



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE NUTRICION HUMANA

TESIS

**“EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DOS TIPOS DE MANGO (Mangifera
indica)”**

**para la obtención del título de licenciado en nutrición
humana.”**

BACHILLER:

GERSON MARTIN RIVAS FERNANDEZ

LIMA – PERU

2016

“Dedico este trabajo a mi madre Emilia Fernández Donaire en muestra de agradecimiento por aceptarme y traerme al mundo, por siempre demostrarme su apoyo incondicional, por creer en mí y en todos mis emprendimientos desde que era niño; a mi padre Luis Rivas por dejarme encontrar mi camino solo y a mis tres buenos hermanos Luis, Carmen y Christian a quienes adoro.

A mi esposa Elizabeth Valera quien está en cada uno de mis pensamientos al comenzar el día y estar a mi lado al terminarlo, por ser la razón más importante de mi esfuerzo y aceptarme como su compañero de vida, agradezco también a todos los integrantes de mi familia Valera Gaviria por todo el apoyo brindado, por dar el mejor ejemplo de unión familiar y los buenos deseos que tiene para mí.”

“Se agradece por su contribución para el desarrollo de esta tesis a:

Las autoridades de la Universidad Alas Peruanas por los años de formación brindados para el aprendizaje de la carrera de Nutrición Humana. De manera especial a la Mg. Karen Quiroz Cornejo por brindarme sus conocimientos con paciencia. A mis profesores, Lic. Silvia Valdez, Mg. Henry Montellanos, Mg. Alfonso Barandiaran, Mg. Tallulah Gargurevich, Lic. Nut. Mari Carmen Taipe, Mg. Nut. Marlit Ysla, Mg. Fermín Arévalo Ortiz”.

RESUMEN

Los diferentes procesos y transformaciones a las cuales son sometidas las frutas para poder extender su vida útil puede generar alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo, medir el efecto de la temperatura ambiente y congelación sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mango, Para realizar este estudio se escogieron como muestras las variedades de mango Edward y Haden ambos provenientes de San Lorenzo en el departamento de Piura y cuyo destino final en Lima es el Mercado mayorista de frutas. Se extrajo el extracto acuoso de ambos frutos y se midió su capacidad antioxidante a temperatura ambiente y congelación mediante la prueba de radical DPPH

Este estudio se desarrolló mediante el uso de un método inductivo analítico, con el uso de técnicas descriptivo, correlacional, cuantitativo, transversal y prospectivo, de diseño pre – experimental.

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que tanto el mango Edward como el mango Haden a temperatura ambiente tienen capacidad antioxidante, y cuando estos son sometidos a temperatura de congelación el mango Edward aumenta su capacidad antioxidante a diferencia del Mango Haden que mantiene su capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The different processes and transformations which are subject fruits to extend its life can generate alterations in their physicochemical properties. This research aims to measure the effect of ambient and freezing temperature on the antioxidant capacity of two varieties of mango, For this study were chosen as samples mango varieties Edward and Haden both from San Lorenzo in department of Piura and Lima whose final destination is the wholesale fruit market . The aqueous extract was extracted from both fruits and their antioxidant capacity was measured at room temperature and freezing using DPPH radical testing.

This study was conducted using an analytical inductive method, using descriptive, correlational, quantitative, transversal and prospective techniques, pre - experimental design.

The results obtained in this research show that mango varieties Edward and Haden have antioxidant capacity at room temperature, and when they are subjected to freezing temperature -18°C increases the antioxidant capacity of the Mango Edward variety while the antioxidant capacity Haden mango variety is maintained.

ÍNDICE

CARÁTULA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
INTRODUCCIÓN	XII

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática	15
1.2 Formulación del Problema	17
1.3 Objetivos de la Investigación	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 Hipótesis de la Investigación	18
1.4.1 Hipótesis General	18
1.4.2 Hipótesis Específicas	18
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación	18

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la Investigación	20
2.2	Bases Teóricas	37
2.2.1	Descripción Botánica del Mango	37
2.2.1.1	Descripción de las hojas	37
2.2.1.2	Descripción del fruto	38
2.2.1.3	Taxonomía	38
2.2.1.4	Descripción del Mango Edward	39
2.2.1.5	Descripción del Mango Haden	40
2.2.2	Mango en el Perú	41
2.2.2.1	Temperatura post cosecha	42
2.2.2.2	Temperatura establecida para refrigeración y congelación	43
2.2.2.3	Decongelacion de las frutas.....	43
2.2.2.4	Tiempo de vida útil	44
2.2.3	Antioxidantes y la salud	45
2.2.3.1	Radicales Libres	45
2.2.3.2	Defensas Antioxidante	45
2.2.3.3	Antioxidantes del mango	47
2.2.4	Definición de términos básicos	47

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Tipo de Investigación	49
3.1.1	Método	49
3.1.2	Técnica	49
3.1.3	Diseño	50
3.2	Población y Muestreo de la Investigación	50
3.2.1	Población.....	50

3.2.2	Muestra	50
3.3	Variables e Indicadores	51
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
3.4.1	Selección de la Muestra	52
3.4.2	Lugar de elaboración del extracto acuoso.....	52
3.4.3	Elaboración del Extracto Acuoso	52
3.4.4	Determinación de la capacidad antioxidante	53
3.4.5	Medio de reacción para solución DPPH.....	54
3.4.6	Instrumentos.....	55

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

4.1	RESULTADOS	56
4.2	DISCUSION	63
4.2	CONCLUSIONES	66
4.3	RECOMENDACIONES	67
4.4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

ANEXOS

1. Matriz de Consistencia
2. Ficha técnica de Mango Edward
3. Ficha técnica de Mango Haden

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Descripción Taxonómica	38
Tabla N°2 Descripción del Fruto (Mango Edward)	39
Tabla N°3 Descripción del Fruto (Mango Haden)	40
Tabla N°4 Función y localización de diferentes antioxidantes	46
enzimáticos	
Tabla N°5 Variable Independiente	51
Tabla N°6 Variable dependiente	51
Tabla N°7 Capacidad Antioxidante de Mango Variedad Edward y Haden	62
Según la Técnica DPPH	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico N°1	Calendario de Cosechas de Mango a Nivel Nacional	41
Grafico N°2	Calendario de Cosechas de Mango en el Departamento de Piura	42
Grafico N°3	Grados Brix de Mango Edward a Temperatura ambiente	44
Gráfico N° 4	Capacidad Antioxidante del Mango Variedad Haden a Temperatura ambiente	56
Grafico N°5	Capacidad Antioxidante del Mango Variedad Edward a Temperatura ambiente	57
Grafico N°6	Capacidad Antioxidante del Mango Variedad Haden y Edward a Temperatura ambiente	58
Grafico N°7	Capacidad Antioxidante del Mango Variedad Edward a Temperatura de congelación	59
Grafico N°8	Capacidad Antioxidante del Mango Variedad Haden a Temperatura de congelación.	60
Grafico N°9	Capacidad Antioxidante del Mango Variedad Haden a Temperatura de congelación.	61

LISTA DE ABREVIATURAS

DPPH:	2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil.
RL:	Radicales Libres
RSOs	Especies Reactivas del Oxígeno
SOD	Superoxido Dismutasa
CAT	Catalasa
GPX	Glutación Peroxidasa
IC 50	Capacidad de Inhibición de la Media

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país que posee una gran biodiversidad; hay que destacar los alimentos que crecen en zonas de clima tropical; dentro de los cuales, el mango, destaca por tener un sabor muy particular, textura y aroma agradables, además de accesibilidad económica sus propiedades nutricionales y antioxidantes son considerables, todas estas características hacen que este fruto sea de gran aceptación y por lo tanto tenga un elevado consumo. Todo lo anteriormente mencionado muestra la importancia de estudiar este destacado alimento, particularmente por su capacidad antioxidante que es necesaria para que nuestro organismo pueda combatir el efecto negativo que los radicales libres generan en nuestro organismo.

La forma en la que este fruto puede llegar a nuestras manos es variada, podemos consumirlo en estado fresco en un punto adecuado de maduración, así como también podemos consumirlo transformado y en diferentes presentaciones como pulpa congelada para la elaboración de refrescos, zumo en caja.

Estas transformaciones que le damos al fruto con la finalidad de alargar su periodo de vida pueden generar cambios por efecto de la temperatura, las cuales pueden causar modificaciones en su composición fisicoquímica y con ello su contenido de antioxidantes.

En el presente estudio se medirá la capacidad antioxidante del extracto acuoso de dos variedades de mango sometidos a temperaturas de ambiente y congelación, los datos de este estudio indican si ambas temperaturas puede causar modificaciones en la capacidad antioxidante del mango (mangifera indica)

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En la actualidad el tipo de procesamiento y conservación de los alimentos sumado a una alimentación inadecuada, con mayor consumo alimentos procesados, pueden generar un desequilibrio en nuestro organismo que nos lleva a tener problemas de salud y del mismo modo conducimos al estrés oxidativo.

Los efectos nocivos del estrés oxidativo, sobre la salud humana, pueden ser reducidos a través de la ingesta de antioxidantes dietarios, presentes en diversos alimentos, principalmente las frutas y verduras en estado fresco, logrando además un aumento en la esperanza y calidad de vida de las personas ⁽¹⁾.

Existen variedades de frutos que contienen diferentes fitonutrientes, muchos de los cuales tienen capacidad antioxidante como lo son polifenoles, beta-carotenos, vitamina C tiamina, que contribuyen significativamente a la neutralización de los radicales libres.

Estos antioxidantes, aunque no se pueden considerar sustancias esenciales para el metabolismo, *“contribuyen a reducir la incidencia de muchas enfermedades crónicas. Asimismo, permiten mejorar el mecanismo de defensa biológica, el control efectivo del estado físico y mental y el retardo del proceso de envejecimiento de los seres*

humanos”(2), también intervienen ejerciendo un efecto protector en patologías tales como: cáncer, arterioesclerosis, diabetes mellitus, etc.

