

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN – LEÓN**

Facultad de Ciencias Químicas

Farmacia



¡A la libertad por la universidad!

Evaluación de la actividad antioxidante de 12 especies vegetales recolectadas en el área del pacífico durante el periodo de enero a mayo del 2012.

Elaborado por:

- **Br. Luis Alfredo Bárcenas Montenegro.**
- **Br. Leonidas René Díaz Martínez.**
- **Br. Grecchen Linett Flores Baquedano.**

Tutor: Msc. Fernando Baca.

22/0612

2012:” Año del bicentenario y refundación de la Universidad”



AGRADECIMIENTO

A Dios: nuestro padre por darnos amor, sabiduría y la fortaleza para culminar este trabajo.

A nuestros padres: por haber estado con nosotros en cada etapa de nuestro crecimiento como profesionales por su apoyo, dedicación y por motivarnos a seguir esta meta.

A nuestro tutor: Msc. Fernando Emilio Baca, por su paciencia y colaboración para que se pudiera llevar a cabo este trabajo monográfico.



Dedicatoria

A Dios: Por guiar mi camino, por su amor y permitirme llegar a realizar esta etapa de mis estudios

A Mi Madre: Por brindarme su apoyo y comprensión en los momentos difíciles por los que pase por darme siempre sus consejos de ánimo por gracias a su sabiduría pude orientarme.

A mi padrino: Porque gracias a su apoyo pude mantenerme firme y no abandonar mi meta.

A mi Tutor: Por su dedicación y acompañamiento en la realización de este trabajo.

LUIS ALFREDO BARCENAS MONTENEGRO.



DEDICATORIA

A Dios: Por darme la vida, sabiduría y poder lograr esta meta soñada.

A mis padres: por su amor y dedicación que lo largo de mis estudios han tenido para que hoy yo pueda cumplir esta meta.

A nuestro tutor: Por su dedicación, acompañamiento y tiempo en la realización de este trabajo.

LEONIDAS RENE DIAZ MARTINEZ.



Dedicatoria

A Dios: Por darme la vida, sabiduría, entendimiento y fortaleza en cada una de las etapas de mis estudios universitarios y no haberme dejado sola en los momentos difíciles.

A Mi Madre: Por su apoyo dedicación, oraciones que me brindo para que hoy pudiera culminar con mis estudios lo cual fue una meta y un sueño cumplido.

A mis hermanas: por haber estado conmigo en los momentos más difíciles de mi vida y por haber logrado que sus mayores deseos de verme como una profesional fueran llevados a cabo este día.

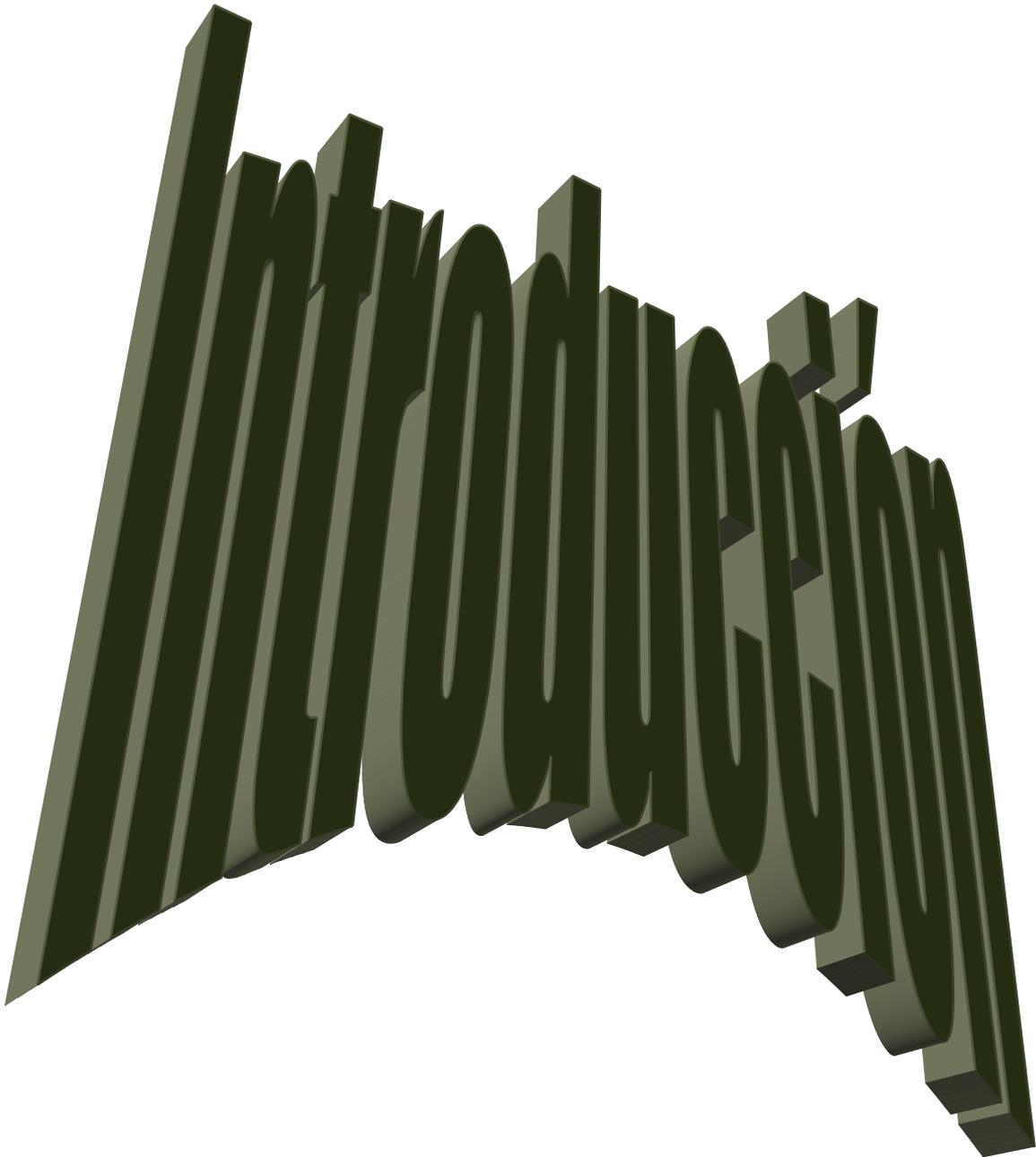
A Nuestro Tutor: por guiarnos y facilitarnos la información necesaria y la orientación a lo largo de nuestro trabajo de investigación.

GRECCHEN LINETT FLORES BAQUEDANO.



INDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
OBJETIVOS.....	13
MARCO TEÓRICO	15
HIPOTESIS	44
MATERIAL Y MÉTODO	46
RESULTADOS.....	53
CONCLUSION.....	56
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS.....	63





En la actualidad las mayorías de las medicinas utilizadas para controlar, contrarrestar o prevenir enfermedades que atacan al ser humano, tienen en su ingrediente activo alguna propiedad proveniente de cierta o ciertas plantas medicinales específicas. Todas las especies utilizadas para resolver problema de la sociedad contienen una amplia gama de compuestos con una gran variedad de propiedades, entre las que se pueden mencionar esta la propiedad antioxidante. El uso de plantas medicinales para la prevención y curas de enfermedades ha caracterizado a muchas sociedades en tiempos remotos. [1]

La protección que las plantas y vegetales brindan contra las enfermedades provocadas por la excesiva oxidación de biomoléculas da lugar a diversos daños en el organismo con una mayor incidencia a enfermedades degenerativas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares debido al efecto reductor de estas en su alto contenido en antioxidante. Nicaragua es un país subdesarrollado, en el que el uso de plantas medicinales es una práctica muy común ya que constituye los diferentes elementos fitoterapéuticos disponibles a nuestro alcance para subsanar enfermedades comunes como no comunes. En nuestro país hay variedades de plantas sin estudiar las cuales poseen gran actividad antioxidante de las cuales se podrían utilizar para uso terapéutico. [1]

Se han realizado diversas investigaciones aplicando el ensayo de antioxidantes a aquellas especies vegetales usadas en la medicina tradicional y que no poseen muchos estudios fitoquímicos, entre estos estudios podemos mencionar la tesis Fraccionamiento biodirigido del extracto etánolico del *Cedrella odorata* con actividad antioxidante y citotóxica elaborado por Jacqueline García Poveda, Edwin Fuentes, realizado en el Campus Médico de la UNAN-León y UNAN – Managua. [1]

La naturaleza en este país ofrece una gran oportunidad para el descubrimiento de nuevos compuestos naturales con diversas actividades, especialmente en aquellas zonas con una gran flora autóctona. Las plantas están sometidas a una intensa radiación ultravioleta y una alta concentración de oxígeno en su entorno. Pero los efectos nocivos de los radicales libres producidos en estas condiciones, son neutralizados por antioxidantes naturales. [3]



El mecanismo por el que los radicales libres producen sus efectos transcurre mediante una reacción radicalaria, en la que se forman especies reactivas oxigenadas, que son los que producen los efectos nocivos. Este proceso se ve favorecido por la presencia de oxígeno y de luz ultravioleta, que inicia la formación de radicales libres. [3]

Los posibles mecanismos de acción de los antioxidantes se exploraron por primera vez cuando se reconoció que una sustancia con actividad antioxidante tenía la capacidad de oxidante fácilmente. La investigación sobre cómo la vitamina E previene el proceso de peroxidación de lípidos condujo a la identificación de antioxidantes como agentes reductores que previenen reacciones oxidativas. [4]

La utilización de antirradicales permite que no se produzcan las especies reactivas oxigenadas (por esto, también se les suele llamar antioxidantes), de forma que se impiden las consecuencias de su actividad. Estos antirradicales actúan principalmente en reacciones de terminación de cadenas de radicales libres. Impidiendo la oxidación de lípidos y otras moléculas cediendo átomos de hidrógeno de forma que se neutralizan los radicales libres. [3]

Los antioxidantes son sustancias capaces de neutralizar la acción oxidativa de los radicales libres, liberando electrones en nuestra sangre que son captados por los radicales libres, manteniendo su estabilidad. Nuestro organismo está constantemente luchando contra los radicales libres los cuales se acumulan en nuestro cuerpo a lo largo de los años producidos mayormente por contaminantes externos que penetran en nuestro organismo como consecuencia de la contaminación atmosférica, el humo de cigarrillos que contiene hidrocarburos aromáticos, polinucleares así como aldehídos que producen distintos tipos de radicales libres en nuestro organismo. [2]

Debido al importante papel de los antioxidantes en el cuerpo humano el presente estudio se orientan a la búsqueda de antioxidantes derivados de plantas como agentes potenciales que pueden ser utilizados en quimiopreención del cáncer y otras enfermedades. [1]



En este trabajo de investigación pretendemos estudiar y determinar el porcentaje de actividad antioxidante a 12 extractos de especies vegetales recolectadas en el área del pacífico utilizando el método de determinación del porcentaje de captación de radicales libre que usa como modelo el radical el compuesto 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) en busca de encontrar antioxidantes que sean efectivo, natural y de bajo costo en plantas no muy estudiadas. Con lo anterior será posible aprovechar los beneficios que se derivan de plantas, especialmente las que pueden ser cultivadas en nuestro país.



PROBLEMA



Cuál es el porcentaje de actividad antioxidante de las 12 especies vegetales recolectadas en el área del pacífico, con ensayos realizados en la ciudad de león durante el periodo de enero a mayo del año 2012 en el laboratorio de análisis de la Facultad de Ciencias Químicas de la Unan- León.



