que relacionan los radicales libres de oxígeno con el avance de enfermedades y en procesos de envejecimiento, como:^(33,36)

3.2.3.1 La inflamación crónica: Como la artritis reumatoide son auto-perpetuadas por los radicales libres liberados por los neutrófilos. Los ROS generados por el daño en los tejidos parecen estar implicada en la patogénesis de la colitis ulcerosa crónica, la glomerulonefritis crónica, entre otros.

3.2.3.2 La inflamación aguda: En la inflamación, los macrófagos activados producen radicales libres. El estallido respiratorio y el aumento en la actividad de la NADPH oxidasa se observan en los macrófagos y neutrófilos.

3.2.3.3 Enfermedades respiratorias: La respiración de oxígeno al cien por ciento por más de 24 horas produce la destrucción del endotelio y el edema pulmonar. Esto es a causa de la liberación de radicales libres por los neutrófilos activados.

Tenemos un claro ejemplo en los recién nacidos prematuros, la exposición prolongada a elevadas concentraciones de oxígeno les produce displasia broncopulmonar. El síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA) se distingue por un edema pulmonar, producido cuando los neutrófilos liberan radicales libres en los pulmones. También el humo del cigarrillo posee radicales libres, porque el hollín atrae a los neutrófilos al sitio que libera más radicales libres, dando cabida a daños pulmonares.⁽²²⁾

3.2.3.4 La arterosclerosis e infarto del miocardio: Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) se depositan en las células endoteliales, las cuales sufren la oxidación por radicales libres. Esto capta a los macrófagos. Los

macrófagos luego se transforman en células espumosas. Esto inicia la creación de placas ateroscleróticas y la disfunción del endotelio vascular, el cual permite el paso del LDL oxidado al espacio subendotelial.⁽³⁸⁾

3.2.3.5 Choque relacionado con lesiones: El libramiento de radicales libres por los fagocitos dañan las membranas por la peroxidación lipídica. Ellos liberan leucotrienos de las plaquetas y las proteasas de los macrófagos. Todos estos factores provocan un incremento en la permeabilidad vascular, resultando en edema de los tejidos.⁽³³⁾

3.2.3.6 Carcinogénesis y tratamiento: Los radicales libres producen daño en el DNA, y los daños acumulados producen mutaciones somáticas y tumores malignos. El cáncer es tratado con radioterapia. La irradiación grandes cantidades de especies reactivas de oxígeno, las células desencadena la muerte celular.⁽³⁸⁾

3.2.3.7 El proceso de envejecimiento: Es la consecuencia de una acumulación de cambios bioquímicos y fisiológicos que ocurren en un organismo vivo a lo largo del tiempo, en respuesta a la interacción de factores genéticos y ambientales. Los efectos acumulativos de lesiones orgánicas y exposición repetida a radicales libres causan deterioro en el proceso de envejecimiento.⁽³⁹⁾

3.2.4 Especies Botánicas con capacidad antioxidante:

3.2.4.1 Papaya:

Carica papaya L. es un fruto originario de Centroamérica; aunque otros autores aseguran que es originaria de los trópicos de Suramérica (Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). Es cultivada en todos los países tropicales por su fruto comestible, y la papaína que se utilizan para suavizar la carne.⁽⁴⁰⁾

Es una planta importante por tener un alto rendimiento, valor nutritivo y ser un fruto de continua producción durante todo el año. Es una hierba que alcanza una altura de 8 a 10 metros, esta se forma de un eje central que lleva al final un penacho de hojas. Su follaje consiste en una corona compacta de hojas grandes en la parte terminal de tronco y ramas.⁽⁴¹⁾ Sus hojas son verde-oscuro, con forma palmeada o peltada que se halla dividida en siete a once grandes lobos, que alcanza a tener un diámetro de 30 centímetros. Tienen una flor unisexual con pétalos y sépalos de color amarillo, blanco amarilloso que emerge del extremo del tallo, bajo las hojas; las flores masculinas se encuentran organizadas en pequeños racimos y las femeninas son caulinarias.⁽⁴⁰⁾ El fruto es una baya-globulosa, con látex lechoso, de piel tierna primero verde y luego amarilla o anaranjada al madurar, con una pulpa anaranjada jugosa, dulce y aromática. En el centro lleva una cavidad con numerosas semillas negras parietales o sueltas.⁽⁴²⁾

El tipo de planta de *Carica papaya* (papaya) depende del estado sexual, de modo que solo puede determinarse en la floración. En *Carica papaya* y en algunas otras especies del género, hay casos de reversión, o sea que pueden producir flores de los dos sexos o hermafroditas, según determinadas condiciones ambientales. Se distinguen así tres tipos de plantas:⁽⁴¹⁾

- Femeninas, con flores pistiladas únicamente, estables.
- Hermafroditas o andromonoicas, con flores pistiladas, estaminadas o hermafroditas en la misma planta, estables fenotípicamente o reversibles.
- Estaminadas, con solo flores estaminadas, estables fenotípicamente o reversibles.

La papaya es una fruta tropical deliciosa que posee propiedades antioxidantes, y además es abundante en betacarotenos, ácido fólico, vitamina A y C, potasio y fibra, tiene poder saciante y por tanto debemos intentar comer esta fruta con frecuencia.⁽⁴³⁾ Aparte de contener vitamina A y sus precursores (betacaroteno y betacriptoxantina), que son antioxidantes que pertenecen a la familia de los carotenoides, aporta también vitaminas del grupo B y es buena ayuda para la digestión por sus enzimas como la papaína que es semejante a las enzimas del estómago. En estudios demostraron que el zumo de papaya tiene una actividad antioxidante comparable a la de la vitamina E. Dando a conocer que es preferible consumirla bien madura, como todas las frutas, si queremos explotar al máximo su poder antioxidante.⁽⁴⁴⁾

Cuadro N° 02: Composición de la *Carica papaya* L.
(papaya)

Componente	Contenido/100 gr pulpa
Energía (Kcal)	26.5
Hidratos de carbono (g)	6.32
Fibra (g)	1.9
Lípidos (g)	0.09
Proteínas (g)	0.8
Potasio (mg)	211
Calcio (mg)	29
Magnesio (mg)	8
Vitamina A (IU))	1047
Vitamina C (mg)	84
Ácido fólico (mcg)	1

Fuente: Jiménez José (2002).⁽⁴⁵⁾

a) Clasificación Taxonómica:

La clasificación taxonómica, fue realizada por el Biólogo Cabrera Meléndez Jorge Luis que certifica que se ubica en las siguientes categorías:

Cuadro N° 03: Clasificación Taxonómica de la Papaya

Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Rosanae Takht.
Orden	Brassicales Bromhead
Familia	Caricaceae Dumort.
Genero	<i>Carica</i> L.
Especie	<i>Carica papaya</i> L.

Fuente: Biólogo Cabrera Meléndez (2017)

b) Propiedades:

La papaya es una fruta fácil de digerir y además, contribuye a facilitar el paso de otros alimentos por el conducto digestivo por su valioso contenido de papaína, la cual es una enzima proteolítica (que deshace las proteínas). Semejante a la pepsina contenida en el jugo gástrico.⁽⁴⁰⁾

Sus principales indicaciones terapéuticas son:⁽⁴⁶⁾

- Afecciones del estómago: Como la digestión pesada, ptosis gástrica (estomago caído), gastritis y pereza digestiva ocasionado por la inflamación de la mucosa gástrica. Ayuda a neutralizar el sobrante de acidez gástrica.
- Dispepsia biliar y pancreatitis crónica: Actúa tonificando los procesos digestivos y es baja en grasas.
- Afecciones intestinales: Su efecto suavizante sobre la mucosa digestiva y antiséptica, lo hace útil para gastroenteritis y colitis.
- Parásitos intestinales: El látex presente en la papaya y en menor proporción su pulpa desempeñan una acción antihelmíntica contra los parásitos intestinales como las tenias.
- Afecciones de la piel: Por su eminente contenido de provitamina A es recomendada para enfermedades de la piel como eccemas, acné, entre otros.

3.2.4.2 Sachatomate:

Solanum betaceum Cav. (sachatomate) es un arbusto nativo de la región andina de Sudamérica que se cultiva por su fruto tropical semiárido, considerado exótico debido a su agradable aroma y sabor agridulce. El color del sachatomate depende de compuestos con actividad antioxidante como: carotenoides, flavonoides y antocianinas.⁽⁴⁷⁾

Es una baya aromática con forma ovalada, punteada en la terminación inferior y con un cáliz cónico, que mide aproximadamente de 5 cm de diámetro y 8 cm de largo. La pulpa presenta colores que varían entre rojo, naranja y amarillo; que es levemente firme, suave y jugosa. Entre tanto la cáscara es firme a diferencia de la pulpa. Tiene numerosas semillas distribuidas en dos lóculos y rodeada por un tejido mucilaginoso. Las flores son diminutas de color rosado y están agrupadas en racimos donde pueden haber hasta 40 flores, donde solo van a producir entre 1 a 6 frutos. La planta es un arbusto pequeño y de rápido crecimiento, alcanzando una altura de 2 a 3 metros, pocas veces alcanza a medir 5 metros de altura, con hojas perennes y grandes, acorazonadas de color verde brillante con 30 a 40 cm de largo.⁽⁴⁸⁾

La planta de sachatomate se desarrolla bien en climas templados y fríos. La altura óptima para cultivarlo se encuentran entre 2000 y 2400 msnm (metros sobre el nivel del mar). De los frutos de sachatomate se conocen 20 especies, pero los más comercializados son el rojo, el

morado y el anaranjado. Siendo el sachatomate de color rojo el más común.⁽⁴⁷⁾

El sachatomate es una excelente fuente de sustancias nutricionales y fitoquímicos que presentan actividad antioxidante como provitamina A, Vitamina B6 , Vitamina E, ácido ascórbico, licopenos, y flavonoides, también calcio, fósforo, potasio y hierro. *Solanum betacea* Cav. (sachatomate) es también conocido como tamarillo, tomate andino, tomate de árbol, tomate de agua, tomate cimarrón, entre otros. Es el fruto de un arbusto procedente de los Andes peruanos que corresponde a la familia de las Solanáceas, como son las patatas, las berenjenas o los pimientos entre otros.^(48,49)

Los frutos del sachatomate son consumidos tanto como fruto fresco y cocido; ya sea en ensaladas, como postre, aperitivo y en combinación con otros productos.⁽⁵⁰⁾ También puede ser utilizado como materia prima para la producción de diferentes productos: jugos, dulces, compotas, gelatinas, concentrados congelados, helados, mermeladas, papillas para bebés y salsas picantes con ají. La caracterización proximal de la pulpa de sachatomate posee 3,43 de pH, 4,62 % de acidez total y 10,43° Brix.⁽⁵¹⁾

Cuadro N° 04: Composición del *Solanum betaceum*
Cav. (sachatomate)

Componente	Contenido/100 gr pulpa
Humedad (%)	85.46
Proteína total (gr)	1.86
Grasa total (gr)	0.63
Carbohidratos (gr)	10.03
Fibra total (gr)	1.20
Vitamina A (U.I)	150
Solidos solubles (brix)	12.0
Solidos totales (°Brix)	14.54
Azucares reductores (%)	5.29
Pectina (%)	1.4
Ácido ascórbico (mg)	25.0

Fuente: Mori y Carmen (2015).⁽⁵¹⁾

a) Clasificación Taxonómica:

La clasificación taxonómica, fue realizada por el Biólogo Cabrera Meléndez Jorge Luis que certifica que se ubica en las siguientes categorías:

Cuadro N° 05: Clasificación Taxonómica del Sachatomate

Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Asteranae Takht.
Orden	Solanales Juss. Es Becht. & J. Presl
Familia	Solanaceae Juss.
Genero	<i>Solanum</i> L.
Especie	<i>Solanum betaceum</i> Cav.

