



**Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud  
Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica**

**TESIS:**

**SINERGISMO DEL EXTRACTO ACUOSO *Passiflora edulis* (MARACUYÁ)  
Y EL *Zea mays L.* (MAÍZ MORADO) SOBRE LA CAPACIDAD  
ANTIOXIDANTE**

**PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**Presentado por:**

**JABEL NOLASCO FERNANDO WILLIAM**

**ASESOR:**

Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo

Mg. Cecilia Ignacio Punín

**Lima, Perú, octubre 2018**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme su amor y bendición para poder realizar una de mis metas en la vida y cumplir mis sueños.

A mí querida hija Melanie Mayte, ya que desde el día de su nacimiento fue mi fortaleza para conseguir mis objetivos.

A mis queridos padres por su apoyo incondicional, por la confianza, y por todas las enseñanzas brindadas, que hicieron de mí una persona correcta.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Dios por iluminarme y enseñarme los caminos correctos para poder cumplir mis objetivos.

A mis padres que gracias a su esfuerzo lograron sacar hacia adelante a mi familia y por ello desarrollar mi carrera profesional.

A mi asesoras la Mg. Karen Quiroz Cornejo por haberme guiado de forma correcta en la elaboración de mi trabajo de titulación y a la Mg. Cecilia Ignacio Punín por sus conocimientos brindados durante la elaboración de la tesis.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de figura.....	viii
Índice de cuadro.....	xi
Índice de tabla.....	x
Índice de grafico.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	xiv

### **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

<b>1.1. Descripción de la situación problemática.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Formulación del problema.....</b>	<b>18</b>
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
<b>1.3. Objetivos de la investigación.....</b>	<b>18</b>
1.3.1. Objetivo general.....	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
<b>1.4. Justificación, importancia y viabilidad de la investigación.....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Justificación de la investigación.....	19
1.4.2. Importancia de la investigación.....	20
<b>1.5. Limitaciones del estudio.....</b>	<b>21</b>

### **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>22</b>
2.1.1. A nivel nacional.....	22
2.1.2. A nivel internacional.....	25
<b>2.2. Bases teóricas.....</b>	<b>30</b>

2.2.1. <b><i>Zea mays L.</i></b> (maíz morado).....	30
2.2.1.1. Origen y distribución .....	30
2.2.1.2. Taxonomía .....	31
2.2.1.3. Características morfológicas .....	31
2.2.1.4. Requerimientos climáticos .....	33
2.2.1.5. Composición nutricional .....	34
2.2.1.6. Composición química.....	34
2.2.1.7. Beneficios.....	35
2.2.2. <b><i>Passiflora edulis</i></b> (maracuyá) .....	36
2.2.2.1. Origen y distribución .....	36
2.2.2.2. Taxonomía .....	37
2.2.2.3. Características morfológicas .....	37
2.2.2.4. Requerimientos climáticos .....	39
2.2.2.5. Aspectos fisiológicos .....	41
2.2.2.6. Composición nutricional .....	43
2.2.2.7. Beneficios.....	44
2.2.2.8. Usos .....	44
2.2.3. Estrés Oxidativo .....	45
2.2.4. Radicales Libres .....	48
2.2.4.2. Propiedades de los radicales libres.....	51
2.2.5. Sistemas antioxidantes y envejecimiento prematuro .....	52
2.2.5.1. Sistemas antioxidantes endógenos.....	53
2.2.5.2. Sistemas antioxidantes exógenos.....	55
2.2.5.3. Envejecimiento prematuro.....	62
2.2.6. Método DPPH.....	64
2.2.7. Sinergismo.....	65
<b>2.3. Definición de términos básicos .....</b>	<b>67</b>

### **CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

<b>3.1. Formulación de hipótesis.....</b>	<b>69</b>
3.1.1. Hipótesis general.....	69

3.1.2. Hipótesis específicas .....	69
<b>3.2. Identificación de variables .....</b>	<b>70</b>
<b>3.3. Operacionalización de variables .....</b>	<b>70</b>

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>4.1. Tipo y nivel de investigación .....</b>	<b>71</b>
4.1.1. Tipo de investigación .....	71
4.1.2. Nivel de investigación .....	72
<b>4.2. Método y diseño de la investigación .....</b>	<b>72</b>
4.2.1. Método de la investigación .....	72
4.2.2. Diseño de la investigación .....	72
<b>4.3. Población y muestra de la investigación .....</b>	<b>72</b>
4.3.1. Población .....	72
4.3.2. Muestra .....	73
<b>4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>73</b>
4.4.1. Técnicas .....	73
4.4.2. Instrumentos .....	74
4.4.3. Procedimientos .....	75
4.4.3.1. <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) .....	75
4.4.3.2. <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) .....	77
4.4.3.3. Mezcla de los extractos acuosos de <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) .	78

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

<b>5.1. Resultados de investigación .....</b>	<b>80</b>
---	-----------

## **CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>6.1. Discusión de la investigación .....</b>	<b>86</b>
---	-----------

<b>CONCLUSIONES</b> .....	91
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	92
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	93
<b>ANEXOS</b> .....	100

## ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA N° 1: <b><i>Zea mays L.</i></b> (maíz morado) .....	32
FIGURA N° 2: Planta del <b><i>Passiflora edulis</i></b> (maracuyá) .....	38
FIGURA N° 3: Fruto del <b><i>Passiflora edulis</i></b> (maracuyá).....	39
FIGURA N° 4: Factores determinantes en la producción de radicales libres .....	47
FIGURA N° 5: Mecanismo de oxidación del radical hidroxilo sobre el ADN .....	50
FIGURA N° 6: Acción de los antioxidantes frente a los radicales libres.....	53
FIGURA N° 7: Estructuras químicas de compuestos fenólicos.....	58
FIGURA N° 8: Estructura básica de los flavonoides .....	59
FIGURA N° 9: Estructura básica de las antocianinas .....	61
FIGURA N° 10: Reacción del reactivo DPPH frente a una sustancia antioxidante.....	64



## ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO N°1: Taxonomía del <b><i>Zea mays L.</i></b> (maíz morado) .....	31
CUADRO N°2: Composición nutricional del <b><i>Zea mays L.</i></b> (maíz morado).....	34
CUADRO N°3: Taxonomía del <b><i>Passiflora edulis</i></b> (maracuyá) .....	37
CUADRO N°4: Composición nutricional del <b><i>Passiflora edulis</i></b> (maracuyá).....	43
CUADRO N°5: Especies reactivas de oxígeno .....	51
CUADRO N°6 Operacionalización de variables.....	70

## ÍNDICE DE TABLA

TABLA N° 1: Concentraciones inhibitorias medias para la estabilización del radical DPPH en la mezcla de los extractos <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays L.</i> (maíz morado).....	80
TABLA N° 2: Porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en la mezcla <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays</i> (maíz morado) en proporción (50:50) según el método DPPH.....	82
TABLA N° 3: Porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en la mezcla <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays</i> (maíz morado) en proporción (25:75) respectivamente según el método DPPH .....	83
TABLA N° 4: Porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en la mezcla <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays</i> (maíz morado) en proporción (75:25) respectivamente según el método DPPH .....	84

## ÍNDICE DE GRAFICO

Grafico N° 1: Comparación del <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) mediante los porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante según el método DPPH.....	81
Grafico N° 2: Comparación de los porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en las mezclas del <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays</i> (maíz morado) en las proporciones (50:50), (25:75), (75:25) según el método DPPH.....	85

## RESUMEN

En los últimos años el daño provocado por especies oxidantes se ha visto reflejado en enfermedades crónicas no transmisibles como el cáncer, diabetes, cardiopatías, entre otras. El consumo de antioxidantes de fuentes naturales es una alternativa como coadyuvante y para la prevención de tales enfermedades, pero se desconoce mucho sobre el sinergismo de la actividad antioxidante que pueda existir cuando son mezclados. **Objetivo:** Determinar el efecto sinérgico en la mezcla del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) sobre la capacidad antioxidante. **Metodología:** Se realizó el procedimiento analítico para hallar la capacidad antioxidante de los extractos acuosos por separado según el método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) evaluando las absorbancias espectrofotométricamente, luego se procedió a realizar la mezcla del *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado) en proporciones de (50:50), (25:75), (75:25) respectivamente, para luego evaluar su actividad antioxidante bajo el mismo método. **Resultados:** El *Passiflora edulis* (maracuyá) evidenció un  $CI_{50}$  de 12,67 mg/mL y el *Zea mays L.* (maíz morado) un  $CI_{50}$  de 4,17 mg/mL, mientras que los  $CI_{50}$  de las mezclas realizadas fueron para la proporción de (50:50) (7,57 mg/mL), (25:75) (5,42 mg/mL), (75:25) (12,67 mg/mL) respectivamente demostrando la presencia de sinergismo. **Conclusiones:** Se concluye que el *Zea mays L.* (maíz morado) presenta mayor capacidad antioxidante que el *Passiflora edulis* (maracuyá), y que si existe un efecto sinérgico al mezclar los extractos acuosos en la proporción de (50:50), el cual depende de la naturaleza de sus compuestos activos y de sus concentraciones.

Palabras clave: *Passiflora edulis*, *Zea mays L.*, sinergismo, potenciación, antagonismo, reducción, extracto, mezcla, DPPH.

## ABSTRACT

In the last years the damage caused by oxidizing species has been reflected in chronic diseases that there aren't transmissible such as cancer, diabetes, heart disease, and others.

The consumption of antioxidants from natural sources is an alternative as an adjuvant and for the prevention of that diseases, but is unknown the potentiation of the antioxidant activity that may exist when they are mixed.

**Objective:** The synergic effect was determine in the mixture of the aqueous extract of *Passiflora edulis* (passion fruit) and the *Zea mays L.* (purple corn) on its antioxidant capacity. **Methodology:** The analytical procedure was performed to find the antioxidant capacity of the aqueous extracts was determined separately according to the DPPH (2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) method, evaluating the absorbances spectrophotometrically, then the mixture of *Passiflora edulis* (passion fruit) and *Zea mays L.* (purple corn) in proportions of (50:50), (25:75), (75:25) respectively, to then evaluate its antioxidant activity using the same method. **Results:** *Passiflora edulis* (passion fruit) showed an IC<sub>50</sub> of 12.67 mg/mL and *Zea mays L.* (purple corn) an CI<sub>50</sub> of 4.17 mg/mL, while the CI<sub>50</sub> of the mixtures were for the proportion of (50:50) (7.57 mg/mL), (25:75) (5.42 mg/mL), (75:25) (12.67 mg/mL) respectively, by that way it was possible to demonstrate the presence of synergism and antagonism. **Conclusions:** It is concluded that *Zea mays L.* (corn purple) has greater antioxidant capacity than *Passiflora edulis* (passion fruit) and that exists a synergistic effect when we mix the aqueous extracts in the proportion of (50:50), that depends on the nature of their active compounds and their concentrations.

Keywords: *Passiflora edulis*, *Zea mays L.*, synergism, empowerment, antagonism, reduction, extract, mixture, DPPH.

## INTRODUCCIÓN

Los radicales libres siguen siendo las sustancias oxidantes que constantemente están dañando el organismo a través de múltiples factores internos o externos, estas moléculas tienen la capacidad de modificar ciertas estructuras de proteínas, lípidos y bases nitrogenadas a nivel celular. Todo este conjunto de especies reactivas oxidantes (EROS) se generan a través de sistemas propios del organismo.<sup>1</sup>

Innumerables enfermedades como la diabetes mellitus, hipertensión arterial, aterosclerosis, hipercolesterolemias e infecciones a nivel del sistema respiratorio, óseo, gástrico, entre otras son originados por el incremento de la producción de radicales libres y por un déficit del sistema de defensa antioxidante.<sup>1</sup>

El organismo presenta como fuente endógena ciertos mecanismos de defensa antioxidante como las enzimas para contrarrestar los efectos oxidativos de los radicales libres, pero también necesita de nutrientes exógenos que aporten actividad antioxidante para actuar conjuntamente. Los antioxidantes exógenos son una fuente de muchas sustancias en las que se encuentran las vitaminas A, C y E, betacarotenos, compuestos fenólicos como los flavonoides, antocianinas, y algunos minerales como el selenio, cobre y zinc, las cuales tienen como principal función bloquear o prevenir los efectos nocivos originados por estas especies oxidativas en el organismo.<sup>1</sup>

Existen estudios en donde se han realizado mezclas de extractos vegetales con actividad antioxidante con el propósito de obtener sinergismo entre sus principales metabolitos secundarios.<sup>2</sup>

El sinergismo consiste en combinar o mezclar dos compuestos activos con la finalidad de obtener un incremento de sus efectos.<sup>3</sup> En ese sentido la presente investigación tuvo como objetivo principal determinar el efecto sinérgico en la mezcla del extracto acuoso de *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado).

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la situación problemática**

Alrededor del mundo se producen deterioros para el ecosistema y el hombre, debido a la devastación de la capa de ozono en algunos continentes, lo cual conlleva a un incremento de las radiaciones de onda ultravioleta (UV). Esto ocasiona serios problemas dermatológicos como melanomas, los cuales pueden ser malignos y también provoca otros daños a nivel ocular como cataratas, las cuales son la principal causa de ceguera.<sup>4</sup>

En la actualidad los estilos de vida y hábitos alimenticios han incrementado el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes mellitus, osteoporosis, isquemia coronaria, cáncer, entre otros. Así mismo existen procesos biológicos normales como el envejecimiento y la respiración, los cuales generan una serie de reacciones químicas en el organismo y como consecuencia producen radicales libres, estos últimos se ven influenciados por factores externos e internos que se encuentran en constante equilibrio con el sistema de defensa antioxidante.<sup>5</sup>



Los radicales libres son las principales moléculas que están directamente relacionadas con muchas enfermedades, ya que constantemente están generando reacciones en cadena alterando la estructura de otras moléculas convirtiéndolas en otras especies reactivas de oxígeno (ERO). Estas sustancias oxidantes finalmente son tóxicas para el organismo.<sup>5</sup>

Los antioxidantes son fundamentales para la prevención de daños originados por los radicales libres. Estas moléculas se producen a través de fuentes endógenas y exógenas. Algunas de estas sustancias activas son el tocoferol, betacarotenos, compuestos fenólicos destacando a las antocianinas, flavonoides y entre otros. Todas estas sustancias activas ayudan a retrasar el estrés oxidativo.<sup>6</sup>

En los últimos años se siguen creando nuevas propuestas terapéuticas con la finalidad de tratar o prevenir los daños ocasionados por todos estos múltiples factores oxidantes.

En el Perú existen una gran variedad de recursos naturales como el ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y el ***Zea mays L.*** (maíz morado) con importantes propiedades fitoquímicas de las cuales destacan por su actividad antioxidante gracias a sus compuestos activos.

Existen investigaciones sobre el sinergismo entre recursos vegetales dotados de actividades importantes con el propósito de encontrar nuevas estrategias de calidad alimentaria para mejorar los estilos de vida del hombre, en el cual se llegó a evidenciar el aumento de sus efectos en algunas mezclas realizadas.<sup>7</sup>

## 1.2. Problema General de la Investigación

### 1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto sinérgico del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) sobre la capacidad antioxidante?

### 1.2.2. Problema específico

- ¿Cuál es el efecto sinérgico del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en proporción (50:50) sobre la capacidad antioxidante?
- ¿Cuál es el efecto sinérgico del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en proporción (25:75) sobre la capacidad antioxidante?
- ¿Cuál es el efecto sinérgico del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en proporción (75:25) sobre la capacidad antioxidante?

