



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICION

**“COMPARACIÓN IN VITRO DE LA CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DE *Selenicereus Megalanthus*, *Hylocereus
Undatus* y *Opuntia Ficus-Indica*”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN**

AUTOR:

ALCANTARA CASTILLO, DILTON JENSON

ASESORES:

Dra. SUSANA EDITA PAREDES DÍAZ

Dra. ROSA PATRICIA GÁLVEZ CARRILLO

Dr. JORGE LUIS DÍAZ ORTEGA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN

TRUJILLO - PERU

2018

PÁGINA DE JURADO

Dr. JORGE DÍAZ ORTEGA
PRESIDENTE

Mg. DAN ORLANDO ALTAMIRANO SARMIENTO
SECRETARIO

Dra. SUSANA EDITA PAREDES DÍAZ
VOCAL

DEDICATORIA

A mi Abuela Luz Marina,

Quizá en vida no pude demostrarte lo mucho que significaste para mí, pero fuiste y serás mi motivación para luchar cada día. Sé que el tiempo que compartí contigo quizá fue poco pero muy valioso para mí, atesoro todas tus enseñanzas, tu infinito amor y tu sonrisa, gracias por guiar mi camino.

Dilton Jenson Alcantara Castillo

AGRADECIMIENTO

A mis asesores, gracias a sus conocimientos y atención prestada en cada una de mis dudas las cuales fueron resueltas de manera didáctica, sin su ayuda no hubiera podido completar este proyecto, en especial al Dr. Jorge Luis Díaz Ortega por su apoyo desinteresado, guía y conducción en la realización de este trabajo de investigación.

A mi madre y a mi hermana que a pesar de la distancia me animan a no dejarme caer en este largo camino lleno problemas y muchos obstáculos, diciéndome que siempre se debe seguir luchando.

A mi amigo y compañero de mil y una aventuras, sin ti no hubiera llegado lejos, te admiro y te respeto.

A mis compañeras de clase, que en las dificultades estuvieron siempre con una sonrisa para alentarme y seguir adelante, las llevare siempre en mi corazón.

Dilton Jenson Alcantara Castillo

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alcantara Castillo, Dilton Jenson, con DNI 46745880, estudiante de la Escuela Profesional de Nutrición de la Facultad de Ciencias Médicas, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada “Comparación in vitro de la capacidad antioxidante de *Selenicereus Megalanthus*, *Hylocereus Undatus* y *Opuntia Ficus-Indica*”, son:

1. De mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas; por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 13 de agosto del 2018

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Presento ante Ustedes la Tesis titulada “Comparación in vitro de la capacidad antioxidante de *Selenicereus Megalanthus*, *Hylocereus Undatus* y *Opuntia Ficus-Indica*”, la cual busca comparar la capacidad antioxidante de *Selenicereus Megalanthus*, *Hylocereus Undatus* y *Opuntia ficus-indica* variedad roja y amarilla, con la finalidad de mejorar las recomendaciones nutricionales a modo de prevención de enfermedades que tienen como principal etiología los radicales libres, además de proveer al organismo beneficios digestivos mejorando así la salud de la población.

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Grado Académico de Licenciado en Nutrición.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Trujillo, 13 de agosto del 2018

Dilton Jenson Alcantara Castillo

ÍNDICE

| | |
|--|--------------------------------------|
| PÁGINA DE JURADO..... | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD..... | v |
| PRESENTACIÓN..... | vi |
| ÍNDICE | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1. Realidad Problemática..... | 10 |
| 1.2. Trabajos previos (antecedentes)..... | 11 |
| 1.3. Teorías relacionadas al tema | 13 |
| 1.4. Formulación del problema | 16 |
| 1.5. Justificación..... | 16 |
| 1.6. Hipótesis..... | 17 |
| 1.7. Objetivos | 17 |
| II. MÉTODO..... | 18 |
| 2.1. Diseño de investigación | 18 |
| 2.2. Variables y operacionalización de variables | 18 |
| 2.3. Población y muestra | 19 |
| 2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 20 |
| 2.5. Método de análisis de datos..... | 24 |
| 2.6. Aspectos éticos..... | 25 |
| III. RESULTADOS..... | 26 |
| IV. DISCUSIÓN | 28 |
| V. CONCLUSIONES | 31 |
| VI. RECOMENDACIONES | 32 |
| VII. REFERENCIAS | 33 |
| ANEXOS..... | ¡Error! Marcador no definido. |

RESUMEN

Con el objetivo de determinar in vitro la capacidad antioxidante presente en los frutos de *Selenicereus Megalanthus* (Pitahaya amarilla), *Hylocereus Undatus* (Pitahaya roja) recolectado del distrito de Papayal Tumbes y *Opuntia Ficus-Indica* (Tuna variedad amarilla y roja) del distrito de Otuzco La libertad, se realizó una investigación no experimental, de tipo descriptivo simple. La muestra fue determinada a conveniencia, luego se usó una ficha de observación, los datos fueron registrados en el programa Excel 2016 para encontrar el promedio y graficar la acción de los extractos hidroetanólicos preparados frente al radical libre. Los resultados demostraron que las frutas evaluadas contienen capacidad antioxidante donde *Hylocereus Undatus* (Pitahaya roja) obtuvo un IC50 de **33,08 µg/ ml**, con **0,72 ngAG/ml**, mientras que *Selenicereus Megalanthus* (Pitahaya amarilla) mostro un IC50 de **96,26 µg/ ml** con **1,38 ngAG/ml**, y la *Opuntia Ficus-Indica* var. Roja, obtuvo un IC50 de **55,93 µg/ ml** y **1,92 ngAG/ml**, *Opuntia Ficus-Indica* var. Amarilla, tuvo un IC50 **112,83 µg/ ml** y **3,5 ngAG/ml**; concluyendo que el extracto hidroetanólico de pitahaya roja contiene mayor capacidad antioxidante la cual apoya la inhibición del radical libre DPPH con una menor cantidad de extracto a diferencia de las demás frutas usadas en esta investigación. Los resultados confirman que los compuestos fenólicos y otros metabolitos secundarios participan en la inhibición de los radicales libres, debido a esto se sugiere el consumo frecuente de estos frutos para mejorar la salud digestiva y prevenir enfermedades crónico degenerativas como el cáncer y otras relacionadas con la oxidación celular.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, DPPH, pitahaya, tuna.

ABSTRACT

In order to determine in vitro the antioxidant capacity present in the fruits of *Selenicereus Megalanthus* (Yellow Pitahaya), *Hylocereus Undatus* (Red Pitahaya) collected from the district of Papayal, Tumbes and *Opuntia Ficus-Indica* (Tuna variety yellow and red) of the district of Otuzco, La Libertad, a non-experimental investigation was carried out, of a simple descriptive type. The sample was determined at convenience, then an observation card was used, the data were recorded in the Excel 2016 program to find the average and plot the action of prepared hydroethanolic extracts against the free radical. The results showed that the fruits evaluated contain antioxidant capacity; where *Hylocereus Undatus* (Red Pitahaya) obtained an IC₅₀ of 33.08 µg / ml, with 0.72 ng / ml, while *Selenicereus Megalanthus* (Yellow Pitahaya) showed an IC₅₀ of 96, 26 µg / ml with 1.38 ngAG / ml, and *Opuntia Ficus-Indica* var. red, obtained an IC₅₀ of 55.93 µg / ml and 1.92 ngAG / ml, *Opuntia Ficus-Indica* var. yellow, had an IC₅₀ of 112.83 µg / ml and 3.5 ngAG / ml. Concluded that the hydroethanolic extract of red pitahaya contains greater antioxidant capacity which supports the inhibition of the DPPH free radical with a lower amount of extract, unlike the other fruits used in this research. The results confirm that phenolic compounds and other secondary metabolites participate in the inhibition of free radicals, because of this, frequent consumption of these fruits is suggested to improve digestive health and prevent chronic degenerative diseases such as cancer and others related to cellular oxidation.

Keywords: Antioxidant Capacity, DPPH, pitahaya, cactus pear.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad el consumo excesivo de alimentos industrializados y comida rápida ha generado el incremento de enfermedades crónicas degenerativas, las más comunes son el cáncer, la diabetes mellitus y las enfermedades cardiovasculares, estas son el resultado final del estrés oxidativo. Razón por la cual se sugiere una alimentación que incluya vegetales, frutas y granos enteros, acompañado de carnes variadas como parte de una dieta de calidad para el desarrollo de actividades físicas, y así brindar a nuestro organismo la cantidad necesaria de fibra, vitaminas y minerales, además de antioxidantes capaces de minimizar los efectos negativos del estrés oxidativo además de mejorar la calidad de la alimentación ^{1,2}.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el consumo de 5 frutas al día o 400 gr diarios de vegetales variados, debido a su importante papel en la prevención de enfermedades causadas por los radicales libres. Algunos países ya han implementado políticas de entrega de frutas y verduras acompañado de educación nutricional, por su mejora en la salud y la disminución de la obesidad y la diabetes. El consumo de alimentos naturales no solo es un reto para las organizaciones, sino también para las industrias cuyo trabajo ha variado con el tiempo tratando de imitar el aroma, color y sabor de las frutas, complicando así la salud de la población por incluir aditivos poco saludables lo que concluye en el aumento de patologías de índole nutricional ².