Fuente: Biólogo Cabrera Meléndez (2017)

b) Propiedades:

Al sachatome se le ha atribuido los siguientes beneficios: ^(52,53)

- Previene y acorta el riesgo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares y el cáncer, por la presencia de vitaminas antioxidantes como la provitamina A y vitamina C. También ayuda a evitar y mejorar el estreñimiento por contener fibra soluble.
- Acción antioxidante que ayuda en la protección del sistema inmunológico y es favorable para mejorar la visión. También ayuda en el control de la presión alta y el colesterol. Es adicionada en dietas para la reducción de peso.
- El fruto junto con las hojas se pueden aplicar en forma de cataplasmas calientes para aplacar la inflamación de amígdalas, anginas y afecciones de la garganta. Siendo también remedio natural para problemas hepáticos.
- En frutoterapia, el sachatome es apreciado por la gran variedad de aplicaciones y correctos resultados que deja en la piel. La administración de este fruto a nuestro organismo fortalece el cerebro y la memoria, colaborando a curar migrañas y cefaleas severas.

3.2.5 Maceración:

Se comprende por maceración al contacto durante un tiempo de la droga con el solvente constituyendo un conjunto homogéneamente mezclado, en el cual el solvente actúa simultáneamente sobre todas las proporciones de la droga. Además es el medio de extracción más simple, el conjunto de droga más el solvente se deben de proteger de la luz, para evitar posibles reacciones y debe agitarse continuamente; el tiempo de maceración es diverso.⁽⁵⁴⁾

3.2.6 Extracto Vegetal:

Los extractos son preparados concentrados de consistencia sólida, líquida o intermedia, derivados por lo general de material vegetal desecado, que resulta al evaporar parcial o totalmente el disolvente en los líquidos extractivos de origen vegetal. Los extractos se organizan según su consistencia y concentración de principio activo en: extractos fluidos, secos, blandos y los crioextractos.⁽⁵⁴⁾

3.2.7 Determinación de la capacidad antioxidante:

La capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad anti radicales libres de los distintos compuestos que lo conforman, entre los cuales se encuentran los carotenos, compuestos fenólicos, antocianinas, ácido ascórbico, entre otros.⁽⁵⁵⁾ Porque la unión de ellos da un efecto sinérgico entre los compuestos bioactivos del fruto.

La capacidad antioxidante puede evaluarse in vitro a través de experimentos sencillos que miden directamente dicha habilidad y

que a la vez evalúan el posible efecto pro-oxidante sobre moléculas. Estos métodos deben ser rápidos, reproducibles y que requieran pequeñas cantidades de compuestos químicos para analizar. Los resultados de ensayo in vitro pueden ser utilizados como indicador directo de la actividad antioxidante in vivo ya que si un compuesto que es poco seguro in vitro, no será mejor in vivo.⁽³⁵⁾

Las medidas de la capacidad antioxidante se pueden realizar mediante dos estrategias distintas, en función de la información que deseemos obtener.⁽⁵⁵⁾

- **Determinación directa:** El radical es empleado como un factor de cuantificación (produce una señal analítica). Si se añade la sustancia antioxidante, antes o posterior a la elaboración del radical, ocasiona una disminución de la señal. Durante el ensayo de post adición se genera el radical por la ausencia de la muestra, de esta manera cuando se agregue la sustancia con propiedad antioxidante se producirá una decadencia en la señal debido al decaimiento de la concentración del radical. En ensayos de inhibición, la muestra con capacidad antioxidante es añadida a los sustratos de oxidación antes que sea generado el radical, la reacción da inicio con la adición del oxidante (ABTS●, DPPH, entre otros).
- **Determinación indirecta:** La existencia de radicales libres da cabida a la pérdida o aparición de un reactivo, y por tanto, con la presencia de un antioxidante se provocara un aumento o descenso de la señal (métodos, ORAC, FRAP, entre otros).

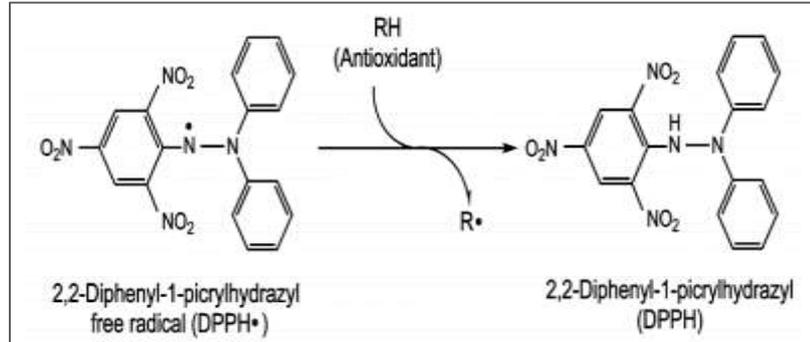
Los siguientes métodos son ejemplos de los modelos in vitro más frecuentes para la determinación de la capacidad antioxidante total.⁽³⁵⁾

- Ensayo FRAP, (Del inglés ferric-reducing antioxidant power)
- Método ORAC, (Del inglés Oxygen Radical Absorbance Capacity)
- Método del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH)
- Método del 6-sulfonato-3-etilbenzotiazolina (ABTS)

a) Método del radical DPPH: Este método fue presentado por Blois (1958), donde demostró por primera vez la capacidad del radical libre DPPH, para recibir un átomo de hidrógeno (H) que procede de una molécula de cisteína. La molécula 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) es conocida también como un radical libre estable por la deslocalización de un electrón desapareado sobre la molécula completa, por lo cual la molécula no se dimeriza, como la mayoría de radicales libres. La deslocalización del electrón también potencia el color violeta intenso típico del radical, cuando la solución de DPPH reacciona con la sustancia antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno, el color violeta desaparece. La variación de color es monitoreada espectrofotométricamente a 517 nm y es empleado para la determinación de los parámetros para evaluar las propiedades antioxidantes.

El DPPH' (uno de los pocos radicales de nitrógeno estables que son comerciales) acepta un hidrógeno del antioxidante para formar DPPH, de manera que el efecto antioxidante es proporcional a la desaparición del DPPH' por la adición de una muestra que contiene antioxidantes.⁽⁵⁵⁾

Figura N° 07: Captación del radical libre del DPPH' y formación de DPPH



Fuente: Barea A. Montserrat (2015).⁽¹¹⁾

El Fundamento del método del DPPH desarrollado por Brand-Willams et al, también se basa en que este radical posee un electrón que se halla desapareado y es de color violeta- azulado, decolorándose hasta tornar a un amarillo pálido cuando se forma DPPH por reacción con una sustancia antioxidante, la absorbancia es medida espectrofotométricamente (por su facilidad y precisión) a 517 nm.⁽⁵⁶⁾

b) Método del radical ABTS• (Ácido 2,2'-azinobis (3-etil benzotiazolina)-6- ácido sulfónico):⁽⁵⁵⁾

El radical catiónico obtenido es un compuesto de coloración verde-azulado, estable y con un espectro de absorción en el ultravioleta- visible (UV-vis). Es un radical artificial que no se asemeja a la posición in vivo y termodinámicamente puede llegar a aminorarse por compuestos que posean un potencial redox por debajo que el del ABTS. El punto final de la reacción lo marca la sustancia antioxidante utilizada, fijando tiempos reducidos o muy elevados que pueden

interferir en los resultados finales, lo cual, es una desventaja.

Existen varios métodos de generación del radical ABTS● tras la reacción de ABTS con compuestos:

- Enzimáticamente (mioglobina, peroxidasa de rábano).
- Químicamente (Dióxido de manganeso, persulfato de potasio, radicales peroxilo).
- Electroquímicamente.

La capacidad de cada muestra para atrapar el radical catiónico, se evalúa a través de un descenso en la absorbancia leída después de media hora de reacción, a una longitud de onda de 732 nm.

c) Método FRAP (Ferric ion Reducing Antioxidant Power): Este método se basa en la capacidad que tiene una sustancia antioxidante para poder reducir el Fe^{3+} a Fe^{2+} que es menos antioxidante. El complejo férrico -2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) es incoloro y este es reducido al complejo ferroso que es coloreado. Se trata de un método espectrofotométrico por que mide la absorbancia del Fe^{2+} . Así, cuanto más antioxidante contenga la sustancia en estudio, mayor será la reducción, como también aumentara la concentración de Fe^{2+} y la señal de absorbancia. El complejo va a poder ser reducido por productos con potenciales redox menores a 0,7 V (potencial redox del Fe^{3+} -TPTZ).⁽⁵⁵⁾

Debido a que el potencial redox del Fe^{3+} -TPTZ es comparable con el del ABTS se pueden analizar

compuestos semejantes con ambos métodos aunque las condiciones de la reacción sean diferentes. El método del FRAP se basa en la transferencia de electrones, a oposición a otros métodos donde se realiza la captura de radicales libres, siendo así, este método podría ser conveniente, en conjunto con otros métodos, para la determinación de la capacidad antioxidante de productos que contengan diversos tipos de antioxidantes.⁽³⁵⁾

d) Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity):El fundamento del método ORAC se basa en la capacidad que poseen los compuestos antioxidantes para obstaculizar a los radicales libres por donación de un átomo de hidrógeno:

El método de ORAC consta en medir la minoración en la fluorescencia de una proteína como resultado de la pérdida de su conformación cuando sufre un daño oxidativo ocasionado por una fuente de radicales peróxido (ROO). El método evalúa la capacidad que tienen los antioxidantes de la muestra a estudiar para defender a la proteína de un daño oxidativo.⁽⁵⁵⁾

3.3 Definición de Términos Básicos:

- 3.3.1 Capacidad Antioxidante:** Esta actividad se vincula con compuestos capaces de defender un sistema biológico del efecto potencialmente perjudicial de procesos que causan excesiva oxidación, involucrando especies reactivas del oxígeno.
- 3.3.2 Espectroscopia ultravioleta-visible (UV-vis):** Técnica de análisis químico y determinación estructural, basada en el principio según el cual las transiciones electrónicas de las moléculas se producen en la zona visible-ultravioleta del espectro electromagnético.
- 3.3.3 Oxidación:** Implica la pérdida de electrones de hidrogeno con la ganancia de oxígeno en la molécula.
- 3.3.4 Reducción:** Significa ganancia de electrones de hidrogeno con la perdida de oxígeno.
- 3.3.5 Radical Libre:** Átomo o grupo de átomos que no tienen todos sus electrones emparejados. Los radicales libres se forman cuando se rompen los puentes que unen las moléculas atómicas.
- 3.3.6 Sinergismo:** Se dice que el sinergismo se obtiene cuando dos o más antioxidantes presentes en un sistema muestran un efecto total supremo al que se puede estimar por una simple adición de sus efectividades individuales .
- 3.3.7 Trolox:** Es un antioxidante análogo de la vitamina E.
- 3.3.8 TEAC:** Capacidad Antioxidante Equivalente a Trolox.