El mango es conocido por ser una excelente fuente de vitaminas tales como ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina y beta-caroteno y no solo son ricos en estos nutrientes sino también en compuestos fenólicos como mangiferina, flavonol glucósidos, ácido gálico libre que poseen actividad antioxidante y anticancerígena, estos compuestos debido a su composición química tienen la capacidad de estabilizar a los radicales libres, por lo que tienen efectos positivos sobre la salud

Estudios previos realizados con alimentos de capacidad antioxidante y que han sido sometidos a procesos térmicos en frío (congelación y refrigeración) tales como: la pulpa de arazá, etc., han mostrado variaciones significativas en su contenido de Vitamina C; sin embargo no modificaron su contenido de polifenoles; por lo tanto, la capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y de los componentes antioxidantes, así como de la temperatura a los que puedan ser sometidos ⁽³⁾.

Por todo lo mencionado, la presente investigación pretende estudiar el efecto de la temperatura del mango sobre su capacidad antioxidante.

1.2 Formulación del Problema

¿Qué efecto tiene la temperatura sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (mangifera indica L.), Haden y Edward?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General.

Determinar el efecto que tiene la temperatura sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (mangifera indica L.), Haden y Edward.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la temperatura de congelación sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (mangifera indica L.), variedades Haden y Edward.
- Determinar el efecto de la temperatura ambiente sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (mangifera indica L.), variedades Haden y Edward.

1.4 Hipótesis de la Investigación

1.4.1 Hipótesis General

Las temperaturas de congelación y temperatura ambiente modifican la capacidad antioxidante del mango (mangifera indica L.) variedades Haden y Edward.

1.4.2 Hipótesis Secundarias

- La temperatura de congelación modifica la capacidad antioxidante de dos tipos de mango (mangifera indica L.), variedades Haden y Edward.
- La temperatura ambiente modifica la capacidad antioxidante de dos tipos de mango (mangifera indica L.)de mango variedades Haden y Edward.

1.5 Justificación e Importancia de la Investigación

La dieta particularmente a través de las frutas, verduras, frutos secos, y bebidas procedentes de frutas tales como el vino o jugos, aportan antioxidantes y compuestos fenólicos, los cuales son una importante fuente exógena capaz de aumentar la respuesta celular al estrés oxidativo; por ello se trabajó con el mango, fruta tropical, altamente perecible, por lo que para su conservación es importante la refrigeración para prolongar su vida útil.

La importancia de este estudio radica en demostrar si hay modificaciones fisicoquímicas que dos variedades de mango pueden sufrir al ser sometidos

a condiciones de temperatura ambiente y congelación y dar a conocer si hay una mejor capacidad antioxidante según la variedad mango.

Es conveniente realizar esta investigación debido a que la mayor parte de investigaciones sobre el mango están enfocadas en el área económica e industrial para su exportación ⁽⁴⁻⁵⁾, no se han encontrado estudios nacionales sobre el efecto de las temperaturas de ambiente y congelación sobre la capacidad antioxidante por lo que este estudio significará un aporte para el conocimiento científico.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación:

En el estudio **Optimización del método captación del radical 2,2 Difenil – 1hidracil – Picrilhidrazilo (DPPH) para evaluar actividad antioxidante en bebida de café** (2012) realizado por JIMÉNEZ MONREAL A.M. ET AL.

El objetivo de este estudio es evaluar la capacidad antioxidante del café mediante una optimización del ensayo DPPH en condiciones normales de consumo, empleando tres tipos de cafetera (ltro, expreso e italiana), comparado con cafés de distintos orígenes (Colombia, Kenia y Etiopía) y café descafeinado.

Este estudio se realizo siguiendo una metodologia DPPH utilizando metodos de Delgado-Andrade y Col.(2005) (Metodo1), y Almela y Col.(2006) (Metodo 2) para evaluar la capacidad antioxidante del cafe.

El metodo 1 Delgado-Andrade y Col.(2005) consiste en medir a tiempo cero la absorbancia (250 nm) de la disolucion DPPH control (74 ml/L de Metanol) y la mezcla de cafe DPPH 400 UI de cafe en 2 ml DPPH, todas las muestras fueron mantenidas en condiciones de oscuridad y agitacion midiendose nuevamente la absorbancia en 60 min.

El metodo 2 Almela y Col. (2006) consiste en medir a tiempo cero la absorbancia (517 nm) de la disolucion DPPH control (100mg/Lt de Metanol)

mezcla café y DPPH (400 UI de café en 2 ml de DPPH), disolución de café y Metanol (400 UI de café y 2ml de Metanol) disolución de DPPH y Metanol (400 UI Metanol y 2ml de DPPH), todas las muestras fueron mantenidas en oscuridad y agitación durante el ensayo, midiéndose de nuevo la absorbancia a los 30 min.

Los resultados de la Los resultados de la optimización del ensayo muestran valores de absorbancias inferiores (0,709) cuando la muestra es sometida a la etapa de centrifugación (modificación de Delgado-Andrade, 2005) respecto a aquellas que son sometidas solo a agitación (1,609). Los datos de actividad antioxidante obtenidos muestran una elevada capacidad antioxidante con porcentajes de inhibición superior a 50 % destacando el café Colombia, Etiopía y Kenia elaborados con cafetera de litro con valores de 70,56%, 73,52% y 73,65% respectivamente.

En conclusión, según los resultados obtenidos, vemos la necesidad de adaptar los métodos establecidos de captura de radicales a las características del alimento o producto evaluado para asegurar al 100% la actividad antioxidante del alimento. La actividad antioxidante de la bebida de café no varía en función de la procedencia del café ni del contenido de cafeína que presenta. Por otro lado, en nuestro estudio, sólo observamos diferencias de actividad antioxidante del café referidas al tipo de cafetera, donde el café elaborado mediante la cafetera tipo expreso presenta menor actividad antioxidante ($p < 0,05$) que los otros dos procedimientos. Sería por

ello interesante recomendar el uso de cafeteras (ltro e italiana) para la obtención de café y conseguir un buen aporte de antioxidantes dietéticos

En el estudio **Propiedades fitoquímicas del mango que contribuyen a beneficios en la salud** (2009) realizado por Dr. Stephen Talcott, Dr. Susanne Talcott, El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad anti-proliferativa de los fenólicos del mango en diferentes líneas celulares de cáncer. Las variedades Haden y Ataulfo fueron seleccionadas para pruebas adicionales en base en su contenido de fenólicos y su actividad antioxidante.

La metodología inicia con la extractos de los polifenoles en mangos, cv. Ataulfo, usando una mezcla 1:1:1 de acetona:etanol:metanol, y posteriormente fueron concentrados y clarificados usando un cartucho Sep-Pak C-18 en fase reversa.

Varios compuestos de los extractos de mango fueron específicamente identificados y caracterizados por espectroscopia de masas acopada a ESI (ionización en electrospray) en modo negativo entre los polifenoles extraídos de la pulpa de mango, el ácido gálico libre estuvo presente en relativamente bajas concentraciones comparado con la cantidad de galotaninos. Monogaloil glucosa fue considerablemente más abundante que el ácido gálico libre (6 veces más) y representa al compuesto de menor peso molecular presente en el mango.

Entre las cinco variedades de mango estudiadas, Ataulfo y Haden fueron identificadas por sus evidentes beneficios en la salud debido a su capacidad antioxidante y anticancerígena. Los polifenoles identificados en la parte comestible de estas variedades de mango comprenden un gran rango de compuestos incluyendo galoiol glucósidos de alto peso molecular, glucósidos de flavanol, mangiferina y galotaninos de alto peso molecular. La actividad anticancerígena exhibida por los fitoquímicos del mango es atribuida a la fracción de los polifenoles, ya que la fracción de carotenoides tuvo un efecto inhibitorio dosis-dependiente a dosis relativamente altas que no es factible por medio del consumo de mango.

Los galoiol glicósidos de bajo peso molecular encontrados en las variedades Ataulfo y Haden a las concentraciones en que se encuentran disponibles en las condiciones fisiológicas inhibieron preferentemente el crecimiento de células humanas SW-480 de cáncer de colon, más que otras líneas celulares estudiadas y que a las células no cancerígenas CCD-18Co. Más aún, a las mismas dosis (5 mg GAE/L) Ataulfo inhibió el crecimiento de las células cancerígenas SW-480 en un ~79%, sin afectar el crecimiento de los miofibroblastos de colon (CCD-18Co).

los polifenoles de Ataulfo y Haden pueden ejercer protección durante las etapas de iniciación y promoción de la carcinogénesis. Al momento de la iniciación estos compuestos protegieron a las células de colon no-cancerígenas (CCD- 18Co) por medio de una reducción en la generación de

especies reactivas de oxígeno (ROS) que pueden causar daño al ADN y mutaciones.

Durante la etapa de promoción, los polifenoles redujeron las señales de ROS necesarias para conducir a la proliferación de células tumorales. Cuando son aplicadas a concentraciones que se asemejan a las dosis farmacológicas, estos polifenoles pueden inducir la producción de ROS en cáncer de colon sobre un umbral establecido, contribuyendo por tanto a eliminar las células de cáncer selectivamente. Estos resultados tienen implicaciones clínicas importantes porque muy probablemente los polifenoles encontrados en el mango están disponibles en el colon y son metabolizados por la microflora del intestino, liberando así los compuestos activos en el tejido objetivo. En general, los polifenoles del mango tienen actividad anticancerígena en varias líneas celulares, con una eficacia comparable a los taninos hidrolizables de la granada. Los efectos anticancerígenos del mango son atribuibles a las unidades de ácido elágico. Además indujeron arresto del ciclo celular y apoptosis en células de adenocarcinoma de colon Caco-2 por medio de la vía mitocondrial (en un rango de concentración de 1-30 μ M GAE), sin mostrar un efecto negativo en las células de colon normales.

Efecto del almacenamiento a Diferentes Temperaturas sobre la Calidad de Tuna Roja (2011) realizado por Carlos E. Ochoa, José A. Guerrero realizado en el año 2011

El objetivo es estudiar el efecto del almacenamiento a diferentes temperaturas sobre la calidad de tuna roja (*Opuntia ficus indica* (L.) Miller), variedad San Martín. El fruto se almacenó a 4 ± 1 , 9 ± 2 y $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ para determinar su vida útil. Se realizó semanalmente la caracterización fisicoquímica, enzimática, antioxidante y microbiológica durante el almacenamiento, hasta observar características no aptas para el consumo.