## 1.3. Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo General

Determinar el efecto sinérgico del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) sobre la capacidad antioxidante.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto sinérgico del extracto acuoso ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y el ***Zea mays L.*** (maíz morado) en proporción (50:50) sobre la capacidad antioxidante.
- Determinar el efecto sinérgico del extracto acuoso ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y el ***Zea mays L.*** (maíz morado) en proporción (25:75) sobre la capacidad antioxidante.
- Determinar el efecto sinérgico del extracto acuoso ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y el ***Zea mays L.*** (maíz morado) en proporción (75:25) sobre la capacidad antioxidante.

## 1.4. Justificación e importancia de la investigación

### 1.4.1. Justificación de la investigación

La presente investigación se encamina a determinar la existencia del efecto sinérgico de la capacidad antioxidante al mezclar el ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado) con el propósito de encontrar nuevas alternativas que aporten ideas benéficas para la salud, ya que el ser humano se encuentra expuesto constantemente a muchos factores externos e internos, los cuales generan la formación de radicales libres, y estos producen efectos nocivos para el organismo a nivel celular.<sup>8</sup>

Este estudio sobre recursos naturales, es de mucha ayuda en el campo de la medicina, porque la mezcla de ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado) se enfoca

en la prevención de diversas enfermedades crónicas no transmisibles como los accidentes cerebrovasculares (ACV), hepatopatías, diabetes mellitus, artritis, problemas coronarios, entre otras conocidas a nivel mundial.

Existen estudios en donde se pretende determinar el sinergismo al mezclar otros recursos vegetales mediante extracciones acuosas o etanólicas, en el cual se logró constatar el aumento de los efectos antioxidantes.<sup>9</sup>

La presente investigación se lleva a cabo porque existe una falta de conocimiento por la sociedad sobre las propiedades fitoquímicas de los recursos naturales, por tal motivo otros estudios científicos podrían sustentarse en la presente base teórica analizando otros efectos sinérgicos con distintos principios activos y así aportar mayor conocimiento sobre el sinergismo de extractos acuosos vegetales.

#### **1.4.2. Importancia de la investigación**

El presente estudio permite profundizar un mayor conocimiento sobre el efecto sinérgico del *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado) al combinarlos o mezclarlos, para saber si existe un aumento de su capacidad antioxidante y presentarlo como una nueva alternativa terapéutica, el cual sería el inicio de nuevas formulaciones para la elaboración de productos nutraceuticos.

## **1.5. Limitaciones del estudio**

La realización del presente estudio tiene como limitación al costo y poco tiempo para poder ejecutar las determinaciones analíticas, debido a que no se cuenta con un financiamiento económico que apoye, además de la carencia de antecedentes sobre el sinergismo de los recursos vegetales en la presente investigación.

## CAPÍTULO II MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

**Samillan A.** CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, REGENERADORA Y FACTOR DE PROTECCION SOLAR DEL LIOFILIZADO DE *Passiflora edulis* (MARACUYÁ) Y DESARROLLO DE UNA CREMA para optar el grado académico de Bachiller en Farmacia Y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo Perú, **2018**.

Tuvo como objetivos evaluar fenoles totales, capacidad antioxidante del liofilizado de *Passiflora edulis* (maracuyá) por los métodos Folin Ciocalteu y DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) respectivamente, para luego desarrollar una crema regeneradora.

Se realizaron extractos etanólicos de las cascaras del fruto, el cual fue previamente cortado y llevado a una ultra congeladora a 80°C para liofilizarla, la muestra liofilizada se depositó en un equipo Soxhlet con etanol al 96% aproximadamente 12 horas.

Luego se volvió a liofilizar y se guardó en refrigeración. Se repitió los mismos pasos para obtener extractos etanólicos al 70% y 45%.

Las soluciones etanólicas al 96%, 70% y 45% mostraron los siguientes resultados: 14,17 mg EAG/g, 21,84 mg EAG/g y 13,84 mg EAG/g para fenoles totales y 16,03 mg ET/g, 16,23 mg ET/g y 9,06 mg ET/g para la actividad antioxidante respectivamente, demostrando mayor capacidad antioxidante para el extracto etanólico al 70%, las cremas elaboradas pasaron el control fisicoquímico y microbiológico, aportando un factor de protección solar. Se llegó a la conclusión de que el extracto del maracuyá *Passiflora edulis* (maracuyá) posee actividad antioxidante y además se podrían formular cremas regeneradoras a futuro junto a otros principios activos ya conocidos.<sup>10</sup>

**Cosavalente K.** RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS TOTALES Y SU CAPACIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO DE EXTRACTOS DE DIFERENTE GRADO ETANOLICO DEL FRUTO DE *Vacciniun Corymbosun* (ARÁNDANO) para optar el título profesional de Químico Farmacéutico de la Universidad Nacional de Trujillo Perú, **2015**.

Tuvo como objetivo determinar la concentración de antocianinas, evaluar la capacidad antioxidante y observar si existe una relación entre ambos, en los extractos etanólicos a diferentes grados del fruto *Vacciniun corymbosun* (arándano), los métodos usados fueron el método de pH diferencial para antocianinas y DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) para capacidad antioxidante.

Se llegó a realizar el proceso de extracción iniciando con la maceración del fruto con etanol a 96°, el cual fue cortado en pequeños trozos para luego ser filtrado, los residuos del fruto son desintegrados para después ser macerados y filtrados nuevamente con el mismo solvente.

Las extracciones con etanol a 70°, 50° y 30° se realizaron con el procedimiento antes mencionado. Se obtuvieron los resultados demostrando que el extracto etanólico a 90° tiene más concentración de antocianinas y mayor capacidad antioxidante, llegando a la conclusión de que existe una relación entre el contenido de antocianinas y la capacidad antioxidante del fruto *Vaccinium corymbisun* (arándano).<sup>11</sup>

**García M.** ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO DE *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (puro puro) PROCEDENTE DE LOS DISTRITOS DE USQUIL, CHARAT Y HUARANCHAL para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición de la Universidad Cesar Vallejo Perú, **2017.**

Tuvo como objetivo determinar la actividad antioxidante del recurso vegetal *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (PURO PURO) por el método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) en tres distritos del Perú. Las muestras fueron previamente seleccionadas, lavadas y peladas. Se pesó una cantidad requerida para luego ser trituradas con la ayuda de un mortero, posteriormente a la obtención del zumo se diluyó 1 mL de muestra en fiola de 20 mL y se aforó con agua destilada para finalmente obtener la solución de trabajo. Las nuevas soluciones son leídas por un equipo espectrofotométrico a una longitud de onda de 515 nm. Los resultados demostraron que el recurso vegetal de *Passiflora tripartita* var. *mollissima*



(puro puro) proveniente del distrito de Usquil presentó un porcentaje de inhibición de la capacidad antioxidante de 60,94%, a su vez 59,12% y 51,68% para las provincias de Charat y Huaranchal respectivamente, llegando a la conclusión de que los recursos vegetales presentan actividad antioxidante, pero que hay una desigualdad elocuente entre los otros distritos.<sup>12</sup>

### 2.1.2. Antecedentes Internacionales

**Pardo A.** EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS EN LA PULPA DE LA *Passiflora edulis* (MARACUYÁ) para optar el grado de Ingeniera en Alimentos de la Universidad Técnica de Machala Ecuador, **2015**.

Tuvo como objetivo evaluar la capacidad antioxidante de extracto acuoso y etanólico a una determinada proporción de pulpa de *Passiflora edulis* (maracuyá) mediante el método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo).

Las muestras fueron lavadas con agua potable, posteriormente con la ayuda de una enzima se procedió a la extracción de una cantidad previamente pesada de pulpa del fruto, para finalmente ser filtrada con celulosa y obtener los extractos acuosos y etanólicos.

Los resultados demostraron los porcentajes de inhibición de 29,6% y 36,3% para las soluciones con agua y etanol respectivamente, Se llegó a la conclusión de que la capacidad antioxidante varía en los extractos acuosos y etanólicos de la

pulpa de *Passiflora edulis* (maracuyá), además de que resultaría de vital importancia en la industria alimentaria y así poder competir con otros antioxidantes sintéticos que se encuentran en el mercado.<sup>13</sup>

**Castillo M.** ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A PARTIR DEL (MAÍZ MORADO) *Zea mays L.* COMO ALTERNATIVA PARA EL CONSUMO DIARIO para la obtención del título de Ingeniero Químico de la Universidad de Guayaquil Ecuador, **2015.**

Tuvo como objetivo establecer las preferibles condiciones de desarrollo basándose en normativas constituidas teniendo en cuenta algunos parámetros fisicoquímicos para obtener una bebida a base de *Zea mays L.* (maíz morado).

Se evaluó su actividad antioxidante por el método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo). La muestra (granos) previamente seleccionada fue reducida a partículas más pequeñas y se depositó en un recipiente hermético, posteriormente se adiciono metanol al 70% y se agito constantemente por dos horas, luego se centrifugo y se procedió a filtrar con celulosa.

El líquido filtrado se depositó en un matraz estéril, los residuos fueron usados para una segunda extracción. Se juntaron los dos filtrados en el mismo matraz y se aforo a volumen con metanol. Para la coronta se tuvo que separar los granos y se procedió a moler para obtener partículas más pequeñas, luego se siguió el mismo procedimiento de la muestra anterior.

Finalmente se procedió a leer en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 515 nm y se obtuvieron resultados indicando que el **Zea Mays L.** (maíz morado) presento porcentajes de inhibición de 14,18%, 23,21% en grano y 38,50%, 70,69% en coronta. Se llegó a la conclusión de la elevada actividad antioxidante sobre todo en la coronta, además de que la bebida posee propiedades benéficas y cumple con los parámetros fisicoquímicos.<sup>14</sup>

En la investigación realizada por **Peñaloza J, Rojano B,** POTENCIACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE MEDIANTE INTERACCIÓN SINERGISTA ENTRE BIOACTIVOS DE FRUTAS NATIVAS COLOMBIANAS, estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia – Medellín, **2014.**

Presentaron como objetivo determinar el sinergismo de la capacidad antioxidante mediante los métodos ORAC (capacidad de absorción de radicales oxígeno) y DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo), en una mezcla de frutas nativas.

Se recolectaron diferentes frutas con el propósito de seleccionar a las que presenten mayor actividad antioxidante, para luego realizar una mezcla de ello y determinar el efecto sinérgico existente.

Las muestras previamente lavadas fueron trituradas en un procesador de vegetales automático y se homogeneizo, luego fueron sometidos a extracción hidroalcoholica en proporciones de (1:1), (1:2), (1:3), entre fruta y solvente (etanol 96%) respectivamente. Las soluciones obtenidas, fueron utilizadas para identificar compuestos bioactivos más

predominantes en cada fruta por método HPLC, capacidad antioxidante por los métodos ORAC y DPPH.

Según los resultados obtenidos se seleccionaron las siguientes frutas: *Psidium guajava L.* (guayaba), *Rubus glaucus* (mora), *Ananas comosus* (ananá), *Acca sellowiana* (Feigoa), *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Passiflora ligularis* (granadilla). Luego se realizó la mejor mezcla de las frutas seleccionadas en proporciones idénticas para luego ser leídas espectrofotométricamente. Una vez obtenido los resultados mediante los métodos anteriormente mencionados, fueron comparados con la muestra patrón TROLOX.

Los resultados evidenciaron que hay una mayor cantidad de compuestos fenólicos y un aumento de la capacidad antioxidante en la mezcla de las frutas mostrando un valor de 60000  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ , frente a su determinación individual, en el cual su valor más alto fue de 10188,26  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ . Se llegó a la conclusión de la existencia de sinergismo en la mezcla de frutas nativas colombianas y su relación con los compuestos fenólicos.<sup>15</sup>

**Carmona S.** CONTROL DE CALIDAD DE “MAÍZ MORADO” (*Zea mays L.* – POACEAE-, RAZA “CULLI”): ESTUDIO FARMACOBOTÁNICO, ANÁLISIS DE ANTOCIANOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE para la obtención del título de Magister en Bromatología y Tecnología de la Industrialización de Alimentos de la Universidad de Buenos Aires Argentina, **2016.**

Tuvo como uno de sus objetivos determinar polifenoles y capacidad antioxidante mediante los método Follin Ciocalteu

y DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) respectivamente como parte del control de calidad en muestras de ***Zea mays L.*** (maíz morado).

Se realizaron cocimientos al 10% en donde las muestras fueron sometidas a extracciones acuosas, etanólicas y metanólicas pesando 5 g de muestra para luego depositarlo en un vaso de precipitado adecuado, para el extracto acuoso se le adiciono 50 mL de agua, se llevó a ebullición, luego se filtró, el filtrado fue llevado a volumen con agua hasta completar 50 mL. Para la extracción etanólica, se pesó y adiciono la misma cantidad de solvente (etanol), se dejó en reposo durante 48 horas a temperatura ambiente, posteriormente se filtró y aforo hasta volumen indicado.

Para la extracción metanólica se procedió de la misma forma con la diferencia del agregado de solvente (metanol).

Los resultados para las extracciones acuosas, etanólicas y metanólicas son (8,16% y 6,05%), (5,90% y 4,11%), (3,06% y 2,41%) respectivamente para fenoles totales y los IC<sub>50</sub> de capacidad antioxidante más bajos fueron de (0,84 mg/mL, 1,63 mg/mL) para el solvente agua, (1,00 mg/mL, 2,49 mg/mL) para etanol y (2,26 mL, 8,94 mL) para metanol.

Llegando a las conclusiones de que el ***Zea mays L.*** (maíz morado) tiene buena capacidad antioxidante, y se evidencia más en las extracciones acuosas, así como también en el contenido de fenoles totales.<sup>16</sup>

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. *Zea mays L.* (maíz morado)

#### 2.2.1.1. Origen y distribución

El *Zea mays L.* (maíz morado) es contemplado como uno de los pocos recursos naturales de mayor importancia en el centro de América. La historia asciende años después de que se descubriera el continente americano, no obstante este recurso natural pierde conocimiento y se queda en la decrepitud, a partir de entonces muchos investigadores trataron de estudiarlo recolectando datos del *Zea mays L.* (maíz morado), se piensa que este alimento fue uno de los primeros recursos naturales que el hombre de América cultivó, pero su avance empezó en los países latinoamericanos, lo verídico es que cuando llegaron los españoles, este recurso vegetal ya se sembraba extensamente en toda América y en alguno de estos países el maíz era muy valioso, por tal motivo se le rendía homenaje. El *Zea mays L.* (maíz morado) fue conocido en tierras europeas por Colón aproximadamente en el año 1494, al regreso de su segunda expedición con maíces recogidos de una isla en Cuba y en Haití.<sup>17-18</sup>

En el Perú el cultivo del *Zea mays L.* (maíz morado) se realiza fundamentalmente en los departamentos de Áncash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca y en Lima.<sup>17-18</sup>

### 2.2.1.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica del *Zea mays L.* (maíz morado) se describe en el siguiente cuadro:

**Cuadro N°1**  
**Taxonomía del *Zea mays L.* (maíz morado)**

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
ORDEN	Cyperales
FAMILIA	Poaceae
ESPECIE	<b><i>Zea mays L.</i></b>
Subespecie	<b><i>Zea mays L.</i> subsp. <i>Mays</i></b>
Variedad	<b><i>Zea mays L.</i> var. <i>Sub nigroviolaceo</i></b>

Fuente: Carhuapona M, López S. 2008.