Objetivos

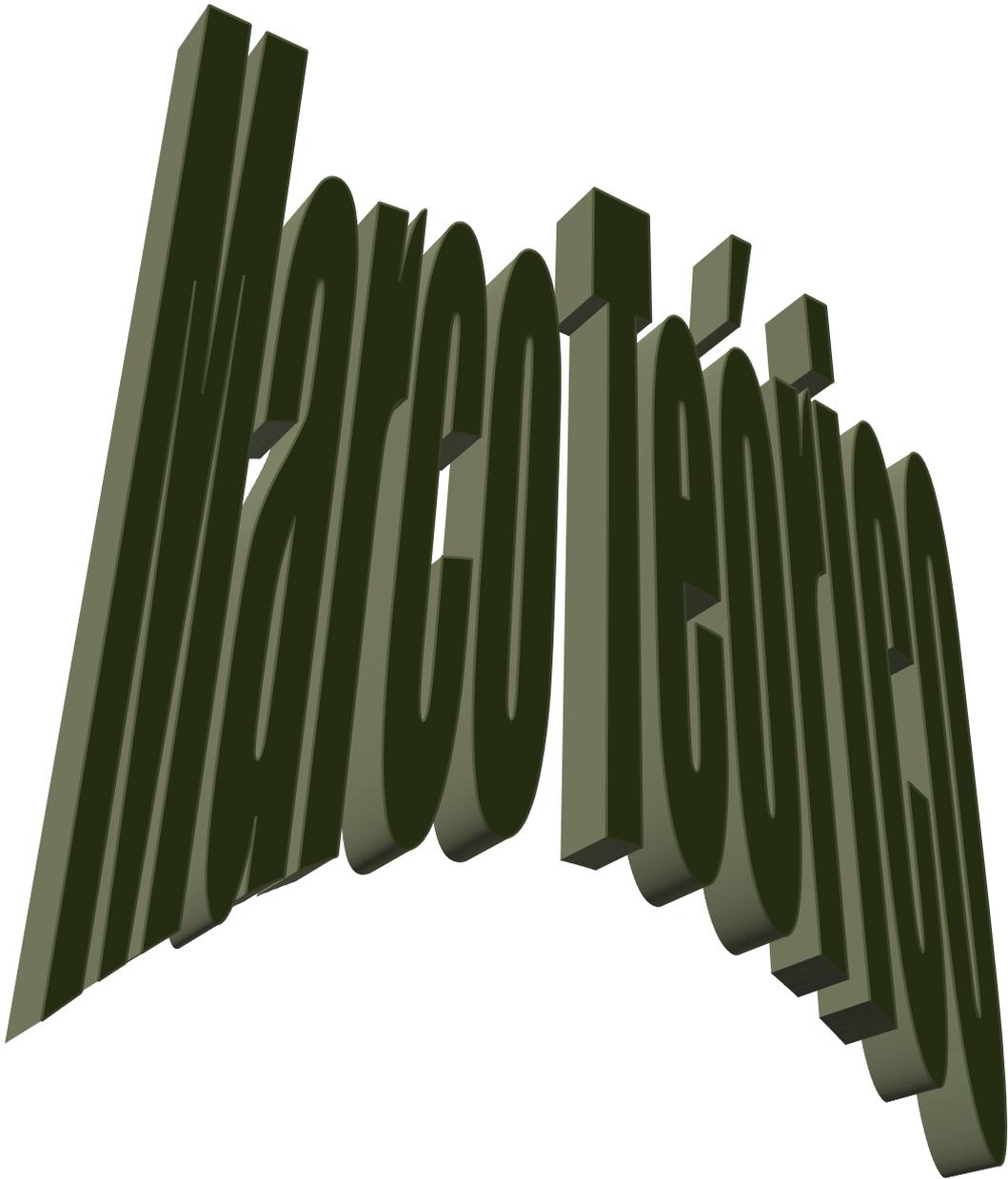


General:

- Determinar la actividad antioxidante de las 12 especies vegetales a través de espectrofotometría uv-vis, en ensayos realizados en el departamento de farmacia industrial de la Facultad de Ciencias Químicas de la Unan- León durante el periodo de enero a mayo del año 2012.

Específicos:

- Elaborar los Extractos etanolicos de las especies, *Bougainvillea glabra*, *Passiflora foetida*, *Plantago major L*, *Vertiveria zizanioides*, *Tagete erecta*, *Cecropia peltata*, *Spathodea campanulata*, *Barleria cristata*, *Mussaenda erythrophylla*, *Allamanda cathartia*, *Erythrina variegato*, *Catharanthus roseus*.
- Determinar el % de inhibición de DPPH para cada uno de los extractos





Radicales libres

Son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado por lo que son muy reactivos ya que tienden a robar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. [2]

Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita para aparear su electrón libre, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. La vida media biológica del radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que esté a su alrededor provocando un gran daño a moléculas y a membranas celulares. [2]

Los radicales libres contribuyen al proceso del envejecimiento cuando toman el electrón que les hace falta de las células del tejido colágeno de la piel, dando como consecuencia, que la piel pierda su elasticidad al dañarse las fibras elásticas y la aparición precoz de arrugas y sequedad. Los radicales libres también pueden contribuir al crecimiento anormal de las células, al perder éstas la capacidad de “reconocer” las células vecinas. Esa proliferación sin control se produce en los tumores benignos o malignos (cáncer). [5]

Los radicales libres son moléculas que se derivan del oxígeno, están en continua formación en las células del organismo, y en pequeñas cantidades no producen efectos tóxicos. En situación normal la producción de radicales libres es constante en una concentración determinada, y son neutralizados por las defensas antioxidantes, estas pueden ser sustancias propias del organismo (las enzimas antioxidantes), o pueden ser sustancias que vienen con los alimentos (la vitamina C, la E y el Beta caroteno, flavonoides, etc.).[5]

Los radicales oxidantes mejor conocidos como radicales libres son moléculas inestables de alta energía con electrones desapareados en sus órbitas exteriores, que tienden a reaccionar con otros compuestos, en especial con los ácidos grasos poliinsaturados debido a que las moléculas estables tienen electrones en parejas. Sin embargo si un electrón no se encuentra en pareja con otro se vuelve muy reactivo e inestable, por lo que buscará a otro electrón para emparejarse con él; lo que ocurre con los radicales libres.



Cuando los radicales especialmente $(OH)^{\cdot}$ y O_2^{\cdot} producen radicales alquilperóxido, facilitan la perpetuación de la cadena de reacciones de oxidación de los lípidos, con daños similares sobre las proteínas y los ácidos nucleicos. La consecuencia de estas reacciones genera una desorganización en las membranas celulares de nuestro organismo. [3]

Al conocer los efectos negativos que provocan los radicales libres, podemos entender mejor la función y efecto que tienen los antioxidantes en la salud, que como su nombre lo indica, es evitar la oxidación de sustancias que puedan provocar alteraciones fisiológicas, facilitar el uso fisiológico del oxígeno por parte de las mitocondrias ayudando a reducir los efectos del estrés oxidativo y la falta de oxígeno; formando complejos que mitigan las reacciones productoras de radicales libres y por consiguiente desempeñando una función fundamental en la prevención de las enfermedades derivadas del estrés oxidativo. [3]

Existen dos tipos de radicales libres:

Los internos:

Las principales especies reactivas del oxígeno o sustancias prooxidantes son:

- Radical hidroxilo $(HO)^{\cdot}$
- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)
- Anión superóxido $(O_2^{\cdot-})$
- Oxígeno singlete $(^1O_2)$
- Oxígeno nítrico (NO^{\cdot})
- Peróxido (ROO^{\cdot})
- Semiquinona $(Q^{\cdot-})$
- el ejercicio muy intenso
- el stréss[2]



Los externos:

- Una mala dieta (mala alimentación)
- El consumo de tabaco,
- El consumo de alcohol,
- Los medicamentos,
- La contaminación, el exceso de exposición solar.