La metodología inicia con un proceso de selección de tuna roja variedad San Martín (*Opuntia ficus indica* (L.) Miller) cosechada en la comunidad de San Sebastián Villanueva, Puebla. Se seleccionaron aquellas tunas con una coloración roja uniforme, sin daños físicos y se higienizaron con una solución de cloro (200 ppm) durante 1 min justo antes de inicio del almacenamiento. Las tunas fueron divididas en 3 lotes y empacadas en cajas plásticas de polietileno cristal (3 tunas por caja = $299,0 \pm 22,6$ g) de 15x15x10 cm y se almacenaron a temperaturas de 4 ± 1 , 9 ± 2 y $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedades relativas de $90\pm 4\%$, $85\pm 5\%$ y de $75\pm 5\%$, respectivamente.

Siguiendo con la metodología, la muestra fue sometida a determinación de pH siguiendo el método método 981.12 de la AOAC (2000) que consta de la inmersión directa del electrodo en el jugo de tuna utilizando un potenciómetro ORION modelo 420 A (MA, EUA).

Para la determinación de sólidos solubles totales se determinaron siguiendo el método 932.12 de la AOAC (2000) utilizando un refractómetro digital ATAGO 0-45 (Tokio, Japón).

Para la determinación de acidez titulable se determinó por el método 942.15 de la AOAC (2000), utilizando una solución valorada de NaOH 0,1 N, y fenolftaleína como indicador. Se informa el porcentaje como ácido cítrico, Índice de madurez. Se expresó como el cociente de sólidos solubles totales (% p/p) y acidez titulable de la fruta (% p/p).

Para determinar Pérdida de peso se evaluó en tuna entera, pulpa y cáscara utilizando el método de la AOAC (2000). El porcentaje de pérdida de peso se calcula en base a la diferencia de peso entre el peso inicial y el final usando una balanza ScoutTMPro (Ohaus Co., Zurich, Suiza) de $2000 \pm 0,1$ g.

Para la determinación del color se evaluaron los parámetros L (luminosidad), a (+ rojo, - verde) y b (+ amarillo, - azul), de la escala de Hunter, utilizando un colorímetro COLORGARD System 05 (Virginia, EUA).

Para la penetración se determinó el esfuerzo necesario para penetrar la pulpa y cáscara utilizando un texturómetro TA-XT2 Stable Micro Systems (Haslemere, Inglaterra). Se siguió el método reportado por Del Valle et al. (2005), utilizando una aguja de 3 mm de diámetro, distancia de penetración de 5 mm en pulpa y 2,5 mm en cáscara y a una velocidad de 1 mm/s.

Para la determinación de Pectinesterasa (PE) se realizó de acuerdo a la técnica propuesta por Rouse et al. (1954) con modificaciones. Se colocaron 10 mL de una solución de pectina cítrica al 1%, en un vaso de doble pared con agua circulando a 30°C. Posteriormente, se adicionaron 10 mL de jugo de tuna seguido de 0,1755 g de cloruro de sodio. Se adicionó NaOH 2 y 0,5N para alcanzar el pH inicial de 7,5. Una vez alcanzado el pH se inició el registro del tiempo y cada dos minutos se le agregaron gotas de NaOH 0,02N para aumentar el pH a 7,5 durante 10 minutos.

la determinación de Polifenoloxidasas (PPO) Se realizó en pulpa y cáscara siguiendo la técnica propuesta por Pizzocaro et al. (1993) con modificaciones.

La actividad antioxidante se determinó por el método ABTS siguiendo la metodología propuesta por Re et al. (1999) y modificada por Kuskoski et al. (2004).

Los compuestos fenólicos se determinaron por el método propuesto por Gao et al. (2000)

En los resultados se observa que el tiempo y la temperatura de almacenamiento son factores que afectan de manera significativa ($P < 0,05$) a la pérdida de peso, la textura y la actividad de la polifenoloxidasas en cáscara de tuna. El contenido de compuestos fenólicos, la capacidad antioxidante y

la actividad de la enzima pectinesterasa en pulpa de tuna no presentaron diferencia significativa ($P>0,05$) a las diferentes temperaturas de almacenamiento. Sin embargo, la actividad antioxidante presentó un aumento significativo con el tiempo.

El estudio concluye que las bajas temperaturas de almacenamiento ayudan a aumentar la vida útil de la tuna roja San Martín, disminuyendo la pérdida de peso, resistencia a la penetración, el oscurecimiento enzimático y la actividad microbiana. Sin embargo, no tienen efecto sobre la pectinesterasa y los compuestos antioxidantes. Por otra parte, el tiempo de almacenamiento es el factor más determinante en la calidad de la tuna. Estos estudios podrían ayudar a los productores de tuna del Estado de Puebla al seleccionar la temperatura de almacenamiento de la tuna roja San Martín, ya que la tuna se mantuvo con buen aspecto físico hasta los 28 días de almacenamiento.

En el Estudio **“Efecto de Procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango”**gh comprobar si los polifenoles se mantienen estables y no se degradan antes de ser absorbidos. La interacción de los polifenoles del mango con otros compuestos presentes en la fruta, así como macro y micronutrientes es un factor crítico para su estabilización (Siebert 1999). El contenido de proteína en la pulpa de mango es de alrededor de 0.7% (Sergent 1999). Por lo que se decide agregar Albumina de Suero Bovino (ASB), para comprobar si la interacción de proteínas y

polifenoles, hacen dichos compuesto más estables durante el proceso de digestión.

Los objetivos del estudio fueron:

- Determinar el efecto del pH y temperatura en la concentración de polifenoles en extracto de mango.
- Determinar el efecto de filtrado en la estabilidad y concentración de polifenoles en cada muestra.
- Evaluar la estabilidad y concentración de diferentes tipos de polifenoles a través de digestión in vitro bajo diferentes condiciones de pH, enzimas gastrointestinales y adición de la proteína.

Para el estudio de estabilidad de polifenoles de extracto de mango bajo diferentes condiciones de almacenamiento se utilizó diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de $3 \times 2 \times 2$, con tres filtrados del extracto de mango: (control sin filtrado, filtrado con tierra diatomácea y filtrado con bentonita), exposición a diferentes pH durante almacenamiento: (4.2 y 2.5) y dos temperaturas [ambiente (21–24°C) y refrigeración (1–4 °C)]; obteniendo así 12 tratamientos con tres repeticiones para un total de 36 unidades experimentales. Todas las unidades experimentales fueron sometidas a estas condiciones por un periodo de 21 días. Los resultados fueron analizados con el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4®).

Para la digestión in vitro (Fase II) se utilizó diseño completamente al azar (DCA) con 6 medidas repetidas en el tiempo en 4 tratamientos [Ácido Gálico, Ácido tánico, Taninos de mango y Taninos de mango con Albumina de Suero Bovino (ASB) al 1%]. Se realizaron tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Los resultados fueron analizados con el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4®).

Los polifenoles presentaron un comportamiento estable a los pH utilizados 4.2 y 2.5, y en temperatura de refrigeración, ya que presentaron menores reacciones químicas.

- El proceso de filtrado no solo causó la remoción de proteínas en el extracto de mango, si no que Bentonita removió el 11% de polifenoles y tierra diatomácea (Celite 545®) removió el 8% de polifenoles presentes en la muestra.
- La concentración de ácido gálico disminuyó a lo largo del proceso digestivo, debido a la degradación provocada por el ambiente ácido del ambiente gástrico simulado en la digestión in vitro.
- El proceso de hidrólisis que ocurre en el ambiente del estómago simulado durante la digestión in vitro, aumentó la concentración de polifenoles y la formación de nuevos compuestos en los tratamientos de

ácido tánico, tanino de mango y tanino de mango con Albúmina de Suero Bovino (ASB).

- La concentración de polifenoles y otros compuestos en todos los tratamientos sometidos al proceso de digestión in vitro tendió a disminuir debido a la degradación provocada por el ambiente alcalino del intestino delgado simulado.

FRAP (Ferric reducing antioxidant power) Mide capacidad reductora de una muestra mediante el aumento de la absorbancia por la formación del complejo 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) a su forma ferrosa (Fe^{+2}) a 595 nm (27). Los resultados se reportaron como mg de ácido ascórbico (AA)/100g de pulpa.

El método de determinación DPPH (2,2-difenilpicrylhidrazil) mide la capacidad de la muestra para neutralizar el radical DPPH por transferencia de hidrógeno a absorbancia a 517 nm. Los resultados se reportaron como valores μ mol equivalentes de trolox/100g pulpa (TEAC).

ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) Se midió la actividad antioxidante del extracto contra el radical peróxido 2,2 -Azo-bis (2-amidinopropano) dihidroclorido (AAPH) generado a 37°C (29). La fluoresceína se usó como sonda cuya disminución indica la cantidad del

radical peroxilo inhibido. Los resultados se expresaron como TEAC respecto a una curva de calibración de Trolox.

Determinación de fenoles totales Se realizó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (30). A una porción de pulpa de mango (1 g) se le adicionó agua destilada, reactivo de Folin-Ciocalteu y una solución de bicarbonato de sodio al 7.1%. Las lecturas se realizaron a una longitud de onda de 760 nm en un espectrofotómetro Genesys 20. Se construyó una curva patrón usando como estándar ácido gálico y los resultados se expresaron como equivalentes en mg de ácido gálico/100 g de pulpa (GAE).

Para la determinación de flavonoides se empleó el ensayo colorimétrico con cloruro de aluminio usado por Debnath en 2011. A una porción de pulpa de mango (1 g) se le adicionó agua destilada, solución de nitrato de sodio al 5% (v/v). La mezcla se incubó por 5 minutos. Posteriormente, 10% (v/v) de solución de cloruro de aluminio fue mezclado con la mezcla anterior. Se construyó una curva patrón usando como estándar catequina. La absorbancia se leyó a 510 nm y el contenido de flavonoides se expresó como mg catequina/100g de pulpa.

Para la determinación de carotenoides se usó el método descrito por Biswas et al en 2011.

Los resultados indican que la clasificación por inspección visual coincidió con la escala CIELab. El mango verde tiene 45% más flavonoides que el

maduro. El contenido de carotenoides, valores DPPH y FRAP fueron similares en los diferentes estados de maduración.