### 2.2.1.3. Características Morfológicas

#### ▪ Raíz

Está conformada por un medio de raíces desprovisto de hojas, las cuales no tienen raíz principal y presentan adventicias adheridas al suelo, esto favorece su desarrollo óptimo.<sup>18-19</sup>

### ▪ Tallo

Tiene un color morado característico, su tamaño varía entre 2,5 a 3,0 metros de altitud. Está constituido por varios nudos y entrenudos con diferentes longitudes.<sup>18-19</sup>

Su tallo subterráneo es conocido como corona, a diferencia de la parte superior del tallo, este presenta entrenudos cortos, de las cuales provienen sus raíces adventicias.<sup>18-19</sup>

Cuando la planta del ***Zea mays L.*** (maíz morado) recién comienza a crecer, en una parte de sus entrenudos inferiores el cual mide aproximadamente 0,5 mm de diámetro se van formando nuevos meristemos, las cuales elongan el tallo en forma vertical, pero a su vez se vuelve sensible.<sup>18-19</sup>



Figura N° 1: ***Zea mays L.*** (maíz morado)

Fuente: <http://walac.pe/mejoraran-produccion-de-maiz-morado-para-satisfacer-demanda-extranjera/>

### ▪ Hojas

Sus hojas son largas, tienen forma lanceolada, sus vainas son abrazadoras. La extensión de las hojas están recorridas por haces vasculares paralelas. Cuando no hay elongación de los



entrenudos, sus vainas se recubren de tal forma que le dan un soporte a la planta.<sup>18-19</sup>

- **Flores**

El *Zea mays L.* (maíz morado) pertenece a la especie monoica, sus espiguillas presentan flores como las glumas, también otra flor más corta llamada lemmas y opuestas a estas las palias.<sup>18-19</sup>

Por encima de estas flores, las cuales están rodeadas de hojas se encuentra la primordial flor que está organizada por dos órganos laterales, lodículos, estambres y pistilo.<sup>18-19</sup>

- **Semilla**

En su estado de madurez exhibe zonas como el endospermo y el embrión. Su epispermo es formado externamente presentando una coloración purpura y es fuente de proteínas, además representa aproximadamente el 85% del peso del grano en su estado seco.<sup>18-19</sup>

#### **2.2.1.4. Requerimientos Climáticos**

- **Suelo**

Se adapta a superficies insondables de textura arcillosa, con capacidad de absorber la humedad presente. Tiene que tener un buen sistema de drenaje para evitar saturaciones y prevenir la aparición de hongos, también mantenerlo a un pH de 5 a 8.<sup>18-19</sup>

- **Clima**

Se adecua a los climas tropicales, pero también puede aclimatarse en las regiones de la costa y sierra.<sup>18-19</sup>

▪ **Altitud**

Su altitud adecuada comprende entre los 1200 a 3200 metros sobre el nivel del mar (msnm) y en las regiones de la costa hasta la región sierra es de 50 msnm.<sup>18-19</sup>

**2.2.1.5. Composición nutricional**

En el siguiente cuadro, se muestra el contenido nutricional del *Zea mays L.* (maíz morado) por cada 100 g:

**Cuadro N°2**  
**Composición Nutricional del *Zea mays L.* (maíz morado)**

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad por 100 g</b>
Energía (kcal)	355
Proteína (g)	7.30
Grasa Total (g)	3.40
Glúcidos (g)	76.20
Fibra (g)	1.80
Calcio (mg)	12.00
Hierro (mg)	0.20
Vitamina C (mg)	2.10

Fuente: BIOPAT. 2016

**2.2.1.6. Composición Química**

El *Zea mays L.* (Maíz morado) tiene como compuestos químicos al ácido salicílico, saponinas, grasas, resinas, sales de potasio y algunos minerales como son el azufre, fosforo, sodio, también posee compuestos fenólicos, dentro del cual destacan las antocianinas, las cuales se encuentran en mayor concentración en la coronta.<sup>20</sup>

Estudios recientes destacan la presencia de cianidina 3-B-D-glucósido en el *Zea mays L.* (maíz morado) principal antocianina en su composición.<sup>20</sup>

#### **2.2.1.7. Beneficios**

El *Zea mays L.* (maíz morado) tiene actividad antioxidante, retrasa el envejecimiento prematuro, previene el estrés oxidativo, gracias a sus compuestos fenólicos presentes en su composición química, actúan como secuestradores de especies reactivas de oxígeno (ERO), ya que inhiben a enzimas que están relacionadas con la producción de radicales libres, neutralizan la carcinogénesis y además protegen el tejido celular y el ADN. El *Zea mays L.* (maíz morado) es beneficioso en la prevención de problemas cardiovasculares como la hipertensión, isquemias y otras enfermedades coronarias, esto es gracias a su actividad hipotensora debido a la presencia de sus compuestos secundarios presentes, posteriormente también ayuda en el tratamiento preventivo de la obesidad y la diabetes, ya que este recurso natural tiene actividad hipolipemiante al disminuir los valores de LDL, triglicéridos y aumentar los valores de HDL.<sup>20-21</sup>

## 2.2.2. *Passiflora edulis* (maracuyá)

### 2.2.2.1. Origen y Distribución

Este recurso natural es de origen del territorio de la amazonia del Brasil, de ahí fue llevada a Australia, luego a Hawái en el año 1923. El cultivo del *Passiflora edulis* (maracuyá) despertó un elevado interés en diferentes lugares del mundo, es por eso que actualmente se cultiva en los países de Australia, India, Perú, Venezuela, Ecuador, Colombia, Brasil.<sup>22-23</sup>

Posiblemente Brasil sea uno de los países que tiene un mayor sembrado del fruto del *Passiflora edulis* (maracuyá) a nivel internacional.<sup>22-23</sup>

Se conocen más de 500 clases a nivel mundial, pero existen dos de ellas, las cuales se cultivan en grandes cantidades como el maracuyá amarillo y purpura, siendo el primero con mayor productividad. El nacimiento del nombre maracuyá comienza a ganar conocimiento porque antiguamente en los pueblos nativos del Brasil lo llamaban fruta “maraú-ya” que deriva de fruto “marahu”, y a su vez este proviene de “ma-ra-u” la cual representa a “cosa que se come de sorbo” de tal manera que uniendo las dos palabras representa a “fruto que se come de un sorbo”, al enterarse los colonizadores el termino se declinó y hoy se le conoce como maracuyá.<sup>22-23</sup>

### 2.2.2.2. Taxonomía

El fruto del *Passiflora edulis* (maracuyá) presenta la siguiente característica taxonómica:

**Cuadro N°3**  
**Taxonomía del *Passiflora edulis* (Maracuyá)**

DIVISIÓN	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Caryophyllidae
ORDEN	Violales
FAMILIA	PASSIFLORACEAE
GENERO	<i>Passiflora</i>
ESPECIE	<i>Passiflora edulis</i>

Fuente: Rojas J, Tomás G. 2010.

### 2.2.2.3. Características Morfológicas

#### ▪ Planta

El *Passiflora edulis* (maracuyá) es una planta enredadera, enérgica, de consistencia dura y perenne, sus ramas miden aproximadamente 20 metros, sus tallos son de color verde, surcado, sus zarcillos se enrollan dando la estructura de un espiral.<sup>23,25</sup>



Figura N° 2: Planta del *Passiflora edulis* (maracuyá)

Fuente: [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA\\_0.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf)

▪ **Hojas**

Sus hojas presentan un color verde refulgente, sus pecioloos están surcados en la parte suprema.<sup>23,25</sup>

▪ **Flores**

Son muy vistosas, tienen ángulos superiores y están dotadas de cinco pétalos, su corona de filamentos es brillante el cual presenta un tono purpura en su base y el ápice es de color blanco.<sup>25</sup>

▪ **El fruto**

El fruto en su estado de madurez presenta un color rojo profundo a amarillo, sus semillas son muy fragantes y está cubierta de una capa de textura muy viscosa, alcanzan de 6 a 7 cm de grosor y de 6 a 12 cm de largo.<sup>23,25</sup>



Figura N° 3: Fruto del *Passiflora edulis* (maracuyá)

Fuente: [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA\\_0.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf)

#### 2.2.2.4. Requerimientos climáticos

##### ▪ Clima

La planta del *Passiflora edulis* (maracuyá) tendrá un buen desarrollo gracias a un punto clave como es el clima, el cual debe ser el apropiado, pero también siempre se debe incluir otros factores que son determinantes, como la temperatura, humedad relativa, los vientos, etc.<sup>22-23,25</sup>

También tiene una extensa adaptación la cual comprende de 0 a 1300 msnm y con temperaturas que oscilan entre 24 a 28 °C. Las temperaturas altas originan un desarrollo rápido del fruto, pero a la misma vez se reduce el crecimiento de sus flores y puede generar frutos de mala calidad. Todo lo contrario ocurre en temperaturas muy bajas, ya que el fruto no se desarrolla por completo ocasionando el decaimiento de sus flores y originando grandes pérdidas de cultivo.<sup>22-23,25</sup>

En algunas zonas en donde caen grandes cantidades de lluvia, no podrían ser las condiciones climáticas adecuadas, esto es debido a que puede existir una interacción de las gotas de lluvia con los granos de polen dificultando una polinización correcta.<sup>25</sup>

#### ▪ **Radiación Solar**

El fruto del *Passiflora edulis* (maracuyá) mantiene una relación directa frente a la exposición solar, ya que el aumento de este afectaría a la calidad del fruto, además podrían desarrollarse frutos muy ácidos y afectar su peso.<sup>24-25</sup>

#### ▪ **Humedad Relativa**

La humedad relativa del ambiente en donde se cultiva este recurso natural, tiene que ser la adecuada, ya que este factor también está relacionado con la calidad del fruto, otorgándole el peso adecuado, olor y sabor característico.<sup>24-25</sup>

#### ▪ **Requerimientos de Suelo**

La planta del *Passiflora edulis* (maracuyá) necesita suelos de buena profundidad con el fin de evitar un enlodamiento, ya que esto dificultaría el desarrollo del fruto y podría ocasionar las señales de la muerte apresurada del recurso natural<sup>24-25</sup>.

La textura del suelo tiene que ser de un nivel intermedio, ya que los suelos que son muy ligeros tienen problemas para reservar el agua y como consecuencia se presenta el crecimiento de parásitos.<sup>22,24-25</sup>



En suelos que son muy pesados, el agua no circularía de manera correcta ocasionando una saturación con el agua que cae de las lluvias o del propio riego, esto traería como consecuencia la aparición de hongos que podrían debilitar al recurso natural debido a que ocurre una pudrición de la raíz.<sup>24,25</sup>

El suelo no tiene que ser muy ácido, ni tampoco muy alcalino, tiene que ser rico en componentes orgánicos y necesita de una adecuada fertilización para evitar todo tipo de inhibición del desarrollo del fruto.<sup>22,24-25</sup>

#### **2.2.2.5. Aspectos fisiológicos**

Es muy importante conocer todo sobre la planta del *Passiflora edulis* (maracuyá), es decir comprender su apariencia fisiológica. Los conocimientos de este aspecto ayudan a desarrollar un mejor cultivo y obtener frutos de mayor calidad, a su vez una producción de más categoría. Además de los aspectos fisiológicos, los cuales nos llevan a tener un mejor control del cultivo, la planta del *Passiflora edulis* (maracuyá) presentan procesos muy importantes, entre los cuales destacan la floración, fecundación y polinización.<sup>22,24-25</sup>

##### **▪ Floración**

La floración empieza cinco meses después del trasplante, este paso se vuelve a repetir en la época de invierno. La floración va a depender de los requisitos climatológicos así como también de la tierra en donde se cultiva la planta del *Passiflora edulis* (maracuyá). Las flores se abren una sola vez a partir de las 13:00 horas hasta las 18:00 horas, y finalmente se cierran en la noche.<sup>22,25</sup>

#### ▪ **Polinización**

La planta del *Passiflora edulis* (maracuyá) desarrolla una polinización cruzada, el polen puede depositarse en las flores por medio del viento, pero el traslado más eficaz del polen es consumado por los insectos, ya que las flores de la planta del *Passiflora edulis* (maracuyá) son exorbitantes, de buen aspecto, con esencia y néctar.<sup>24-25</sup>

Los frutos dependen de la polinización, en su interior las semillas también son dependientes de este proceso, por eso es muy importante la entrega del polen en las flores. En lugares donde no existe gran cantidad de insectos, se recurre a la cría de estos, o también a la polinización artificial.<sup>24-25</sup>

#### ▪ **Fecundación**

Se desarrolla una vez consumado la polinización, aproximadamente cuatro horas después en donde el fruto de la planta del *Passiflora edulis* (maracuyá) llega a su colosal crecimiento y dimensión a los 18 días.<sup>24-25</sup>

### 2.2.2.6. Composición Nutricional

El fruto del *Passiflora edulis* (maracuyá) presenta la siguiente composición nutricional por cada 10 gramos de jugo puro:<sup>25</sup>

**Cuadro N°4**  
**Composición Nutricional del *Passiflora edulis***  
**(maracuyá)**

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad por 10 g</b>
Energía (kcal)	78
Humedad (%)	85
Proteína (g)	0.80
Grasa Total (g)	0.6
Hidratos de carbono (g)	2.4
Fibra (g)	0.20
Calcio (mg)	5.0
Hierro (mg)	0.3
Fosforo (mg)	18.0
Riboflavina (mg)	0.1
Niacina (mg)	2.24
Vitamina A (mg)	684.0
Vitamina C (mg)	22.0

Fuente: García M. 2002.

### **2.2.2.7. Beneficios**

El *Passiflora edulis* (maracuyá) tiene propiedades farmacológicas muy importantes, una de las cuales es su efecto calmante, ya que deprime suavemente el sistema nervioso, esta acción se da por algunos alcaloides y flavonoides que se encuentran dentro de su composición química. También tiene propiedades bactericidas y fúngicas, además se consume para prevenir la diabetes, porque el fruto del maracuyá controla la glucemia en el cuerpo.<sup>22,24-25</sup>

Su cascara tiene un porcentaje de pectina, lo cual ayudaría a regularizar el tracto digestivo por el contenido de fibra soluble.<sup>22,24-25</sup>

### **2.2.2.8. Usos del maracuyá**

La planta del *Passiflora edulis* (maracuyá) es sembrada para poder consumir el fruto, el jugo es lo que principalmente se usa para elaborar productos naturales enriquecido con otros aditivos. En la vida cotidiana el jugo es consumido por las personas como refresco.<sup>26</sup>

### 2.2.3. Estrés Oxidativo

El estrés oxidativo es el daño a nivel celular, el cual se vuelve progresivo dependiendo de la magnitud de especies reactivas de oxígeno (ERO) presentes en el organismo, una de estas especies son los llamados radicales libres.<sup>27</sup>

También se define al estrés oxidativo como la exposición del organismo frente a distintas formas de daño, el cual produce un desequilibrio a nivel celular originando sustancias prooxidantes.<sup>27</sup>

Este daño oxidativo tiene mucha participación con trastornos degenerativos, los cuales están relacionados con el envejecimiento prematuro. Las especies reactivas de oxígeno (ERO) acontecen en todo el planeta transformándose en sustancias muy tóxicas para todo el organismo. La oxidación se genera también cuando hay un déficit de la actividad del sistema de defensa antioxidante.<sup>28-30</sup>

El organismo constantemente sufre procesos de oxidación en donde casi todo es deteriorado por el elemento químico oxígeno (O<sub>2</sub>), aunque este es indispensable para poder vivir y forma parte de muchas reacciones químicas en el organismo, puede ser letal conforme pasa el tiempo.<sup>28,30</sup>

- **El oxígeno**

El oxígeno tiene la misión de actuar como un aceptor terminal durante la transferencia de electrones de manera dirigida para obtener como producto final el agua. Generalmente el oxígeno está en la forma (O<sub>2</sub>), en este estado se encuentra estable, el

oxígeno es menos reactivo, es decir no causa mayor daño.<sup>27,30</sup>

Sin embargo cuando interacciona con otros compuestos químicos en el organismo, se realizan nuevas reacciones y esto da a lugar a la formación de radicales libres altamente reactivos conocidos también como sustancias prooxidantes, como consecuencia se origina un daño a nivel celular.<sup>28,30</sup>