Los alimentos con gran capacidad antioxidante y poco incluidos en la alimentación de las familias peruanas son los frutos de las cactáceas, las cuales vienen siendo usadas en diferentes países, donde se elaboran diferentes productos que se comercializan de manera rápida debido a la publicidad que mejora la aceptación de estos productos. Las primeras evidencias relacionadas al uso de cactáceas encontradas en Perú se registra desde la época del Horizonte Preagrícola (10,000 años de antigüedad), y se hallaron en los basurales cercanos a la cueva de Pachamachay alrededor del lago de Junín sobre los 4200 msnm ³.

Estos frutos se consumen de forma natural por agricultores, así como por los pobladores locales además de ofertarse al público en los principales mercados del país. Además de ser usados para fabricar productos procesados como las mermeladas y bebidas. Sus tallos son usados como forraje de ganadería, de manera especial en épocas de sequía, además son útiles en la elaboración de cercos vivos y cuando la planta muere, sus restos son usados en la fabricación de fertilizantes orgánicos ³.

En la actualidad el consumo de la tuna se viene incrementando de manera continua en todo el mundo debido a sus características nutricionales, y sensoriales, brindados por el aroma y sabor propia de la especie, es primordial hacer extensivo el consumo de frutos y hojas de tuna por su contenido de antioxidantes cuyo potencial ha sido identificado por la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para el desarrollo de las regiones áridas y semi áridas, de manera especial en países en desarrollo ³.

Otro de los alimentos a estudiar es la Pitahaya, es un fruto jugoso y pulposo de una cactácea, es exportado a diferentes partes del mundo. Su origen en Mesoamérica, y sobre todo en Sudamérica: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela. Existen dos tipos *Hylocereus Undatus* (P. Roja) y *Selenicereus Megalanthus* (P. Amarilla). Son difíciles de clasificar debido a su variedad, tamaño y color. En Taiwán se le conoce como “Fruta Dragon”. Este fruto está considerado como alimento funcional por contener compuestos bioactivos y propiedades nutraceuticas. Se han realizado numerosos estudios debido a su capacidad antioxidante influenciada por su contenido de betalainas las cuales brindan una coloración intensa además de beneficios para la salud ⁴.

1.2. Trabajos previos (antecedentes)

Medina P. ⁵ (Ecuador, 2011), en su investigación “Elaboración de mermelada y néctar a partir de la pulpa de Pitahaya y determinación de capacidad antioxidante por el método (1,1 difenil-2- picril hidrazila) DPPH”, determinó la capacidad antioxidante en mermelada y néctar de pulpa de Pitahaya frente al radical sintético

DPPH a través del método espectrofotométrico. Se determinó que la capacidad antioxidante de la mermelada de pitahaya fue de 0.367% y la del néctar de pulpa fue 0.351%, concluyéndose que el método usado para la comprobación de la capacidad antioxidante es eficaz, debido a que al añadir el radical en la muestra de mermelada se obtuvo una reducción, apreciando un cambio del color violeta intenso que fue decolorándose de inmediato a un color violeta claro.

Figuroa R, Tamayo J, Moreno G, González S, Vargas L. ⁶ (México, 2011), en su investigación “Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*)”, determinaron la capacidad antioxidante de las antocianinas presentes en la cáscara de pitahaya, comprobándose que contiene capacidad antioxidante cuyo resultado fue de 31,52 %, por lo que se concluye que la cáscara de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) es una fuente natural de antocianinas con capacidad antioxidante, las cuales tendrían una aplicación potencial en la industria farmacéutica y de alimentos, dada la actividad encontrada en los extractos de antocianinas bajo los dos métodos evaluados (1,1 difenil-2-picrilhidrazil hidrazila) DPPH y (ácido 2,2', azino-bis (3-etilbenzotiazolin)- 6 - sulfónico) ABTS.

Muñoz C, Pulido D.⁷ (Perú, 2012), en su trabajo de “Capacidad antioxidante del zumo de *Opuntia Ficus-Indica* var. amarillo (tuna) frente al 2,2-difenil-1-picrilhidrazil in vitro”, determinaron la capacidad antioxidante mediante (1,1 difenil-2-picrilhidrazil hidrazila) DPPH del zumo de *Opuntia Ficus-Indica* variedad amarilla, comprobándose la capacidad antioxidante cuyo resultado calculado en IC50 fue de 26,95 µg esta cantidad es la necesaria para reducir el radical libre al 50%, concluyendo que gran parte de los pigmentos naturales de origen vegetal contienen estructuras moleculares de naturaleza antioxidante, inhibiendo o neutralizando los efectos de los radicales libres que son nocivos para las biomoléculas de las células presentes en el cuerpo humano.

Torres Y, Melo D, Torres-Valenzuela L, Serna-Jiménez J, Sanín A. ⁸ (Colombia, 2017), en su trabajo de investigación “Evaluation of bioactive compounds with functional interest from yellow pitahaya (*Selenicereus*

megalanthus Haw)”, determinaron la capacidad antioxidante de los componentes de la *Selenicereus Megalanthus* (Pitahaya Amarilla), demostrándose la capacidad antioxidante en varios extractos etanolicos hechos a partir de (cascara, pulpa y semillas) el resultado de la pulpa fue $85.0 \pm 0.2\%$ frente al radical. (1,1 difenil-2-picrizil hidrazila) DPPH, por lo que se concluye que las diferentes partes de la pitahaya amarilla contienen compuestos bioactivos que apoyan la inhibición del radical libre con diferentes partes del fruto.

Lozoya D, Castillo S, Hernández D, Rivas C, Sánchez E. ⁹ (México, 2018), en su trabajo de investigación “Evaluación de la actividad antimicrobiana, antiinflamatoria y antioxidante de subproductos de *Opuntia Ficus-Indica* y *Mangifera indica*”, determinaron la capacidad antioxidante de subproductos (cascaras) de tuna roja, haciendo uso del (1,1 difenil-2- picrizil hidrazila) DPPH, comprobándose que la cascara de tuna roja contiene una capacidad de inhibición elevada frente al radical a diferencia del otro fruto en estudio el resultado fue de $(108.101 \pm 1.78 \mu\text{m Trolox/g extracto.})$. Se concluye que la madurez de las frutas está relacionada en la cantidad de compuestos bioactivos, los cuales son generados durante el proceso de maduración como resultado de la biosíntesis, que genera mayor contenido de carotenoides, compuestos fenólicos, ácido ascórbico, etc. Por lo tanto, la cascara de este fruto se puede utilizar como alimento funcional.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Las cactáceas se distribuyen en una gran diversidad de biomas, desde las selvas tropicales lluviosas hasta desiertos extremadamente áridos. En cada ambiente muestran gran variedad de formas y hábitos de crecimiento. Un grupo de cactáceas que se distingue por incluir a las de mayores tallas, son las denominadas cactáceas columnares. Estas son un grupo netamente americano, la distribución de las cactáceas columnares se circunscribe a las regiones tropicales y subtropicales del continente, incluyendo como importantes reservorios de diversidad a Brasil, México y Perú ¹⁰.

Los frutos de cactus se utilizan de manera frecuente por ser apropiadas para la fabricación de mermeladas y jaleas, con gran demanda entre los consumidores por

ser fuente natural de sustancias bioactivas. Estos frutos de cactus son fuente natural de nutraceuticos y elementos con caracteristicas funcionales, se consumen frescos ademàs son procesados para elaborar una gran variedad de alimentos envasados. Las aplicaciones a las que pueden ser sometidas las cactaceas son muy variadas y engloba diversas areas. La ciencia y tecnologia estàn muy relacionados con estos frutos ¹¹.

Un sin número trabajos de investigación aseguran que los productos a base de los cactus suelen ser usados de manera eficaz como una fuente de fitoquímicos, empezando por los mucílagos, la fibra, pigmentos y antioxidantes. En el ámbito dietético, la importancia radica en la gama de nutrientes potencialmente activos y las propiedades multifuncionales de los frutos y cladodios que contienen estos cactus y que sirven para la elaboración de productos y suplementos nutricionales con la finalidad de promover la salud. La pulpa de frutos de cactus se usa para producir bebidas industrializadas con la finalidad de emplear la fuerza pigmentante de las betalainas; elementos con propiedades antioxidantes y termolábiles ¹¹.