El 94% de los panelistas aceptaron el néctar con sucralosa comparado con el endulzado con sacarosa (89,1%). Los resultados indican que el mango de azúcar y un producto tipo néctar poseen capacidad antioxidante, compuestos bioactivos y nutricionales beneficiosos para la salud.

El estudio realizado llegó a la conclusión de que el mango de azúcar es una fruta con un contenido importante en fenoles totales y carotenoides, especialmente en la pulpa madura que le confieren propiedad antioxidante comparable, y en algunos casos mayor a otras variedades de mango más estudiadas y con mayor valor comercial que la fruta aquí descrita. Estos hallazgos pretenden beneficiar a toda su cadena productiva, al consumidor final y apoyar la importancia del consumo de frutas en la dieta humana.

Nuestro grupo continúa con la descripción en el contenido nutricional, de fenoles, flavonoides y carotenoides presentes en la pulpa madura, y el estudio de la vida útil de este producto en función de sus características antioxidantes, sensoriales y compuestos bioactivos como valor agregado.

En el estudio **“Efecto del tiempo de cocción por hervido sobre capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en Arracacia xanthorrhiza (arracacha) con y sin cáscara”**

El objetivo de este estudio fue Determinar el efecto del tiempo de cocción por hervido sobre capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en Arracacia xanthorrhiza (arracacha) con y sin cáscara.

El presente estudio sigue una metodo experimental analitico longitudinal prospectivo

La Arracacia xanthorrhiza (arracacha) fue fresca y adquirida por conveniencia del departamento de San Martin. La muestra biológica fue un extracto acuoso de la Arracacha. Se utilizó el método de reducción del radical libre estable 2,2 difenil - 1 – picrilhidrazil (DPPH*) y reactivo de Folin y Ciocalteu.

Los resultados evidencian que la arracacha con cáscara tuvo un porcentaje de reducción de DPPH* de 72% en crudo y 38% pasado los 20 minutos de cocción, mientras que la arracacha sin cáscara redujo desde un 63% hasta un 33% pasado los 20 minutos de cocción. el contenido de polifenoles totales fue mayor en crudo, siendo el valor más elevado para la muestra con cáscara (13.3 ± 0.4 mg EAG/g) y el menor valor para la muestra de postcocción por hervido de 20 minutos en la arracacha sin cáscara (4.74 ± 0.2 mg EAG/g).

Llegando a la concluison de que el tiempo de cocción por hervido disminuye la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales en Arracacia xanthorrhiza (arracacha) con y sin cáscara. Se obtuvo una correlación entre la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales con un ($r=$

0,9041) para la muestra con cáscara y un valor de ($r= 0,9712$), para la muestra sin cáscara; lo que permite establecer que a mayor contenido de polifenoles totales presentes en la Arracacha en crudo y cocido con y sin cáscara, menor será el valor IC50.

En el estudio **“Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de Physalis peruviana “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú”** el cual tiene como objetivo determinar la concentración de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de Physalis peruviana L. de diferentes lugares geográficos del Perú. El presente estudio sigue los métodos ABTS(Ácido2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6- sulfónico, y Método del DPPH(1,1-difenil-2-picril-hidrazilo).

Según los resultados del análisis organoléptico, las cuatro muestras de los frutos de Physalis peruviana L. no presentaron diferencias significativas para las variables de sabor, textura, color, que hicieran un fruto superior en calidad sensorial a otro.

En el estudio fitoquímico de los extractos etanólicos de Physalis peruviana L. mostraron una elevada presencia de glucósidos y esteroides, moderada presencia de alcaloides, taninos, compuestos fenólicos y flavonoides y leve presencia de saponinas.

El porcentaje de capacidad antioxidante por el método ABTS a una concentración 1,4 mg/mL de extracto etanólico seco, va desde $15,8 \pm 0,08$

hasta $87,9 \pm 0,19$, con 38 % de captación del radical del ABTS, dato que se asemeja al obtenido por el fruto proveniente de Huánuco. El fruto proveniente de Huánuco presentó una alta capacidad antioxidante con el método del ABTS (tabla 14) y con el método del DPPH (tabla 12), que muestra una buena correlación entre estos dos métodos.

El presente estudio concluye en Los extractos etanólicos de *Physalis peruviana* L. de Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca evaluados por el método del DPPH, expresaron un IC50 de 1,86; 2,04 ; 2,24 y 2,36 mg/mL respectivamente; asimismo, por el método del ABTS expresado en IC50 fue de 1,29; 1,30; 1,47 y 1,55 mg/mL; correspondiendo el de mayor capacidad antioxidante al extracto etanólico de Huánuco.

La determinación de fenoles totales fue de $149,3 \pm 1,62$; $144,4 \pm 0,97$; $127,9 \pm 0,79$ y $106 \pm 0,48$ mg/Eq. AG/100 g fruto; correspondiendo estos a Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca respectivamente, mostrándose el extracto etanólico de Huánuco con mayor cantidad de fenoles totales.

La comparación de los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS, demostraron que existe una relación directa en ambos.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Descripción Botánica del Mango

El mango crece en los árboles de la especie Indica, cuya forma es piramidal y la forma de sus hojas es alargada y de color verde, la altura aproximada que estos árboles pueden alcanzar está entre los 10 a 20 metros. Tiene raíces fuertes en promedio de 6 a 8 metros de profundidad, es considerado un árbol vigoroso y puede desarrollarse en suelos poco profundos, relativamente pobres y hasta cierto punto impermeables ⁽¹²⁾.

2.2.1.1 Descripción de las Hojas

Sus hojas tienen forma lanceolada, pueden tener un largo de 10 a 40 cm y 2 a 10 cm de ancho, al inicio desarrollan un color rojo intenso, y en algunas variedades cambia a color verde y su etapa de madurez cambia a color verde oscuro⁽¹²⁾.

2.2.1.2 Descripción del Fruto

El mango es una drupa que puede pesar entre 200 g has 1.500 g, tiene formas redondas, ovoides, arriñonadas, o a veces aplanadas. Los colores que presentan pueden variar entre verde, amarillo con tonalidades, rojas, violeta o rosadas⁽¹²⁾.

2.2.1.3 Taxonomía

De acuerdo a la clasificación taxonómica el mango se ubica de la siguiente manera:

Tabla N° 1 Clasificación Taxonómica

Clase	Dicotiledónea
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Suborden	Anacardiineae
Familia	Anacardiaceae
Genero	Mangifera
Especie	Indica

Fuente: Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al procesamiento mínimo del mango, Tesis Doctoral, Valencia 2007⁽¹²⁾.

2.2.1.4 Descripción del Mango Edward:

Es un mango, el cual puede tener un tamaño mediano a grande, puede llegar a pesar entre 350 a 650 gramos, tiene una forma alargada y ovalada, posea un exuberante aroma y sabor, la pulpa de esta fruta es de baja fibrosidad, su cascara es delgada.

Tabla N° 2 Descripción del Fruto (Mango Edward)

Longitud	Media
Anchura	Media
Peso	Medio
Forma	Oval Irregular
Seno	ausente
Protuberancia	ausente
Pico	ausente
Color de Piel	Amarillo
Adherencia Piel – Pulpa	Media
Color de Pulpa	Amarillo
Textura de Pulpa	Fina
Presencia de Fibra	Muy Baja
Época de Maduración	Temprana

Fuente: Ficha descriptiva del mango Edward, Guía de cultivares de Mango ⁽¹³⁾.

2.2.1.5 Descripción del Mango Haden:

Tiene un peso promedio de 350 a 600 gramos, en su madurez tiene una coloración roja y amarilla, tiene una forma ovalada, también tiene un aroma y sabor agradables además de poseer una pulpa con regular fibrosidad.

Tabla N°3 Descripción del Fruto (Mango Haden)

Longitud	Media
Anchura	Media
Peso	Medio
Forma	Oval Oblongo
Seno	ausente
Protuberancia	Presente
Pico	ausente
Color de Piel	Amarillo - Rojo
Adherencia Piel – Pulpa	Media
Color de Pulpa	Amarillo - Naranja
Textura de Pulpa	Media
Presencia de Fibra	Media
Época de Maduración	Temprana

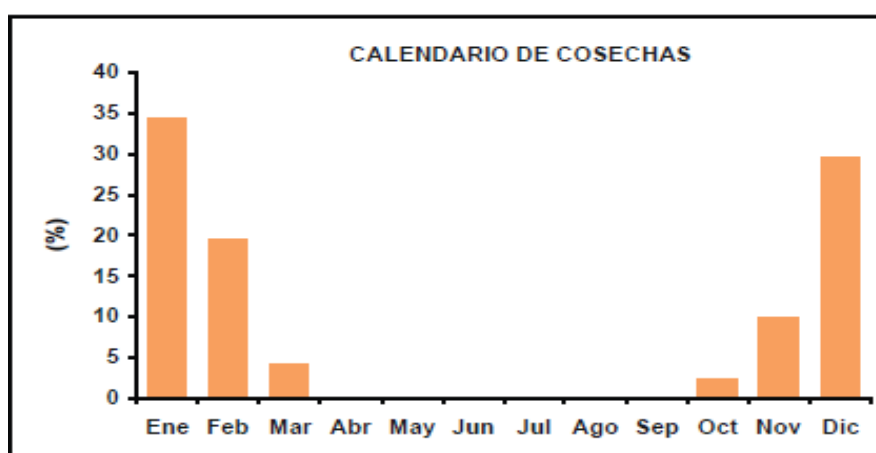
Fuente: Ficha Descriptiva del Mango Haden, Guía Descriptiva de cultivares de mango ⁽¹³⁾.

2.2.2 Mango en el Perú

Según el INEI en el año 2014 el departamento de Piura tiene el 78% de la producción de Mango en el Perú, seguido de Lambayeque con 12% y Ancash con un 10% (9). Otros departamentos productores de mango son, Cajamarca, Lima e Ica.