Los radicales libres del oxígeno se clasifican de la forma siguiente:

1. Radicales libres inorgánicos o primarios.

Se originan por transferencia de electrones sobre el átomo de oxígeno, representan por tanto distintos estados en la reducción de este y se caracterizan por tener una vida media muy corta; estos son el anión superóxido, el radical hidróxilo y el óxido nítrico. [2]

2. Radicales libres orgánicos o secundarios.

Se pueden originar por la transferencia de un electrón de un radical primario a un átomo de una molécula orgánica o por la reacción de 2 radicales primarios entre sí, poseen una vida media un tanto más larga que los primarios; los principales átomos de las biomoléculas son: carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre.[2]

3. Intermediarios estables relacionados con los radicales libres del oxígeno.

Aquí se incluye un grupo de especies químicas que sin ser radicales libres, son generadoras de estas sustancias o resultan de la reducción o metabolismo de ellas, entre las que están el oxígeno singlete, el peróxido de hidrógeno, el ácido hipocloroso, el peroxinitrito, el hidroperóxidos orgánicos.[2]

Fuentes de radicales libres

1. Metabolismo Celular del Oxígeno

2. Reacciones de Óxido-Reducción

- Fagocitosis



- Autoxidación de Catecolaminas

Sustratos endógenos celulares

- Síntesis de Prostaglandinas
- Oxidación de Hipoxantina y Xantina

3. Otras Fuentes [2]

Peroxidación lipídica

Todas las células están rodeadas por una membrana celular que las separa del medio extracelular. La membrana celular contiene enzimas, canales, receptores y antígenos que juegan papeles vitales en la interacción de la célula con otras células, hormonas y otros agentes reguladores del líquido extracelular. La estructura básica de todas las membranas biológicas es la bicapa lipídica, la que funciona como una barrera de permeabilidad selectiva. Éstas son ricas en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) y por lo tanto vulnerables al ataque de radicales libres. De particular importancia son las reacciones mediadas por radicales libres que traen como consecuencia la peroxidación lipídica. Esta es generalmente inducida por un radical hidroxilo ($\text{HO}\cdot$) que sustrae un hidrógeno a la cadena lateral de un ácido graso formando un radical carbonado ($\text{R}\cdot$). Este último reacciona con oxígeno para formar peróxidos cíclicos y radicales hidroperóxidos ($\text{ROO}\cdot$) que propagan esta reacción en cadena. Se forman igualmente radicales alcoxílicos lipofílicos ($\text{RO}\cdot$). La peroxidación lipídica puede seguir propagándose en presencia de metales de transición (Men^+) existentes en el plasma, los que son catalizadores oxidativos. [2]

Los antioxidantes pueden formar complejos estables impidiendo su acción catabólica. Además, dependiendo de su coeficiente de partición y potencial redóx, los antioxidantes pueden actuar libremente en la interfase celular comportándose como potentes protectores de células y lipoproteínas o estabilizando antioxidantes lipofílicos que previenen la peroxidación lipídica. [2]

1. Fase de iniciación de la peroxidación lipídica provocada por el radical ($\text{R}\cdot$), el que reacciona con un grupo metileno de un PUFA; (2) etapa de propagación; el oxígeno molecular reacciona



con el radical carbonilo y forma rápidamente el radical lipoperóxido ($\text{LOO}\cdot$). Éste puede sustraer un hidrógeno de otro ácido graso poliinsaturado (PUFA), análogo a (1); (3) reacción que termina la propagación formándose el producto estable de la peroxidación, el hidroperóxido lipídico (LOOH), pero implica la posible conversión de numerosos PUFAs en hidroperóxidos; en presencia de metales de transición el hidroperóxido lipídico (LOOH) puede generar radicales capaces de reiniciar la lipoperoxidación lipídica por el ciclo redóx de estos iones metálicos. [2]

2. Los mecanismos homeostáticos con que el organismo enfrenta el daño oxidativo que habitualmente causan estas especies son numerosos y diversos, reflejando la multiplicidad de formas de radicales libres y especies reactivas, como también los numerosos compartimientos donde actúan en el organismo y la propiedades físicas de estos. [2]

Antioxidante

Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar o inhibir la acción oxidante de los radicales libres, liberando electrones en nuestra sangre que son captados por los radicales libres, manteniendo su estabilidad. Nuestro organismo está constantemente luchando contra los radicales libres. El problema para nuestra salud se produce cuando nuestro organismo tiene que soportar un exceso de radicales libres durante años, producidos mayormente por contaminantes externos que penetran en nuestro organismo como consecuencia de la contaminación atmosférica, el humo de cigarrillos que contiene hidrocarburos aromáticos polinucleares así como aldehídos que producen distintos tipos de radicales libres en nuestro organismo. [2]

Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres, que comienzan reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes terminan estas reacciones en cadena mediante la eliminación de radicales libres intermedios, e inhiben otras reacciones de oxidación al oxidarse ellos mismos. [4]

En los últimos años, los antioxidantes naturales provenientes de plantas han sido frecuentemente usados en diferentes campos de la industria como preservantes en alimentos y



en medicinas, muchos de estos compuestos como la quercetina, tocoferol y el caroteno, entre otros, son antioxidantes naturales que poseen gran actividad.[10]

Lo primero que viene a la cabeza de las personas cuando les hablan acerca de antioxidantes, es el pensar en sustancias que atacan la oxidación, pero muy pocas de las personas saben a qué tipo de oxidación se refieren y la acción de estos, dicha oxidación es referida a las reacciones que suceden en el interior de nuestro cuerpo que provocan que se oxiden las células y así causan enfermedades. Los antioxidantes son sustancias que retardan o inhiben la oxidación de sustratos susceptibles a las especies reactivas del oxígeno ya que donan sus hidrógenos a estas de manera que protegen las células contra el daño de los radicales libres. [10]

Acciones biológicas de los radicales libres de oxígeno

Las especies reactivas del oxígeno, muy especialmente el radical hidroxilo, son altamente reactivas, y pueden dar lugar a reacciones secundarias útiles o nocivas con muchas sustancias presentes en el organismo o extraorgánicas (fagocitosis de organismos invasores). Son los productos finales de estas reacciones secundarias los que producirán los mayores efectos de citotoxicidad. [13]

Los radicales libres ejercerán sus efectos en función de su concentración, localización y del estado de su sistema neutralizador. [13]

Acciones sobre los glúcidos

Los monosacáridos y disacáridos resisten la acción de los radicales libres de oxígeno. La glucosa constituye un captador del radical superóxido, al retenerlo e impedir su acción sobre otras moléculas. La manosa y el manitol son eliminadores del radical hidroxilo. El ácido hialurónico es atacado y fragmentado por el radical superóxido. Los polisacáridos son despolimerizados por los radicales libres. [13]

En la diabetes, enfermedad que puede aparecer con el paso de los años, se produce un aumento de la concentración de glucosa en la sangre, que puede ocasionar que esta sufra una



autooxidación o que se entrecruce con las proteínas presentes en el suero (glicosilación de proteínas) para dar lugar a una serie de estructuras altamente reactivas (compuestos de Amadori), así como también a especies reactivas del oxígeno, las cuales desempeñan un papel importante en el desencadenamiento de la enfermedad y en el desarrollo de los diversos estados fisiopatológicos que la acompañan. [13]