El oxígeno tiene la capacidad de separarse obteniendo como resultado la formación de diversos tipos de radicales libres, y esto es dado por algunos factores como la especificidad, difusibilidad, selectividad y reactividad. Por ejemplo el anión superóxido tiene poca eficacia cuando reacciona frente a otros compuestos, pero es específica y selectiva. Tiene un papel fundamental en los procesos bioquímicos del organismo, como reacciones de enzimas que se dan en la cadena de respiración mitocondrial, reacciones de metabolización del citocromo p-450, procesos de digestión de moléculas dañinas como la fagocitosis y producción de mediadores de la inflamación como las prostaglandinas.<sup>28,30</sup>

Cada reacción producida por el oxígeno en el organismo produce toxicidad, es ahí en donde se activan mecanismos antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos, los cuales protegen a las membranas celulares debido a la alteración producida por las reacciones de oxidación.<sup>27,30</sup>

Entonces el metabolismo celular que se realiza asiduamente en el organismo conduce a la producción de pequeñas cantidades de especies reactivas de oxígeno (ERO), las

cuales son dañinas y potencialmente mortales con el pasar de los años.<sup>27,30</sup>

También hay otros factores que acompañan a producir el estrés oxidativo como las radiaciones ionizantes o luz ultravioleta, el ejercicio intenso, el humo del tabaco, metales pesados, dieta hipercalorica, deficiencia de antioxidantes, mecanismos inflamatorios, isquemias, etc.<sup>31</sup>

Todos los daños ocasionados por los radicales libres derivan de fuentes, las cuales pueden ser endógenas y exógenas.<sup>27,31</sup>

En la siguiente imagen se puede apreciar los factores mencionados que contribuyen a producir daño oxidativo a nivel celular:

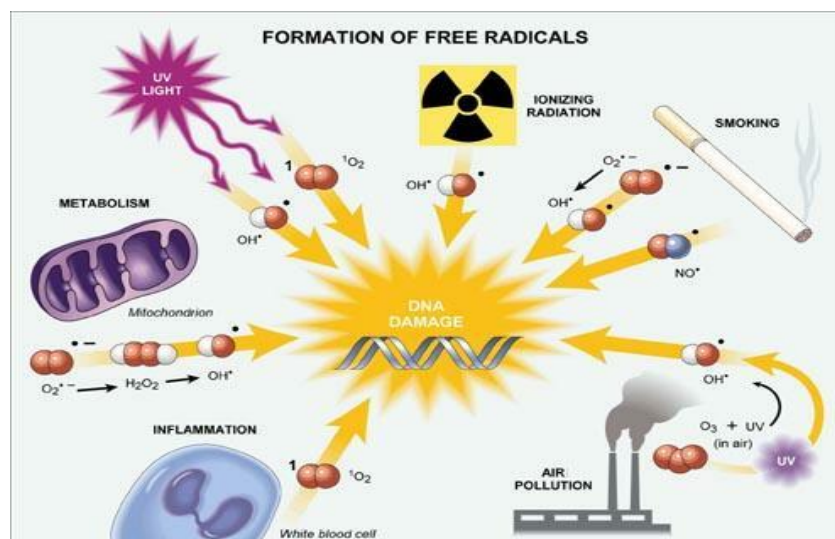


Figura N° 4: Factores determinantes en la producción de radicales libres

Fuente: <http://yogadelanutricion.blogspot.com/2010/05/radicaleslibres-y-antioxidantes.html>

Entonces cuando hay una producción elevada de radicales libres en el organismo aparecen diversas patologías a nivel del sistema circulatorio, gástrico, respiratorio, renal, inmunológico, etc.<sup>25,31</sup>

Todas estas enfermedades en muchas ocasiones son confundidas por otras, e incluso no se llega a determinar con exactitud los factores determinantes.<sup>25,31</sup>

#### **2.2.4. Radicales Libres**

Químicamente los radicales libres o especies reactivas de oxígeno (ERO) son conocidos como compuestos que tienen carga o no, presentando en su estructura química un electrón desapareado en su orbital externo.<sup>28,31</sup>

Los radicales libres se apoderan del electrón de una molécula estable por procesos de reducción y luego estas se convierten en moléculas inestables, es decir se oxidan. Las especies reactivas de oxígeno (ERO) se generan como compensación de procesos metabólicos a nivel celular como en el caso de la síntesis de hormonas, obtención de energía a través de las mitocondrias, etc.<sup>28-31</sup>

También existen otras especies oxidantes como el hidroxilo (OH), el cual puede formar una reacción con el ADN y como consecuencia realiza aproximadamente 1000 reacciones químicas adicionales continuamente, lo cual aumenta el daño oxidativo. Los radicales libres al ser fragmentos con contenido molecular, tienen un electrón desapareado, esto le da otra configuración electrónica el cual genera una elevada inestabilidad y los vuelve más reactivos, convirtiéndolos en



moléculas altamente nocivas a nivel celular ya que buscan con avidez completar su electrón desapareado. Esta elevada reactividad de los radicales libres hace que puedan unirse con otras moléculas y sus derivados.<sup>28-31</sup>

La elevada reactividad también les da la facultad de poder dañar otras biomoléculas como ácidos nucleicos, carbohidratos, lípidos y proteínas, cuando se unen a ellas, originando el estrés oxidativo.<sup>31</sup>

Su tiempo de vida de los radicales libres es demasiado corta, por eso es que necesitan completar su electrón desapareado para alcanzar un cierto grado de estabilidad y poder seguir uniéndose a otras biomoléculas.<sup>29-31</sup>

Los radicales libres también atacan a los residuos de algunos aminoácidos, las cuales son más sensibles a oxidarse, entre ellos están algunos como la cisteína, histidina y otros. Este daño ocasionado en los aminoácidos por oxidación es irreversible pero puede alterar su estructura proteica.<sup>29-31</sup>

Los radicales libres se fijan en blancos como azúcares fosfatos alterando la estructura de su base. Otros blancos importantes de los radicales libres, son las membranas celulares. Resulta que estas membranas engloban a muchos lípidos fundamentalmente ácidos grasos poliinsaturados.<sup>29-31</sup>

Cuando los radicales libres reaccionan con los lípidos de la membrana celular ocasionan una alteración de su función y genera la pérdida de su integridad, como consecuencia hay una disminución de sus enzimas o iones.<sup>29-31</sup>

En la siguiente imagen se puede apreciar el daño que origina a nivel del ADN una de las especies reactivas de oxígeno como el radical hidroxilo (OH):

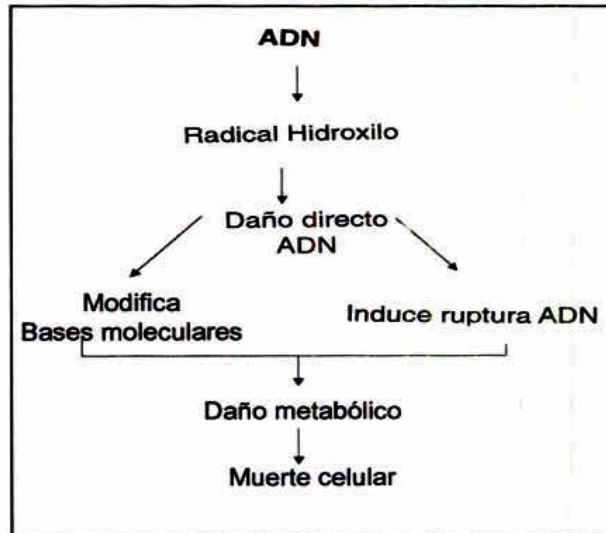


Figura N° 5: Mecanismo de oxidación del radical hidroxilo sobre el ADN

Fuente: <http://www.actamedicacolombiana.com/anexo/articulos/04-2001-12.htm>

Otras sustancias oxidantes como el radical superóxido ( $\text{SO}_2$ ) produce lesiones en el tejido conectivo en la enfermedad de la artritis reumatoide debido a una fragmentación, y esto origina una pérdida de la viscosidad presente en líquido sinovial.<sup>28-31</sup>

En ciertas eventualidades las especies reactivas de oxígeno (ERO), no son la principal causa del daño a nivel celular, para lograrlo necesitan un cofactor como el peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) el cual no es un radical libre, pero se puede comportar como una sustancia oxidante muy altamente reactiva cuando se acopla con el hierro (Fe) o cobre (Cu).<sup>29-31</sup>

Los radicales libres tienen mayor poder frente a moléculas de menor tamaño como el glutatión, ya que su disminución provoca un aumento de especies oxidantes.<sup>29-31</sup>

En el siguiente cuadro se muestra algunas especies reactivas de oxígeno (ERO):

**Cuadro N°5**  
**Especies Reactivas de Oxígeno**

Nombre de la ROS	Símbolo	Vida media a
Superoxido	O <sub>2</sub>	10 <sup>-6</sup> seg
Peróxido de hidrogeno	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Minutos
Hidroxil	OH	10 <sup>-9</sup> seg
Hidroperoxil	HOO.	10 <sup>-6</sup> seg
Alcoxil	RO.	10 <sup>-6</sup> seg
Peroxil	ROO.	Seg
Oxígeno	O <sub>2</sub>	10 <sup>-6</sup> seg

Fuente: Castrejón M. 2007.

#### **2.2.4.1. Propiedades de los radicales libres**

Los radicales libres realizan tres formas de reacción química, los cuales se detallan a continuación:

- **Reacción de iniciación**

La reacción consiste en que la molécula del radical libre convierte la molécula del no radical, en una de ellas. Esto generalmente se da por la presencia de un catalizador que podría ser la luz ultravioleta como catalizador físico o una

enzima, metal, o agente reductor como catalizador químico.<sup>30,31</sup>

- **Reacción de auto propagación**

En esta reacción el radical libre que ha sido formado por la reacción de iniciación, se va a unir nuevamente a otro no radical, formando otro radical libre. Este nuevo radical libre formado sigue generando más radicales libres, ya que seguirá reaccionando con otras moléculas que no son radicales.<sup>30-31</sup>

- **Reacción de terminación**

Aquí los radicales libres pueden reaccionar entre sí, formando un enlace covalente, ya que unirían sus electrones desapareados y dejarían de ser radicales libres.<sup>30-31</sup>

### **2.2.5. Sistemas antioxidantes y envejecimiento prematuro**

Los procesos de oxidación que se dan a través de reacciones químicas por rutas metabólicas se generan por transferencia de electrones. Esto genera como producto especies oxidantes, por el cual el organismo está preparado para neutralizar a cualquier sustancia que tenga la capacidad de generar daño oxidativo, estos son los sistemas de defensa antioxidante. Los mecanismos defensores del sistema inmune frente a moléculas reactivas, tienen como propósito evitar o retrasar cualquier tipo de oxidación, generado por la formación de radicales libres.<sup>29-31</sup>

## ▪ Antioxidantes

Un antioxidante es una molécula que tiene la capacidad de contrarrestar los efectos producidos por las distintas especies oxidativas disminuyendo el envejecimiento prematuro y prevención de muchas enfermedades.<sup>28,30-31</sup>

El antioxidante al interactuar con el radical libre le traspasa un electrón, entonces este antioxidante se convierte en una especie reactiva de oxígeno (ERO) pero muy débil.<sup>31</sup>

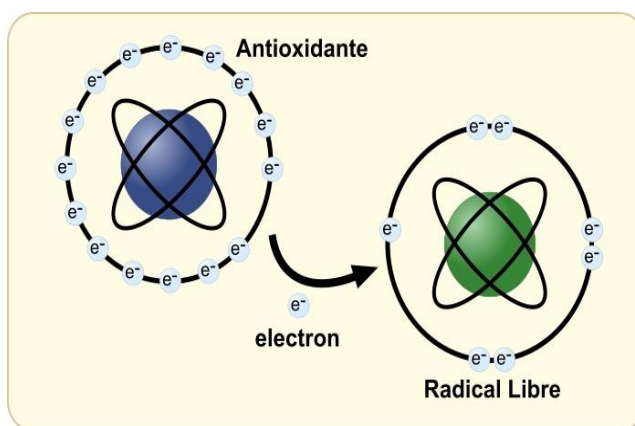


Figura N°6: Acción de los antioxidantes frente a los radicales libres

Fuente: <https://www.m2c2bio.com/radicaux-libres/>

Los sistemas antioxidantes se dividen en endógenos y exógenos:

### 2.2.5.1. Sistemas antioxidantes endógenos

Son los antioxidantes que el propio organismo produce para neutralizar a las especies reactivas de oxígeno (ERO), aquí se encuentran las enzimas.<sup>30-31</sup>

Estos grupos de enzimas antioxidantes son el primer mecanismo de defensa a nivel celular frente al daño originado por el estrés oxidativo. Fundamentalmente actúan sobre los radicales libres reduciéndolas a especies reactivas menos

dañinas para el organismo, esto se genera por una serie de reacciones químicas.<sup>30-31</sup>

Las enzimas antioxidantes o también llamados sistemas de eliminación de radicales libres son las siguientes:<sup>30-31</sup>

- **Dismutasa de superóxido (SOD)**

Se encarga de acelerar la reacción química de superóxido ( $\text{SO}_2$ ) en oxígeno y peróxido de hidrogeno, esta enzima depende del mineral hierro (Fe), manganeso (Mn), y zinc (Zn) para cumplir su función antioxidante.<sup>28,30-31</sup>

- **Catalasa (CAT)**

Es muy estudiada y se encuentra en las membranas, esta enzima cataliza la conversión de peróxido de hidrogeno en agua y oxígeno, cuando existe una mayor cantidad de este.<sup>28,30-31</sup>

- **Peroxidasa de glutatión (GSH)**

Eliminan los peróxidos generados producto de la oxidación a nivel celular, y dependen de selenio para poder actuar correctamente.<sup>28,31</sup>

- **Glutatión reductasa (GSH)**

Se encarga de complementar la actividad producida por la CAT en transformación del peróxido de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Esta enzima es dependiente del mineral selenio para ejercer su actividad, también acelera la degradación de lipoperóxidos.<sup>32</sup>

La reducción de estos lipoperóxidos está adaptada a la oxidación de glutatión reducido para generar glutatión oxidado, este mecanismo es ejecutado por la enzima glutatión reductasa, la cual necesita de la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato reducida (NADPH). A su vez este agente reductor se suministra gracias a la enzima glucosa- 6-fosfato deshidrogenasa.<sup>31-32</sup>

El glutatión reducido es de mucha importancia porque ayuda a sostener un pool de vitamina C (ácido ascórbico) reducido, el cual es aprovechado para eliminar a los radicales libres en el organismo.<sup>31-32</sup>

Todas estas enzimas tienen la función de evitar o retrasar el daño a nivel celular originado por las especies reactivas de oxígeno (ERO).<sup>31-32</sup>

#### **2.2.5.2. Sistemas antioxidantes exógenos**

Los antioxidantes exógenos son los que provienen de la alimentación, también se le conoce como antioxidantes dietéticos o antioxidantes nutricionales.<sup>28,30,32-33</sup>

Para proteger al organismo de los daños que pueden originar las especies oxidantes, es necesario que los sistemas antioxidantes de defensa trabajen asiduamente y es ahí en donde el aporte de la dieta es fundamental para evitar el daño oxidativo. La alimentación proveniente de la dieta es importante ya que se encuentran las vitaminas como por ejemplo:<sup>28,30,32-33</sup>

- **La vitamina C (ácido ascórbico)**

Tiene como función suprimir a las especies reactivas de oxígeno (ERO), fortalecer la capacidad de los antioxidantes y de otras vitaminas. También tiene la característica de ser un agente reductor ya que aporta moléculas de hidrógeno. Esta vitamina hidrosoluble además de ser un muy buen antioxidante, tiene otras propiedades como mejorar el sistema inmunológico, regeneración de tejidos, y también se comporta como cofactor para actuar conjuntamente con algunos minerales. La vitamina C, se absorbe a nivel intestinal, sus metabolitos se eliminan a nivel renal.<sup>28,30-33</sup>