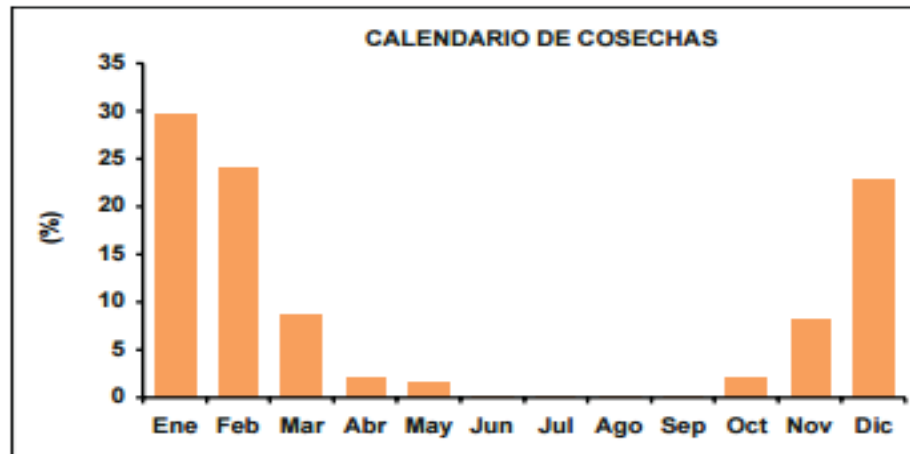
Los meses en los cuales se da el periodo de cosecha varían ligeramente según el departamento, aunque de manera general según el calendario a nivel nacional inicia la cosecha desde Octubre hasta mayo, donde Diciembre, Enero y Febrero son los meses donde se obtiene el mayor porcentaje de la cosecha. Lima diferencia del resto de departamentos tiene el mayor porcentaje de cosecha en los meses de Abril y Mayo ⁽¹⁴⁾.

Grafico N° 1 Calendario de Cosechas de Mango a Nivel Nacional



Fuente: MINAG – DGIA – Dirección Regional de Información Agraria ⁽¹⁴⁾

Grafico N° 2 Calendario de Cosechas de Mango en el Departamento de Piura



Fuente: MINAG – DGIA – Dirección Regional de Información Agraria ⁽¹⁴⁾

2.2.2.1 Temperatura Postcosecha

El factor más crítico que afecta la vida postcosecha de los mangos es el manejo de su temperatura. El rango de temperaturas entre 20 a 23 °C (68.0 a 73.4 °F) resulta en la fruta de mejor aspecto, buen sabor y control del decaimiento durante la maduración de los mangos. Los mangos se pueden sostener entre 10 a 13 °C (50 a 55 °F) para ampliar su vida útil. El mantenimiento de los mangos fuera de este rango de temperaturas da a lugar fruta de menor calidad, y puede dañar la fruta ⁽¹⁵⁾

2.2.2.2 Temperaturas Establecidas para Refrigeración y Congelación

En la guía de Buenas Prácticas de Manufactura del Programa Interamericano para la Promoción del Comercio, Negocios Agrícolas y la Inocuidad de los Alimentos, establece que *“los insumos que necesitan refrigeración deben almacenarse a 4°C o menos y vigilarse constantemente. Los ingredientes congelados deben almacenarse a – 18°C”*⁽¹⁵⁾

De acuerdo con la Norma Sanitaria para el funcionamiento de restaurantes y servicios a fines indica lo siguiente:

“En caso de contar con alimentos congelados, el establecimiento debe contar con equipos de congelación para que los tengan una temperatura de -18°C al centro de cada pieza, Los alimentos que se reciben congelados deben almacenarse congelados”⁽¹⁶⁾.

La congelación en condiciones óptimas es un buen método de conservación de alimentos puesto que permite que estos retengan la mayoría de su valor nutritivo y atributos de calidad originales.

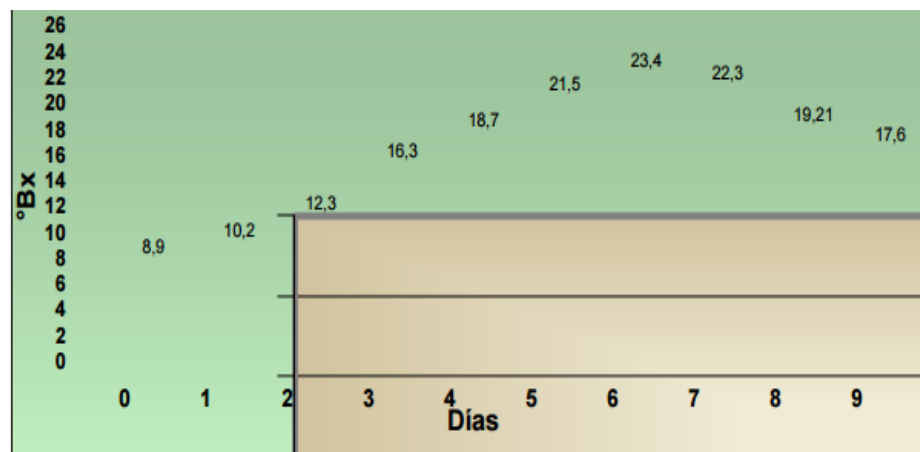
2.2.2.3 Descongelación de las Frutas

Es una fase crítica porque de no realizarse de manera adecuada puede generar cambios en la textura del alimento, en este caso de las frutas, para estas se recomienda una descongelación lenta y a una temperatura de 4 a 6°C y proceder al consumo de las mismas

2.2.2.4 Tiempo de Vida Útil del Mango

El tiempo de vida útil de las frutas frescas en anaquel está directamente ligado a su grado de madurez, una vez cosechado continua su proceso de respiración y maduración haciéndolo un fruto altamente perecible con un promedio de vida útil de 6 días a temperatura ambiente⁽¹⁶⁾.

Gráfico N°3 Grados Brix de Mango Edward a Temperatura ambiente (22°C a 26°C)



Fuente: Estudio "Determinación de la vida útil del mango fresco variedad Edward a temperatura ambiente y refrigeración" 2010 ⁽¹⁷⁾

2.2.3 Antioxidantes y la Salud.

2.2.3.1 Los Radicales Libres (RL)

Los RL son especies químicas en cuya estructura atómica presentan un electrón desapareado o impar en el orbital externo, esta condición genera en su configuración espacial gran inestabilidad y los hace muy reactivos.

Los RL se producen por diferentes mecanismos entre los que se encuentran la cadena respiratoria mitocondrial, la cadena transportadora de electrones, y las reacciones de oxidación, ocasionando daño celular al interactuar con las principales biomoléculas de nuestro organismo.

Los RL, son producidos por células fagocíticas, como los monocitos, neutrófilos y macrófagos, otras fuentes de producción de RL son: el ejercicio físico intenso, los contaminantes del aire, radiaciones ionizantes y no ionizantes, drogas, bacterias y virus (18).

2.2.3.2 Las Defensas Antioxidantes

Un antioxidante se puede definir como una sustancia que aunque se encuentre presente en bajas concentraciones en comparación con el sustrato, retrasa de manera significativa o previene la oxidación de dicho sustrato

Las defensas antioxidantes se dividen en dos grupos:

Antioxidantes Enzimáticos, se encuentran presentes en nuestro organismo y nos protegen frente a los RSOs producidos durante el metabolismo.

Tabla N° 4 Función y localización de diferentes antioxidantes enzimáticos

Antioxidante enzimático	Localización	Función Fisiológica
Superóxido Dismutasa	Citoplasma y mitocondria	Dismuta radicales superóxido
Glutation Peroxidasa	Citoplasma y mitocondria	Elimina el peróxido de hidrógeno y los hidroperóxidos orgánicos
Catalasa	Citoplasma y mitocondria	Elimina peróxido de hidrógeno

Fuente: Rev. chil. nutr. v.34 n.1 Santiago mar. 2007⁽¹⁹⁾.

Antioxidantes No Enzimáticos, son adquiridos por nuestro organismo a través de la dieta, mayormente podemos encontrarlos en las frutas y verduras; también tienen la capacidad de neutralizar radicales libres actuando en concentraciones elevadas.

Dentro de los antioxidantes no enzimáticos tenemos:

- Vitamina C
- Alfa Tocoferol o Vitamina E
- Alfa Caroteno y Beta Caroteno
- Vitamina A
- flavonoides

2.2.3.3 Antioxidantes del Mango

El mango aporta sustancias con capacidad antioxidante, esto se debe a que contiene diferentes compuestos fenólicos que varían de acuerdo a la variedad de mango, además se caracteriza por tener un elevado contenido de vitaminas como el ácido ascórbico y beta carotenos que unidos con los compuestos fenólicos hacen una gran sinergia para mejorar su capacidad antioxidante. El mango no solo es rico en estos nutrientes mencionados anteriormente sino también contiene otros fitoquímicos que confieren beneficios para la salud dentro de los

cuales se encuentran el ácido Clorogénico, ácido Gálico, ácido vanílico, También encontramos derivados del ácido Gálico los cuales son en su mayoría Taninos Hidrolizables y Manguiferina ⁽²⁰⁾.

2.3 Definición de Términos Básicos:

- **Polifenoles:** son sustancias químicas que se caracterizan por la presencia de más de un grupo fenol en su estructura química
- **Stress Oxidativo:** Es la exposición de la materia viva a diversas fuentes que alteran el equilibrio que debe haber entre las sustancias prooxidantes y antioxidantes. Es decir el stress oxidativo se da cuando en determinadas circunstancias la producción de radicales libres aumenta de manera descontrolada.

- **Variedad:** Según el diccionario de la real academia española, variedad se refiere a cada uno de los grupos en que se dividen algunas especies de plantas y animales, y que se distinguen entre sí por ciertos caracteres que se perpetúan por la herencia.
- **Carotenoides:** Los Carotenoides son pigmentos vegetales, que confieren coloraciones amarillas, naranjas, rojas, violetas a tejidos vegetales

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Método

Inductivo: Es aquel que parte de lo general a lo particular

Analítico: Cuando la variable independiente es manipulada por el investigador para determinar qué influencia ejerce sobre la variable dependiente de estudio

3.1.2 Técnica

Descriptivo correlacional.- Este estudio es correlacional, porque se busca establecer la relación existente entre las variables de estudio propuestas.

Cuantitativo.- Este estudio busca la obtención numérica, cuantificable de los resultados

Longitudinal.- En relación a los momentos en que se dan los hechos.

Prospectivo.- en relación a la captación de la información o hechos.