La capacidad antioxidante de un alimento se evalúa usando un radical libre. Se considera radical libre a un átomo o molécula que contiene un electrón desapareado en su orbital, estos se producen en el organismo por la combustión química del metabolismo aerobio (donde el organismo utiliza oxígeno molecular), algunos son: el anión superóxido y el peróxido de hidrógeno, su desequilibrio puede causar daño celular y algunas enfermedades. Estos también se pueden generar por la contaminación ambiental, el tabaquismo y también por el consumo elevado de alimentos procesados, algunos tipos de fármacos y exponerse constantemente a pesticidas, el organismo suele neutralizar los radicales libres con enzimas antioxidantes como superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, entre otros ¹².

Por otro lado, existe la aplicación de terapias antioxidantes y otras donde se usan principios activos con los cuales se busca revertir y disminuir los efectos negativos del estrés oxidante, comprobando que cuando se administra suplementos

vitamínicos y ciertos alimentos con poder antioxidante disminuyen la capacidad oxidante de los radicales libres, aportando múltiples beneficios para la salud. Cuando se menciona a los antioxidantes dietéticos se refiere a una o más sustancias que forman parte de los alimentos de consumo diario como por ejemplo los polifenoles, a los que se les atribuye un potencial antirradical y pueden prevenir efectos perjudiciales causadas por las especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales del organismo. La alimentación es el método preventivo más barato que existe para mejorar la salud, por lo que debe ser adecuada y suficiente, que provea todo tipo de nutrientes necesarios para el ser humano^{12, 13}.

Existe una gran cantidad de estudios científicos que avalan los beneficios del consumo de frutas y verduras, debido a que están relacionados directamente con la disminución de los padecimientos por causa de los radicales libres, los cuales no solo aumentan en el organismo por una alimentación deficiente; sino también por el excesivo ejercicio físico y el sobre entrenamiento lo que conlleva al aumento del estrés oxidativo en atletas, por todo expuesto se sugiere recomendar antioxidantes dietarios durante la actividad física¹⁴.

En la actualidad, en países como Japón usan algunas frutas entre ellas la pitahaya como postre gourmet, a diferencia de México donde los indios las recolectaban de manera silvestre en épocas prehispánicas; es durante la conquista que los españoles tuvieron gran interés por esta fruta, debido a su llamativo color y sabor refrescante además de ser usada de forma medicinal preparando licuados e infusiones de todas las partes del fruto para curar afecciones de los riñones y dolores de cabeza. Características que hacen a esta fruta una fuente natural de nutraceuticos debido a su contenido de fenoles, por este motivo se recomienda consumirla a cualquier edad, como parte fundamental de nuestra alimentación^{15,16,17}.

Estas frutas pueden ser incluidas de manera eficaz y recibida muy bien por los adultos mayores en tratamiento de algunas enfermedades como la dislipidemia, donde se recomienda una dieta rica en frutas y verduras, apoyando el déficit

calórico necesario en la disminución de triglicéridos y colesterol elevados a causa del sedentarismo acompañado de una dieta desequilibrada¹⁷.

Se sugieren diversas técnicas para evaluar la capacidad antioxidante; pero con más de cincuenta años de uso en numerosos trabajos de investigación el método (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) DPPH fue el seleccionado para esta investigación debido a que ha demostrado ser rápido cuando se requiere conocer la cantidad de IC50, la que está ligada a compuestos antioxidantes, por aplicarse en plantas medicinales y en algunos componentes de frutas como; pulpas, semillas, cáscaras, etc. Sirve también para evaluar la capacidad antioxidante otros productos elaborados a partir de frutas ricas en antioxidantes como por ejemplo mermelada, néctar y vinos. El método (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) DPPH fue propuesto por Blois (1958) en el cual se demostró por primera vez la capacidad del radical libre DPPH● para aceptar un átomo de hidrógeno (H●) proveniente de una molécula de cisteína. Es conocido como un radical libre estable por su deslocalización de un electrón desapareado sobre la molécula completa, debido a esto la molécula no se dimeriza, como se da en la mayoría de los radicales libres, se debe tomar en cuenta la cantidad a usar, para conseguir datos reales^{18,19}.

1.4. Formulación del problema

¿Qué capacidad oxidante in vitro tienen la *Selenicereus Megalanthus* (pitahaya amarilla), *Hylocereus Undatus* (pitahaya roja) y la *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja y amarilla?

1.5. Justificación

Tomando en cuenta al elevado porcentaje de cáncer y trastornos neurodegenerativos, causados en su mayoría por los radicales libres, la presente investigación busca mejorar el conocimiento e incentivar el consumo de los alimentos funcionales debido a sus beneficios para la salud. Así mismo incluir a estos alimentos en las prescripciones dietéticas brindadas para prevenir enfermedades causadas por la oxidación celular. En estas enfermedades se recomienda una dieta que incluye alimentos ricos en antioxidantes (frutas y verduras), las cuales no siempre forman parte de la canasta familiar. Un claro

ejemplo son la pitahaya y la tuna, frutas que pasan desapercibidas por la mayoría de la población. Estas frutas son necesarias en la alimentación diaria por su contenido nutricional y capacidad antioxidante las cuales contribuyen en la disminución de enfermedades crónico degenerativas.

Por lo cual se busca informar sobre las propiedades nutricionales, medicinales y terapéuticas presentes en estas frutas. Así mismo mejorar el conocimiento sobre la tuna y la pitahaya para fomentar su consumo. Los resultados encontrados en esta investigación servirán como fuente de información de futuras investigaciones orientadas en la prevención de enfermedades crónico-degenerativas. Además de usar dichos resultados como base para la prescripción de dietas que apoyen la salud de la población.

1.6. Hipótesis

Implícita.

1.7. Objetivos

General

Determinar la capacidad antioxidante in vitro de *Selenicereus Megalanthus* (pitahaya amarilla), *Hylocereus Undatus* (pitahaya roja) y de *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja y amarilla.

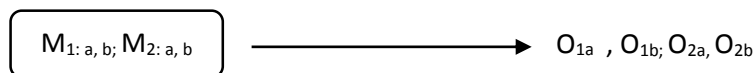
Específicos

- Identificar la capacidad antioxidante in vitro frente a DPPH del *Selenicereus Megalanthus* (pitahaya amarilla) y *Hylocereus Undatus* (pitahaya roja) expresado en IC50 $\mu\text{g/mL}$ de extracto y ng de ácido gálico (AG).
- Identificar la capacidad antioxidante in vitro frente a DPPH de la *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja y variedad amarilla expresado en IC50 $\mu\text{g/mL}$ de extracto y ng de ácido gálico (AG).

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

La presente investigación se realizó mediante un diseño descriptivo simple:



Donde:

M_{1a}: Muestra de (*Selenicereus Megalanthus*) Pitahaya Amarilla.

M_{1b}: Muestra de (*Hylocereus Undatus*) Pitahaya Roja.

M_{2a}: Muestra de (*Opuntia Ficus-Indica*) Variedad Amarilla.

M_{2b}: Muestra de (*Opuntia Ficus-Indica*) Variedad Roja.

O_{1a}: Actividad antioxidante in vitro *Selenicereus Megalanthus* expresada en IC50 concentración inhibitoria del 50% del radical libre DPPH.

O_{1b}: Actividad antioxidante in vitro *Hylocereus Undatus* expresada en IC50 concentración inhibitoria del 50% del radical libre DPPH.

O_{2a}: Actividad antioxidante in vitro *Opuntia Ficus-Indica* variedad amarilla expresada en IC50 concentración inhibitoria del 50% del radical libre DPPH.

O_{2a}: Actividad antioxidante in vitro *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja expresada en IC50 concentración inhibitoria del 50% del radical libre DPPH.

2.2. Variables y operacionalización de variables

Variables

- **Variable 1:** Capacidad antioxidante in vitro de *Selenicereus Megalanthus* y *Hylocereus Undatus*.
- **Variable 2:** Capacidad Antioxidante in vitro de *Opuntia Ficus-Indica* variedad Roja y Amarilla.

Operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|--|---|--|-------------------------------|
| Capacidad Antioxidante in vitro de <i>Selenicereus Megalanthus</i> y <i>Hylocereus Undatus</i>. | Mecanismos a través de los cuales algunas sustancias anulan la reactividad y/o inhiben la generación de radicales libres y comprenden moléculas con capacidad antioxidante ¹³ . | Se evaluó determinándose la relación que existe entre la reducción de la absorbancia medida del DPPH, a un determinado tiempo sobre la absorbancia inicial. | IC50 concentración inhibitoria del 50% del radical libre DPPH. | Cuantitativa de razón. |
| Capacidad Antioxidante in vitro de <i>Opuntia Ficus-Indica</i> variedad roja y amarilla | Mecanismos a través de los cuales algunas sustancias anulan la reactividad y/o inhiben la generación de radicales libres y comprenden moléculas con capacidad antioxidante ¹³ . | Se evaluó determinándose la relación que existe entre la reducción de la absorbancia medida del DPPH, a un determinado tiempo sobre la absorbancia inicial. | IC50 concentración inhibitoria del 50% del radical libre DPPH. | Cuantitativa De razón |

2.3. Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por los frutos de *Selenicereus Megalanthus* y *Hylocereus Undatus* procedentes del Distrito de Papayal, Provincia de Zarumilla departamento de Tumbes, y los frutos de *Opuntia Ficus-Indica* variedad amarilla y roja procedentes de Ciudad Otuzco, Distrito de Otuzco, Departamento de la Libertad, regiones donde se promueve la siembra de estos frutos; los mismos que además estuvieron sujetos a cumplir los siguientes criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Frutos aptos para el consumo humano, con un índice de madurez menor a las 23 semanas, recolectados en los meses de enero y marzo.

Criterios de exclusión

- Frutos con presencia de contaminación microbiana o en estado de deterioro.

Muestra

El tamaño de la muestra fue determinado por conveniencia a juicio del investigador.

Muestreo

No probabilístico.

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**Técnica de recolección de datos**

Como técnica de recolección de datos se empleó la observación; que incluyó el registro de las absorbancias mediante espectrofotometría de la actividad antioxidante que presentaron los extractos de los frutos evaluados.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos fue una ficha de observación de campo, donde se registró los resultados como la concentración del extracto y sus respectivas absorbancias iniciales y finales (Anexo 1).

Validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos

En la presente investigación no fue necesario la validación del instrumento debido a la naturaleza de la investigación y del tipo de datos a recolectar (cuantitativos).

Procedimiento de recolección de datos

Se tuvo en cuenta los siguientes procedimientos para la obtención de los resultados: Primero se evaluó la taxonomía por un profesional en botánica de la

Universidad Nacional de Trujillo para conocer a detalle los atributos principales de los frutos usados.

Selección y recolección de los frutos; en este paso se adquirió ejemplares de *Selenicereus Megalanthus*, *Hylocereus Undatus* y la *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja y amarilla considerando criterios como el color, olor además de ser aptas para el consumo.

Luego se preparó extractos de cada uno de los frutos los cuales fueron evaluados con un refractómetro ATAGO el cual midió los grados Brix (°B). Se utilizó un instrumento de tipo mecánico objetivo; el espectrofotómetro marca Genesys20 usado en los laboratorios de investigación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Cesar Vallejo de la ciudad de Trujillo, con el cual se determinó las absorbancias iniciales y finales (30 min) de la reacción entre el DPPH y los extractos mediante espectrofotometría. A continuación, se describe cada paso detalladamente:

- **Obtención de los extractos de los frutos en estudio (Anexo 2, 3 y 4).**
Se recolectaron frutos sanos de *Opuntia Ficus-Indica* (Tuna) variedad roja y amarilla, *Selenicereus megalanthus* (Pitahaya amarilla), *Hylocereus Undatus* (Pitahaya Roja), los cuales se procedió a lavar, se secó y pelo durante aproximadamente por 5 minutos. Se peso 85 gr de cada ejemplar y se dejó macerar en 85 ml de etanol al 80% en un recipiente de vidrio color ámbar el cual fue agitado durante 15 minutos. Posteriormente fueron almacenados a temperatura ambiente en oscuridad por siete días. Luego se filtró con papel filtro Whatman 40 y se determinó los grados Brix (solidos totales expresados en g%) de cada extracto preparado usando un refractómetro ATAGO²¹. Los resultados obtenidos de la medición fueron los siguientes:

| Extracto | Grados Brix (°B) |
|-------------------|------------------|
| Pitahaya Roja | 20,0 |
| Pitahaya Amarilla | 20,7 |
| Tuna Roja | 20,9 |
| Tuna Amarilla | 20,6 |

- **Preparación de curva de calibración de ácido gálico.**

Se elaboro una curva de calibración para soluciones patrón de ácido gálico con concentraciones que van desde 1 – 16 µg/mL, las cuáles fueron preparadas a partir de una solución concentrada de ácido gálico de 100 mg/L.

La preparación de las soluciones patrón de ácido gálico se realizó en tubos de ensayo con tapa considerando la siguiente tabla:

| Reactivos | Concentración µg/mL de la curva patrón de ácido gálico | | | | | | | | | |
|----------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Ácido gálico | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| Agua destilada | 10 | 9,9 | 9,8 | 9,6 | 9,4 | 9,2 | 9 | 8,8 | 8,6 | 8,4 |

- **Determinación del contenido de polifenoles totales**

El contenido de polifenoles se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu desarrollado por Dewanto et al²². El ensayo se realizó de la siguiente manera: se midieron 125 µL de la solución patrón de ácido gálico, se le adiciono 0,5 mL de H₂O destilada y 125 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu; se dejó reaccionar por 6 min y se agregó 1,25 mL de una solución de Na₂CO₃ al 7 %, por último, se agregó agua destilada para ajustar a 3 mL de solución total, y se dejó reposar por 90 min. Las soluciones patrón y un blanco se llevaron a un espectrofotómetro donde se realizó las lecturas de las absorbancias a la longitud de onda de 760 nm.

Luego en cada extracto se determinó el contenido de polifenoles totales de la misma manera que se realizó con los patrones de ácido gálico. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. Se obtuvieron los siguientes resultados en 100g de muestras de cada fruto, la pitahaya variedad roja 2119.79 μg GA, pitahaya variedad amarilla 1469.214 μg GA, y en tuna variedad roja 3427.52 μg GA, y variedad amarilla 3101.64 μg GA.

- **Determinación de la actividad antioxidante in vitro frente a DPPH** ²³
Se preparó una solución estándar del radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH.) se utilizó 0.0059g de DPPH disuelto en 50 ml de metanol de grado analítico.

Se uso el espectrofotómetro previamente para saber la absorbancia del DPPH. Antes de agregar las disoluciones de la muestra. Considerándose como tiempo 0. Se tomaron 3 mediciones para obtener un promedio.

Se evaluó la actividad antioxidante in vitro de los extractos hidroetanólicos de los frutos. Se prepararon diluciones en etanol acuoso (80%) para los extractos hasta obtener concentraciones de 5 a 150,0 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Se mezcló 1,0 mL de cada una de las diluciones con 0,5 mL de una solución 0,3 mM de DPPH en metanol y se dejó reaccionar a temperatura ambiente por 30 minutos; al término de los cuales se observó la absorbancia de la mezcla a 517 nm. Todas las pruebas se realizaron por quintuplicado.

| | 5 μg / ml | 25 $\mu\text{g}/\text{ml}$ | 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ | 75 $\mu\text{g}/\text{ml}$ | 150 μg /ml |
|------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Sol. Madre del Extracto (ml) | 0,033 | 0,170 | 0,5 ml | 0,5 ml | 1 ml |
| Etanol 80% | 9,967 | 9,830 | 9,670 | 9,5 | 9 |

Se determinó la capacidad antioxidante de cada muestra de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Actividad antioxidante (\%)} = \left(\frac{AC - AM + AB}{AC} \right) \times 100$$

Donde:

- **AM:** Corresponde a la absorbancia de la mezcla de 1 ml de muestra + 0,5 ml DPPH
- **AB:** Corresponde a la absorbancia del blanco (1 ml de muestra + 0,5 ml de metanol)
- **AC:** es la absorbancia del blanco del reactivo (0,5 ml de DPPH + 1 ml de metanol).

La concentración del extracto hidroalcohólico que inhibe al 50 por ciento de los radicales de DPPH (IC₅₀, concentración inhibitoria media) se obtiene de la recta obtenida al graficar el porcentaje de actividad antioxidante versus la concentración de cada una de las diluciones del extracto hidroalcohólico de cada fruto expresada en µg/mL).

Se utilizó el intercepto y la pendiente de la línea de regresión lineal para calcular el valor de IC₅₀, aplicando la siguiente fórmula.

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

Donde:

- IC₅₀: Cantidad necesaria de la muestra para reducir en un 50% la concentración inicial del radical DPPH (µL).
- b: Intercepto de línea de regresión lineal.
- m: Pendiente de la línea de regresión lineal

2.5. Método de análisis de datos

Se utilizó para el procesamiento de datos y diseño de gráficos la estadística descriptiva, el programa Excel, promedio, desviación estándar, para comparación de la actividad antioxidante de *Selenicereus Megalanthus* (pitahaya amarilla), *Hylocereus Undatus* (pitahaya roja), Opuntia Ficus-Indica variedad roja y amarilla.