- **Vitamina E (alfa tocoferol)**

La vitamina E posee capacidad antioxidante, tiene variedades de tipos siendo el d-alfa tocoferol el más conocido. Su actividad antioxidante se da por tener al grupo acetato en su estructura química ya que este es transformado por una enzima, obteniendo como producto al tocoferol libre de forma activa, la cual presenta actividad lipofílica. En las membranas celulares es capaz de inhibir reacciones de algunas especies reactivas de oxígeno (ERO). Esta vitamina liposoluble tiene la capacidad regenerativa, lo cual es de mucha importancia, ya que un átomo de tocoferol resguarda aproximadamente a mil fosfolípidos de membrana.<sup>28,30,31-33</sup>

- **Betacarotenos**

Son conocidos como carotenoides, los cuales se convierten en vitamina A en el intestino delgado dando a la formación de retinoides producto de su metabolización.<sup>28,30,33</sup>



Los betacarotenos tienen efecto antioxidante sobre las especies reactivas de oxígeno (ERO) ya que impiden la peroxidación lipídica. Los betacarotenos en gran concentración a nivel de la epidermis, y el consumo de una dieta rica en carotenoides reducirían el riesgo de padecer cáncer a nivel pulmonar. También se encuentran como antioxidantes exógenos a los minerales como el cobre, manganeso, selenio y zinc.<sup>28,30,33</sup>

Otros compuestos exógenos que también tienen actividad antioxidante son los compuestos fenólicos, flavonoides (antocianinas, catequinas, etc.).<sup>30,32-33</sup>

#### ▪ **Compuestos fenólicos**

Son un grupo de sustancias que tienen una función fenol, presentan estructuras alifáticas y se les encuentra presentes en muchas composiciones químicas de alimentos de origen vegetal.<sup>34</sup>

También son conocidos como productos de degradación secundaria de las plantas, las cuales secretan estos fenoles como mecanismo de defensa frente a ataques fúngicos. Los compuestos fenólicos brindan el color característico de algunas partes de ciertas plantas y son responsables de propiedades organolépticas.<sup>34</sup>

Estas moléculas se oxidan y consecuentemente generan como producto de la reacción sustancias conocidas como quinonas las cuales se evidencia por la presencia de un color parduzco.<sup>34-35</sup>

### ▪ Características químicas de los compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos resaltan por tener propiedades antioxidantes, ya que tienen la capacidad de impedir reacciones químicas dañinas en el organismo, también son sensibles a ciertos factores y pueden ser oxidados. Los compuestos fenólicos presentan grupos hidroxilos en su estructura, estos están unidos a grupos bencénicos, los cuales le dan la propiedad de interactuar con electrones, esto es una característica propia de ellos.<sup>34-35</sup>

En la siguiente imagen se muestra algunos compuestos fenólicos resaltando su grupo hidroxilo presente en su estructura química:

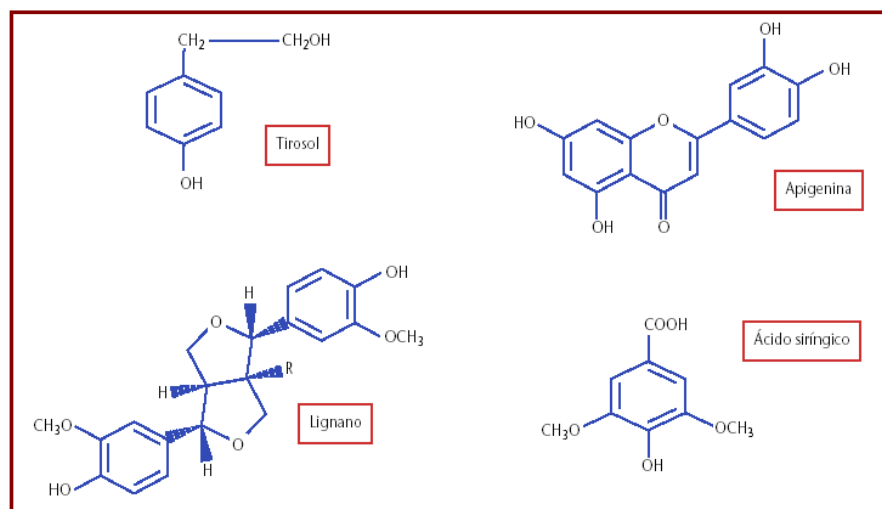


Figura N° 7: Estructuras químicas de compuestos fenólicos

Fuente: Gimeno E. 2004.

### ▪ Flavonoides

Los flavonoides forman parte del subgrupo de los compuestos fenólicos, es decir también son antioxidantes que protegen nuestro organismo frente a ataques producidos por las especies reactivas de oxígeno (ERO). El sistema inmunológico necesita de estas sustancias antioxidantes, las

cuales se encuentran en muchos alimentos de origen vegetal.<sup>36</sup>

Al igual que los compuestos fenólicos, estos contienen en su estructura química la presencia de hidroxilos, también tienen propiedades quelantes, por eso tienen el rol de ser muy buenos antioxidantes frente a diversas sustancias oxidativas.<sup>36</sup>

Su actividad es dirigida a los radicales libres hidroxilo y superóxido, las cuales son las responsables de la cadena de peroxidación lipídica, también inducen a enzimas detoxificadoras para prevenir el crecimiento celular.<sup>36</sup>

#### ▪ Estructura Química

Poseen bajo peso molecular, compuesto por dos anillos de fenil, los cuales están representados por la A y B, unidos a través de un anillo heterocíclico C.<sup>36</sup>

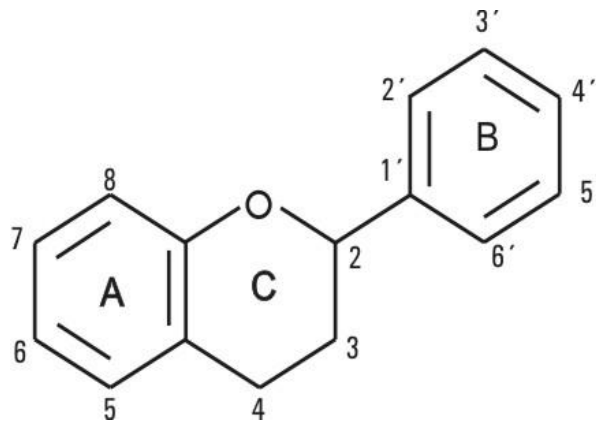


Figura N° 8: Estructura básica de los flavonoides

Fuente: [http://bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol22\\_1\\_03/ibi07103.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol22_1_03/ibi07103.htm)

### ▪ **Función antioxidante de los flavonoides**

Los flavonoides tienen actividad farmacológica, se enlazan con macromoléculas biológicas como las enzimas transportadoras de hormonas, tienen capacidad de quelación frente a iones metálicos y también aceleran el paso de electrones.<sup>36</sup>

Participan en la prevención y tratamiento de diversas patologías como la diabetes mellitus, enfermedades coronarias, infecciones virales, inflamaciones, cáncer. La propiedad de ser antioxidantes se da por tener en su estructura química a grupos hidroxilo, el cual otorga una mayor estabilidad química frente a los radicales libres.<sup>36</sup>

La presencia de otros grupos hidroxilos en los anillos A y C, son importantes para darles un mayor poder antioxidante. También se encargan de separar oxígeno (O<sub>2</sub>) altamente reactivo, de tal forma que impiden la acción de sustancias nocivas para el organismo. Los flavonoides evidencian un efecto positivo sobre las membranas ya que suprimen los mecanismos de peroxidación lipídica de ácido linoleico.<sup>36</sup>

Tiene la función de inhibir a las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y a su vez disminuyen los daños ocasionados de las (LDL) oxidadas.<sup>36</sup>

### ▪ **Antocianinas**

Las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides, los cuales tienen propiedades antioxidantes frente a las especies reactivas de oxígeno (ERO). Son un conjunto de pigmentos de color, hidrosolubles, los cuales están considerablemente repartidos en los alimentos de origen vegetal. Están

conformadas por la molécula antocianidina, y este a su vez está unido mediante un enlace B-glucosídico. El color que pueden mostrar las antocianinas va a depender de ciertos factores internos, como la composición química en la que se encuentre presente. Las antocianinas cobran mucho interés porque generan una gran impresión en las características organolépticas de ciertos alimentos.<sup>37</sup>

También son muy requeridos a nivel de las industrias alimentarias debido a su capacidad para generar colores, actualmente se usan las antocianinas del *Zea mays L.* (maíz morado) para producir productos alimenticios con una agradable apariencia.<sup>37</sup>

#### ▪ Estructura química

Tienen una estructura básica el cual es un núcleo de flavon, presenta dos anillos aromáticos enlazados por una unidad de tres carbonos.<sup>37</sup>

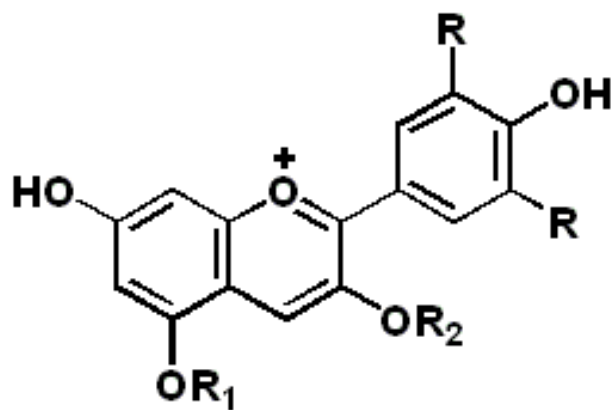


Figura N° 9: Estructura básica de las antocianinas

Fuente: <https://quimica.laguia2000.com/elementos-quimicos/antocianinas>

La cianidina, pelargonidina, delfinidina, son las más frecuentes antocianidinas presentes en los frutos. Las antocianidinas se depositan en las plantas pero en su forma glucosilada, es decir enlazadas a algún azúcar. Este azúcar que esta enlazado a la molécula de antocianidina le otorga estabilidad. Principalmente estos azucres se unen en la posición 3 del grupo fenol. Las antocianinas se clasificaran dependiendo del número de azucres presentes en su estructura química.<sup>37</sup>

#### ▪ **Función de las antocianinas**

Es un flavonoide que otorga gran capacidad antioxidante frente a las especies reactivas de oxígeno (ERO), especialmente por la presencia de la antocianidina conocida como la cianidina 3-glucosido el cual tiene la capacidad de suprimir al 7,12-dimethylbenzo antraceno, uno de muchos inductores a la carcinogénesis mamaria.<sup>37</sup>

Las antocianinas son una fuente natural de antioxidantes, la cual ayudaría a prevenir el envejecimiento a nivel celular, también suprimen o previenen los efectos nocivos provocados por los radicales libres productos del estrés oxidativo.<sup>37</sup>

#### **2.2.5.3. Envejecimiento Prematuro**

El envejecimiento pertenece a un grupo de cambios, los cuales se evidencian con el pasar de los años en el hombre. Estas variaciones que se dan pueden ser de tipo fisiológico o morfológico, ya que el organismo empieza a perder la actividad de sus sistemas u órganos, pero también influyen diversos factores exógenos y endógenos los cuales son dañinos.<sup>38</sup>

Según las investigaciones se han propuesto que las especies reactivas de oxígeno (ERO) son los determinantes en el proceso del envejecimiento, y su cantidad aumenta a lo largo de la vida.<sup>38</sup>

Una de las dianas del organismo sumamente implicada en el envejecimiento serían las mitocondrias las cuales se ven alteradas en su sistema.<sup>38</sup>

Otras investigaciones también afirman la teoría de que las mitocondrias son la principales responsable de formar radicales libres y otras especies reactivas de oxígeno (ERO). El aumento de estas fuentes oxidantes se da porque dañan las membranas que se encuentran internamente en ellas, y a la vez perjudicando el mecanismo de transporte de las moléculas.<sup>28, 31,39</sup>

El conjunto de genes que se encuentran a nivel de las mitocondrias son muy sensibles al daño generado por las especies oxidantes y lo que ocasiona es una desorganización de sus componentes, lo que con llevaría al daño celular.<sup>28, 31,39</sup>

Los deterioros ocasionados en el organismo y que con lleva al envejecimiento son la aparición de arrugas a nivel facial, también se ven alteradas la pigmentación de la piel. Microscópicamente pueden aparecer edemas a nivel de la dermis, pérdida de la elasticidad en la piel por el declive de sustancias como elastina y colágeno. Este último generalmente es dañado por factores externos como los rayos ultravioleta.<sup>28, 31,39</sup>

## 2.2.6. Método DPPH

Este método consiste en valorar la capacidad antioxidante de muchos alimentos, cosméticos, productos farmacéuticos y también ciertas bebidas, etc. Este método generalmente es diligente y tiene mucha precisión, también es simple de ejecutar. El método DPPH es considerablemente solicitado en varios países cuando se requiere analizar la actividad antioxidante de alimentos de origen vegetal.<sup>40</sup>

### Fundamento del método DPPH

Este ensayo fue elaborado por Brand Williams et al. DPPH significa (1,1-difenil-2-picrilhidrazyl), este reactivo que se comporta como un radical, al igual que otros radicales libres posee un electrón desapareado, el cual presenta una coloración azul violáceo. Este radical después de reaccionar con una sustancia con actividad antioxidante cambia a un color amarillo pálido.<sup>40</sup>

A continuación se aprecia la reacción de un radical DPPH frente a un antioxidante.

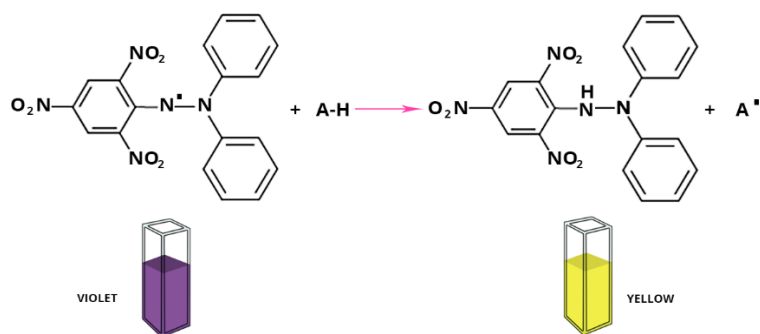


Figura N° 10: Reacción del reactivo DPPH frente a una sustancia antioxidante.