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y Nivel de Investigación:

4.1.1 Tipo de Investigación:

- **Prospectiva:** Porque la población sujeta al estudio es observada a través del tiempo.
- **Longitudinal:** Las variables de la investigación son medidas a diferentes concentraciones.
- **Analítico:** Se da debido a que se realizó comparación de las variables.

4.1.2 Nivel de Investigación:

- **Explicativo:** En la investigación se comparan los resultados obtenidos al aplicar el método de DPPH (radical libre 2,2difetil-1-picrilhidrazilo)

4.2 Método y Diseño de Investigación:

4.2.1 Método de Investigación:

- **Deductivo:** Se partió de una idea General de referencia hacia algo en particular.

4.2.2 Diseño de Investigación:

- **Experimental:** Debido a que involucra métodos de manipulación sobre la variable.

4.3 Población y Muestra de la Investigación:

4.3.1 Población:

- Frutos de *Carica papaya* L. (papaya) del Mercado Mayorista N° 2 de Frutas del distrito de la Victoria – Lima, provenientes de Tingo María.
- Frutos de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) procedentes del Mercado Mayorista N° 2 de Frutas del distrito de la Victoria – Lima, proveniente de Huánuco.

4.3.2 Muestra:

- Un kilogramo de *Carica papaya* L. (papaya).
- Un kilogramo de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate).

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

4.4.1 Técnicas:

Método del radical libre 2,2difeníl-1-picrilhidrazilo (DPPH):

Es un método utilizado para medir la capacidad antioxidante de cualquier compuesto que tenga esta actividad. El fundamento del método del DPPH se basa en que este radical posee un electrón desapareado y es de color violeta-azulado, decolorándose hacia un amarillo pálido cuando se forma DPPH por reacción con una sustancia antioxidante, la absorbancia es leída en un espectrofotómetro UV-Vis (por su facilidad y precisión) a 517 nm⁽⁵⁶⁾, al realizar la diferencia de absorbancias nos permite conocer el porcentaje de captación de radicales libres.

4.4.2 Instrumentos de recolección de datos:

Para la recolección de datos y su mejor interpretación estos fueron colocados en formatos y/o registros impresos, con el fin de poder registrarse cada resultado obtenido. (Véase Anexo N° 02)

4.5 Procedimientos de recolección de datos:

4.5.1 Certificación taxonómica de la muestra:

La identificación y clasificación taxonómica de los frutos *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate), fue realizado por el Biólogo Cabrera Meléndez Jorge Luis. Biólogo del herbario de plantas medicinales del CENSI (Centro Nacional de Salud Intercultural) del INS (Instituto Nacional de Salud). (Véase Anexo N° 03 y N° 04)

4.5.2 Preparación de la muestra:

a) Material Vegetal:

El trabajo fue realizado con los frutos de *Carica papaya* L. (papaya) proveniente de Tingo María y de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) proveniente de Huánuco, obtenidas del Mercado Mayorista N° 2 de Frutas del distrito de la Victoria de la ciudad de Lima, adquiridas el mismo día de la preparación de las muestras, seleccionados manualmente con el fin de utilizar solo aquello que se encuentren en buen estado y desechar los frutos que presentaban un estado de descomposición o signos de deterioro.

b) Lavado:

Se limpiaron la superficie de las muestras con agua destilada, para la eliminación de la tierra adherida a la superficie y cualquier otro elemento extraño de las frutas.

c) Desinfección:

Las frutas fueron sumergidas en agua clorada durante 5 minutos con la intención de reducir la posible carga microbiana y posibles restos químicos e impurezas.

d) Despulpado:

- Para la preparación de las muestras se procedió a retirar las pepas y piel de cada fruto, con un cuchillo de acero inoxidable con su posterior trituración en un Mixer.
- Las mezclas obtenidas de estos frutos fueron recolectadas por separado en partes iguales: *Carica papaya* L. (papaya), *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) y otra correspondió de la unión de estos 2 frutos.

e) Preparación del extracto etanólico:

- Se maceró 2 gramos de cada muestra con 20 mililitros etanol 96° a temperatura ambiente con agitación magnética por una hora.
- Las muestras se conservaron y se procedió al filtrado de los extractos etanólicos a frascos protegidos de la luz ambiental.

f) Lectura de las Muestras:

- Se realizó empleando el equipo espectrofotómetro marca Varian perteneciente al Laboratorio de Química del INS (Instituto Nacional de Salud). (Véase Anexo N° 05)

4.5.3 Método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH):

- Método basado en la reducción de la absorbancia medida a 515 nm del radical DPPH•, método descrito por Brand-Williams et al. (1995)⁽⁵⁶⁾. Se inició con la preparación de la solución del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH•) a una concentración de 2 mg en 100 mL de metanol, el cual se protegió de la luz con papel aluminio para evitar su degradación.
- Se preparó una solución a partir del extracto etanólico obtenido de *Carica papaya* L. (papaya), de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) y de la unión de ambos frutos, a partir de la solución madre, se prepararon diferentes diluciones obteniendo las concentraciones finales de 700 ug/ml, 1700 ug/ml, 3300 ug/ml, 5000 ug/ml, 6700 ug/ml y 8300 ug/ml.
- La reacción se efectuó colocando en un tubo con 1,0 mL de la solución de los extractos de *Carica papaya* L. (papaya), de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) y la mezcla de ambos frutos, con 1.0 ml de metanol y 1,0 mL de la solución de DPPH.
- El blanco se preparó con 2.0 mL de metanol y 1 mL de la solución de los extractos.
- Luego se preparó 2.0 mL de DPPH con 1.0 mL de solución metanol para estándar. Se taparon todos los tubos, se agitaron y se dejaron reposar en la oscuridad durante 30 minutos, a cuyo término se procedió la lectura de la absorbancia con una cubeta de cuarzo a una longitud de onda de 517 nm, en un espectrofotómetro UV-VIS.
- A partir de las absorbancias obtenidas anteriormente se halló el porcentaje de capacidad antioxidante, que se calculó mediante la siguiente fórmula:

Fórmula para calcular la capacidad antioxidante:

$$\% \text{ Capacidad antioxidante} = \left[1 - \frac{(A2-A3)}{A1} \right] \times 100$$

Donde:

A1= Absorbancia del patrón de referencia (DPPH)

A2= Absorbancia de la muestra

A3= Absorbancia del blanco de muestra

- Una vez calculado los porcentajes de inhibición de cada una de las concentraciones de *Carica papaya* L. (papaya), *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) y de la mezcla de estos frutos, se determinó el (IC50) que es la concentración necesaria del antioxidante para reducir el 50% del radical DPPH•.⁽⁵⁷⁾ Se calculó utilizando el intercepto y la pendiente de la línea de regresión lineal.

Fórmula para calcular IC50:

$$IC_{50} = \frac{50-b}{m}$$

Dónde:

IC₅₀ = Concentración necesaria del antioxidante para reducir en un 50% la concentración inicial del radical DPPH•

b = Intercepto de la línea de regresión lineal

m = Pendiente de la línea de regresión lineal

- Para finalizar se comparó el valor con la curva estándar teniendo como patrón al Trolox, el cual es un antioxidante análogo de la vitamina E. Los resultados obtenidos se expresaron como ug equivalentes de Trolox/ g de muestra.

Este valor se convierte en Equivalentes Trolox (TEAC-por sus siglas en inglés, Trolox Equivalent Antioxidant Capacity)

Fórmula para hallar el TEAC:^(13,58)

$$\text{TEAC} = \frac{\text{IC}_{50} \text{ del Trolox } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{ml}}\right)}{\text{IC}_{50} \text{ de la muestra } \left(\frac{\text{g}}{\text{ml}}\right)}$$

Dónde:

TEAC = Capacidad antioxidante equivalente Trolox

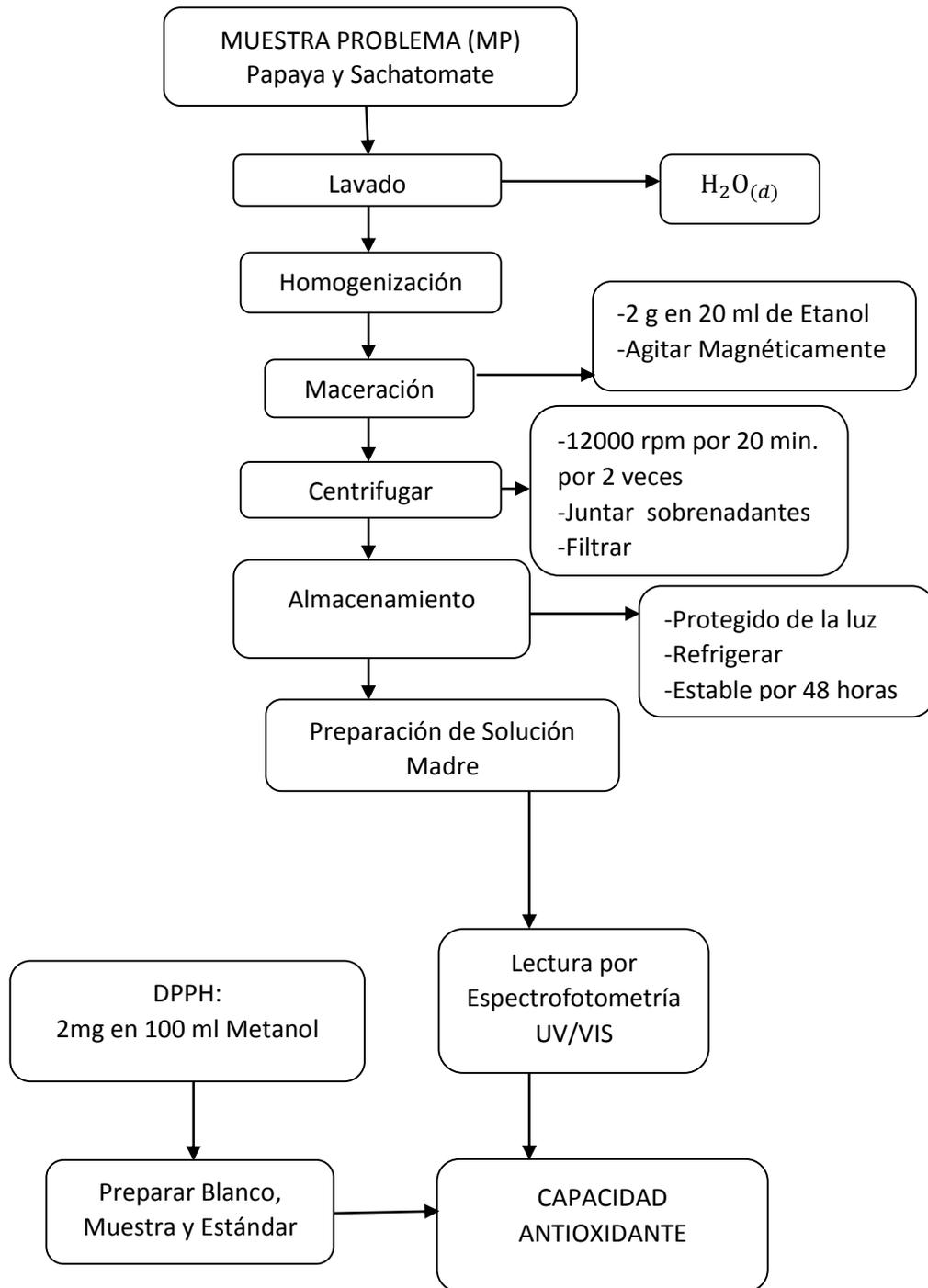
IC₅₀ del Trolox = Concentración a la cual el antioxidante Trolox inhibe el 50% de los radicales libres presentes.

IC₅₀ de la muestra = Concentración a la cual los antioxidantes de la Muestra inhiben el 50% de los radicales libres presentes.

4.5.4 Análisis estadístico:

Los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación fueron procesados por ANOVA (Análisis de Varianza) y la significancia estadística por la prueba de Tukey. Las diferencias en $p < 0.05$ fueron consideradas significativas.⁽⁸⁾ El programa utilizado fue SPSS Statistics versión 22.

Figura N° 08: Flujograma de trabajo



Fuente: Elaboración Propia (2017)

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis de tablas y gráficos:

Se empleó como patrón el ácido 6-hidroxi-2,5, 7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico (Trolox), que es un análogo sintético hidrosoluble de la vitamina E.

Cuadro N° 06: Porcentaje de captación de radicales libres del extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya)

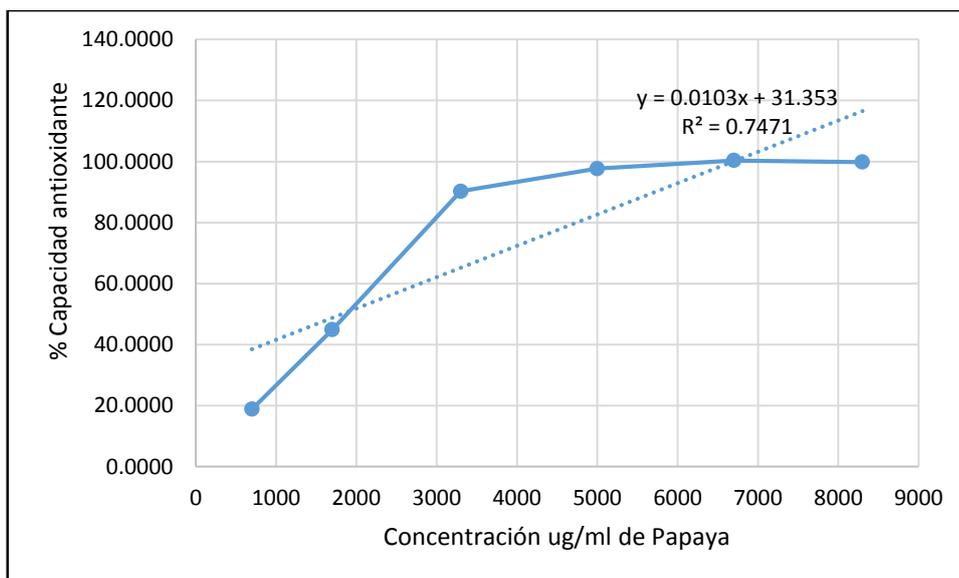
Concentración	Absorbancias	Promedio de Absorbancias	Porcentaje de Capacidad Antioxidante (%)
700 ug/ml	0.1352	0.1351	18.88
	0.1357		
	0.1344		
1700 ug/ml	0.0950	0.0951	44.92
	0.0949		
	0.0953		
3300 ug/ml	0.0262	0.0255	90.23
	0.0251		
	0.0251		
5000 ug/ml	0.0140	0.0141	97.66
	0.0141		
	0.0140		
6700 ug/ml	0.0097	0.0100	100.33
	0.0102		
	0.0102		
8300 ug/ml	0.0103	0.0108	99.80
	0.0110		
	0.0111		

Fuente: Elaboración propia (2017)

Interpretación:

La capacidad antioxidante fue medida por el porcentaje de captación de radicales libres con las concentraciones del extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya), obteniéndose los siguientes resultados: a concentraciones de 700 ug/ml , 1700 ug/ml, 3300 ug/ml, 5000 ug/ml, 6700 ug/ml, 8300 ug/ml: 18.88 %, 44.92 %, 90.23 %, 97.66 %, 100.33 %, 99.80 % respectivamente. Demostrando que con el aumento de la concentración aumenta la capacidad antioxidante, esto quiere decir que la concentración del extracto etanólico es directamente proporcional a la capacidad antioxidante.

Grafico N° 01: Curva estándar de la Papaya



Fuente: Elaboración propia (2017)

A partir de la ecuación de la curva se obtiene:

$$Y = mx + b \quad X = (y-b) / m$$

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{m}$$

$$IC_{50} = (50 - 31.353) / 0.01033$$

$$IC_{50} = 18.647 / 0.01033$$

$$IC_{50} = 1810.3884 \text{ ug/ml}$$

Interpretación:

Se calculó el coeficiente de inhibición (IC_{50}) del extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya), empleando la ecuación de la curva de calibración de la representación de porcentaje de capacidad antioxidante vs concentración, presentando un valor de 1810.3884 $\mu\text{g/ml}$. Demostrando que no se cumple la Ley de Lambert-Beer, por una marcada desviación, donde una pequeña variación en la concentración produce una marcada variación en el % Capacidad Antioxidante.

Cuadro N° 07: Porcentaje de captación de radicales libres del extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate)

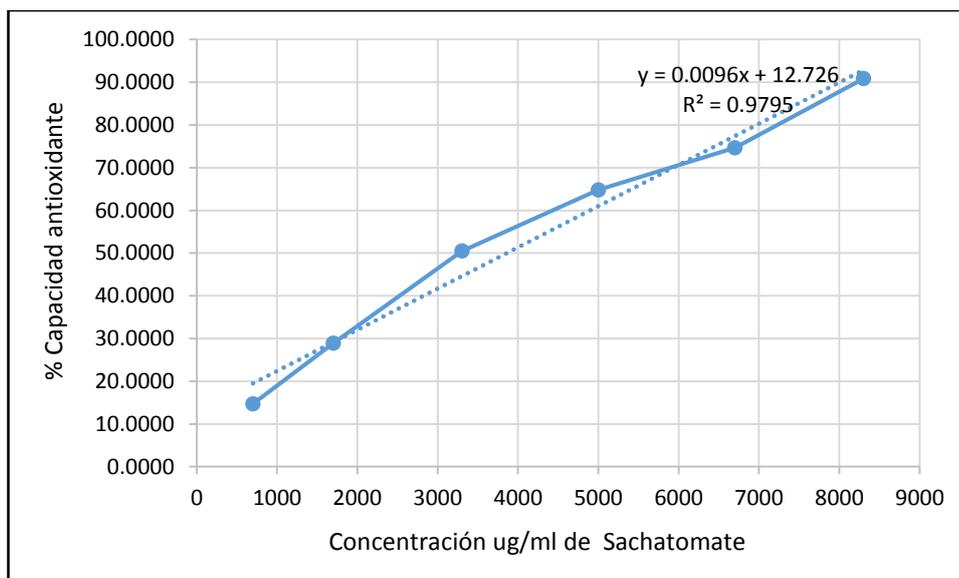
Concentración	Absorbancias	Promedio de Absorbancias	Porcentaje de Capacidad Antioxidante (%)
700 ug/ml	0.1399	0.1398	14.71
	0.1397		
	0.1398		
1700 ug/ml	0.1186	0.1180	28.91
	0.1177		
	0.1178		
3300 ug/ml	0.0849	0.0849	50.46
	0.0848		
	0.0850		
5000 ug/ml	0.0630	0.0629	64.78
	0.0628		
	0.0629		
6700 ug/ml	0.0477	0.0478	74.61
	0.0480		
	0.0478		
8300 ug/ml	0.0229	0.0229	90.82
	0.0230		
	0.0229		

Fuente: Elaboración propia (2017)

Interpretación:

La capacidad antioxidante fue medida por el porcentaje de captación de radicales libres con las concentraciones del extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate), obteniéndose los siguientes resultados a concentraciones de 700 ug/ml , 1700 ug/ml, 3300 ug/ml, 5000 ug/ml, 6700 ug/ml, 8300 ug/ml: 14.71 %, 28.91 %, 50.46 %, 64.78 %, 74.61 %, 90.82 % respectivamente. Demostrando que con el aumento de la concentración aumenta la capacidad antioxidante, esto quiere decir que la concentración del extracto etanólico es directamente proporcional a la capacidad antioxidante.

Grafico N° 02: Curva estándar de Sachatomate



Fuente: Elaboración propia (2017)

A partir de la ecuación de la curva se obtiene:

$$Y = mx + b$$

$$X = (y-b) / m$$

$$IC_{50} = \frac{50-b}{m}$$

$$IC_{50} = (50 - 12.726) / 0.0096$$

$$IC_{50} = 37.274 / 0.0096$$

$$IC_{50} = 3882.7083 \text{ ug/ml}$$

Interpretación:

Se calculó el coeficiente de inhibición (IC_{50}) del extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate), empleando la ecuación de la curva de calibración de la representación de porcentaje de capacidad antioxidante vs concentración, presentando un valor de 3882.7083 $\mu\text{g/ml}$. Demostrando que no se cumple la Ley de Lambert-Beer, por poca desviación, donde el % Capacidad Antioxidante no varía en forma importante con la concentración.