Acciones sobre los lípidos

La acción de los radicales libres de oxígeno sobre los lípidos tiene lugar fundamentalmente sobre los ácidos grasos poliinsaturados, lo que provoca su peroxidación que deriva en consecuencias como: pérdida de la flexibilidad y de las funciones secretoras, ruptura de los gradientes iónicos transmembrana. [13]

La reacción de peroxidación puede iniciarla el radical hidroxilo, el radical hidroperoxil y quizás el oxígeno singlete, pero no el radical superóxido o peróxido de hidrógeno (menos reactivos). El radical libre extrae un átomo de hidrógeno de uno de los carbonos metileno de la cadena del ácido graso y deja un electrón no apareado, con lo cual se genera un radical lipídico. Este radical lipídico rápidamente sufre un reordenamiento molecular para producir un dieno conjugado, que reacciona con el oxígeno molecular y produce un radical hidroperoxil. Este radical puede a su vez extraer un átomo de hidrógeno de un carbono metileno de otro ácido graso poliinsaturado para formar un nuevo radical lipídico y un hidroperóxido lipídico. El radical lipídico entonces se combina con otra molécula de oxígeno y continúa la reacción en cadena. El hidroperóxido lipídico es un componente estable hasta que se pone en contacto con iones metálicos de transición, entonces se producen más radicales, que a su vez posteriormente inician y propagan otra cadena de reacciones. [13]

Los productos finales de este proceso de peroxidación lipídica son aldehídos, gases hidrocarbonados y varios residuos químicos, incluido el malondialdehído. Estos productos de degradación pueden difundir lejos del sitio de las reacciones y producir edema celular, además de influir sobre la permeabilidad vascular, inflamación y quimiotaxis. Asimismo, pueden alterar la actividad de fosfolipasas e inducir la liberación de ácido araquidónico, con la subsiguiente formación de prostaglandinas y endoperóxidos. [13]



El malondialdehído, a su vez, puede reaccionar con lípidos y proteínas durante la peroxidación lipídica para formar bases de schiff conjugadas, productos fluorescentes insolubles que se acumulan en el interior de los lisosomas y forman el pigmento de envejecimiento conocido con el nombre de lipofuscina (reconocido marcador morfológico de envejecimiento porque se acumula en los tejidos con la edad). [13]

Acciones sobre las proteínas

La acción de los radicales libres de oxígeno sobre las proteínas se ejerce sobre los enlaces insaturados, los anillos aromáticos y los grupos tiol. De esta forma, proteínas ricas en determinados aminoácidos (triptófano, tirosina, fenilalanina, histidina, metionina y cisteína) pueden sufrir modificaciones estructurales y funcionales. Los grupos sulfhidrilo pueden ser transformados en puentes disulfuro, lo que produce la inactivación enzimática. En otros casos, como el colágeno, las fibrillas se pueden romper por el radical superóxido e hidróperóxido, proceso que puede constituir el punto de partida para la acción de proteasas y facilitar la pérdida de la estructura de la triple hélice de colágeno. [13]

En el caso de las hemoproteínas, como la oxihemoglobina, el radical superóxido o el peróxido de hidrógeno pueden reaccionar con el hierro para formar metahemoglobina y otros productos de oxidación. Otra importante hemoproteína, la catalasa, es inhibida por el radical superóxido; y el peróxido de hidrógeno producto de la dismutación del radical superóxido puede inhibir la superóxido dismutasa citosólica (cobre-zinc dependiente). [13]

En presencia de ciertas peroxidasas (con grupo hemo) el peróxido de hidrogeno es capaz de oxidar halogenuros como el ion cloruro, dando ácido hipocloroso, compuesto extremadamente tóxico para bacterias, virus y células. El ácido hipocloroso puede reaccionar con aminos, y dar lugar a las cloraminas, más lipofílicas y las probables responsables directas de la toxicidad celular. Un mecanismo semejante lo produce el peróxido de hidrogeno con el ion tiocianato que da lugar a oxitiocianato, potentísimo bactericida. [13]

El efecto de los radicales libres de oxígeno sobre una determinada proteína depende de su composición en aminoácidos, de la importancia y localización de los aminoácidos que median la conformación y actividad de la proteína, así como de la posibilidad de reparación de la



lesión. La localización celular de las proteínas y la naturaleza de la amenaza de los radicales libres también influye sobre la extensión del daño proteico. [13]

Acciones sobre los ácidos nucleicos

Los efectos observados en los ácidos nucleicos por los radicales libres de oxígeno son por causa de fenómenos de hidroxilación de bases nitrogenadas, escisión de hebras de ADN y formación de uniones cruzadas. Esto ocasiona alteraciones en la duplicación y transcripción, que explican la asociación de la generación de radicales libres de oxígeno con la carcinogénesis y el envejecimiento. [13]

Se ha propuesto además que la ruptura que causan las EROs sobre el ácido desoxirribonucleico (ADN) activa a las poli (ADP-ribosa) sintetasa, las que eliminan el NAD⁺ celular, cofactor necesario para la enzima gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa en la ruta glucolítica, de manera que se produce la inhibición de la glicólisis y de los componentes de la cadena transportadora de electrones al nivel mitocondrial; por lo tanto disminuye el ATP intracelular. [13]

Importancia de los antioxidantes

La importancia que tienen los "antioxidantes" es que nos ayudan a defendernos de procesos patológicos y nos protegen de procesos de desgaste naturales, y también sobre lo que conocemos como envejecimiento prematuro. [12]

Características

Los antioxidantes son sustancias químicas que se caracterizan por impedir o retrasar la oxidación de diversas sustancias principalmente de los ácidos grasos cuyas reacciones se producen tanto en los alimentos como en el organismo humano, en el cual puede provocar alteraciones fisiológicas importantes desencadenantes de diversas enfermedades. Otra de las funciones de los antioxidantes es facilitar el uso fisiológico del oxígeno por parte de las mitocondrias celulares, ayudando a reducir los efectos del estrés oxidativo y la falta de oxígeno, formando complejos que mitigan las reacciones productoras de radicales oxidantes también conocidos como radicales libres (moléculas inestables de alta energía con electrones



desapareados en sus órbitas exteriores, que tienden a reaccionar con otros compuestos) y por consiguiente desempeñando una función fundamental en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles.[9]

Las principales características de un compuesto o sistema antioxidante son, la prevención o detección de una cadena de propagación oxidativa, mediante la estabilización del radical generado y la regeneración del antioxidante radicalario ayudando así a reducir el daño oxidativo en el cuerpo humano. Hay dos tipos principales de antioxidantes, el "primario" (ruptura de la reacción en cadena, secuestradores de radicales libres) y el "secundario" o "preventivo". Los mecanismos antioxidantes "secundarios" pueden incluir la desactivación de metales, inhibición de los hidroperóxidos lipídicos interrumpiendo la producción de volátiles indeseables, la regeneración de antioxidantes "primarios", eliminar el oxígeno singlete, etc. [9]