2.6. Aspectos éticos

Se tuvo en cuenta el Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAGRI. Estrategia Nacional para reducir el tráfico ilegal de fauna silvestre en el Perú, Periodo 2017 – 2027 y su plan de acción 2017 – 2022, donde se menciona que la protección y conservación de la biodiversidad es de interés de la humanidad debido a sus beneficios en la salud pública, y que el uso de los recursos vegetales debe ser conocidos por el hombre para su aprovechamiento ²⁰.

III. RESULTADOS

Tabla 1. Capacidad antioxidante in vitro frente a DPPH del *Selenicereus Megalanthus* (pitahaya amarilla) y *Hylocereus Undatus* (pitahaya roja) expresado en IC50 µg/mL de extracto y ng de ácido gálico (AG).

| Variedad de Pitahaya | Concentración µg /mL | % | Ecuación de recta | IC50* (µg /ml) | IC50 ngAG/ml |
|--|----------------------|-------|-----------------------|----------------|--------------|
| <i>Hylocereus Undatus</i> (Pitahaya Roja) | 5 | 14.4 | $y=1.0492x+14.448$ | 33.88 | 0,72 |
| | 25 | 46.66 | | | |
| | 50 | 69.77 | | | |
| | 75 | 89.59 | | | |
| <i>Selenicereus Megalanthus</i> (Pitahaya Amarilla) | 5 | 12,79 | $y = 0,485x + 4,2815$ | 96,26 | 1,38 |
| | 25 | 14,97 | | | |
| | 50 | 24,85 | | | |
| | 75 | 36,19 | | | |
| | 150 | 80,52 | | | |

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

*IC50: Capacidad inhibitoria para reducir el 50% de la Concentración de DPPH

Tabla 2. Capacidad antioxidante in vitro frente a DPPH de la *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja y variedad amarilla expresado en IC50 µg/mL de extracto y ng de ácido gálico (AG).

| Variedad de Tuna | Concentración µg /mL | % | Ecuación de recta | IC50* (µg /ml) | IC50 ngAG/ml |
|---|----------------------|-------|------------------------|----------------|--------------|
| <i>Opuntia Ficus-Indica</i> variedad roja | 5 | 20,66 | $y = 0,577x + 17,773$ | 55,93 | 1,92 |
| | 25 | 30,74 | | | |
| | 50 | 42,46 | | | |
| | 75 | 69,03 | | | |
| <i>Opuntia Ficus-Indica</i> variedad amarilla | 5 | 10,13 | $y = 0,3628x + 9,0629$ | 112,83 | 3,5 |
| | 25 | 17,85 | | | |
| | 50 | 25,08 | | | |
| | 75 | 41,02 | | | |
| | 150 | 61,89 | | | |

Fuente: Instrumento de recolección de datos.

*IC50: Capacidad inhibitoria para reducir el 50% de la Concentración de DPPH

IV. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se elaboró extractos hidroetanólicos al 80% de las frutas (*Selenicereus Meghalantus*, *Hylocereus Undatus*, y dos variedades de *Opuntia Ficus-Indica*), para evaluar su capacidad antioxidante frente al radical libre sintético DPPH; los resultados se describieron mediante gráficos donde se aprecia el aumento de la concentración de cada extracto hidroetanólico y su relación con el porcentaje de inhibición del radical, y poder determinar el IC50 el cual es la capacidad para reducir la concentración del DPPH al 50%.

En la Tabla 1 se puede observar la capacidad antioxidante de la *Hylocereus undatus* (pitahaya roja) frente al DPPH correspondiente a una concentración de extracto de **33,88 µg /ml** con un contenido equivalente a **0.72 ng de ácido gálico/ml**, el cual es elevado a comparación del obtenido por Figueroa y Mollinedo²⁴ quienes determinaron la capacidad antioxidante del extracto etanolico del mesocarpio de la *Hylocereus undatus*, alcanzando un valor de IC50 de 1,331 µg/ml, debido a que los extractos hidroetanolicos utilizados en la presente investigación fueron realizados con el fruto completo. Por otro lado, Ochoa et al²⁵, analizó zumos de tres variedades de *Hylocereus Undatus*: roja, rosa y blanca encontrando: (45,3, 32,1 y 24,6 mg de ácido gálico/100 mL) respectivamente, estos resultados difieren a los encontrados en la presente investigación. Así mismo en la investigación de Ochoa, pero utilizando otro método para la determinación de la capacidad antioxidante el zumo de pitahaya roja arrojo (160,84 mg de Trolox/100 mL de jugo) cantidad que superó a los otros zumos de pitahaya variedad rosa y blanca. Esquivel y Araya²⁶ indican en su investigación que la capacidad antioxidante de *Hylocereus Undatus* está en la pulpa por su contenido de compuestos fenólicos y betalainas; en este último contiene betacianinas, que brindan al fruto un color rojizo además de tener la capacidad de hacer frente a los radicales libres por su participación como agentes antiinflamatorios en algunos tipos de cáncer causados por el estrés oxidativo.

Flores y García²⁷, quienes evaluaron la capacidad antioxidante de diferentes extractos de *Hylocereus Undatus*, sugieren que dicha propiedad puede deberse o estar mediada por la presencia de algunos metabolitos secundarios entre ellos: saponinas, flavonoides, quinonas, glucósidos, glucósidos cardiacos, terpenoides y cumarinas presentes en

extractos de pitahaya roja. Se elaboró una recta de regresión lineal que involucró la concentración de soluciones de los extractos hidroetanólicos de los frutos evaluados en la presente investigación desde 5 a 150,0 $\mu\text{g/mL}$, determinándose para el caso de *Hylocererus Undatus* una ecuación correspondiente de $y=1.0492x+14.448$ (Ver anexo 5).

Luego se puede observar la capacidad antioxidante de la *Selenicereus Megalanthus* (Pitahaya Amarilla) frente al DPPH correspondiente a una concentración de extracto de **96,26 $\mu\text{g/ml}$** con un contenido de **1,38 ng** de ácido gálico/ml, encontrándose una ecuación de $y = 0,485x + 4,2815$ (Ver Anexo 5), este resultado difiere del encontrado en pitahaya roja, y esto finalmente se relaciona con la cantidad de polifenoles en un fruto para hacer frente a las etapas de extensión de un radical libre, por lo tanto se necesitaría un mayor volumen para ser eficaz tal como se observó en pitahaya amarilla para reducir a la mitad la concentración DPPH²⁸. Por otro lado, la pitahaya amarilla no solo debe su capacidad antioxidante a los compuestos fenólicos sino también a la presencia de vitamina C y betalainas de tipo betaxantinas que proporcionan el color amarillo característico a dicho fruto. También hay presencia de carotenoides en pitahaya amarilla pero dichos compuestos son apolares los cuales es más probable que no han sido extraídos en el extracto hidroetanólico^{8,30}.

En la Tabla 2, se puede observar la capacidad antioxidante de la *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja frente al DPPH correspondiente a una concentración de extracto de **55,93 $\mu\text{g/ml}$** con un contenido de **1,92 ng** de ácido gálico, obteniéndose una ecuación de $y = 0,577x + 17,773$ (Ver Anexo 6), estos resultados son similares al encontrado por Lozoya et al⁹, quienes elaboraron dos extractos metanolicos, uno de ellos de cascara de tuna roja, donde se determinó la capacidad antioxidante usando el método DPPH. Ramírez et al⁴ menciona que esto se debe a que la pulpa de tuna contiene compuestos fenólicos como el kaempferol que brinda capacidad antioxidante a esta fruta, apoyado por Jorge y Troncoso²⁹ quienes mencionan una relación entre los fenoles y la capacidad antioxidante presente en la *Opuntia Ficus-Indica*.

Así mismo también, se puede observar la capacidad antioxidante de la *Opuntia Ficus-Indica* variedad amarilla frente al DPPH correspondiente a una concentración de extracto de **112,83 $\mu\text{g/ml}$** con un contenido de **3,5 ng** de ácido gálico, con una ecuación de $y =$

$0,3628x + 9,0629$ (Ver Anexo 6), comparado con Muñoz y Pulido⁷ en su investigación acerca de la capacidad antioxidante del jugo de *Opuntia Ficus-Indica* de la misma variedad obtuvo un resultado expresado en IC50 de 26,95 $\mu\text{g}/\text{ml}$ en base al jugo de tuna en un rango de 60 y 90 μL . Finalmente muestra que para que la tuna amarilla tenga la capacidad de inhibir el radical DPPH al 50% necesita mayor cantidad de zumo de fruta, además menciona que el número de grupos hidroxilos presentes en el jugo de tuna están relacionados con la capacidad antioxidante por ser aportadores de electrones.