Cuadro N° 08: Porcentaje de captación de radicales libres del extracto etanólico de la mezcla de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate)

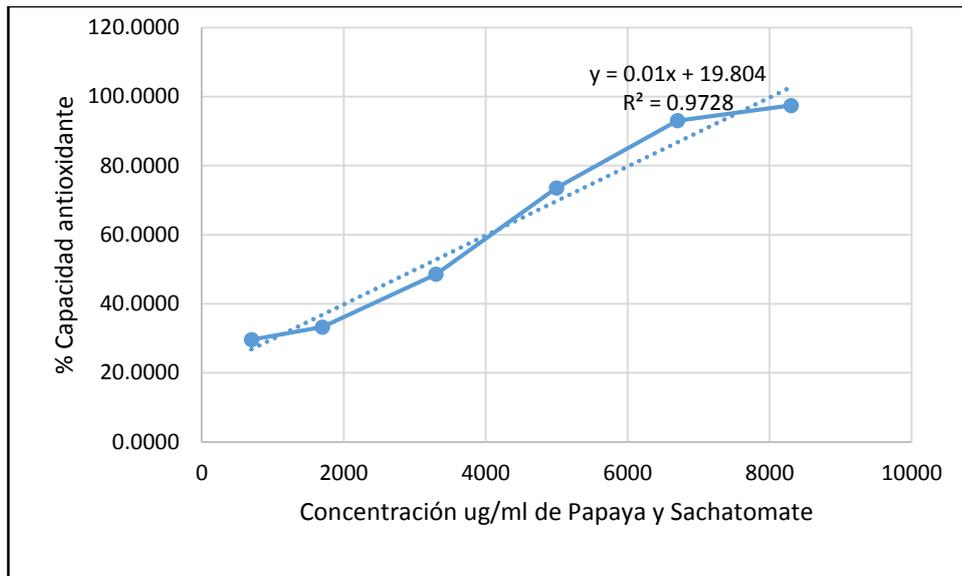
Concentración	Absorbancias	Promedio de Absorbancias	Porcentaje de Capacidad Antioxidante (%)
700 ug/ml	0.1174	0.1173	29.62
	0.1174		
	0.1171		
1700 ug/ml	0.1116	0.1117	33.27
	0.1118		
	0.1118		
3300 ug/ml	0.0897	0.0882	48.57
	0.0875		
	0.0873		
5000 ug/ml	0.0497	0.0498	73.567
	0.0501		
	0.0495		
6700 ug/ml	0.0198	0.0199	93.03
	0.0200		
	0.0200		
8300 ug/ml	0.0128	0.0131	97.46
	0.0136		
	0.0128		

Fuente: Elaboración propia (2017)

Interpretación:

La capacidad antioxidante fue medida por el porcentaje de captación de radicales libres con las concentraciones del extracto etanólico unión de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate), obteniéndose los siguientes resultados a concentraciones de 700 ug/ml , 1700 ug/ml, 3300 ug/ml, 5000 ug/ml, 6700 ug/ml, 8300 ug/ml: 29.62 %, 33.27 %, 48.57 %, 73.57 %, 93.03 %, 97.46 % respectivamente. Demostrando que con el aumento de la concentración aumenta la capacidad antioxidante, esto quiere decir que la concentración del extracto etanólico es directamente proporcional a la capacidad antioxidante.

Grafico N° 03: Curva estándar de la Mezcla



Fuente: Elaboración propia (2017)

A partir de la ecuación de la curva se obtiene:

$$Y = mx + b$$

$$X = (y-b) / m$$

$$IC_{50} = \frac{50-b}{m}$$

$$IC_{50} = (50 - 19.804) / 0.01$$

$$IC_{50} = 30.196 / 0.01$$

$$IC_{50} = 3019.6 \text{ µg/ml}$$

Interpretación:

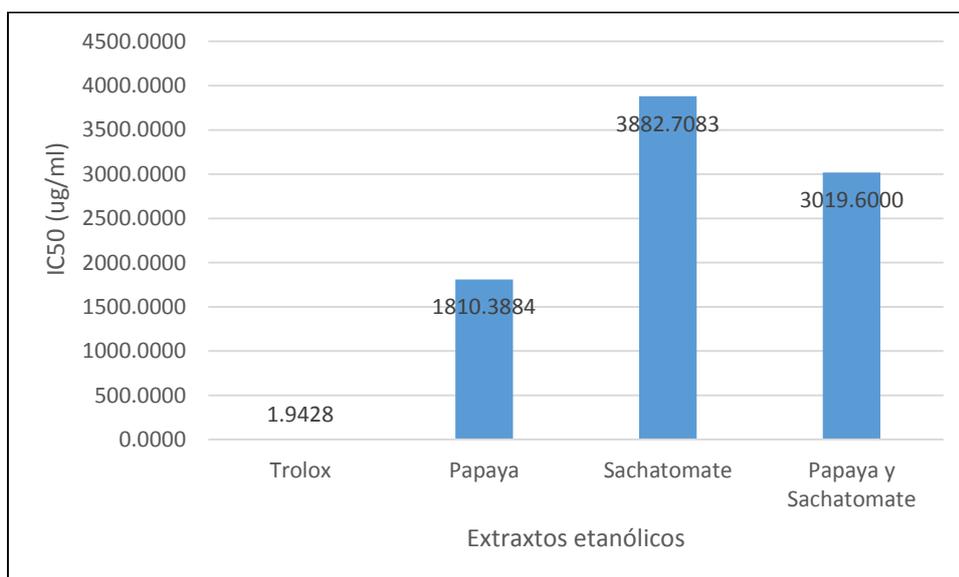
Se calculó el coeficiente de inhibición (IC_{50}) del extracto etanólico de la mezcla, empleando la ecuación de la curva de calibración de la representación de porcentaje de capacidad antioxidante vs concentración, presentando un valor de 3019.6 µg/ml. Demostrando que no se cumple la Ley de Lambert-Beer, por poca desviación, donde el % Capacidad Antioxidante no varía en forma importante con la concentración.

Cuadro N° 09: Capacidad antioxidante mediante la IC50 (ug/ml) de los extractos de las muestras

IC50 Trolox ug/ml	1.9428
IC 50 muestra ug/ml de la <i>Carica papaya</i> L. (papaya)	1810.3884
IC 50 muestra ug/ml del <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate)	3882.7083
IC 50 muestra ug/ml de la mezcla <i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate)	3019.6000

Fuente: Elaboración propia (2017)

Grafico N° 04: Capacidad antioxidante mediante la IC50 (ug/ml) de los extractos de las muestras



Fuente: Elaboración propia (2017)

Interpretación:

Se muestra la capacidad antioxidante mediante la IC50 (ug/ml) del Trolox, *Carica papaya* L. (papaya), *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) y mezcla de *Carica papaya* L. (papaya) con *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate), donde el Trolox muestra una mayor capacidad antioxidante seguido por el extracto etanólico papaya, mezcla de papaya con sachatomate y por último el sachatomate. Demostrando que no se produce sinergia con la mezcla de *Carica papaya* L. (papaya) con *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate). (Véase la Tabla N° 9 y Grafico N° 4)

Cuadro N° 10: Equivalencias del resultado de la extracción expresado en Trolox por gramo de la muestra

Equivalente ug Trolox/g	
<i>Carica papaya</i> L. (papaya)	1073.37
<i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate)	500.33
<i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate)	643.31

Fuente: Elaboración propia (2017)

Cuadro N° 11: Valores expresados en umol equivalente de Trolox

Equivalente umol Trolox/g	
<i>Carica papaya</i> L. (papaya)	4.29
<i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate)	2.00
<i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate)	2.57

Fuente: Elaboración propia (2017)

5.2 Discusión de los resultados:

- En la presente investigación, se evaluó el efecto sinérgico de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante, donde se demostró que los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya), *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) y la mezcla de los extractos etanólicos, a medida que aumenta la concentración se incrementa el porcentaje de la capacidad antioxidante resultados que concuerdan con las conclusiones de Barea A. Montserrat. (2015) en su investigación: **“Caracterización, capacidad antioxidante y perfil fenólico de frutas subtropicales producidas y comercializadas en la costa de granada-Málaga”**, donde refiere que al aumentar el contenido de los frutos en estudio también aumenta la capacidad antioxidante de estos.
- El extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) demostró poseer mayor capacidad antioxidante, el resultado obtenido por el método DPPH (1,1 difenil-2-picrilhidrazilo) fue 2.00 umol Trolox/g, cuyo resultado difiere de los obtenidos por Rojas et al (2017) en su investigación: **“Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceun cav.*)”**, quienes obtuvieron 1.38 umol Trolox/g, pero coincide con el resultado obtenido por el método ABTS.
- La fruta con mayor capacidad antioxidante (0.0043 mM TEAC/g), fue la papaya seguida del sachatomate con (0.002 mM TEAC/g), siendo estos valores inferiores y diferente al reportado por Morillas y Delgado. (2012) en su investigación: **“Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de**

capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales". quienes indican que el sachatomate es el fruto con mayor capacidad antioxidante ($213.67 \pm 0,06$ mM TEAC/g), siendo después la papaya con (100.97 ± 0.01 mM TEAC/g).

- El extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya) presento una significativa capacidad antioxidante, con un resultado de 2.29 mmol TEAC/g, siendo menor al obtenido por Barea (2015) en su investigación: **“Caracterización, capacidad antioxidante y perfil fenólico de frutas subtropicales producidas y distribuidas en la costa de Granada - Málaga”**, quienes obtuvieron 14,16 mmol TEAC/g.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el método de captación de radicales libres por el reactivo de DPPH (2,2-difenil -1-picrilhidrazil), la mezcla de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) no presenta efecto sinérgico en su capacidad antioxidante.
- El extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya) presento capacidad antioxidante con un coeficiente de inhibición (IC50) de 1810.3884 ug/mL.
- El extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) presento capacidad antioxidante con un coeficiente de inhibición (IC50) de 3882.7083 ug/mL.
- El extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya) presento un IC50 de 1810.3884 ug/mL que resulto mayor en comparación con el extracto etanólico de *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) con un IC50 de 3882.7083 ug/mL, esto se debe al hecho de a menor IC50 es mayor su capacidad antioxidante, porque tiene una relación inversa.
- La mezcla de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) tuvo 3019.6 ug/mL como coeficiente de inhibición (IC50), presentando una capacidad antioxidante menor que el extracto etanólico de *Carica papaya* L. (papaya).