Función fisiológica de los antioxidantes

Para entender mejor la función fisiológica de los antioxidantes en el organismo es necesario recordar que el oxígeno actúa como carburante en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas; liberándose dióxido de carbono, agua, energía calórica y diversos catabolitos; sin embargo el incremento de los procesos metabólicos se acompaña de la producción de radicales libres. [3]

Al conocer los efectos negativos que provocan los radicales libres, podemos entender mejor la función y efecto que tienen los antioxidantes en la salud, que como su nombre lo indica, es evitar la oxidación de sustancias que puedan provocar alteraciones fisiológicas, facilitar el uso fisiológico del oxígeno por parte de las mitocondrias ayudando a reducir los efectos del estrés oxidativo y la falta de oxígeno ; formando complejos que mitigan las reacciones productoras de radicales libres y por consiguiente desempeñando una función fundamental en la prevención de las enfermedades derivadas del estrés oxidativo. [3]

Clasificación de los antioxidantes

Las sustancias antioxidantes se han clasificado en dos principales sistemas, el sistema enzimático y el sistema no enzimático; también conocidos como endógenos y exógenos



respectivamente, los cuales pueden actuar tanto en el espacio intracelular como en el extracelular. El sistema no enzimático está integrado principalmente por sustancias como las vitaminas E, C, Carotenoides y los minerales selenio y zinc. [2]

1. Enzimáticos

- ❖ Superóxido Dismutasa (SOD)
- ❖ Glutación Peroxidasa (GP)
- ❖ Glutación Transferasa (GT)
- ❖ Catalasa (CAT)

2. No Enzimáticos

- ❖ α -tocoferol (Vitamina E)
- ❖ Ácido ascórbico (Vitamina C)
- ❖ β -caroteno o Provitamina A
- ❖ Proteínas Transportadoras de Metales de Transición
- ❖ Captadores de Radicales Libres (Polifenoles) [2]

Otra manera de clasificarlos:

Podemos clasificar los antioxidantes en 4 grandes grupos:

- ❖ Enzimas antioxidantes (SOD, CAT...)
- ❖ Antioxidantes de alto peso molecular (Albúmina, Ferritina...)
- ❖ Antioxidantes de bajo peso molecular (Carotenoides, Ascórbico...)
- ❖ Algunas hormonas (Angiotensina...)

Método utilizado para evaluar la actividad antioxidante.

Alternativamente, diversos compuestos cromógenos (ABTS, DPPH, DMPD, DMPO y FRAP)

son utilizados para determinar la capacidad de los compuestos

Los métodos más aplicados son ABTS y DPPH. Ambos presentan una excelente estabilidad en ciertas condiciones, aunque también muestran diferencias. El DPPH es un radical libre que



puede obtenerse directamente sin una preparación previa, mientras que el ABTS tiene que ser generado tras una reacción que puede ser química [11]

Método DPPH

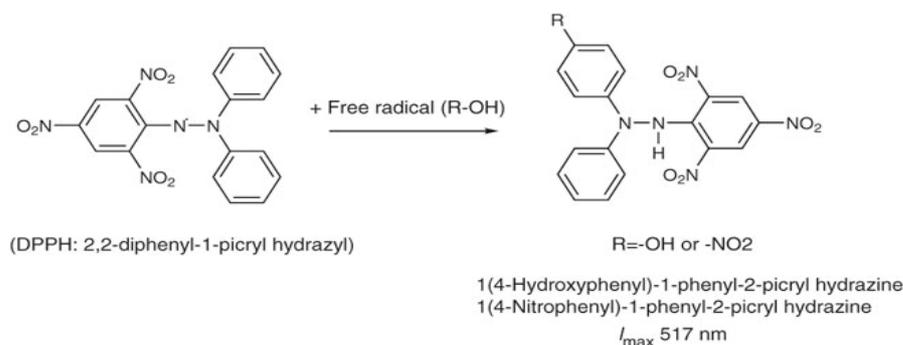
Este método, desarrollado por BRAND-WILLAMS, se basa en la reducción de la absorbancia medida a 515 nm del radical DPPH•, por antioxidantes.

Se advierte que cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento de la solución, se produce una disminución en la absorbancia de la solución (hecho relacionado con la reducción de las moléculas de radical libre); por tanto, se establece que la solución de trabajo de DPPH debe ser preparada en momentos previos a su utilización y no someterse a almacenamiento superior a 4 horas. [11]

Determinación de la capacidad antioxidante

Para determinar el potencial antioxidante se ha aplicado el método. El más común en la generación de un radical y en el estudio de inhibición de esta reacción debido a la introducción del compuesto de ensayo, y el resultado depende del radical empleado, y por lo tanto mide la biológicamente más significativa se obtienen con los radicales peroxilo, que son los más comunes en el organismo humano. [10]

Una técnica utilizada frecuentemente espera que genere un catión estable cromófororadical, como el DPPH (difenílpicrilidrazile), y luego para evaluar la capacidad del antioxidante de acuerdo con la disminución de la absorbancia que se observa después de la captura del radical; la reacción que se produce es del antioxidante la donación de un átomo de hidrógeno (HR) de DPPH:





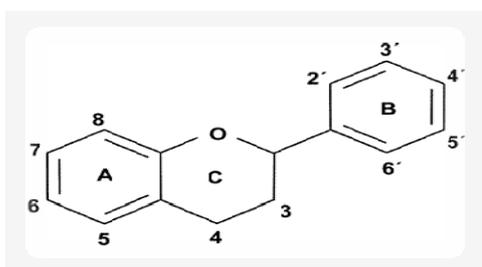
El radical R que se genera a continuación, se somete a otras reacciones, que determinan el número de moléculas de DPPH reducidos por cada molécula de antioxidante. Este tipo de análisis es rápido y fácil, y proporciona resultados fiables. Sin embargo, hay también algunas desventajas: por ejemplo, muchos antioxidantes que reaccionan rápidamente con radicales peroxilo son muy reactivos, o incluso inerte hacia el DPPH. [10]

Para la detección de esa actividad se utiliza como reactivo el radical 2,2-difenilpicrilhidrazilo (DPPH). Se trata de un radical libre de color violeta que en presencia de un agente antioxidante se reduce cambiando su color a amarillo. Todos los extractos se sometieron a espectrofotometría uv-vis. Mediante esta se detectó que % de inhibición de DPPH de cada uno de los extractos. [10]

Las características estructurales que influyen en la capacidad antioxidante

Las medidas de la capacidad antioxidante, nos han permitido identificar las tres características estructurales que corresponden a los de mayor capacidad de capturar los radicales por los flavonoides. [10]