Fuente: <http://chimactiv.agroparistech.fr/en/aliments/antioxydant-dpph/mode-operatoire>



### 2.2.7. Sinergismo

El sinergismo se refiere al incremento cuantitativo de la respuesta farmacológica de una molécula activa por la administración concomitante de otra, el cual forma parte de una mezcla en un determinado producto farmacéutico, cosmético, alimenticio, etc, con el propósito de obtener un efecto superior al que se lograría cuando una de estas se administran por separado. El sinergismo en nutrientes con actividad antioxidante se estudia a nivel mundial, con el propósito de buscar una nueva habilidad para poder retardar los constantes daños oxidativos originados por muchas especies radicales.<sup>3,15,41</sup>

El sinergismo no solo se relaciona con los compuestos activos conocidos de cada fuente de origen vegetal, sino que también se puede originar por sus propios metabolitos secundarios. Estos mismos también pueden causar efectos inhibitorios, ya que estructuralmente no se atraen, y en otros casos unos son más reactivos que otros, lo cual impide un efecto sinérgico, además influyen otros factores como el pH, temperatura, entre otros. Principalmente los productos de degradación de característica fenólica como antocianinas, flavonoides, son los que determinan la capacidad antioxidante de ciertos nutrientes.<sup>15,41</sup>

El efecto de un resultado al juntar más de dos principios activos es conocido también como una interacción farmacodinámica la cual puede causar un aumento o disminución, y dentro de este grupo se encuentra el sinergismo por lo que se relaciona con tres clases adicionales:<sup>42</sup>

- **Sinergismo de potenciación**

Esta clase de interacción se refiere cuando el efecto resultante al asociar dos moléculas farmacológicamente activas supera al total de sus acciones individuales sobre un sistema efector.<sup>42-44</sup>

- **Sinergismo de suma o aditivo**

Es el efecto completo de la asociación de dos o más compuestos con similar actividad farmacológica, el cual es igual o mayor por lo menos en una de sus moléculas individuales, además de conseguir un resultado mayor con dosis mínimas.<sup>42-44</sup>

- **Sinergismo de facilitación**

Esta clase de interacción farmacológica generalmente se da cuando un compuesto inactivo produce una respuesta cuantitativa de otra molécula activa cuando se encuentran asociadas.<sup>42-44</sup>

Además de estas tres clases de sinergismo, existe lo opuesto, es decir cuando hay una mezcla de los principios activos de determinadas fuentes, y como resultado se obtiene una igualdad o reducción del efecto total cuya inferioridad es menor a las respuestas obtenidas individualmente, esta interacción farmacodinamica es conocida como antagonismo.<sup>42-44</sup>

### 2.3. Definición de Términos Básicos

- **Adventicia:** Son aquellas raíces que no provienen de la radícula del embrión, sino que se originan en cualquier otro lugar de la planta.<sup>18</sup>
- **Humedad Relativa:** Relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.<sup>24</sup>
- **Polinización:** Es el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores en las angiospermas, donde germina y fecunda los óvulos de la flor, haciendo posible la producción de semillas y frutos.<sup>25</sup>
- **Electrón:** Es representado por el símbolo  $e^-$ , es una partícula subatómica con una carga eléctrica elemental negativa.<sup>31</sup>
- **Epidermis:** Es la capa más externa de la piel y la última barrera que tiene nuestro cuerpo con el exterior.<sup>33</sup>
- **Mutación:** Es el cambio en la secuencia de un nucleótido o en la organización del ADN (genotipo) de un vivo, el cual produce una variación en las características de este y que no necesariamente se transmite a la descendencia.<sup>37</sup>
- **Glucósido:** Los glucósidos son moléculas compuestas por un glúcido (generalmente monosacáridos) y un compuesto no glucídico.<sup>37</sup>
- **Quelación:** Es la formación de complejos con iones de metales pesados. A estos complejos se los conoce como quelatos.<sup>36</sup>

- **Nudo:** Son las zonas del tallo desde donde nacen las hojas.<sup>18</sup>
- **Entrenudo:** Es la porción de tallo que separa dos nudos se denomina entrenudo.<sup>19</sup>
- **Lodículos:** Una de las dos estructuras, parecidas a escamas, en la base del ovario de las flores de las gramíneas.<sup>18</sup>
- **Trasplante:** Es el traslado de plantas del sitio en que están arraigadas y plantarlas en otro.<sup>22-25</sup>
- **Endospermo:** Tejido nutricional formado en el saco embrionario de las plantas con semilla.<sup>19</sup>
- **Prooxidante:** Sustancia que puede producir subproductos del oxígeno del metabolismo que pueden dañar las células.<sup>27</sup>
- **Difusibilidad:** Propiedad de los gases de dispersarse en otro gas hasta formar una mezcla homogénea.<sup>30</sup>
- **Sinergismo:** Resultado de la acción de dos o más sustancias que, actuando en conjunto, provocan una respuesta mayor a la suma de los efectos que provocarían por separado.<sup>42</sup>
- **Mitocondria:** Orgánulo citoplasmático de las células eucariotas, que tiene como principal función la producción de energía mediante el consumo de oxígeno, y la producción de dióxido de carbono y agua como productos de la respiración celular.<sup>38</sup>
- **Extracto:** Sustancia muy concentrada que se obtiene de una planta, semilla u otra cosa por diversos procedimientos.<sup>2</sup>

## CAPÍTULO III

### HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Formulación de hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis general

El extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) presenta efecto sinérgico frente a la capacidad antioxidante.

##### 3.1.2. Hipótesis específicas

- El extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en proporción (50:50) presenta efecto sinérgico frente a la capacidad antioxidante.
- El extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en proporción (25:75) presenta efecto sinérgico frente a la capacidad antioxidante.
- El extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en proporción (75:25) presenta efecto sinérgico frente a la capacidad antioxidante.

### 3.2. Identificación de variables

**3.2.1.** Variable independiente: Se consideró como variable independiente al efecto sinérgico, el cual se espera que sea influenciado sobre la capacidad antioxidante al mezclar el extracto acuoso del *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado)

**3.2.2.** Variable dependiente: Se consideró como variable dependiente a la capacidad antioxidante.

### 3.3. Operacionalización de Variables

A continuación, en el siguiente cuadro se detalla la Operacionalización de variables:

**Cuadro N° 6**  
**Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	PUNTOS DE CORTE
Efecto sinérgico	Aumento del efecto por parte de dos o más sustancias.	Concentración de la muestra	(50:50) (25:75) (75:25)	mg/mL
Capacidad antioxidante	Capacidad de una molécula para retardar o prevenir la oxidación de otra.	Capacidad antioxidante: CI:50 % en mg/mL	% de inhibición en la solución del radical DPPH	CI:50

Fuente: Elaboración propia 2018

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. Tipo y Nivel de Investigación:**

##### **4.1.1. Tipo de Investigación**

Analítico:

Porque el estudio busco evaluar la relación que existe entre las variables de causalidad.

Longitudinal:

La captación de la información se dio en diferentes momentos.

Prospectivo:

Porque la recolección de datos de los hechos se realizó después de iniciada la investigación.

#### 4.1.2. Nivel de Investigación

Explicativo:

Porque se buscó explicar el efecto sinérgico del extracto acuoso de *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) sobre la capacidad antioxidante frente al radical DPPH.

#### 4.2. Método y Diseño de la investigación

##### 4.2.1. Método de la investigación

Deductivo:

La presente investigación partió de lo de general a lo específico, porque adquirió conclusiones a partir de los resultados obtenidos.

##### 4.2.2. Diseño de la investigación

Experimental:

Porque se manipulo la variable independiente en concentraciones diferentes del extracto acuoso de *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado).

#### 4.3. Población y Muestra de la Investigación

##### 4.3.1. Población

- *Passiflora edulis* (maracuyá) proveniente del departamento de Lambayeque, la provincia de Chiclayo.



- ***Zea mays L.*** (maíz morado) proveniente del departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga.

**Criterios de inclusión:**

***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado) con características organolépticas adecuadas.

***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado) maduros.

***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado) aptos para el consumo humano.

**Criterios de exclusión:**

***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado) que se encuentren en estado de deterioro.

***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado) que no se cultiven Lambayeque y Ayacucho respectivamente.

#### 4.3.2. Muestra

Extracto acuoso de ***Passiflora edulis*** (maracuyá).

Extracto acuoso de ***Zea mays L.*** (maíz morado).

#### 4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

##### 4.4.1. Técnica

Método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo):

Se empleó este método para poder precisar el sinergismo de la capacidad antioxidante in vitro del extracto acuoso del ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado)

en diferentes concentraciones frente al compuesto cromógeno DPPH.<sup>40,42</sup>

El método DPPH es uno de los más ejecutados, ya que presenta estabilidad, y se puede conseguir directamente sin necesidad de una formulación, a diferencia de otras que necesitan ser generadas mediante reacciones químicas o enzimáticas.<sup>40,42</sup>

Este método se fundamenta cuando hay una reacción visible en la solución muestra, la cual es medida en un espectrofotómetro a 517 nm con ayuda de una celda de 1 cm. La reducción que se produce del radical libre es por una interacción química con el antioxidante la cual se evidencia con una disminución de la absorbancia conforme pasan los minutos y además por un cambio o pérdida de color de la solución del radical la cual es proporcional con la concentración, sin embargo este método realizado in vitro solo nos proporciona un conocimiento aproximado de lo que puede suceder en eventos complejos in vivo.<sup>40,42</sup>

#### **4.4.2. Instrumentos**

Se utilizó como instrumento una ficha para la recolección de los datos obtenidos después de conocerse los resultados del análisis.

En esta ficha se registraron las reacciones de coloración y otras características que se observen en las absorbancias para determinar la capacidad antioxidante de manera independiente y conjunta a partir del  $CI_{50}$ . (Ver anexo 02).

### 4.4.3. Procedimientos

#### 4.4.3.1. *Passiflora edulis* (maracuyá)

##### A. Obtención de la materia prima

Las muestras del *Passiflora edulis* (maracuyá), fueron recolectadas en el departamento de Lambayeque, en la provincia de Chiclayo, en el mes de julio del presente año.

##### B. Selección y lavado

Se seleccionaron los frutos maduros de *Passiflora edulis* (maracuyá) y de apariencia globular, luego se procedió a realizar el lavado correspondiente con abundante agua potable a chorro para la remoción de cualquier partícula extraña presente en ella.

##### C. Elaboración del extracto acuoso

Se procedió a realizar un corte longitudinal para poder obtener la pulpa del fruto, luego se pasó por un colador con el propósito de retener las semillas y obtener pura pulpa para finalmente ser licuado. Posteriormente se pesó 25 g de muestra (pulpa) y se depositó en una fiola de 100 mL, se agregó 50 mL de agua destilada y se homogenizó por 30 segundos, luego se llevó a volumen con agua destilada y se homogenizó por 30 segundos adicionales. Toda la solución se filtró con celulosa de un tamaño de poro de 4.6 – 4.7 micras en la bomba al vacío, la solución filtrada se centrifugó a 1250 rpm durante 20 minutos en donde finalmente se trabajó con el sobrenadante.<sup>45</sup>

#### D. Evaluación de la capacidad antioxidante

En primer lugar se procedió a preparar una solución de 1,1-difenil-2-picril-hidrazil (DPPH) a una concentración deseada en ug/mL en metanol. Para la solución estándar se añadió 0,1 mL de una sustancia patrón y se agrega 3.9 mL de la solución DPPH en fiola de 10 mL. Luego se realizaron alícuotas del extracto acuoso a 25, 50, 75, 100 µL para *Passiflora edulis* (maracuyá) las cuales fueron depositadas en tubos de ensayo, posteriormente se les adiciono 1 mL de metanol y 2 mL de la solución de DPPH, para luego ser homogenizados con la ayuda de un vortex. Luego se dejó en reposo a temperatura ambiente durante 30 minutos en ausencia de luz, para finalmente ser leído en una celda de 1 cm por un espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de onda de 517 nm para determinar las absorbancias.<sup>43</sup>

El porcentaje de la inhibición de la actividad antioxidante se determinó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Actividad Antioxidante} = \frac{\text{Abs. Blanco} - \text{Abs. Muestra}}{\text{Abs. Blanco}} \times 100$$

#### 4.4.3.2. *Zea mays L.* (maíz morado)

##### **A. Obtención de la materia prima**

Las muestras de *Zea mays L.* (maíz morado) fueron recolectadas en el departamento de Ayacucho en la provincia de Huamanga, en el mes de julio del presente año.

##### **B. Selección y limpieza**

Se seleccionó las unidades de *Zea mays L.* (maíz morado), en donde las muestras analizadas fueron las corontas.

##### **C. Elaboración del extracto acuoso**

Se procedió a realizar cortes en trozos muy pequeños de la coronta, luego se trituró con la ayuda de un molino para luego pesar 25 g de muestra la cual se depositó en una fiola de 100 mL, se agregó 50 mL de agua destilada y se homogenizó por 30 segundos, luego se llevó a volumen con agua destilada y se homogenizó por 30 segundos adicionales. Toda la solución se filtró con celulosa de un tamaño de poro de 4.6 – 4.7 micras en la bomba al vacío, la solución filtrada se llevó a centrifuga a 1250 rpm durante 20 minutos en donde finalmente se trabajó con el sobrenadante.<sup>46</sup>

##### **D. Evaluación de la capacidad antioxidante**

En primer lugar se procedió a preparar una solución de 1,1-difenil-2-picril-hidrazil (DPPH) a una concentración deseada en µg/mL en metanol. Para la solución estándar se añadió 0,1 mL de una

sustancia patrón y se agrega 3.9 mL de la solución DPPH en fiola de 10 mL. Luego se realizaron alícuotas del extracto acuoso a 5, 15, y 25 µL, las cuales fueron depositadas en tubos de ensayo, posteriormente se les adiciono 1 mL de metanol y 2 mL de la solución de DPPH, para luego ser homogenizados con la ayuda de un vortex. Luego se dejó en reposo a temperatura ambiente durante 30 minutos en ausencia de luz, para finalmente ser leído en una celda de 1 cm por un espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de onda de 517 nm para determinar las absorbancias.<sup>42</sup>

Se determinó el porcentaje de inhibición de la actividad antioxidante con la formula anterior:<sup>43</sup>

**4.4.3.3.** Mezcla de los extractos acuosos de *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado)

Con las soluciones de los extractos acuosos de *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado) se procedió a realizar las mezclas correspondientes en las proporciones de (50:50), (25:75) y (75:25) respectivamente.

Luego se realizaron alícuotas en las mezclas de los extractos acuosos a 25, 50, 75 y 100 µL, las cuales fueron depositadas en tubos de ensayo, posteriormente se les adiciono 1 mL de metanol y 2 mL de la solución de DPPH, para luego ser homogenizados con la ayuda de un vortex. Luego se dejó en reposo a temperatura ambiente durante 30

minutos en ausencia de luz, para finalmente ser leído en una celda de 1 cm por un espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de onda de 517 nm para determinar las absorbancias. Los porcentajes de inhibición de la actividad antioxidante se determinó con la formula anterior.

**CAPÍTULO V**  
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

**5.1. Resultados de investigación**

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de las concentraciones inhibitorias de los recursos vegetales y sus mezclas:

**Tabla N° 1**

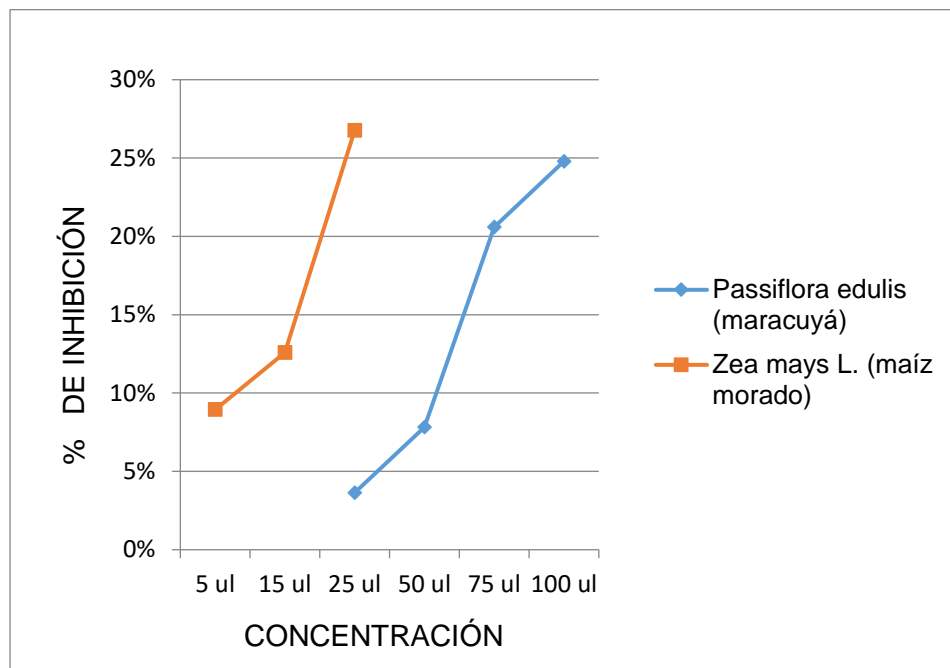
Concentraciones inhibitorias medias para la estabilización del radical DPPH en la mezcla de los extractos *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado).