RECOMENDACIONES

- Trabajar en óptimas condiciones para poder prevenir una degradación de compuestos antioxidantes sensibles a la luz.
- Realizar el estudio de la capacidad antioxidante en otras variedades de papaya, sachatome y otros alimentos por la existencia de un elevado número de pacientes con enfermedades crónicas degenerativas asociadas a la producción de radicales libres, para promover su consumo y uso en nuestra población.
- Utilizar otros métodos para evaluar la capacidad antioxidantes para realizar una comparación de resultados y ver cuáles presentan resultados similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aranceta B. Javier y Pérez R. Carmen. Frutas, Verduras y Salud [Libro electrónico]. Barcelona-España: Masson; 2006 [Citado: 2017 Agosto 06]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=lf2ENqizEIAC&printsec=frontcover&dq=Frutas+y+verduras+y+salud&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjNx8LE1cbVAhUC1CYKHZPeCKwQ6AEIJTAA#v=onepage&q=Frutas%20y%20verduras%20y%20salud&f=false>
2. Lira S. Julio. Gestión: El diario de economía y negocios de Perú [En línea]. Cáncer en Perú: El 85% de casos se detectan en estadios avanzados. 05 de Febrero del 2016. [consulta: 06 Julio 2017]. Disponible en:
<http://gestion.pe/tendencias/cancer-peru-85-casos-se-detectan-estadios-avanzados-2154023>
3. Gil H. Ángel. Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos [Libro electrónico]. 2º Edición. Madrid-España: Panamericana; 2010 [Citado: 2017 Agosto 24]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PT222&dq=consumir+frutas+y+verduras+para+salud&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj_kuLsx_DVAhVHMSYKHWz6BBMQ6AEIVTAJ#v=onepage&q=frutas%20antioxidante&f=false
4. Benito P. Pedro, Calvo B. Socorro, Gómez C. Carmen y Iglesias R. Carlos. Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio físico y deporte [Libro electrónico]. Madrid-España: UNED Ciencias de la Salud; 2014. [Citado: 2017 Agosto 02]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=MiiEAWAAQBAJ&pg=PT498&dq=antioxidantes&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2huXLmLzVAhWF5CYKHcAmA3c4ChDoAQgkMAA#v=onepage&q=antioxidantes&f=false>

5. Preciado Iñiga G. y Bárcenas Pozos M. El tamarillo (*Cyphomandra betacea*) y su importancia como fuente de compuestos antioxidantes. [publicación periódica en línea]. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 2014. [Citado: 2017 julio 18]; 8(1) [48- 53 pp.] Disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-81-Preciado-Iniga-et-al-2014.pdf>
6. Festy Danile. Antioxidantes: Guía práctica [Libro electrónico]. España: Robínbook; 2007 [Citado: 2017 agosto 24]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=dMe726KbgMgC&pg=PA224&dq=antioxidante+y+envejecimiento&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjGuOKck_HVAhUleCYKHfWoDIsQ6AEINDAD#v=onepage&q=antioxidante%20y%20envejecimiento&f=false
7. Rojas B. Daniella, Repo de Carrasco Ritva y Encina Z. Christian. Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). [Publicación periódica en línea] Revista de la sociedad Química del Perú. 2017. [Citada: 10 julio 2018]; 83 (2): [aproximadamente 13 pp.]
Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v83n2/a04v83n2.pdf>
8. Valencia Zanhy, Cámara Fernando, Ccapa Karina, Catacora Policarpo y Quispe Fredy. Compuestos Bioactivos y Actividad antioxidante de semillas de Quinoa Peruana (*Chenopodium quinoa* W.). [Publicación periódica en línea] Revista de la sociedad Química del Perú. 2017. [Citada: 12 julio 2018]; 83 (1): [aproximadamente 14 pp.] Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v83n1/a03v83n1.pdf>
9. Aparcana A. Isabel y Villareal I. Leydi. Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú. [Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico]. Lima-Perú:

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Carrera de Farmacia y Bioquímica; 2014

10. Barea A. Montserrat. Caracterización, capacidad antioxidante y perfil fenólico de frutas subtropicales producidas y comercializadas en la costa de Granada-Málaga [Tesis para optar el Doctorado en Nutrición y Tecnología de los Alimentos]. Granada-España: Universidad de Granada, Facultad de Farmacia, Carrera de Nutrición y Tecnología de los Alimentos; 2015

11. Reyes M. Abigail, Alanís C. Luzma, Vázquez E. Ariel y Carrillo I. Luisa. Propiedades antioxidantes de extractos acuosos frescos y secos de cáscara de *C. papaya* L. [Publicación periódica en línea] Revista de Ciencias de la Salud. 2016 Marzo [Citada: 03 de setiembre de 2017]; 3(6): [44-49 pp.] Disponible en:
http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_de_la_Salud/vol3num6/Revista_Ciencias_de_la_Salud_V3_N6_6.pdf

12. Hernández Josué, Fernández Viluzca y Sulbarán Betzabé. Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (*Carica papaya*). [Publicación periódica en línea] ResearchGate. 2014 Enero. [Citado: 2017 agosto 19]; 2 [195-201pp.]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/284712402_Caracterizacion_fisicoquimica_actividad_antioxidante_y_contenido_de_polifenoles_totales_en_pulpa_de_lechosa_Carica_papaya

13. Márquez Carlos, Otero Claudia, Rojano Benjamín y Osorio Jairo. Actividad antioxidante y concentración de compuestos fenólicos del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.) en poscosecha. [Publicación periódica en línea]. 2014-Diciembre [Citada: 2017 agosto 01]; volumen 19(2) [173-184 pp.] Disponible en:

<http://portalrevistas.unicordoba.edu.co/ojs/index.php/temasagrarios/articulo/viewFile/1008/1029>

- 14.** Morillas R. Juana y Delgado A. J. Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. [Publicación periódica en línea]. 2012 [Citada: 2017 agosto 01]; volumen 32(2) [08-20 pp.] Disponible en: http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD_10/Nutricion_y_Dietetica/71.pdf#page=8
- 15.** Flores G. Saida y Hernández R. Candy. Evaluación bromatológica del *Lycopersicum esculenta* M. (tomate regional) y su capacidad antioxidante [Tesis para optar el grado de Licenciadas en Bromatología y Nutrición Humana]. Iquitos-Perú: Universidad Nacional de la Amazonia, Industrias Alimentarias, Bromatología y Nutrición Humana; 2016
- 16.** Rodas C. Evelyn, López H. Karen y Tul B. Yeni. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos frutales como alternativa a los antioxidantes sintéticos en preparaciones cosméticas tipo emulsión. [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia; 2010
- 17.** Camps Diego, Ruffino Sergio, Majul Enrique y Joison Agustin. Manual de Fitoterapia [Libro electrónico]. Barcelona-España: Elsevier; 2007 [Citado: 2017 agosto 04]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=SgZjLFGBAAC&pg=PA33&dq=compuestos+fenolicos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjTrcf6w77VAhWCRyYKHapNBf4Q6AEIJTAA#v=onepage&q&f=false>

- 18.** Muller T. Kely. “Capacidad antioxidante y contenido de flavonoides entre las semillas de chia negra (*Salvia nativa*) y chia blanca (*Salvia hispánica* L.) Puno, octubre 2014 – enero 2015”. [Tesis para optar el título de licenciada en Nutrición Humana]. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias de la Salud; 2015
- 19.** Oliveira B. Gisela. “Capacidad antioxidante de *Averrhoa carambola* L. (carambola) frente a sistemas generadores de radicales libres”. [Tesis para optar el grado de Magister en Nutrición con mención en Aspectos Biológicos de la Nutrición]. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Humana; 2014
- 20.** Moscoso M. Elibet. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de cinco clones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) y del puré deshidratado. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Andahuaylas-Perú: Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Agroindustrial; 2014
- 21.** Causse Céline. Los secretos de salud de los antioxidantes. [Libro electrónico]. Europa: Hispano Europea; 2010. [Citado: 2017 Agosto 02]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=ARlknnNEZ4wC&printsec=frontcover&dq=los+secretos+de+salud+de+los+antioxidantes&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOj6TQI7zVAhWLZiYKHfeBCdEQ6AEIJTAA#v=onepage&q=los%20secretos%20de%20salud%20de%20los%20antioxidantes&f=false>
- 22.** Vasudevan DM, Sreekumari S. y Kannan Vaidyanathan. Texto de Bioquímica. 6° Edición. Panamá: Jaypee-Highlights; 2011

- 23.** Delgado O. Luis, Betanzos C. Gabriel y Sumaya M. Teresa. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. [publicación periódica en línea] 2010 diciembre. [Citado: 2017 agosto 03]; 1(50) [10-15 pp.]. Disponible en:
https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icsa/LI_NutriMole/Gabriel_Bet/importancia.pdf
- 24.** Tovar del Rio Jennifer. Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectada en la ecorregión cafetera. [Tesis para optar el título de Químico Industrial]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología, Tecnología Química; 2013
- 25.** Venereo G. Justo. Daño oxidativo, Radicales libres y antioxidantes. [Publicación periódica en línea]. 2002 [Citada: 2017 agosto 03]; volumen 31(2) [126-33 pp.] Disponible en:
http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31_2_02/MIL09202.pdf
- 26.** Behrman Richard, Kliegman Robert y Jenson. Tratado de pediatría. [Libro electrónico]. 17° Edición. Madrid-España: Elsevier; 2004 [Citado: 2017 agosto 03]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=6a_ILbxRKwkC&pg=PA184&dq=vitamina+C:+acido+ascorbico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiq_aqT873VAhVHziYKHbhpB2EQ6AEIKTAB#v=onepage&q=vitamina%20C%3A%20acido%20ascorbico&f=false
- 27.** Calvo B. Socorro, Gómez C. Carmen, López N. Consuelo y López P. Bricia. Manual de alimentación: Planificación alimentaria [Libro electrónico]. Madrid-España: UNED; 2016 [Citado: 2017 agosto 03]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=UozCCwAAQBAJ&pg=PT213&dq=vitamina+e:+tocoferol&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwir8YSwjL7VAhXD>

7SYKHxjYBHM4ChDoAQgqMAE#v=onepage&q=vitamina%20e%3A%20tocoferol&f=false

28.Dorosz. Tabla de vitaminas, sales minerales, oligoelementos [Libro electrónico]. Europa: Hispano Europea; 2005 [Citado: 2017 agosto 03].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=sxGGCoV8iysC&pg=PA22&dq=vitamina+e:+tocoferol&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwir8YSwjL7VAhXD7SYKHxjYBHM4ChDoAQg4MAM#v=onepage&q=vitamina%20e%3A%20tocoferol&f=false>

29.Martínez M. María. Formulación de un aderezo a base de tomate y aceite de oliva, evaluación fisicoquímica, microbiológica, sensorial y licopeno presente. [Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Alimentarias] Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Básicas; Mayo-2009