La presencia de dos grupos hidroxilo en las posiciones 3' y 4' del anillo B, de la que deriva una alta estabilidad del radical, especialmente si se forma en la posición 3'; un enlace doble entre las posiciones 2 y 3 del anillo C, que se combina con los dobles enlaces otros y con la función del oxígeno de la posición 4; dos grupos hidroxilo en las posiciones 3 y 5, que se combinan con la función de oxígeno en 4. [10]



Estructura flavonoide



Los flavonoides que cumplen parcialmente con estos criterios, el único compuesto que satisfaga a todos es un flavonoles, la quercetina, que de hecho se le ha asignado el valor más alto de actividad antioxidante entre todos los polifenoles. Se obtienen mejores resultados sólo por medio de la acción sinérgica de ácido gálico y trans-resveratrol. [10]

Flavonoides

Dentro de los polifenoles existen los flavonoides que son compuestos que han sido compañeros de grandes momentos en nuestra vida, sin saberlo ellos han hecho que cada momento sea especial y nosotros ni siquiera sabíamos que estaban ahí, esto ha sido gracias a que los flavonoides comprenden varias clases de sustancias naturales, entre las cuales están muchas de las que les confieren colores amarillo, naranja, rojo, violeta y azul, a muchas flores, hojas y frutos. Gracias a ellos es que las flores poseen un color atractivo o las frutas cuentan con coloraciones llamativas a la vista del ser humano, sin saberlo ellos han formado parte de toda la vida humana porque abría que imaginar que sería una fresa sin su color rojo o un girasol sin su color amarillo, entonces no sería ni fresa ni girasol por esto se debe tener presente que estas sustancias aunque no brindan energía al consumirlas son

parte importante en la vida además de que son sustancias antioxidantes. Fueron descubiertos por el premio Nobel Szent-György, quien en 1930 aisló de la cáscara del limón una sustancia, la citrina, que regulaba la permeabilidad de los capilares.

Para su estudio sistemático los más de 4000 flavonoides naturales se han clasificado en varias clases de acuerdo con las variantes que existen en su estructura química, las cuales son chalconas, flavonas, flavonoles, flavononas, flavanonoles, antocianidinas, catequinas, epicatequinas, auronas, isoflavonoides, pterocarpanos, rotenoides.[10]

Los flavonoides poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antitrombóticas, antimicrobianas, antialérgicas, antitumorales, antiasmáticas e inhibidoras de enzimas como la transcriptasa reversa, proteína quinasa C, tirosina quinasa C, calmodulina, ornitinedecarboxilasa, hexoquinasa, aldosa reductasa, fosfolipasa C y topoisomerasa II ,



además de los beneficios a la salud los flavonoides se emplean en diferentes industrias como la cosmética y alimenticia en la cual se utilizan como saborizantes, colorantes y conservadores y edulcorantes debido a los colores que presentan y a los sabores que se pueden crear con ellos, como es el caso de una mezcla de varios flavonoides de cebolla, manzana y té utilizados como sustituto de la sal en la industria alimenticia que además de ser saborizante, antioxidante y gracias a este último retardan el deterioro de alimentos, otro ejemplo, son estudios recientes en estabilización de la carne molida con tejidos de cereza, los flavonoides no sólo suprimen la peroxidación lipídica sino que inhiben la formación de aminas aromáticas heterocíclicas y la oxidación del colesterol durante el proceso de fritura.

Uno de los representantes principales de los flavonoides son las antocianinas que en formas particulares estas y los extractos de plantas ricos en antocianinas pueden proveer diversos beneficios a la salud, incluyendo protección de DNA, actividad anti-inflamatoria, actividad anticancerígena, actividad antioxidante, actividad antidiabética y prevención de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas. [10]

Polifenoles

En los alimentos existen diferentes compuestos que funcionan como nutrientes para el cuerpo humano como son los carbohidratos ya que de estos es de donde obtenemos la energía para llevar a cabo todas nuestras actividades y mantener vivo nuestro cuerpo, además contamos con proteínas y grasas que contribuyen a que nuestro organismo se encuentre en un equilibrio para que pueda funcionar correctamente, estos son llamados metabolitos primarios debido a que son la base del metabolismo humano, también existen metabolitos secundarios en los que se encuentran los polifenoles que son necesarios pero no son primordiales para la vida, estos se encuentran en plantas y frutos y son un claro ejemplo de antioxidantes. Poseen actividad antioxidante así como su acción in vivo e in vitro teniendo como resultado que estos poseen actividad antiinflamatoria, anti oxidativa, quimio protectora, neuroprotectora, reguladora de la glucosa, moderadora del metabolismo de lípidos, los polifenoles se encuentran relacionados con la diabetes ya que ayudan a controlarla, esto se debe a posibles mecanismos que tienen en el cuerpo humano como: inhibición de la digestión de carbohidratos y de la glucosa en el intestino, estimulación de la secreción de insulina de las células β , modulación de la liberación



de glucosa por el hígado, activación de los receptores de insulina y de recaptura de glucosa en los tejidos sensibles a la hormona, modulación de las vías de señalización intracelular y de la expresión genética.[10]

Dentro de los antioxidantes los flavonoides y los taninos son los que se han estudiado con mayor interés debido a que los flavonoides se encuentran en una gran cantidad de alimentos y los taninos principalmente por su importancia en la industria vinícola.[10]

Contras de los polifenoles

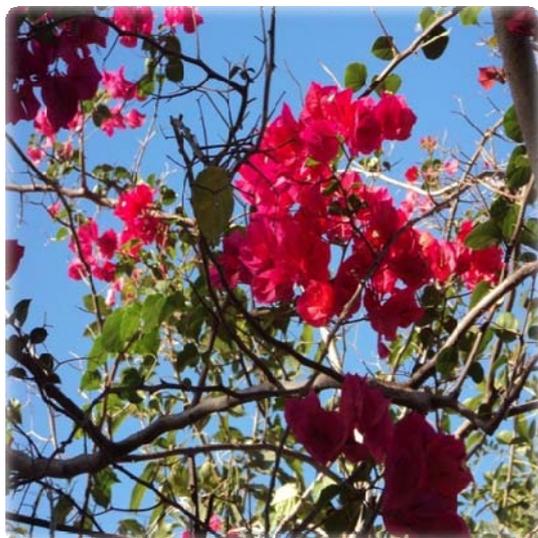
Los polifenoles son buenos mientras se tenga un control en su ingesta, como todo no se debe de abusar en su consumo solo por el hecho de obtener un mayor beneficio, estos deben ser consumidos con un balance específico para no tener consecuencias perjudiciales al organismo. Tradicionalmente los polifenoles han sido considerados como anti nutrientes por los nutricionistas de animales, debido al efecto adverso de los taninos sobre la digestibilidad de las proteínas que provoca un menor crecimiento del ganado y una menor puesta de huevos por parte de las aves de corral, una ingestión muy elevada y crónica de estos compuestos puede interferir en la absorción del hierro de la dieta y provocar anemia, sin embargo, en general, la toxicidad de los fenoles en una ingestión moderada es muy poca debido a su baja absorción, rápido metabolismo y a la presencia de un sistema muy eficaz de detoxificación. Algunos de los mecanismos a través de los cuales los flavonoides ejercen sus acciones prooxidantes incluyen la reducción temporal de Cu (II) a Cu (I), la generación de ERO, así como la afectación de las funciones de los componentes del sistema de defensa antioxidante nuclear: glutatión y glutatión-S transferasa.[10]