3.1.3 Diseño

Pre experimental.- porque se trabajó con un solo grupo de control o un solo grupo de experimentación

3.2 Población y Muestreo de la Investigación

La población del proyecto de investigación “Efecto de la temperatura sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mangos Edward y Haden” está definida por los mangos en mención que fueron adquiridos del mercado mayorista de frutas provenientes de la ciudad de San Lorenzo en el departamento de Piura.

3.2.1 Población

La población objetivo del presente estudio comprende:

Planta de Mango (Manguifera Indica) variedad Edward y variedad Haden

Ambos disponibles en el mercado mayorista de frutas, procedentes del departamento de Piura,

3.2.2 Muestra

Extracto acuoso de Planta de Mango (Manguifera Indica) variedad Edward y variedad Haden

3.3 Variables e Indicadores

Tabla N°5 Variable Independiente

VARIABLE (Y)	DIMENSIONES	INDICADORES
Temperatura	24°C	Temperatura ambiente
	-18°C	Temperatura de Congelación

Tabla N°6 Variable Dependiente

VARIABLE (X)	DIMENSIONES	INDICADOR
Capacidad Antioxidante	% de Reducción DPPH	Reducción DPPH (CI 50 mg/ml)

4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

3.4.1 Selección de la Muestra

Para realizar la selección de las variedades de mango se siguieron como referencia las especificaciones técnicas de Agropacking Export S.A ⁽²¹⁾.

3.4.2 Lugar de elaboración del extracto acuoso

El proceso de elaboración del extracto acuoso de las muestras de Mango variedad Edward y variedad Haden se realizó en el laboratorio de Farmacia y Nutrición de la Universidad Alas Peruanas (UAP)

3.4.3 Elaboración del Extracto Acuoso

La elaboración del extracto acuoso se realizó 2 veces con la finalidad de tener una muestra de Mango Edward y mango Haden las cuales fueron colocadas en una cámara de congelación, La muestra se mantuvo a una temperatura de -18°C por un espacio de tiempo de 1 mes y 19 días, para el análisis, ambas muestras pasaron a una cámara de refrigeración a 5°C y así tener una descongelación lenta y correcta, las muestras de mango Edward y mango Haden analizadas a temperatura ambiente, fueron elaborados el mismo día del análisis realizando el mismo procedimiento.

- Se peló el fruto, eliminando la cáscara y separando la pulpa de la pepa para la obtención de la muestra.
- se pesó en una balanza analítica la cantidad de 25gr de ambas variedades de mango
- Los 25 gramos de las muestras fueron licuados con 100 ml de agua destilada por un periodo de 2 minutos y por doble repetición
- se filtró con el uso de papel filtro. Se procedió a retirar alícuotas con papel filtro y un embudo.
- Una vez obtenidos los filtrados se separaron en cuatro tubos de ensayo, los cuales fueron llevados a la centrifuga por un periodo de 30 minutos a 3500 rpm
- Una vez centrifugados las 4 muestras, se extrajeron los sobrenadantes con micropipetas de 1000. y fueron colocados en otros 4 tubos de ensayo.
- Una muestra de mango Edward y mango Haden fueron congeladas a -18°C y una muestra de Mango Edward y mango Haden se mantuvo a temperatura ambiente.

3.4.4 Determinación de la capacidad antioxidante

Se realizó mediante la técnica de radical DPPH por triplicado en el laboratorio de Farmacia y Nutrición de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

La técnica DPPH determina la capacidad antioxidante, mediante la reducción del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) en la 2,2-difenil-1-picril hidracina por la acción antioxidante de compuestos que contienen grupos –OH que decoloran el reactivo DPPH, para lo cual se obtuvo una curva con concentraciones de 25 µl, 50 µl, 75 µl y 100 µl.

Las muestras con estas concentraciones son llevadas a un espectrofotómetro donde se obtendrán el valor de las absorbancias, tanto de las muestras de mango como de la muestra control, Posterior al cálculo de los porcentajes de actividad antioxidante para cada una de las concentraciones, se determinó la concentración máxima de la media inhibitoria (IC50)

3.4.5 Medio de reacción para solución DPPH:

El DPPH* (2,2–Difenil-1-picrilhidrazilo) es un radical libre estable que no necesita preparación, se diluye en metanol y se guarda en oscuridad.

La solución de DPPH* es de color morado intenso que en contacto con un reductor disminuye la intensidad de su color.

Para la determinación cuantitativa de la capacidad antioxidante se utilizará un sistema constituido por: tampón acetato 0.1 M de pH 6.0, metanol, sobrenadante y solución DPPH* (50 uM en metanol). Luego se agitará cada tubo utilizando un Vortex. Se dejará en reposo durante 30 minutos en oscuridad y después se leerá en un espectrofotómetro a 517 nm. Las sustancias antioxidantes de la muestra reaccionan con el

DPPH* y la reducción del reactivo es seguida midiendo la absorbancia a 517 nm

3.4.6 Instrumentos

Para realizar esta investigación se utilizaron los siguientes instrumentos

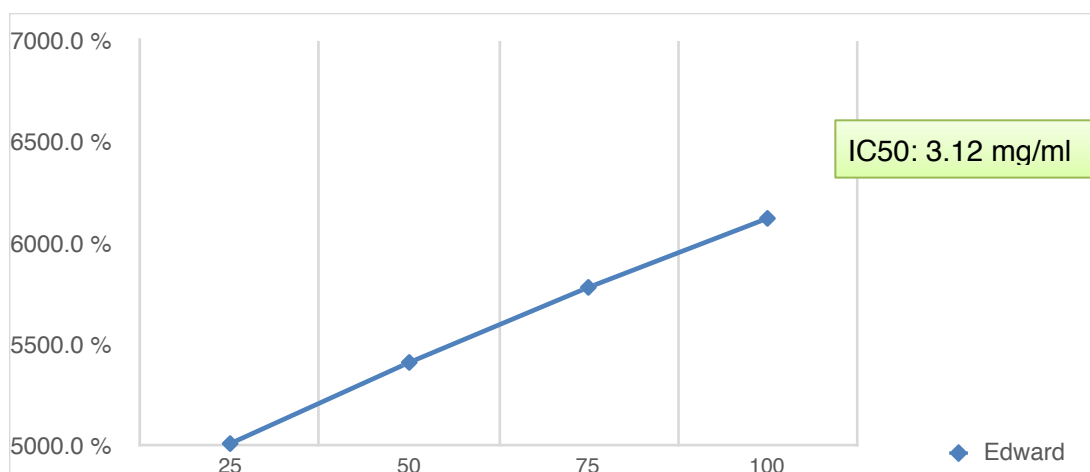
- Para la medición de la absorbancia se utilizó un espectrofotómetro marca Gilford modelo 240.
- Balanza Analítica
- Tubos de ensayo
- Probetas
- Pipetas
- Micropipetas de 1000
- Embudo
- Papel filtro
- beakers
- Gradillas
- Agua destilada
- Plumón indeleble

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación presentaremos los resultados obtenidos en la investigación

Grafico N° 4 Capacidad antioxidante del Mango Variedad Haden a Temperatura ambiente

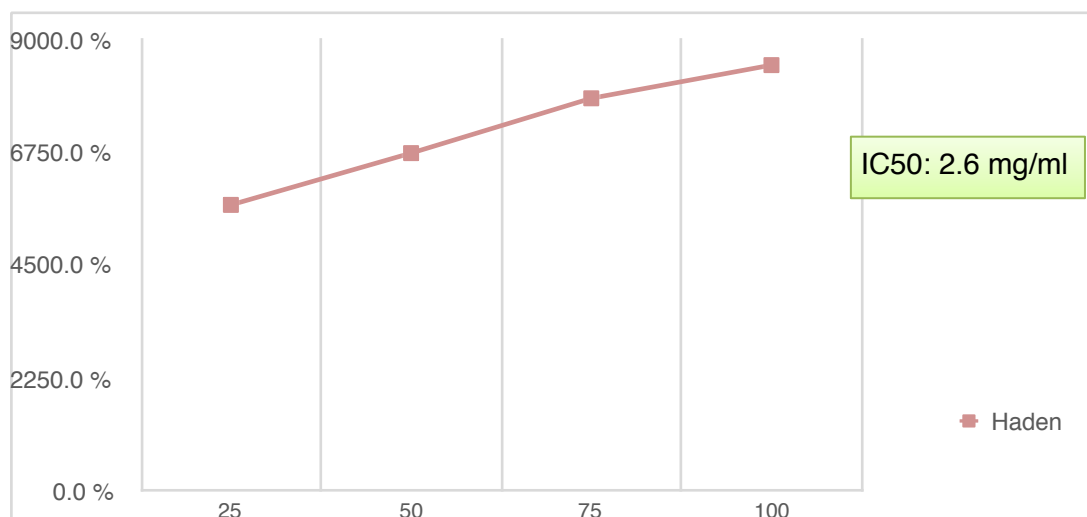


Fuente: Elaboración propia GMRF

En el Grafico N °4, al someter al extracto acuoso de Mango variedad Haden, a una temperatura ambiente, se pudo apreciar en esta muestra un incremento de la Capacidad Antioxidante (DPPH) evaluado a diferentes concentraciones, obteniéndose un IC 50 de 3,12 mg / ml.