30.Camps Diego, Ruffino Sergio, Majul Enrique y Joison Agustin. Bioquímica del estrés oxidativo [Libro electrónico]. Argentina: Lulu; 2010 [Citado: 2017 Agosto 23]. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=QcELAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=bioquimica+del+estres+oxidativo:+antioxidantes&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiw1_jGz77VAhUB4iYKHa84AEEQ6AEIJTAA#v=onepage&q=bioquimica%20del%20estres%20oxidativo%3A%20antioxidantes&f=false

31.Meléndez M. Antonio, Vicario Isabel y Heredia Francisco. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. [publicación periódica en línea]. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2015 Junio. [Citado: 2017 julio 17]; 54(2) [aproximadamente 17 pp.] Disponible en:

<https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/26409/Estabilidad%20de%20los%20pigmentos%20carotenoides%20en%20los%20alimentos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 32.** Aranda A. Clara. Análisis cualitativo y cuantitativo de licopeno y ácido ascórbico en tomate y fresa, en presencia de microorganismos endófitos. [Trabajo para optar el grado de Master en Biotecnología Avanzada]. Universidad Internacional de Andalucía, Facultad de Química. 2013

- 33.** Gil Hernández Ángel. Tratado de nutrición: Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. 2º Edición. Madrid-España: Panamericana; 2010

- 34.** Castillo G. Encarna y Martínez S. Isabel. Manual de Fitoterapia [Libro electrónico]. Barcelona-España: Elsevier; 2007 [Citado: 2017 agosto 04]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=SgZjLFGBAAC&pg=PA33&dq=compuestos+fenolicos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjTrcf6w77VAhWCRyYKHaPNBf4Q6AEIJTAA#v=onepage&q&f=false>

- 35.** Martínez V. Jesica. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos orgánicos de semillas de *Helicarpus terebinthinaceus*". [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Alimentos]. Oaxaca-México: Universidad Tecnológica de la Mixteca, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Alimentaria; 2007

- 36.** Coronado Marta, Vega Salvador, Gutiérrez León, Vázquez Marcela y Radilla Claudia. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. [publicación periódica en línea]. Revista chilena de Nutrición. 2015 Junio. [Citado: 2017 julio 17]; 42(2) [206- 212 pp.] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182015000200014&script=sci_arttext

- 37.** Youngson Robert. Antioxidantes y Radicales Libres [Libro electrónico]. España: Printed in Spain; 2003 [Citado: 2017 agosto 04]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=SNthxQBeHkUC&printsec=frontcover&dq=radicales+libres&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2nZSIhrzVAhUBUyYKHRAKbk8Q6AEIJTAA#v=onepage&q=radicales%20libres&f=false>
- 38.** Maldonado S. Octavio, Jiménez V. Eric, Guapillo V. Mario, Ceballos R. Guillermo y Méndez B. Enrique. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. [publicación periódica en línea]. 2010 Octubre. [Citado: 2017 noviembre 03]; [32-39 pp.] Disponible en: https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol10_num2/articulos/radicales.pdf
- 39.** Sánchez V. Vicente y Méndez S. Nahúm. Estrés oxidativo, antioxidante y enfermedades. [publicación periódica en línea]. Revista de Investigación Médica Sur México. 2013 Septiembre. [Citado: 2017 Octubre]; 20(3) [161- 168 pp.] Disponible en: <http://www.medicasur.com.mx/pdf-revista/RMS133-AR01-PROTEGIDO.pdf>
- 40.** Fonnegra G. Ramiro y Jiménez R. Silvia. Plantas medicinales aprobadas en Colombia [Libro electrónico]. 2º Edición. Colombia: Universidad de Antioquia; 2007 [Citado: 2017 agosto 21]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=K8eI-7ZeFpsC&pg=PA202&dq=papaya+botanica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwil4tjd_ufVAhXFWCYKHQ5qD5cQ6AEIUDAI#v=onepage&q=papaya%20botanica&f=false
- 41.** León Jorge. Botánica de los cultivos tropicales [Libro electrónico]. 3º Edición. Costa Rica: IICA; 2000 [Citado: 2017 agosto 21]. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=NBtu79LJ4h4C&pg=PA140&dq=papaya+botanica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiWtdCU_efVAhXC5yYKH8UDTYQ6AEIJTAA#v=onepage&q=papaya%20botanica&f=false

- 42.** Arango M. María. Plantas Medicinales: Botánica de interés Medico [Libro electrónico]. Colombia; 2006 [Citado: 2017 agosto 21]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=fefaqvwHHoYC&printsec=frontcover&dq=Plantas+medicinales:+botanica+de+interest+medico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiX6eqI_ufVAhXHwiYKHcnzAioQ6AEIJTAA#v=onepage&q=Plantas%20medicinales%3A%20botanica%20de%20interest%20medico&f=false
- 43.** Mejías Magdalena y Aflallo Armando. La Salud está en su Despensa: El poder curativo de los alimentos [Libro electrónico]. Madrid- España: EDAF; 2007 [Citado: 2017 agosto 21]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=xkBGhzqFU6MC&pg=PA187&dq=papaya+beneficios&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjTsZ-hgOjVAhVKwiYKHU_nARkQ6AEINDAD#v=onepage&q=papaya%20beneficios&f=false
- 44.** Delecroix Jean. Los 170 alimentos que cuidan de ti [Libro electrónico]. Barcelona: Amat; 2016 [Citado: 2017 agosto 21]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=WcZ2CwAAQBAJ&pg=PT458&dq=papaya+beneficios&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjTsZ-hgOjVAhVKwiYKHU_nARkQ6AEIKTAB#v=onepage&q=papaya%20beneficios&f=false
- 45.** Jiménez D. José. Manual práctico para el cultivo de la papaya Hawaiana [Libro electrónico]. Guácimo-Costa Rica: EARTH; 2002 [Citado: 2017 Octubre 12]. Disponible en: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90022688.pdf>

- 46.** Pamplona R. Jorge. Alimentos que curan [Libro electrónico]. Madrid-España: Safeliz; 1995 [Citado: 2017 Setiembre 10]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=1fxzqvrLoZsC&pg=PA75&lpg=PA75&dq=PROPIEDADES+DE+LA+PAPAYA+PAMPLONA&source=bl&ots=NlplQiuml&sig=0s6LRKgXbb1OFRlyv5JbeP6ZfEo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjW7KTnIjzWAhWlQIYKHcGtC_IQ6AEILDAB#v=onepage&q=PROPIEDADES%20DE%20LA%20PAPAYA%20PAMPLONA&f=false
- 47.** Cuesta Lorena, Andrade María, Moreno Carlota y Concellón Analía. Contenido de compuestos antioxidantes en tres estados de maduración de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivado a diferentes alturas (m.s.n.m.). [Publicación periódica en línea] 2013 Junio [Citada: 09 de julio de 2017]; 4(1): [aproximadamente 18 pp.] Disponible en: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/23/22>
- 48.** Díaz R. Julián. Descubre los frutos exóticos [libro electrónico]. Madrid: Norma-Capitel; 2004 [Citado: 2017 julio 17]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=DFI1ZhGk614C&pg=PA412&dq=sachatomate&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiPk43xiPDUAhXETSYKHW F4APgQ6AEILTAC#v=onepage&q=sachatomate&f=false>
- 49.** Chávez C. Cynthia y Ortiz O. Katherine. Efecto del consumo de jugo de tomate de árbol sobre indicadores bioquímicos en el personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Periodo 2014-2015 [Tesis para optar el Título de licenciatura en Nutrición y Salud Comunitaria]. Ecuador: Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Salud Comunitaria; 2016
- 50.** Torres Alexia. Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*)(Cav.)

Sendtn [Publicación periódica en línea] Archivo latinoamericanos de nutrición. 2012 [Citada: 06 julio de 2017]; 62 (4)

Disponible en: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2012/4/art-10/>

- 51.** Mori M. Alan y Carmen T. Lizett. "Evaluación de la relación extracto de aguaymanto (*Physalis peruviana*): pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y harina de arracacha (*Arracaccia xanthoryza Brancoff*) en la elaboración de una salsa condimentadora". [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Chachapoyas - Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Ingeniería Agroindustrial; 2015
- 52.** Alvarado Andrey, Arroyo Ana Gabriela, Fournier Ana Teresa, Sánchez Carolina, Villalta Mauren y Garro Giovanni. Aspectos biológicos, usos agrícolas y medicinales del "tomate de palo" (*Cyphomandra betacea*). [Publicación periódica en línea] Revista Tecnología en Marcha. 2003 [Citada: 10 setiembre 2017]; 16 (4): [aproximadamente 68-72 pp.]
Disponible en:
http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1493/1376
- 53.** Figueroa F. Jorge. Desarrollo de una bebida obtenida de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) enriquecida con aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller). [Tesis para optar el título de Magister en Ingeniería Agroindustrial]. Medellín - Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias; 2016
- 54.** Carrión J. Ana y García G. Cándida. Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica. [Tesis para optar el título profesional de Bioquímicas y Farmacéuticas]. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Bioquímica Y Farmacia; 2010

55. Agudo M. Laura. Técnicas para la determinación de compuestos antioxidantes en alimentos. [Revista en línea]. Autodidacta. 1995 [Citado: 2017 octubre 31]; [27-34 pp.] Disponible en: http://www.anpebadajoz.es/autodidacta/autodidacta_archivos/numero_9_archivos/l_a_medina.pdf
56. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. [publicación periódica en línea]. Lebensm-Wiss U – Technol. 1995 [Citado: 2017 agosto 14]; 28 [25-30 pp.] Disponible en: http://radio.cuci.udg.mx/bch/EN/Manuals/Techniques/DPPH-original_LebensWissTechnol_1995-v28-p25.pdf
57. Ruiz R. Segundo, Venegas C. Edmundo, Díaz S. Hugo y Rodríguez Q. Iván. Capacidad antioxidante in vitro de las isoflavonas totales obtenidas de semillas de *Glycine max* L. (Soya) provenientes de la provincia de Jaén-Cajamarca. [publicación periódica en línea]. UCV - Scientia. 2015 Mayo. [Citado: 2017 septiembre 23]; 4(1) [aproximadamente 23-32 pp.] Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/UCV-SCIENTIA/article/view/316/205>
58. Granados Clemente, Yáñez Xiomara y Acebedo Diofanor. Evaluación de la Actividad Antioxidante del Aceite Esencial Foliar de *Myrcianthes leucoxylla* de Norte de Santander (Colombia). [publicación periódica en línea]. Información tecnológica. 2014. [Citado: 2017 septiembre 23]; 25 (3) [aproximadamente 11 - 16 pp.] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642014000300003