Finalmente, se puede resumir (Anexo 7) la capacidad antioxidante encontrada en los extractos hidroetanólicos y su concentración de inhibición expresada en IC50; detallando que el extracto de pitahaya roja tiene mayor capacidad antioxidante a diferencia de los demás extractos, es debido a esto que necesita menos cantidad para efectuar la inhibición del radical al 50% con una cantidad de **0,72 ngAG/ml**, luego le sigue la Pitahaya amarilla con **1,38 ngAG/ml**, seguido de Tuna roja **1,92 ngAG/ml** y por último la Tuna amarilla con **3,5 ngAG/ml**, el contenido de capacidad antioxidante esta mediada por el contenido de fenoles totales por su relación directa con la inhibición del radical.

V. CONCLUSIONES

1. El extracto de pitahaya roja *Hylocereus Undatus* obtuvo un resultado IC50 de 33,08 $\mu\text{g}/\text{ml}$, además de un 0,72 ngAG/ml, mientras que el extracto de pitahaya Amarilla *Selenicereus Megalanthus* mostro una capacidad antioxidante in vitro expresado en IC50 de 96,26 $\mu\text{g}/\text{ml}$ con 1,38 ngAG/ml.
2. El extracto de *Opuntia Ficus-Indica* (variedad roja), obtuvo un resultado de IC50 de 55,93 $\mu\text{g}/\text{ml}$ y 1,92 ngAG/ml, mientras que el extracto de *Opuntia Ficus-Indica* (variedad amarilla), mostro una capacidad antioxidante in vitro expresado en IC50 112,83 $\mu\text{g}/\text{ml}$ y 3,5 ngAG/ml.

VI. RECOMENDACIONES

- Prescribir las frutas estudiadas en la prevención de enfermedades crónicas, inflamatorias, cáncer, también en el envejecimiento debido a que los resultados obtenidos confirman la presencia de propiedades antioxidantes.
- Utilizar metanol en la dilución del DPPH para potenciar la reacción frente a los extractos que se pudieran elaborar en una futura investigación.

VII. REFERENCIAS

1. Delgado L, Betanzos G, Sumaya T. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Investigación y Ciencia Redalyc. [Revista on-line]. 2010 sep.-dic. [Citado 30 Julio 2018]: 50 :10-15. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icsa/LI_NutriMole/Gabriel_Bet/importancia.pdf
2. Rodríguez M, Sánchez L. Consumo de frutas y verduras: Beneficios y Retos. Revista de la asociación colombiana de ciencia y tecnología de alimentos - Alimentos Hoy. [Revista on-line]. 2017 oct.-dic [Citado 30 Julio 2018]: 25 (42): 30 - 35. Disponible en: www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/download/457/372
3. Castro J, Paredes C, Muñoz D. “El cultivo de tuna” Opuntia ficus-índica. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 2009, 18p. Disponible en: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>
4. Ramírez M, et al. Propiedades funcionales de Hoy. México. OnmiaScience; 2017. Disponible en: <http://www.omniascience.com/monographs/index.php/monograficos/article/download/361/259>
5. Medina P. Elaboración de mermelada y néctar a partir de la pulpa de Pitahaya y determinación de capacidad antioxidante por el método DPPH (1,1 difenil-2-picril hidrazila). Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Universidad de Guayaquil. Ecuador 2011.
6. Figueroa R, Tamayo J, Moreno G, González S, Vargas L. Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya (Hylocereus undatus). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha México. [Revista on-line]. 2011 jun. [Citado 30 Julio 2018]: 12: 44-50. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81318808007>

7. Muñoz C, Pulido D. Capacidad antioxidante del zumo de *Opuntia Ficus-Indica* var. amarillo (tuna) frente al 2,2-difenil-1-picrilhidrazil in vitro. Tesis para obtener Bachiller en Farmacia y bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. 2012. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1782/Mu%C3%B1oz%20Varon%20Christian%20Emanuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. Torres Y, Melo D, Torres-Valenzuela L, Serna-Jiménez J, Sanín A. Evaluation of bioactive compounds with functional interest from yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, Colombia* [Revista on-line]. 2017. [Citado 30 Julio 2018]: 70(3), 8311-8318. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v70n3/0304-2847-rfnam-70-03-08311.pdf>
9. Lozoya D, Castillo S, Hernández D, Rivas C, Sánchez E. Evaluación de la actividad antimicrobiana, antiinflamatoria y antioxidante de subproductos de *Opuntia Ficus-Indica* y *Mangifera indica*. *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos México*. [Revista on-line]. 2018 [Citado el 31 de Julio 2018]: 3: 139-144. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/2/24.pdf>
10. Meyrán J, et al. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. [Revista on-line]. 2005 Julio-septiembre [Citado el 22 de abril del 2017]: 50 (3): 68-94. Disponible en: http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cacsucme/x/CACTACEAS2005_3.pdf
11. Nazareno A, Pereira C. Nuevas tecnologías desarrolladas para el aprovechamiento de las cactáceas en la elaboración de alimentos. Componentes funcionales y propiedades antioxidantes. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. [Revista on-line]. 2011 enero-junio [Citado el 24 de abril del 2017]: 2 (1): 202-238. Disponible en:

http://www.hablemosclaro.org/Repositorio/biblioteca/b_579_Cactaceas.PDF

12. Maldonado O, Jiménez E, Guapillo M, Ceballos G, Méndez E. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. Rev Med UV. [Revista on-line]. 2010 julio-diciembre [Citado el 03 de agosto del 2018]: 10 (2): 32-39. Disponible en: https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol10_num2/articulos/radicales.pdf
13. Vallejo E, Rojas A, Torres O. Una poderosa herramienta en la medicina preventiva del cáncer: los antioxidantes. El residente. [Revista on-line] 2017 septiembre- diciembre [Citado el 03 de agosto del 2018]: 12 (3): 104-111. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2017/rr173d.pdf>
14. Coronado M, Vega S, Gutiérrez R, Vásquez M, Radilla C. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana, Rev Chil Nutr [Revista on-line] 2015 junio [citado 10 de marzo del 2017]: 42 (2): 206-212. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
15. Ricalde M, Andrade J. La pitahaya: Una delicia Tropical. Revista Ciencia. México. [Revista on-line] 2009 julio-septiembre [citado 10 de marzo del 2017]: 20 (3): 36- 43. Disponible en: http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/60_3/PDF/05-488-La-pitahaya.pdf
16. García L, Salinas Y, Valle S. Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* H.). Rev. Scielo Fitotec. Mex [Revista on-line] 2012 [citado 10 de marzo del 2017]: 35 (5): 1-5. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v35nspe5/v35nspe5a3.pdf>
17. Sánchez E. Antioxidantes: Consumo de antioxidantes naturales en adultos mayores de entre 65 y 75 años con dislipidemia. Tesis para obtener licenciatura en nutrición. Universidad Abierta Interamericana. Argentina 2013. Disponible en:

<http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC112550.pdf>

18. Guija E, Inocente M, Ponce J, Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. Horiz Med [Revista on-line] 2015 enero-marzo [citado 10 de marzo del 2017]: 15 (1): 57-60. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/hm/v15n1/a08v15n1.pdf>
19. Tovar J. Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión cafetera. Colombia 2013. (Tesis para obtener el título de Ing. Químico). Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3636/54763T736.pdf;jsessionid=77007AFDBC670E0852ACA0B36F816859?sequence=1>
20. Diario oficial el peruano. [página en internet]. Lima. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre SERFOR. Estrategia nacional para reducir el tráfico ilegal de fauna silvestre en el Perú, periodo 2017 – 2027 y su plan de acción 2017 – 2022; 2017 [actualizado 12 de agosto del 2018; citado 12 de agosto del 2018]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-estrategia-nacional-para-red-decreto-supremo-n-011-2017-minagri-1553973-1/>
21. Jurado B, Aparcana I, Villarreal L, Ramos E, Calixto M, Hurtado P, Acosta K. Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. Rev Soc Quím Perú. 2016; 82(3): 272-279
22. Dewanto V, Wu X, Adom K, Hai R. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. J. Agric. Food Chem. 2002; 50(10):3010-4.
23. Doroteo V, Díaz C, Terry C, López R, Barrón B. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas. Revista de la Sociedad Química del Perú. 2013; 79(1):13-20.