Recursos vegetales y sus mezclas	Proporción	Concentración inhibitoria (CI <sub>50</sub> )
<i>Passiflora edulis</i> (maracuyá)	-	12,67 mg/mL
<i>Zea mays L.</i> (maíz morado)	-	4,17 mg/mL
<i>Passiflora edulis</i> + <i>Zea mays L.</i>	(50:50 )	7,57 mg/mL
<i>Passiflora edulis</i> + <i>Zea mays L.</i>	(25:75)	5,42 mg/mL
<i>Passiflora edulis</i> + <i>Zea mays L.</i>	(75:25)	12,67 mg/mL

Fuente: Elaboración propia 2018



En la tabla N° 1 se observa las concentraciones inhibitorias obtenidas tras la determinación de la capacidad antioxidante según el método DPPH en los extractos acuosos y sus mezclas correspondientes, la cual demuestra el poder reductor del **Zea mays L.** (maíz morado) ya que solo necesita una menor cantidad para poder inhibir el 50% del reactivo oxidante.



Fuente: Elaboración propia 2018

**Grafico N° 1.** Comparación del **Passiflora edulis** (maracuyá) y **Zea mays L.** (maíz morado) mediante los porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante según el método DPPH.

En el grafico N° 1 se observa los porcentajes de inhibición del **Passiflora edulis** (maracuyá) y el **Zea mays L.** (maíz morado) frente al radical DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) evidenciando que este último presenta mayor reducción, demostrando así la superioridad y gran capacidad antioxidante.

En las siguientes tablas se muestran los porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en las mezclas de los extractos acuosos y sus correspondientes proporciones:

**Tabla N° 2**

Porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en la mezcla ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays*** (maíz morado) en proporción (50:50) según el método DPPH.

Volumen (uL)	% de inhibición (50:50)
25	8,56
50	21,86
75	40,94
100	59,23

Fuente: Elaboración propia 2018

En la tabla N° 2 se aprecia los porcentajes de inhibición en la mezcla de ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y el ***Zea mays*** (maíz morado) en proporción (50:50) evidenciando una correlación directa de un incremento de la capacidad antioxidante frente al radical DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) demostrando que a mayor concentración existe un aumento del poder reductor.

**Tabla N° 3**

Porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en la mezcla ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays*** (maíz morado) en proporción (25:75) respectivamente según el método DPPH.

Volumen (uL)	% de inhibición (25:75)
25	17,66
50	39,83
75	63,90
100	76,33

Fuente: Elaboración propia 2018

En la tabla N° 3 se aprecia los porcentajes de inhibición en la mezcla de ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y el ***Zea mays*** (maíz morado) en proporción (25:75) respectivamente evidenciando que este último tiene un mejor aporte en la capacidad antioxidante frente al radical DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo).

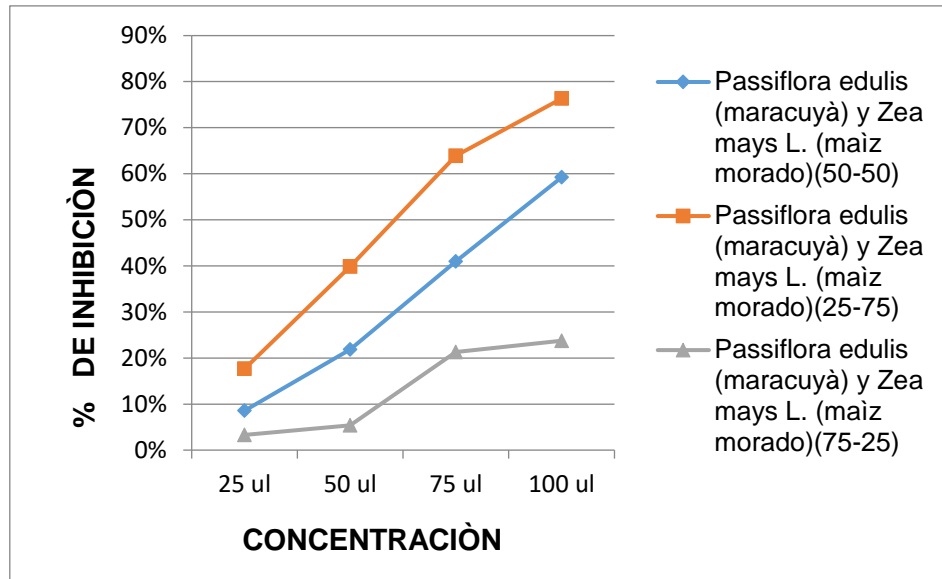
**Tabla N° 4**

Porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en la mezcla ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays*** (maíz morado) en proporción (75:25) respectivamente según el método DPPH

Volumen (uL)	% de inhibición (75:25)
25	3,30
50	5,47
75	21,3
100	22,96

Fuente: Elaboración propia 2018

En la tabla N° 4 se observa una disminución de los porcentajes de inhibición en la mezcla de ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays*** (maíz morado) en proporción (75:25) respectivamente evidenciando que a mayor cantidad de ***Passiflora edulis*** (maracuyá) se genera una reducción de la capacidad antioxidante frente al radical DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) demostrando la ausencia de un efecto sinérgico, sin embargo se mantiene la capacidad antioxidante presente en el ***Passiflora edulis*** (maracuyá).



Fuente: Elaboración propia 2018

**Grafico N° 2.** Comparación de los porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en las mezclas de *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays* (maíz morado) en las proporciones (50:50), (25:75), (75:25) respectivamente según el método DPPH.

En el grafico N° 2 se observa los porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante en las mezclas de *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays* (maíz morado) demostrando que hay una diferencia significativa en las proporciones correspondientes, evidenciando un claro efecto sinérgico en la proporción (50:50), en la proporción (25:75) podemos apreciar que el *Zea mays L.* (maíz morado) es el que mejora la capacidad antioxidante; por lo contrario se aprecia un comportamiento antagónico en la proporción (75:25).

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

#### 6.1. Discusión de la investigación

El efecto sinérgico de la actividad antioxidante se viene evidenciando en investigaciones en la cual existe una interacción entre compuestos bioactivos como antocianinas, flavonoides, taninos, alcaloides, entre otros. También se relacionan a las vitaminas y minerales, todas estas moléculas activas cumplen propiedades fitoquímicas importantes, además provienen mayormente de frutas y verduras, por lo que radica la importancia de ser estudiados cuando son mezclados.

En relación a todo lo mencionado la presente investigación determinó la existencia de sinergismo de la capacidad antioxidante en la mezcla del extracto acuoso del *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado) en la proporción de (50:50).

Se observó la comparación de los porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante entre *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado) demostrando que este último presentó un mayor rendimiento frente al radical libre DPPH (2-difenil-1-picril

hidrazilo), a pesar de que los volúmenes medidos de aquel recurso vegetal fueron en menor cantidad, este resultado se evidenciaría por las antocianinas presentes, las cuales se encuentran en mayor concentración en la coronta o tusa y que aportan la mayor parte de la actividad antioxidante, esto se demuestra en la investigación de Castillo M, donde se elaboró una bebida a partir de ***Zea mays L.*** (maíz morado) en la cual se realizó extracciones metanólicas en la coronta y granos para luego determinar la capacidad antioxidante según el método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) obteniendo porcentajes de inhibición de 38,50%, 70,69% para la coronta, y 14,18%, 23,21% para los granos respectivamente.<sup>14</sup>

Así mismo se demostró la gran capacidad antioxidante que presenta el ***Zea mays L.*** (maíz morado) con un  $CI_{50}$  de 4,17 mg/mL, a comparación de los resultados en el estudio de Carmona S, donde se determinó la capacidad anteriormente mencionada como parte de un control de calidad en ***Zea mays L.*** (maíz morado) con soluciones acuosas, etanólicas y metanólicas en la cual los  $CI_{50}$  obtenidos fueron de (0,84 mg/mL y 1,63 mg/mL), (1,00 mg/mL y 2,49 mg/mL), (2,26 mg/mL y 8,94 mg/mL) respectivamente. Además se atribuye que las antocianinas son los principales metabolitos secundarios.<sup>16</sup>

Por otro lado el ***Passiflora edulis*** (maracuyá) presenta un  $CI_{50}$  de 12.67 mg/mL, este resultado se daría porque el ácido ascórbico, uno de los compuestos principales que otorga la actividad antioxidante y que se encuentra presente en su composición fitoquímica, no tiene el mismo poder reductor que las antocianinas del ***Zea mays L.*** (maíz morado), además tiende a ser uno de los más lábiles a degradarse rápidamente por factores como la temperatura, oxígeno, luz, iones, etc.

Así lo demuestran Páez G, Freay J, Moreno M, Mármol Z, Araujo K, Rincón M en la investigación de la cinética de degradación del ácido ascórbico en donde se almacena jugo de ***Passiflora edulis*** (parchita maracuyá) a una temperatura de 25°C durante algunas horas, para luego realizar la determinación de la vitamina en estudio, la cual presento una disminución desde 11,23 mg/mL hasta 10,15 mg/mL (9,62%)<sup>47</sup>, además de la insolubilidad de los carotenoides, compuestos presentes que también están relacionados con su actividad antioxidante, los cuales son de naturaleza lipídica y otros compuestos secundarios que no tienen mucha afinidad con el agua.

Por lo que una extracción con solventes como el etanol u otros tendría igual o mejor rendimiento. Así lo demuestra Pardo A, en el estudio de la capacidad antioxidante en la pulpa del ***Passiflora edulis*** (maracuyá) de la provincia de el Oro (Ecuador), mediante extractos acuosos y etanólicos obteniendo porcentajes de inhibición de la capacidad antioxidante de 29,6% y 36,3% respectivamente, a comparación de los dos resultados más elevados que se obtuvieron en la presente investigación de 20,59% y 24,79%<sup>13</sup> el cual evidencia una diferencia en el poder reductor.

Este resultado se ve influenciado por el ecosistema donde se obtuvo el recurso vegetal, y por factores genéticos, periodo de madurez, método de cultivo, entre otros, lo cual puede conllevar a obtener moléculas bioactivas cuantitativamente diferentes, así lo evidencia García M, en la investigación de la actividad antioxidante *in vitro* de ***Passiflora tripartita var. Mollissima*** (puro puro) mediante el método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo), en donde se analizó la pulpa del fruto en muestras provenientes de los distritos de Usquil, Charat y Huaranchal, obteniendo porcentajes de inhibición de 60,94%, 59,12% y 51,68% respectivamente.<sup>12</sup>



En el estudio de Samillan A, donde determinó la actividad antioxidante según el método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo) en cascaras de ***Passiflora edulis*** (maracuyá), se prepararon muestras de 4 mg/mL, previas extracciones etanólicas al 90%, 70% y 45% en la cual se obtuvieron los  $CI_{50}$  de 16,03, 16,23, 9,06 mg ET/g respectivamente, al igual que los resultados obtenidos en el presente estudio se demuestra que hay presencia de compuestos bioactivos en otras partes del fruto y que también tienen propiedades antioxidantes por lo que sería materia de una futura investigación el realizar comparaciones de capacidad antioxidante en cascara, pulpa y fruto entero del ***Passiflora edulis*** (maracuyá).<sup>10</sup>

Se mostró el resultado de la capacidad antioxidante resultante en la mezcla del extracto acuoso ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y el ***Zea mays L.*** (maíz morado) en proporciones de (50:50), donde se evidencia una  $CI_{50}$  de 7,57 mg/mL. Este resultado demuestra que si existe sinergismo de la actividad antioxidante entre la mezcla de recursos vegetales, así lo demuestra Pérez C, Sánchez W, Murillo W, Méndez J en la investigación acción antioxidante conjunta de extractos etanólicos de ***Mollinedia lanceolata*** (romadizo), ***Croton leptostachyus*** (mosquero) y ***Siparuna sessiliflora*** (limón de monte) según el método DDPH (2-difenil-1-picril hidrazilo), en la cual las partes usadas fueron las hojas previamente secadas a una temperatura adecuada y maceradas con el solvente correspondiente. Los  $CI_{50}$  obtenidos por separado fueron de 128,8 mg/L, 53,5 mg/L y 304,1 mg/L respectivamente, después de realizarse las mezclas en proporciones de 1:1 se evidenciaron resultados positivos como la mezcla de ***M. lanceolata*** y ***C. leptostachyus*** con un  $CI_{50}$  de 13,1 mg/L, además de la mezcla de ***C. leptostachyus*** y ***S. sessiliflora*** con un  $CI_{50}$  de 178,1 mg/L.<sup>7</sup>

Así también lo evidencia Peñaloza K. y Benjamín A, en el estudio de la potenciación de la capacidad antioxidante resultante en la mezcla de 6 frutas nativas, incluida también el ***Passiflora edulis*** (maracuyá), cuyo inicio presentaron un  $Cl_{50}$  individualmente entre 2500 – 3000  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ , después de realizarse la mezcla se observó un resultado de 60000  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ .

En la mezcla del extracto acuoso del ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y ***Zea mays L.*** (maíz morado) en la proporción (75:25) respectivamente se genera una reducción de la capacidad antioxidante. Este resultado se debería al ácido ascórbico presente en su composición, ya que origina una degradación de antocianinas del ***Zea mays L.*** (maíz morado) y se potencia cuando hay presencia de oxígeno, así lo evidencia Poeschl M y Wrolstad R, en el estudio de degradación del color en un sistema de modelo de ácido ascórbico antocianina flavanol en la cual se observó una tonalidad oscura tras el almacenamiento de una mezcla de ácido ascórbico y pelargonidina-3-glucosido en solución tampón a pH 3,4 a 20°C llegando a la conclusión de que ambos se degradan a través de un reacción de condensación<sup>48</sup>, y en la investigación de Garzón G y Wrolstad R, en el cual se demuestra la aceleración de degradación de antocianinas en jugo de fresa.<sup>49</sup>

Sin embargo en la mezcla de ***Passiflora edulis*** (maracuyá) y el ***Zea mays L.*** (maíz morado) en las proporciones de (50:50) con una  $Cl_{50}$  de (7,57 mg/mL) y (25:75) con una  $Cl_{50}$  de (5,42 mg/mL) respectivamente no reflejan una gran diferencia frente a la  $Cl_{50}$  de (4,17 mg/mL) de la coronta del ***Zea mays L.*** (maíz morado), lo cual demuestra que aún sigue siendo una buena alternativa antioxidante.

## CONCLUSIONES

- Se llegó a determinar la existencia del efecto sinérgico en el extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y *Zea mays L.* (maíz morado) sobre la capacidad antioxidante.
- Se llegó a determinar un efecto sinérgico de suma en la mezcla del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en la proporción (50:50) sobre la capacidad antioxidante.
- No se llegó a determinar un efecto sinérgico en la mezcla del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en proporción (25:75), ya que este último solo demostró tener un mayor aporte en el aumento de la capacidad antioxidante.
- Se llegó a determinar la ausencia del efecto sinérgico en la mezcla del extracto acuoso *Passiflora edulis* (maracuyá) y el *Zea mays L.* (maíz morado) en proporción (75:25) sobre la capacidad antioxidante.

## RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos de investigación sobre el comportamiento del ácido ascórbico presente en el *Passiflora edulis* (maracuyá) frente a las antocianinas del *Zea mays L.* (maíz morado), para así poder evaluar su estabilidad.
- Investigar sobre los principales metabolitos secundarios de los recursos naturales del presente estudio, ya que estos cumplen otras propiedades fitoquímicas importantes.
- Se recomienda investigar otras partes del fruto *Passiflora edulis* (maracuyá), debido a que también existen compuestos activos importantes.
- Se recomienda seguir investigando sobre el sinergismo de la actividad antioxidante que puedan existir con otros recursos vegetales, para así encontrar nuevas alternativas para la prevención de enfermedades y a partir de ahí desarrollar formulaciones con propiedades fitoquímicas importantes para la salud.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Constanza L, Muñoz M. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. Nova - Publicación Científica en Ciencias Biomédicas, 2012; 10(18): 114-225.
2. Pineda D, Salucci M, Lázaro R, Maiani, Ferro A. Capacidad antioxidantes y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. Rev. Cubana Aliment Nutr, 1999; 13(2): 104-111.
3. Esteva de Sagrera J. Sinergismo. OFFARM, 2001; 20(5): 3-11.
4. Poulton N. La destrucción de la capa de ozono [Internet]. PNUMA. [Citada: 2018 junio 18]. Disponible en <https://virtual.upaep.mx/bbcswebdav/institution/portales/ingenierias/bachilleratos/ContaminacionAtmosferica/LaDestruccionCapaOzono.pdf>
5. Paredes F, Roca J. Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. OFFARM, 2002; 21(7): 96-100.
6. Delgado L, Betanzos G, Sumaya T. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2010; (50): 10-15.
7. Pérez C, Sánchez W, Murillo W, Méndez J. Acción antioxidante conjunta de extractos etanólicos de ***Mollinedia lanceolata***, ***Croton leptostachyus*** y ***Siparuna sessiliflora***. Rev. Acad. Colomb Cienc Ex Fis Nat, 2017; 41(158): 64-70.

8. Ferrer D, Jorge C, Cutiño I, García R, Arce D. Radicales libres y su papel en la homeostasia neuronal. Instituto Superior de Ciencias Médicas, 1999; 3(3): 5-11.
9. Güder A, Korkmaz H. Evaluation of in-vitro antioxidant properties of hydroalcoholic solution extracts *Urtica dioica L.*, *Malva neglecta Wallr.* and their mixture. Iran. J. Pharm. Res. 11 (3): 913-923.
10. Samillan A. Capacidad antioxidante, regeneradora y factor de protección solar del liofilizado de (*Passiflora edulis*) maracuyá y desarrollo de una crema [Tesis para optar el grado académico de Bachiller en Farmacia y Bioquímica]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2018.
11. Cosavalente K. Relación entre el contenido de antocianinas totales y su capacidad antioxidante in vitro de extractos de diferente grado etanólico del fruto de (*Vaccinium corymbosum*) arándano [Informe de prácticas pre-profesionales para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2015.
12. García M. Actividad antioxidante *in vitro* de *Passiflora tripartita var. Mollissima* (Puro puro) procedente de los distritos de Usquil, Charat y Huaranchal [Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo; 2017.
13. Pardo A. Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en la pulpa de la maracuyá (*Passiflora edulis*) [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera en Alimentos]. Ecuador: Universidad Técnica de Machala; 2015.

14. Castillo M. Elaboración de una bebida a partir del ***Zea mays L.*** (Maíz morado) como alternativa para el consumo diario [Tesis para la obtención de Ingeniero Químico]. Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2015.
15. Peñaloza J, Rojano B. Potenciación de la capacidad antioxidante mediante interacción sinérgica entre bioactivos de frutas nativas colombianas. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2014; 23(33): 3-25.
16. Carmona S. Control de Calidad de “maíz morado” (***Zea mays L.*** – Poaceae -, raza “*culli*”): estudio farmacobotánico, análisis de antocianos y actividad antioxidante [Tesis para la obtención de Magister en Bromatología y Tecnología de la Industrialización de Alimentos]. Argentina: Universidad de Buenos Aires; 2016.
17. Elias J, Gamero D. Obtención de colorante a partir del maíz morado [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería; 1988.
18. Carhuapona M, López S. Maíz morado Moléculas bioactivas, antioxidantes y anticancerígenos. Lima: Concytec; 2008.
19. Justiniano e. Fenología e intensidad de color en corontas del ***Zea mays L.*** (Maíz morado) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la molina [Tesis para optar el grado de Magister Scientiae]. Lima: Universidad Agraria la Molina; 2010.
20. Guillén J, Arismendi S, Paucar L. Características y propiedades funcionales del maíz morado (***Zea mays L.***) var. Subnigroviolaceo. Scientia Agropecuaria, 2014; 5(4): 211-217.

21. Biopiratería. Maíz morado: BIOPAT; 2016
22. Malavolta E. Nutrición y fertilización del maracuyá. [Internet]. International Plant Nutrition Institute. [Citada: 2018 Junio 03]. Disponible en [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/L%20Maracuya.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/L%20Maracuya.pdf)
23. Amaya J. Cultivo de maracuyá [Internet]. Gerencia Regional Agraria La Libertad. [Citada: 2018 Junio 03]. Disponible en [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DE%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA\\_0.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DE%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf)
24. Ángel J. Guía para la producción de Maracuyá [Internet]. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. [Citada: 2018 Junio 03]. Disponible en <http://santic.rds.hn/wp-content/uploads/2013/06/Guia-la-produccion-de-Maracuya.pdf>
25. García M. Cultivo de maracuyá amarillo [Internet]. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. [Citada: 2018 junio 04]. Disponible en <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Maracuya.pdf>
26. García A. Guía técnica del cultivo de la maracuyá [internet]. CENTA. [Citado: 2018 junio 07]. Disponible en <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20MARACUYA%20011.pdf>
27. Venereo J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Rev. Cubana Med Milit*, 2002; 31(2): 126-133. Mayor R. Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante. *Rev. Inst. Med. Trop*, 2010; 5(2): 23-29.



28. Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante. *Rev. Inst. Med. Trop*, 2010; 5(2): 23-29.
29. Mordoh A. Antioxidantes y envejecimiento cutáneo. *Arch. Argent. Dermatol*, 2003; 53(4): 147-157.
30. Castrejón M. Radicales libres y sustancias antioxidantes. *En: Díaz J. Bioquímica*. 2<sup>da</sup> ed. México: MC GRAW HILL; 2007. p.611-628.
31. Vasudevan D. Radicales libres y antioxidantes. *En: Vasudevan D. Texto de bioquímica*. 6<sup>ta</sup> ed. México: Cuellar Ayala; 2011. p.236-241.
32. Korc I, Bidegain M, Martell M. Radicales libres Bioquímica y sistemas antioxidantes Implicancia en la patología neonatal. *Rev. Med. Uruguay*, 1995; 11(2): 121-135.
33. Sánchez V, Méndez. N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Rev. Invest. Med Sur Mex*, 2013; 20(3): 161-168.
34. Gimeno E. Compuestos Fenólicos. *Ámbito Farmacéutico Nutrición*, 2004; 23(6): 80-84.
35. Peñarrieta J, Tejeda L, Mollinedo P, Vila J, Bravo J. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 2014; 31(2): 68-81.
36. Martínez S, Gonzales J, Culebras J, Tuñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutr. Hosp*, 2002; 17(6): 271-278.

37. Aguilera M, Reza M, Chew G, Meza J. Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 2011; 13(2): 16-22.
38. Calero O, Quezada G, Ramírez M, Reyes I, Centeno J, Pacheco N. Envejecimiento prematuro de la piel. *Universitas*, 2009; 3(1): 30-33.
39. Céspedes E, Rodríguez K, Llópez N, Cruz N. Un acercamiento a la teoría de los radicales libres y el estrés oxidativo en el envejecimiento. *Rev. Cub. Invest. Biomed*, 2000; 19(3): 186-190.
40. Marinova G, Bachtvarov V. Evaluación de los métodos de determinación de la actividad de desplazamiento radical gratuito por DPPH. *Revista Búlgara de Ciencias Agrícolas*, 2011; 17(1): 11-24.
41. Dawoud M, Mawgoud Y, Dawoud T. Synergistic interactions between plant extracts, some antibiotics and/or their impact upon antibiotic-resistant bacterial isolates. *Afric. J. Biotechnol*, 2013; 12 (24): 3835-3846.
42. Ruiz F. *Fundamentos de la Farmacología Básica y Aplicada*. Barcelona: Panamericana; 2013.
43. Velazco A. *Compendio de Farmacología General*. Valladolid: Díaz de Santos; 2001.
44. Baxter K. *Stockley Interacciones Farmacológicas*. Madrid: Pharma Editores; 2009.
45. Ramírez V. Actividad anticancerígena de extractos de maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) en células de cáncer de colon humano [Tesis para optar el título de Magister en Ciencias - Biotecnología]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2015.

46. Fernández S, Villaño D, Troncoso A, García C. Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 2006; 56(2): 1-25.
47. Páez G, Freay J, Moreno M, Mármol Z, Araujo K, Rincón M. Cinética de degradación del ácido ascórbico en jugo de parchita. Revista de Química Teórica y Aplicada, 2008; 553(32):51-55.
48. Poeschl Langston MS, Wrolstad RE. Color Degradation in an Ascorbic AcidAnthocyanin-Flavanol Model System. J. Food Sci. 1981; 46(4): 1218-1222, 1236.
49. Garzón GA, Wrolstad RE. Comparison of the Stability of Pelargonidin-based Anthocyanins in Strawberry Juice and Concentrate. J Food Sci. 2002; 67(4): 1288-1299.

# ANEXOS

**ANEXO N° 01  
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Título: SINERGISMO DEL EXTRACTO ACUOSO *Passiflora edulis* (MARACUYÁ) Y EL *Zea mays L.* (MAÍZ MORADO) SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**

**Tesista: Fernando William Jabel Nolasco**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	METODO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
<p>¿Cuál es el efecto sinérgico del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) sobre la capacidad antioxidante?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p><b>P.E.1:</b> ¿Cuál es el efecto sinérgico del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (50:50) sobre la capacidad antioxidante?</p> <p><b>P.E.2:</b> ¿Cuál es el efecto sinérgico del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (25:75) sobre la capacidad antioxidante?</p> <p><b>P.E.3:</b> ¿Cuál es el efecto sinérgico del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (75:25) sobre la capacidad antioxidante?</p>	<p>Determinar el efecto sinérgico del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) sobre la capacidad antioxidante.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p><b>O.E.1:</b> Determinar el efecto sinérgico del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (50:50) sobre la capacidad antioxidante.</p> <p><b>O.E.2:</b> Determinar el efecto sinérgico del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (25:75) sobre la capacidad antioxidante.</p> <p><b>O.E.3:</b> Determinar el efecto sinérgico del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (75:25) sobre la capacidad antioxidante.</p>	<p>El extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) presenta efecto sinérgico frente a la capacidad antioxidante.</p> <p><b>Hipótesis Especificas</b></p> <p><b>H.S.1:</b> El extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (50:50) presenta efecto sinérgico frente a la capacidad antioxidante.</p> <p><b>H.S.2:</b> El extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (25:75) presenta efecto sinérgico frente a la capacidad antioxidante.</p> <p><b>H.S.3:</b> El extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (75:25) presenta efecto sinérgico frente a la capacidad antioxidante.</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Analítico: Porque el estudio busco evaluar la relación que existe entre las variables de causalidad.</p> <p>Longitudinal: La captación de la información se dio en diferentes momentos.</p> <p>Prospectivo: Porque la recolección de datos de los hechos se realizó después de iniciada la investigación.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Explicativo: Porque se buscó explicar el efecto sinérgico del extracto acuoso de <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) sobre la capacidad antioxidante frente al radical DPPH.</p>	<p><b>Método de Investigación:</b></p> <p><b>Deductivo:</b></p> <p>La presente investigación partió de lo de general a lo específico, porque adquirió conclusiones a partir de los resultados obtenidos.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p><b>Experimental:</b></p> <p>Porque se manipulo la variable independiente en concentraciones diferentes del extracto acuoso de <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y el <i>Zea mays L.</i> (maíz morado).</p>	<p><b>Variable Independiente (X)</b></p> <p>Efecto sinérgico</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Concentración del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (50:50).</p> <p>Concentración del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (25:75).</p> <p>Concentración del extracto acuoso <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) y <i>Zea mays L.</i> (maíz morado) en proporción (75:25).</p> <p><b>Variable Dependiente (Y)</b></p> <p>Capacidad antioxidante</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>% de inhibición en la solución del radical DPPH</p>	<p><b>Población :</b></p> <p><i>Passiflora edulis</i> (maracuyá) procedente de Lambayeque</p> <p><i>Zea mays L.</i> (maíz morado) procedente de Ayacucho.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Extracto acuoso de <i>Passiflora edulis</i> (maracuyá).</p> <p>Extracto acuoso de <i>Zea mays L.</i> (maíz morado).</p>

## ANEXO N° 02

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE MEDIANTE EL METODO DE DPPH

MUESTRA:

TRATAMIENTO:

<b>MUESTRA</b>	FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:
	<b>ABS*</b>	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>	<b>ABS</b>
<b>M1</b>				
<b>M2</b>				
<b>M3</b>				
<b>M4</b>				

\*ABS: Absorbancia

## ANEXO N° 3

### CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
FACULTAD DE MEDICINA  
Instituto Centro de Investigación Bioquímica y Nutrición  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"



#### Resultados de Análisis

##### 1. Determinación de la capacidad antioxidante

Se realizó un extracto acuoso al 25%.

Para la determinación se usó 5, 15 y 25 uL del extracto acuoso.

**Muestra** : CORONTA de MAÍZ MORADO

**Método** Radical libre estable DPPH a temperatura ambiente

**Resultado** : Primer ensayo : IC50 = 4.17 mg/mL  
Segundo ensayo: IC50 = 4.17 mg/mL

##### 2. Determinación de la capacidad antioxidante

Se realizó un extracto acuoso al 25%.

Para la determinación se usó 25, 50, 75 y 100 uL del extracto acuoso al 25%

**Muestra** : MARACUYÁ

**Método** Radical libre estable DPPH a temperatura ambiente

**Resultado** : Primer ensayo : IC50 = 12.67 mg/mL  
Segundo ensayo: IC50 = 12.68 mg/mL

##### 3. Determinación de la capacidad antioxidante

Se realizó un extracto acuoso al 25% de cada una de las muestras.

Para la determinación se usó 25, 50, 75 y 100 uL de la mezcla de los extractos acuosos.

**Muestra** : CORONTA de MAÍZ MORADO y MARACUYÁ 50:50

**Método** Radical libre estable DPPH a temperatura ambiente

**Resultado** : Primer ensayo : IC50 = 7.58 mg/mL  
Segundo ensayo: IC50 = 7.56 mg/mL

##### 4. Determinación de la capacidad antioxidante

Se realizó un extracto acuoso al 25% de cada una de las muestras.

Para la determinación se usó 25, 50, 75 y 100 uL de la mezcla de los extractos acuosos.

**Muestra** : CORONTA de MAÍZ MORADO y MARACUYÁ 25:75

**Método** Radical libre estable DPPH a temperatura ambiente

**Resultado** : Primer ensayo : IC50 = 12.67 mg/mL  
Segundo ensayo: IC50 = 12.65 mg/mL

##### 5. Determinación de la capacidad antioxidante

Se realizó un extracto acuoso al 25% de cada una de las muestras.

Para la determinación se usó 25, 50, 75 y 100 uL de la mezcla de los extractos acuosos al 25%

**Muestra** : CORONTA de MAÍZ MORADO y MARACUYÁ 75:25

**Método** Radical libre estable DPPH

**Resultado** : Primer ensayo : IC50 = 5.42 mg/mL  
Segundo ensayo: IC50 = 5.42 mg/mL

Lima, 15 de agosto del 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE MEDICINA  
Ms. Miguel Herián Sandoval Vargas  
DIRECTOR  
INSTITUTO CENTRO DE INVESTIGACION  
DEL BIOQUÍMICA Y NUTRICIÓN

Av. Grau 755 – Lima 1 – Apartado Postal 529 – Lima 100 – Perú Telf.: 511-3283237 511-3283238  
511-3283232 511-3282749 511-3283236 Decanato Telefax: 511-3283231  
Web: <http://medicina.unmsm.edu.pe> - E-mail de Biblioteca: [bibmed@sanfer.unmsm.edu.pe](mailto:bibmed@sanfer.unmsm.edu.pe)