Grafico N°5 Capacidad antioxidante del Mango Variedad Edward a

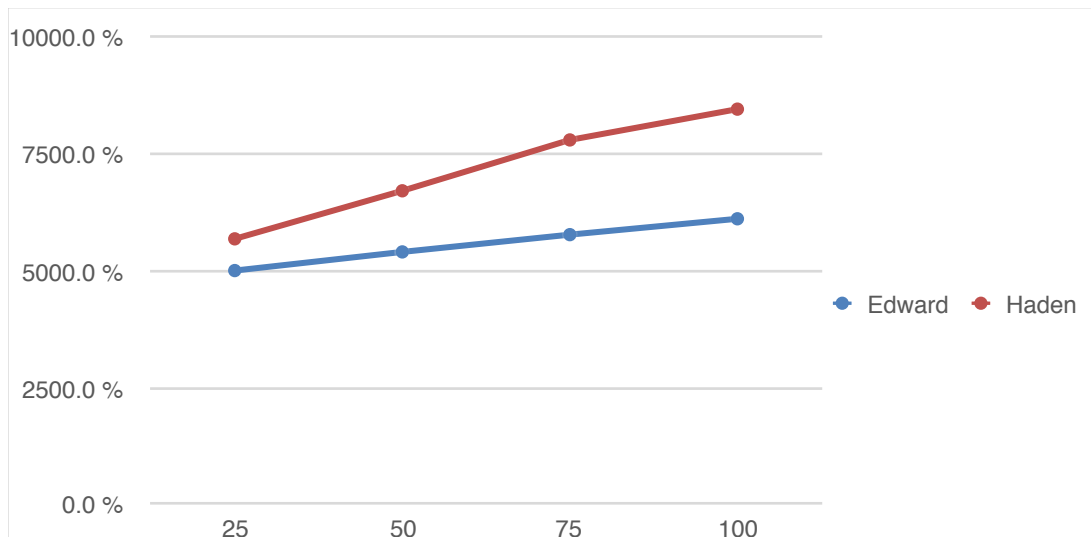
Temperatura ambiente



Fuente: Elaboración propia GMRF

Al someter al extracto acuoso de Mango variedad Edward, a una temperatura ambiente, se pudo apreciar en esta muestra un incremento de la Capacidad Antioxidante (DPPH) evaluado a diferentes concentraciones, obteniéndose un IC 50 de 2,6 mg / ml , según como se observa en el Grafico N°5

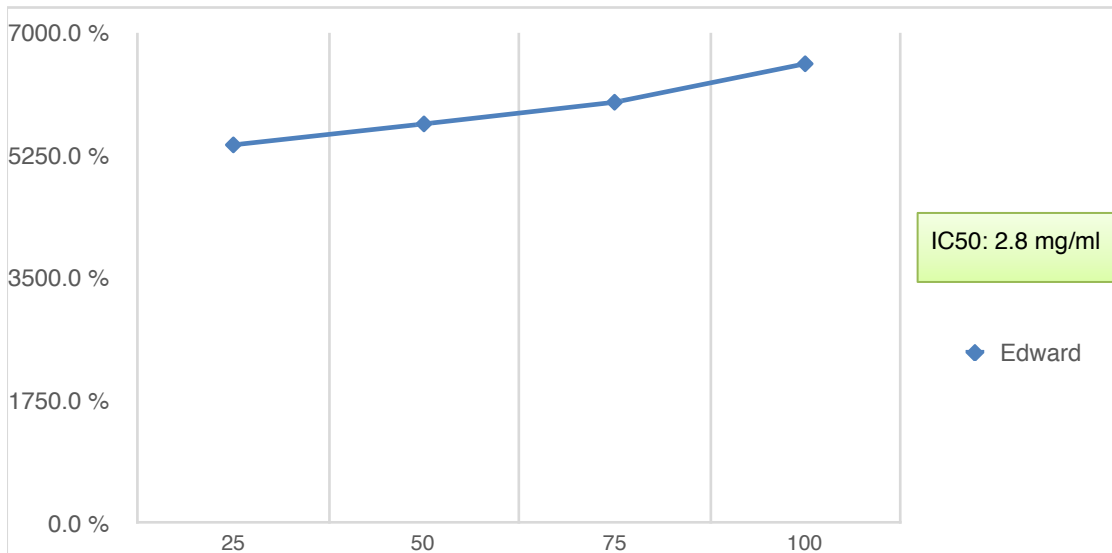
Grafico N°6 Capacidad antioxidante del Mango Variedad Haden y Edward a Temperatura ambiente



Fuente: Elaboración propia GMRF

En el GRÁFICO N°6 puede observarse la variación de la Capacidad Antioxidante según la técnica DPPH ejercida por las muestras de mango, variedad Edward y variedad Haden, usando varias concentraciones cuyo rango estuvo comprendido entre 25 y 100 mg/mL; donde se aprecia que los valores de la Capacidad Antioxidante van aumentando en relación directa al incremento de las concentraciones de las muestras de mango, siendo más evidente con el extracto acuoso de mango, variedad Edward. Por lo tanto, la variedad de mango Edward muestra una mejor capacidad antioxidante frente al sistema DPPH.

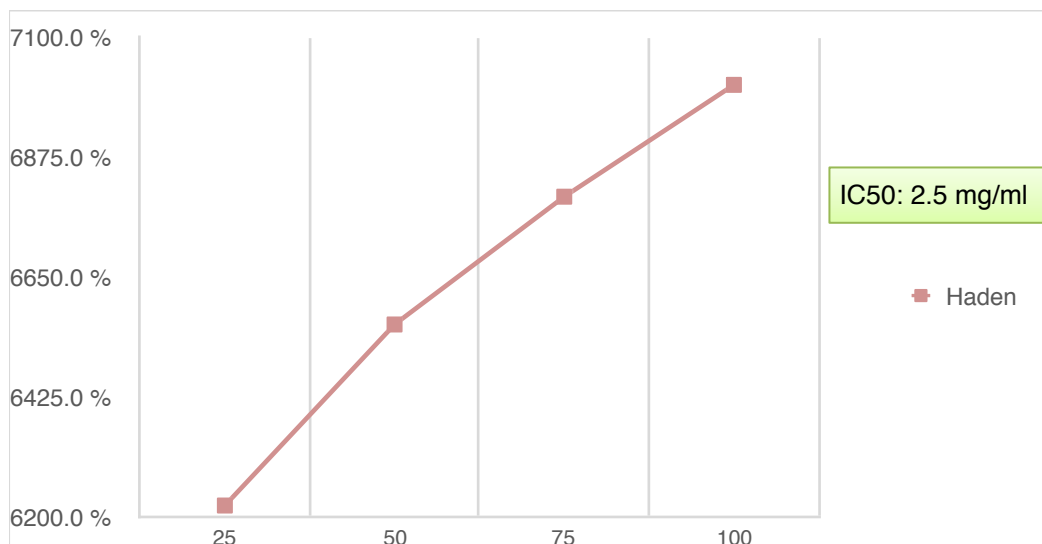
Grafico N°7 Capacidad antioxidante del Mango Variedad Edward a Temperatura de congelación.



Fuente: Elaboración propia GMRF

Al someter al extracto acuoso de Mango variedad Edward, a una temperatura de congelación a -18°C , se pudo apreciar en esta muestra un notable aumento de la Capacidad Antioxidante (DPPH) evaluado a diferentes concentraciones (25, 50, 75 y 100) mg/mL.

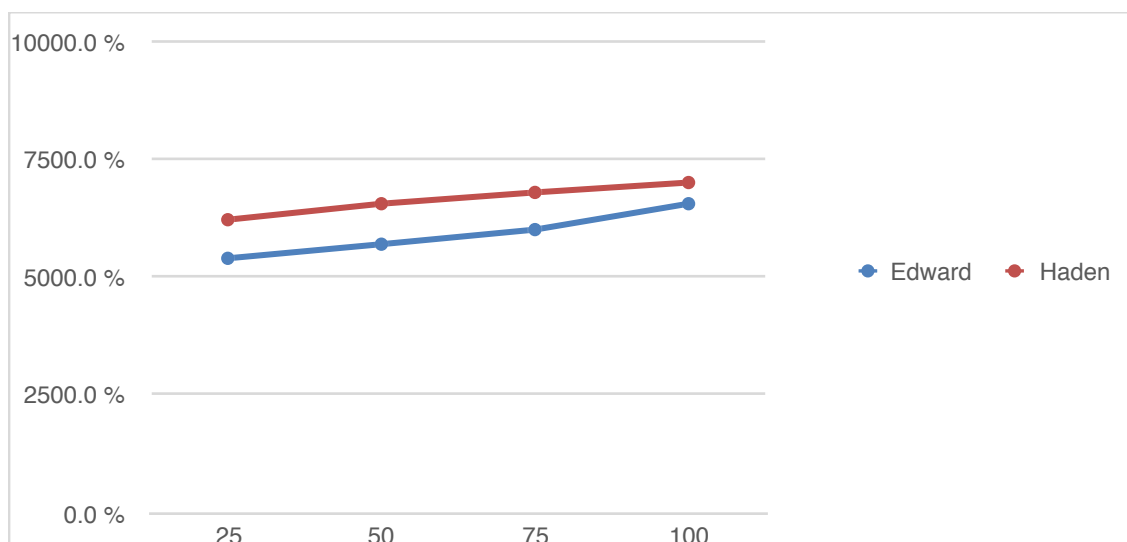
Grafico N°8 Capacidad antioxidante del Mango Variedad Haden a Temperatura de congelación.



Fuente: Elaboración propia GMRF

En el Grafico N°8 al someter al extracto acuoso de Mango variedad Haden, a una temperatura de congelación a -18°C , se pudo apreciar en esta muestra un incremento de la Capacidad Antioxidante (DPPH) evaluado a las concentraciones diferentes entre 25 y 100 mg/mL. Respectivamente, evidenciando que a mayor concentración de la muestra, mejora su capacidad antioxidante, según la técnica DPPH.

Grafico N° 9 Capacidad antioxidante del Mango Variedad Haden y Edward a Temperatura de Congelacion



Fuente: Elaboración propia GMRF

Al someter al extracto acuoso de Mango variedad Haden, a una temperatura de congelación a -18°C , se pudo apreciar en el GRÁFICO N°9, evaluado a diferentes concentraciones tal como se evaluó en el (GRAFICO N°6) ; se aprecia que los valores de la Capacidad Antioxidante van aumentando en relación directa al incremento de las concentraciones de las muestras de mango, siendo notablemente mayor con el extracto acuoso de mango, variedad Haden al ser sometida al efecto de congelación ; Por lo tanto, evidenciamos que la variedad de mango Haden muestra una mejor capacidad antioxidante frente al sistema DPPH comparándola con el efecto de la temperatura ambiente. (GRÁFICO N°6);

**TABLA N°7: CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE MANGO
VARIEDAD EDWARD Y HADEN SEGÚN LA TECNICA DPPH**

Determinación del IC 50 De las variedades de mango Edward y Haden		
Temperatura	Mango Edward	Mango Haden
Congelación	2.8	2.5
Ambiente	2.6	3.12

IC 50: Concentración de muestra que reduce al 50% la solución de DPPH*.