ANEXO

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de Proyecto de Tesis: EFECTO SINÉRGICO DE LOS EXTRACTOS ETANOLICOS DE *Carica papaya* L. (PAPAYA) Y *Solanum betaceum* Cav. (SACHATOMATE) SOBRE SU CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>¿Tiene efecto sinérgico la mezcla de los extractos de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante?</p> <p><u>Problemas Específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto etanólico de <i>Carica papaya</i> L. (papaya)? - ¿Cuál es la capacidad antioxidante del extracto etanólico de <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate)? - ¿Cuál de los extractos etanólicos posee mayor capacidad antioxidante? - ¿Cuál es la capacidad antioxidante de la mezcla de los extractos etanólicos de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate)? 	<p>Evaluar si existe efecto sinérgico en la mezcla de los extractos etanólicos de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante.</p> <p><u>Objetivos Específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la capacidad antioxidante del extracto etanólico de <i>Carica papaya</i> L. (papaya). - Determinar la capacidad antioxidante del extracto etanólico de <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate). - Comparar cuál de los extractos etanólicos posee mayor capacidad antioxidante. - Determinar la capacidad antioxidante de la mezcla de los extractos etanólicos de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate). 	<p>La mezcla de los extractos etanólicos de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) y <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate) presenta efecto sinérgico sobre su capacidad antioxidante.</p> <p><u>Hipótesis Específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - El extracto etanólico de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) presenta capacidad antioxidante. - El extracto etanólico de <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate) presenta capacidad antioxidante. - Es probable que el extracto etanólico de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) presente mayor capacidad antioxidante que el de <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate). - La mezcla de los extractos etanólicos presenta una mayor capacidad antioxidante. 	<p><u>Tipo de Investigación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Prospectiva -Longitudinal -Analítico <p><u>Nivel de Investigación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Explicativo 	<p><u>Método de Investigación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Deductivo <p><u>Diseño de Investigación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Experimental 	<p><u>Variable Independiente (X):</u></p> <p>Concentración de los Extractos etanólicos.</p> <p><u>Indicadores:</u></p> <p>% Capacidad Antioxidante</p> <p><u>Variable Dependiente (Y):</u></p> <p>Capacidad Antioxidante de los extractos etanólicos</p> <p><u>Indicadores:</u></p> <p>IC50 (ug/ml)</p>	<p><u>Población:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Frutos de <i>Carica papaya</i> L. (papaya) del Mercado Mayorista N° 2 de Frutas del distrito de la Victoria – Lima provenientes de Tingo María. -Frutos de <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate) procedentes del Mercado Mayorista N° 2 de Frutas del distrito de la Victoria – Lima proveniente de Huánuco. <p><u>Muestra:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Un kilogramo de <i>Carica papaya</i> L. (papaya). - Un kilogramo de <i>Solanum betaceum</i> Cav. (sachatomate).

ANEXO N° 03: CERTIFICACION BOTANICA DE LA PAPAYA

BIÓLOGO JORGE LUIS CABRERA MELÉNDEZ

BIÓLOGO CON MENCIÓN EN BOTÁNICA

AV. LA PAZ 124 SAN MIGUEL

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

05 de setiembre del 2017

Bach. Brith Susan Medina Canales

De mi mayor consideración

Estimada Bachiller Brith Susan Medina Canales, egresada de la Universidad Alas Peruanas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, por medio de la presente se CERTIFICA lo siguiente:

Habiéndose recepcionado y después de revisar 01 ejemplar herborizado de 01 fruto de la planta medicinal denominada "*Papaya*", para dar opinión respecto a su identidad taxonómica, mencionándose que dicha especie medicinal servirá a Usted para desarrollar la tesis denominada "Efecto sinérgico de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante", por lo que solicita se le pueda extender la certificación correspondiente;

Se CERTIFICA que la clasificación taxonómica e identidad científica de la planta en mención, la cual es como sigue:

- Clase: Equisetopsida C. Agardh
- Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.
- Superorden: Rosanae Takht.
- Orden: Brassicales Bromhead
- Familia: Caricaceae Dumort.
- Género: *Carica* L.

Especie: ***Carica papaya* L.**


.....
JORGE LUIS CABRERA MELÉNDEZ
BIÓLOGO
C.B.P. 11018

BIÓLOGO JORGE LUIS CABRERA MELÉNDEZ

ANEXO N° 04: CERTIFICACION BOTANICA DEL SACHATOMATE

BLGO. JORGE LUIS CABRERA MELÉNDEZ

BIOLOGO CON MENCION EN BOTANICA

AV. LA PAZ 324 SAN MIGUEL

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

05 de setiembre del 2017

Bach. Brith Susan Medina Canales

De mi mayor consideración

Estimada Bachiller Brith Susan Medina Canales, egresada de la Universidad Alas Peruanas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, por medio de la presente se certifica lo siguiente:

Habiéndose recepcionado y después de revisar 01 ejemplar herborizado de 04 frutos de la planta medicinal denominada "*Sachatomate*", para dar opinión respecto a su identidad taxonómica, mencionándose que dicha especie medicinal servirá a Usted para desarrollar la tesis denominada "Efecto sinérgico de los extractos etanólicos de *Carica papaya* L. (papaya) y *Solanum betaceum* Cav. (sachatomate) sobre su capacidad antioxidante", por lo que solicita se le pueda extender una constancia;

Se CERTIFICA que la clasificación taxonómica e identidad científica de la planta en mención, la cual es como sigue:

- Clase: Equisetopsida C. Agardh
- Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.
- Superorden: Asteranae Takht.
- Orden: Solanales Juss. ex Bercht. & J. Presl
- Familia: Solanaceae Juss.
- Género: *Solanum* L.

Especie: ***Solanum betaceum* Cav.**

Así mismo se hace notar que el nombre *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. es un sinónimo de *Solanum betaceum* Cav.


JORGE LUIS CABRERA MELÉNDEZ
BIOLOGO
C.B.P. 11016

BLGO. JORGE LUIS CABRERA MELÉNDEZ

ANEXO N° 05: CONSTANCIA

CONSTANCIA

Se deja constancia que se ha empleado el equipo espectrofotómetro marca Varian perteneciente al Laboratorio de Química del Instituto Nacional de Salud para la lectura de las muestras correspondientes al proyecto: **"EFECTO SINERGICO DE LOS EXTRACTOS ETANOLICOS DE *Carica papaya* L. (PAPAYA) Y *Solanum betaceum* Cav. (SACHATOMATE) SOBRE SU CAPACIDAD ANTIOXIDANTE"** perteneciente a la bachiller **Brith Susan Medina Canales**, egresada de la Universidad Alas Peruanas, Facultad de Farmacia y Bioquímica.
Se expende este documento para los fines correspondientes.


Luis J. Torre Flores
QUIMICO FARMACEUTICO
C.O.F.P. N° 12345

ANEXO N° 06: ANALISIS ESTADISTICO

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Carica papaya L. (papaya)	18	,048417	,0502140	,0118356	,023446	,073388	,0097	,1357
Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	18	,079400	,0412204	,0097157	,058902	,099898	,0229	,1399
Carica papaya L. (papaya) y Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	18	,066661	,0428424	,0100980	,045356	,087966	,0128	,1174
Total	54	,064826	,0459046	,0062468	,052296	,077355	,0097	,1399

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Medida cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,009	2	,004	2,162	,125
Dentro de grupos	,103	51	,002		
Total	,112	53			

COMPARACIONES MÚLTIPLES

(I) Extracto Etanólico	(J) Extracto Etanólico	Diferencias de medidas (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de Intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Carica papaya L. (papaya)	Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	-,0309833	,0149766	,107	-,067136	,005170
	Carica papaya L. (papaya) y Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	-,0182444	,0149766	,448	-,054398	,017909
Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	Carica papaya L. (papaya)	,0309833	,0149766	,107	-,005170	,067136
	Carica papaya L. (papaya) y Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	,0127389	,0149766	,674	-,023414	,048892
Carica papaya L. (papaya) y Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	Carica papaya L. (papaya)	,0182444	,0149766	,448	-,017909	,054398
	Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	-,0127389	,0149766	,674	-,048892	,023414

ABSORBANCIA

Extracto etanólico	n	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Carica papaya L. (papaya)	18	,048417
Carica papaya L. (papaya) y Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	18	,066661
Solanum betaceum Cav. (sachatomate)	18	,079400
Sig.		,107

Interpretación: Según la estadística ANOVA, presenta en la papaya una significancia de 0,0484 que es menor a 0,05 ($<0,05$), por lo tanto se acepta la hipótesis: El extracto etanólico de la *Carica papaya* L. (papaya) presenta una significativa capacidad antioxidante.

ANEXO N° 07: MATERIALES Y REACTIVOS

Imagen N° 01: Etanol al 96°



Fuente: Elaboración propia (2017)

Imagen N° 02: Metanol



Fuente: Elaboración propia (2017)

Imagen N° 03: Espectrofotómetro



Fuente: Elaboración propia (2017)

Imagen N° 04: ácido 6-hidroxi-2,5,7,8 tetrametil-cromán-2-carboxílico (Trolox)



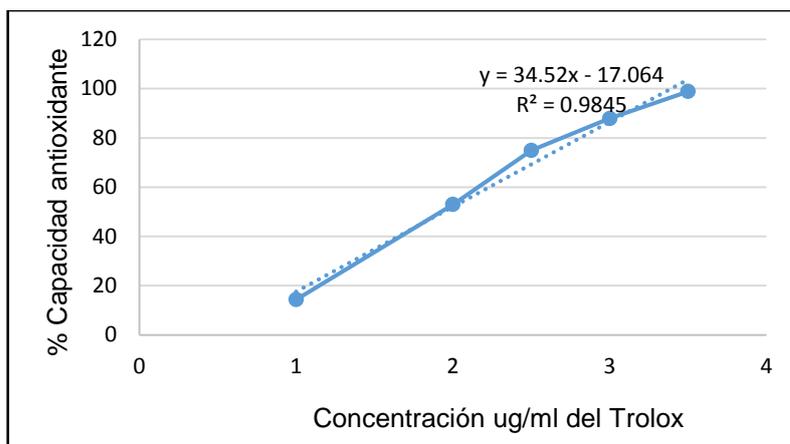
Fuente: Elaboración propia (2017)

Imagen N° 05: 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH)



Fuente: Elaboración propia (2017)

Grafico N° 05: Curva estándar de Trolox



Fuente: Elaboración propia

$$IC_{50} = (50 + 17.064) / 34.52$$

$$IC_{50} = 1.9428 \text{ ug/ml}$$

Concentración	Absorbancias	Promedio de Absorbancias	Porcentaje de Capacidad Antioxidante (%)
1 ug/ml	0.2041	0.2042	14.31
	0.2042		
	0.2043		
2 ug/ml	0.1185	0.1185	52.98
	0.1185		
	0.1187		
2.5 ug/ml	0.0692	0.0699	74.91
	0.0708		
	0.0697		
3 ug/ml	0.0413	0.0411	87.91
	0.0410		
	0.0410		
3.5 ug/ml	0.0169	0.0169	98.83
	0.0169		
	0.0169		

Fuente: Elaboración propia (2017)