24. Figueroa D, Mollinedo M. Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de *Hylocereus undatus* “pitahaya” e identificación de los Fitoconstituyentes. Tesis para obtener licenciatura de Químico Farmacéutico. Universidad Norbert Wiener. Lima, Perú. 2017; 74: 45-49. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/924/TITULO%20-%20Mollinedo%20Moncada%2C%20Ofelia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Ochoa C, García V, Luna J, Luna M, Hernández P, Guerrero J. Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp). Rev. Scientia Agropecuaria de la Universidad Nacional de Trujillo [Revista on-line]. 2012 noviembre-diciembre [citado 04 de agosto del 2018]: 3 (4): 279-289. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3576/357633704002.pdf>
26. Esquivel P, Araya Y. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. Rev. Venez. Cienc. Tecnol. Aliment [Revista on-line]. 2012 enero-junio [citado 04 de agosto del 2018]: 3 (1): 113-129. Disponible en: <http://oaji.net/articles/2017/4924-1495374112.pdf>
27. Flores J, Garcia M. Perfil fitoquímico y actividad antioxidante de extractos de pitahaya *Hylocereus Undatus*, Revista de divulgación científica jóvenes en la ciencia [Revista on-line]. 2016 [citado 04 de agosto del 2018]: 2 (1): 29-33. Disponible en: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/992/631>
28. Rodríguez E, Toledo F, Caballero J, Bermejo J, Estévez F. Actividad antioxidante de los polifenoles de *Hypogymnia tavaresii*. Quim. Nova [Revista on-line]. 2016 marzo [citado 04 de agosto del 2018]: 39 (4): 456-461. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v39n4/0100-4042-qn-39-04-0456.pdf>
29. Jorge P, Troncoso Capacidad antioxidante del fruto de la *Opuntia apurimacensis*

(ayrampo) y de la *Opuntia ficus-indica* (tuna). *Redalyc An Fac med.* [Revista online]. 2016 [citado 04 de agosto del 2018]: 77 (2): 105-9. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/379/37946641002.pdf>

30. Delgado A, Betalainas del fruto de Pitahaya Amarilla (*Selenicereus Megalanthus*): Identificación, estabilidad y actividad antioxidante in vitro. [Tesis para obtener la licenciatura de Químico Farmacéutico]. Colombia: Universidad de Mariño; 2015. Disponible en: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/91349.pdf>
31. Reyes M, Gómez I, Espinoza C. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. Instituto Nacional de Salud (Lima, Perú); 2017.

ANEXOS

ANEXO 1

“COMPARACIÓN IN VITRO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE *Selenicereus Megalanthus*, *Hylocereus Undatus* y *Opuntia Ficus-Indica*”

Ficha de recolección de datos

| <i>Extracto de: Hylocereus Undatus (Pitahaya Roja)</i> | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------|---------------------------|---|---|--------------|----------|---------------|-----------|
| N.º | Concentración del extracto µg /mL | Abs t'0 | Absorbancia t'30 min DPPH | | | % inhibición | Promedio | IC50 (µg /ml) | IC50 ngAG |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | 5 | | | | | | | | |
| 2 | 25 | | | | | | | | |
| 3 | 50 | | | | | | | | |
| 4 | 75 | | | | | | | | |
| 5 | 150 | | | | | | | | |
| <i>Extracto de: Selenicereus Megalanthus (Pitahaya Amarilla)</i> | | | | | | | | | |
| N.º | Concentración del extracto µg /mL | Abs t'0 | Absorbancia t'30 min DPPH | | | % inhibición | Promedio | IC50 (µg /ml) | IC50 ngAG |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | 5 | | | | | | | | |
| 2 | 25 | | | | | | | | |
| 3 | 50 | | | | | | | | |
| 4 | 75 | | | | | | | | |
| 5 | 150 | | | | | | | | |
| <i>Extracto de: Opuntia Ficus-Indica (Variedad Roja)</i> | | | | | | | | | |
| N.º | Concentración del extracto µg /mL | Abs t'0 | Absorbancia t'30 min DPPH | | | % inhibición | Promedio | IC50 (µg /ml) | IC50 ngAG |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | 5 | | | | | | | | |
| 2 | 25 | | | | | | | | |
| 3 | 50 | | | | | | | | |
| 4 | 75 | | | | | | | | |
| 5 | 150 | | | | | | | | |
| <i>Extracto de: Opuntia Ficus-Indica (Variedad Amarilla)</i> | | | | | | | | | |
| N.º | Concentración del extracto µg /mL | Abs t'0 | Absorbancia t'30 min DPPH | | | % inhibición | Promedio | IC50 (µg /ml) | IC50 ngAG |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | 5 | | | | | | | | |
| 2 | 25 | | | | | | | | |
| 3 | 50 | | | | | | | | |
| 4 | 75 | | | | | | | | |
| 5 | 150 | | | | | | | | |

ANEXO 2

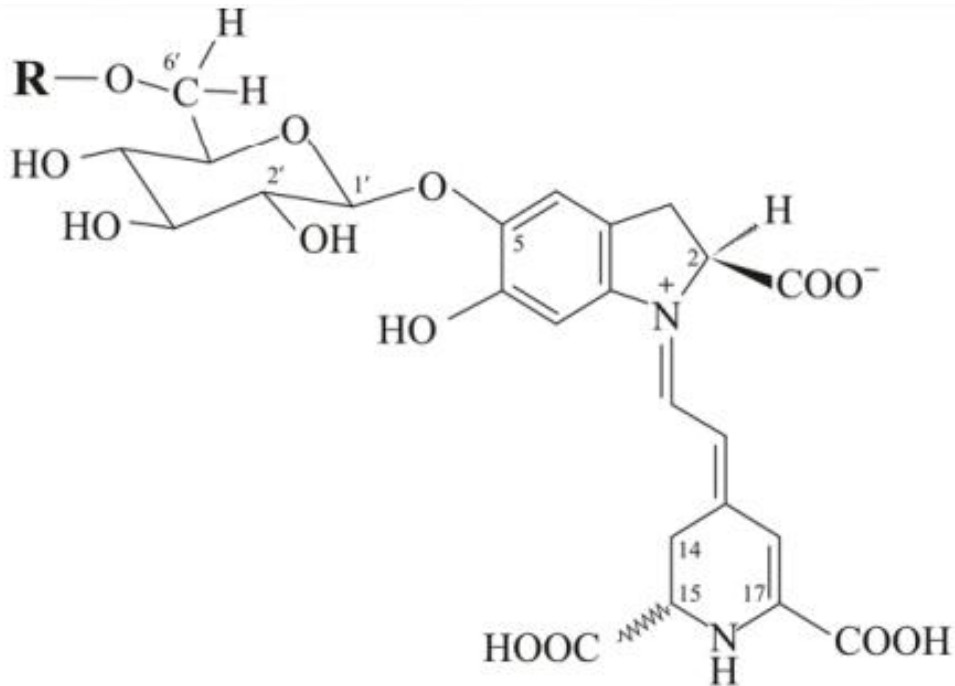


Figura 1. Muestras de Hylocereus Undatus (Pitahaya Roja).



Figura 2 Mesocarpio y pulpa de Selenicereus Megalanthus (Pitahaya Amarilla).

ANEXO 3



$\mathbf{R} = \text{H} \Rightarrow$ Betanina, isobetanina

$\mathbf{R} = \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{COOH} \Rightarrow$ Filocactina, isofilocactina

$\mathbf{R} = \text{CO} - \text{CH}_2 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{COOH} \Rightarrow$ Hilocerenina, isohilocerenina

Figura 3: Estructura Química: Betacianinas presentes en *Hylocereus Undatus* (Pitahaya Roja)

Fuente:

Esquivel P, Araya Y. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria 2012 ²⁶.

ANEXO 4

Tabla 3: Información nutricional: Aporte Nutricional de Opuntia Ficus Indica (Variedad Roja)

| Tabla Nutricional de Tuna Roja en 100g | |
|--|-----------------|
| Energía | 36 kcal |
| Proteínas | 1.3 g |
| Grasas | 0,2 g |
| Carbohidratos | 8,3 g |
| Fibra Dietaria | 3,8 g |
| Vitamina C | 33,60 mg |
| Calcio | 136 mg |
| Agua | 86,2 g |
| Sodio | 33 mg |
| Potasio | 143 mg |

Fuente:

Reyes M, Gómez I, Espinoza C. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. Instituto Nacional de Salud (Lima, Perú); 2017 ³¹.