En la determinación de la Capacidad Antioxidante de las variedades Edward y Haden del Mango, sometida a temperatura ambiente utilizando la técnica que evalúa la capacidad para captar el radical DPPH*, se observó que la muestra de Mango variedad Edward ejerce una capacidad antioxidante mayor, conforme se observa en la TABLA N°7. El valor IC 50 para la variedad Haden del Mango es de 3.12 mg/mL, mientras que para la variedad Edward es de 2.6 mg/ mL, lo que indica que con una concentración menor de la muestra, se logra alcanzar un 50% de reducción del DPPH.

Al evaluar ambas muestras por efecto de congelación se observa que valor IC 50 para la variedad Haden del Mango es de 2.5 mg/mL, mientras que para la variedad Edward es de 2.8 mg/ mL, lo que indica que con una concentración

menor de la muestra tiene una mejor capacidad antioxidante, por lo que inferimos que el sometimiento a bajas temperaturas interfiere en la capacidad antioxidante de los

Alimentos en el caso de la variedad Edward la eleva y para la muestra de la variedad Haden disminuye.

DISCUSION

Es conocido que el mango independientemente de la variedad, posee capacidad antioxidante, según se evidencia en estudios anteriores realizados sobre su capacidad antioxidante evaluada a diferentes técnicas ⁽²⁰⁾.

En la actualidad las frutas son utilizadas para elaborar distintos productos como alternativa de consumo y para ello atraviesan diferentes procedimientos en los cuales la temperatura es un factor que interviene en el proceso.

El efecto de la temperatura es uno de los puntos de mayor cuidado debido a que pueden afectar a los principios activos de los alimentos, es importante señalar que toda la cadena de producción es de vital importancia para mantener el valor nutricional de los frutos, en el caso particular del mango el cual una vez cosechado debe ser manipulado con mucho cuidado durante el almacenamiento en frío (a 10 y 12°C), así también como en el proceso de empaquetado, los mangos son colocados en cajas de cartón corrugado para protegerlos de los golpes y de la humedad⁽²⁵⁾.

Hay estudios que evidencian que puede haber modificaciones en las frutas cuando son sometidas a un proceso de congelación, estos cambios o modificaciones pueden ser físicos, los cuales son evidenciados al momento de descongelar la fruta, sin embargo no afectan de manera significativa la estabilidad de sus vitaminas⁽²⁶⁾

Ya está comprobado que la gran mayoría de las frutas poseen una importante capacidad antioxidante, y estos beneficios son aprovechados por nuestro organismo cuando estas no sufren procedimientos en los cuales intervenga las modificaciones de temperatura y es que la capacidad antioxidante de un alimento no viene dada solo por la suma de la capacidad antioxidante de cada uno de sus componentes; sino también depende del microambiente en que se encuentra el compuesto. Los compuestos pueden interactuar entre sí pudiendo producirse efectos sinérgicos o inhibitorios ^(20,23).

En el presente estudio, se pudo apreciar una correlación directa entre la concentración y la capacidad antioxidante de los mangos variedad Edward y Haden de los cuales se evaluó su capacidad antioxidante a temperatura ambiente mediante la técnica DPPH, obteniendo como resultado la evidencia de la capacidad antioxidante que poseen ambos frutos y de los cuales el extracto acuoso del Mango variedad Edward es el que tiene mayor capacidad antioxidante comparándolo con la variedad Haden; sin embargo al someterlos al efecto de la temperatura de congelación se evidencia un comportamiento diferente; incrementando su capacidad antioxidante la muestra de extracto acuoso variedad Haden comparándola con la variedad Edward; posiblemente

este efecto se deba al proceso de maduración según las variedades de alimentos; tal como se mostrara en el estudio anterior

Este tipo de estudios nos ayudan a comprobar que también podemos obtener beneficios nutricionales a través del consumo de frutas congeladas, por citar un ejemplo, la pulpa de fruta congelada, es importante dar a conocer que el mango de la variedad Haden al ser congelado puede aumentar su capacidad antioxidante.

CONCLUSIONES

1. En la muestra de las variedades de mango Edward y Haden; evaluados a temperatura de congelación mediante la técnica de DPPH, los resultados obtenidos indican que el mango variedad Haden si manifiesta un incremento en su capacidad antioxidante.
2. Los resultados de las muestras sometidas al efecto de congelación a diferentes concentraciones se observó un ligero incremento de su capacidad antioxidante, posiblemente influenciado por la concentración de la muestra.
3. El Mango Variedad Edward en comparación con el Mango variedad Haden evaluados a temperatura ambiente ejerce mayor capacidad antioxidante según los resultados obtenidos mediante las técnicas de DPPH.
4. Al comparar estas dos variedades de Mango su capacidad antioxidante a temperatura ambiente y a temperatura de congelación se ha podido demostrar que mantienen y mejoran su capacidad antioxidante total.

RECOMENDACIONES

1. Ante la evidencia de los beneficios nutricionales que aporta este fruto es recomendable su consumo teniendo en cuenta su adecuada conservación para así aprovechar su buena capacidad antioxidante
2. Es recomendable también realizar más estudios sobre la capacidad antioxidante de las diferentes presentaciones en las cuales podemos encontrar este fruto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Delgado O.; Luis; Betanzos C.; Gabriel; Sumaya M, María Teresa; Importancia de los Antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. México. Rev. Investig. y Cien.**2010** (1) : 10 – 15
2. Área de Desarrollo del Cultivo de Mango, Agrobanco, Peru; 2007; 20
3. Asociación Peruana de Productores y Exportadores de Mango, Perspectivas de la Industria de Exportación de Mango Peruano, Piura. 2014
4. Jiménez A., Sánchez M, Martínez, M. Optimización del método de captación del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) para evaluar actividad antioxidante en bebida de café. Universidad de Murcia, España 2012 67-78.
5. Tallcot S.; Tallcot S; Propiedades Fitoquímicas del Mango que Contribuyen a Beneficios en la Salud. Texas A&M University, Department of Nutrition and Food Science, **2009**: 1- 44

6. Ochoa, C.; Guerrero, J.; Efecto del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas sobre la calidad de Tuna Rojas. Rev. Inf. Tecnol. 2012; 23 (1) : 117 – 128
7. Reyes, L.; Efecto del procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango. (Tesis para optar al título de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria en el grado académico de Licenciatura).Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 2014; 74
8. Corrales – Bernal, A; Maldonado M.E.; Urango, L.A.; Franco M.C.; Rojano, B. Mango de Azúcar (*Mangifera Indica*) variedad de Colombia: Características antioxidantes, Nutricionales y sensoriales. Rev.chil. Nutr. 2014; 41(3):312-318.
9. Torres, J; Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al procesado mínimo del Mango; Tesis Doctoral Valencia 2007
10. Coello, A; Fernandez, D; Galán, v; Guía Descriptiva de Cultivares de Mango, Inst. Canario de Investigaciones Agrarias, España; Pág. 17-24
11. Calendario de siembras y cosechas; Dirección General de información Agraria; Ministerio de Agricultura del Peru;2008 131:86 – 88
12. Diaz, A; Uría, A; Buenas Prácticas de Manufactura, Costa Rica. Instituto Interamericano para la Agricultura 2009 pag 28
13. Slaughter, D.; Métodos para el manejo de la maduración en mango. Estados Unidos, Biological and Agricultural Engineering University of California, 2009; 7

14. Arriaga, A; Vinuesa, N; Determinación de la vida útil del mango fresco variedad Edward a temperatura ambiente y de refrigeración (Tesis para optar al título de Tecnólogo de alimentos) Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2009 – 2010; 55
15. Zamora, J; Antioxidantes micronutrientes en la lucha por la salud, Rev Chil Nutr Vol.34, N1°1; Santiago, Marzo 2007
16. Wall – Medrano, A; Olivas-Aguirre, F; El Mango Aspectos agroindustriales, valor nutricional funcional y efectos en la salud, Nutr Hosp. 2015;31(1):67-75 ISSN 0212-1611 • CODEN NUHOEQ S.V.R. 318
17. Agropacking Export: Tambo Grande Piura. Especificaciones técnicas. Disponible <http://www.agropacking.pe/docs/Mango>
18. Palomo I, Gutiérrez M, Astudillo L, Rivera C, Torres C, Guzmán L, Moore R, Carrasco G, Alarcón M. Efecto antioxidante de frutas y hortalizas de la zona central de Chile. ALAN **2009**; 36(2):152-158.
- 19., Soluciones Prácticas – ITDG: Ficha Técnica del procesamiento del Mango
20. Millan, E; Restrepo, L.; Narváez, C. Efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de Arazá; Fisiología y Tecnología postcosecha; Agron Colomb 2007; 333 – 338.
21. Cachay, E; Efecto del tiempo de cocción por hervido sobre capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en Arracacia xanthorrhiza (arracacha) con y sin cáscara 2016. 46p.
22. Aparcana, I; Villareal, L; Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de Physalis peruviana “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú; 2014. 96p.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	TIPO	POBLACION
¿Qué efecto tiene la temperatura sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (Mangifera Indica L.)?	O.G.: determinar el efecto que tiene la temperatura sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (Mangifera Indica L.)	H.G. La temperatura modifica la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (Mangifera Indica L.)	Variable Independiente (y) Temperatura	Método: Inductivo Analítico	Población Dos tipos de mango Muestra: Extracto acuoso de dos tipos de mango (Mangifera Indica L.)
	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable dependiente (x) Capacidad antioxidante	Técnica: Descriptivo Correlacional Cuantitativo Transversal Prospectivo Diseño: Pre experimental	
	O.E.1: Determinar el efecto de la temperatura de congelación sobre la capacidad antioxidante de dos tipos de mango (Mangifera Indica L.) O.E.2: Determinar el efecto de la temperatura ambiente sobre la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (Mangifera Indica L.)	H.E.1: La temperatura de congelación modifica la capacidad antioxidante de dos variedades de mango (Mangifera Indica L.) H.E.2: La temperatura ambiente modifica la capacidad antioxidante de 2 variedades de mango (Mangifera Indica L.)	Indicadores: T. Congelación -18°C T. Ambiente 24°C CI 50mg/ml		