ANEXO 5

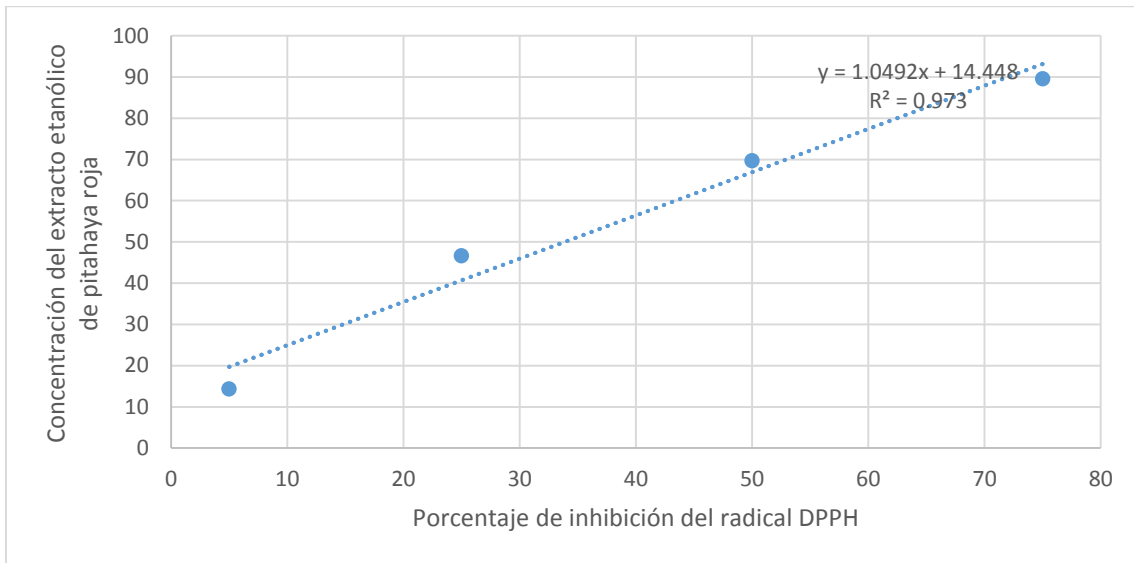


Figura 3. Recta Lineal para la capacidad inhibitoria a diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Hylocereus undatus* (pitahaya roja) sobre el radical DPPH.

Fuente: Tabla 1

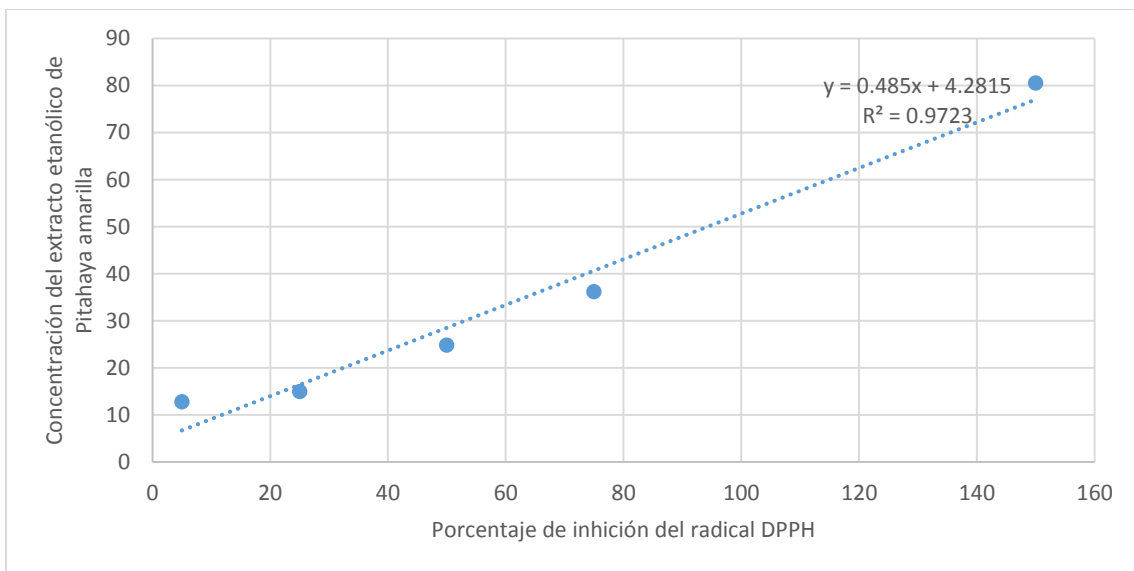


Figura 4. Recta Lineal para la capacidad inhibitoria a diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Selenicereus Megalanthus* (pitahaya amarilla) sobre el radical DPPH.

Fuente: Tabla 1

ANEXO 6

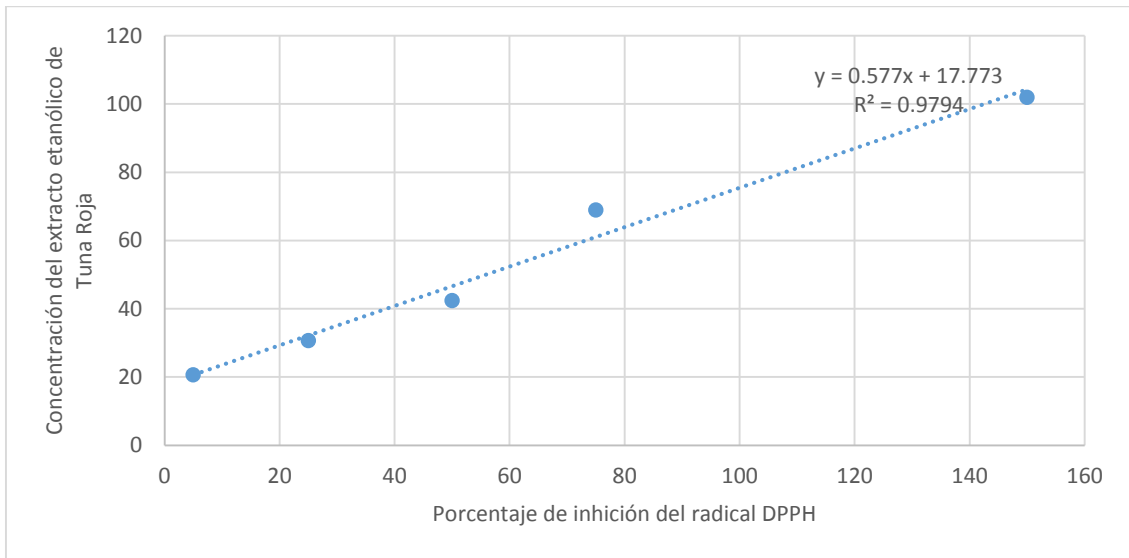


Figura 5. Recta Lineal para la capacidad inhibitoria a diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja sobre el radical DPPH.

Fuente: Tabla 2

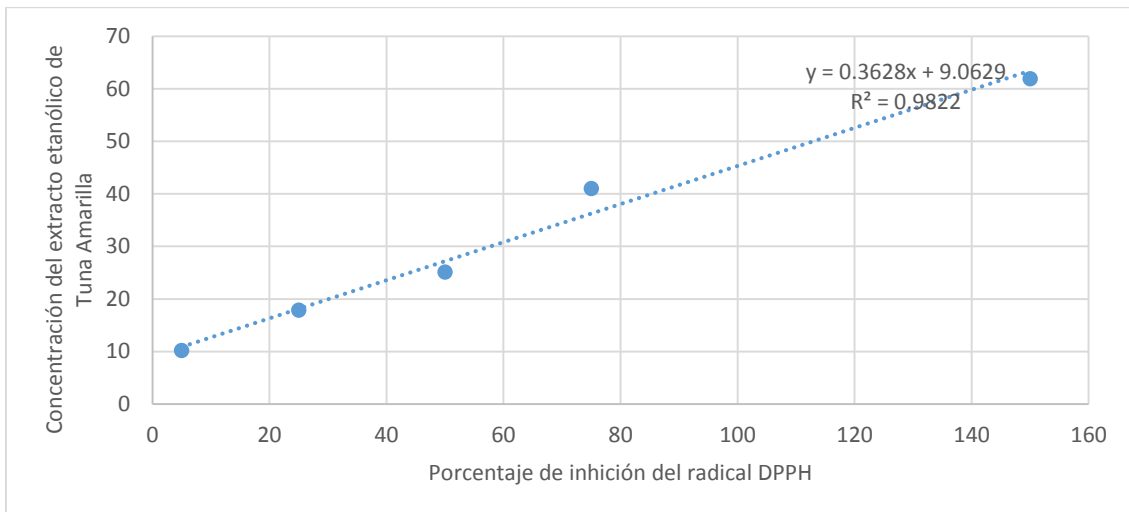


Figura 6. Recta Lineal para la capacidad inhibitoria a diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Opuntia Ficus-Indica* variedad amarilla sobre el radical DPPH.

Fuente: Tabla 2

ANEXO 7

Tabla 4. Capacidad antioxidante in vitro de los extractos etanólicos de *Selenicereus Megalanthus*, *Hylocereus Undatus* y *Opuntia Ficus-Indica* variedad roja y amarilla expresados en IC50.

| Producto | IC50 ngAG/ml |
|-------------------|--------------|
| Pitahaya roja | 0,72 |
| Pitahaya amarilla | 1,38 |
| Tuna roja | 1,92 |
| Tuna amarilla | 3,5 |

Fuente: Tablas 1 y 2