Taninos

Existe otro tipo de polifenoles muy importantes los cuales son llamados taninos o polifenoles vegetales los cuales se clasifican en: Taninos hidrolizables o proantocianidinas, florotaninos y taninos condensados dependiendo de la vía biosintética en que se producen, son antidiarreicos, antioxidantes, antitumorales, antibacteriales y agentes hepatoprotectores, y estos se encuentran en plantas de las familias leguminosae, rosaceae, polygonaceae, fagaceae, ryzophoraceae, myrtaceae y melastomaceae. [10]



Taxonomía de las plantas



Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta.
Clase:	Magnoliopsida.
Orden:	Caryophyllales.
Familia:	Nictaginácea
Nombre científico	<i>Bougainvillea</i>
Nombre común:	Veranera

Descripción:

Nombre común de un grupo de enredaderas o plantas leñosas con flores, originarias de América y cultivadas en muchas regiones tropicales y subtropicales. El nombre de buganvilla hace referencia al navegante francés Louis A. de Bougainville. El grupo tiene 13 especies, varias de ellas muy cultivadas en jardinería en regiones cálidas y como plantas de interior en zonas más frías. Las flores son pequeñas, agrupadas en cimas o cabezuelas, inconspicuas y, en general, están rodeadas por tres brácteas grandes (hojas modificadas) vistosas, de color púrpura, rojo, anaranjado o blanco. [17]

Flores: hermafroditas o rara vez unisexuales, hipóginas (se dice de la corola y los estambres que se insertan debajo del ovario), frecuentemente en inflorescencias cimosas protegidas por un involucre coloreado.

Usos

La infusión de las hojas tiernas y brácteas se utiliza oralmente para el tratamiento de afecciones gastrointestinales (diarrea, dolor de estómago), y respiratorias (asma, bronquitis, catarro, dolor de pecho, fiebre, gripe, pulmonía, ronquera, tos, tos ferina). La decocción de las raíces se usa para tratar fiebres y por su efecto purgante. [17]



Catapanza



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Violales
Familia:	Passifloraceae
Nombre científico	<i>Passiflora foetida</i>
Nombre común	Catapanza

Descripción

Passiflora foetida, también conocida como **catapanza**, es una especie de trepadora de fruto comestible. Es nativa de la parte norte de América del Sur y las Antillas. [27]

Los tallos son finos, del tipo de la hiedra y ramificados, cubiertos con pelos amarillos pegajosos. Las hojas tienen de tres a cinco lóbulos y una melena viscosa. Emiten un olor desagradable cuando están machacadas. Las flores son de color blanco pálido o un color crema, de unos 5 a 6 cm de diámetro. [27]

El fruto es globoso, de unos 2 a 3 cm, amarillento anaranjado pasando a rojo cuando está maduro, y tiene numerosas semillas negras encajadas en la pulpa

Usos:

Las flores se usan en infusión al 1-2% como sedante bronquial y antinervioso.

La infusión de raíz al 5% se usa como antinervioso y emenagogo.

La decocción de raíz al 2% se usa en baños o en compresas en dermatosis, erisipela, etc.



Llanten



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Plantaginaceae
Nombre científico	<i>Plantago major</i> L.
Nombre común	Llanten

Descripción

El llantén, *Plantago major* es una especie de planta herbácea natural de toda Europa, Norteamérica, norte de África y Asia occidental donde crece en terrenos incultos, baldíos, terraplenes y taludes.^[28]

Es una planta herbácea perenne con el tallo no ramificado. Alcanza los 3-5 dm de altura. Tiene un rizoma corto con muchas raicillas de color amarillo. Las hojas, algo dentadas, salen de una roseta basal con 3 a 6 nervaciones longitudinales que se estrechan y continúan en el peciolo, tiene un limbo oval. Las flores, de color verde blancuzco, se producen en densas espigas cilíndricas que aparecen en mayo-octubre. El fruto es un pixidio. Las semillas son de color pardo.^[28]

Usos

- utilizado como remedio pectoral. Es diurético, expectorante, emoliente y cicatrizante.
- Se utiliza en decocción, jarabe o extracto fluido para combatir los catarros, bronquitis y asma, por vía externa en forma de compresas para tratar quemaduras y úlceras.
- En gargarismo alivia las anginas.
- En colirios se usa para la conjuntivitis y la inflamación de los párpados.^[28]



Vetiver



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Nombre científico	<i>Vetiveria zizanioides</i>
Nombre común	Vertiver

Descripción

El Vetiver puede crecer hasta 1,5 metros, sus tallos son altos, las hojas son largas, delgadas y rígidas. A diferencia de la mayoría de las gramíneas, las raíces del vetiver crecen masivamente de manera vertical y alcanzan una profundidad de hasta 4 metros. Sus semillas no son fértiles, por lo cual es una planta ecológicamente segura. El Vetiver está estrechamente relacionado con otras gramíneas fragantes como el Cymbopogon (*Cymbopogon citratus*) y la citronella (*Cymbopogon nardus*). Está siendo ampliamente usada en bioingeniería para control de erosión; fitorremediación de aguas y suelos contaminados por metales pesados, hidrocarburos, agroquímicos. [20]

Usos

Muchos aspectos del vetiver lo convierten en un excelente recurso para controlar la erosión. A diferencia de muchas gramíneas, las raíces del vetiver crecen exclusivamente de manera vertical, alcanzando hasta los 4 metros de longitud. Poseen una alta resistencia a la tensión (equivalente a 1/6 del acero blando,) esto lo convierte en un excelente estabilizador de bordes y terrazas. Cuando se siembra para formar barreras vivas, la cercanía con que crecen las macollas restringe el paso de agua, a la vez que retiene los sedimentos presentes. [20]



San diego



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Nombre científico	<i>Tagete erecta</i>
Nombre común	San diego

Descripción

Planta anual cuya altura oscila entre 30 hasta 110 cm. Sus hojas son opuestas, pinnadas, subdivididas en segmentos lanceolados o dentados y ciliados. La flor compuesta es muy aromática y sus tonalidades van del naranja hasta el amarillo. Posee un largo periodo de floración que se extiende durante todo el verano y el otoño. Se reproduce fácilmente por semillas. [18]

Es ampliamente cultivada y existen muchos cultivares usados en jardinería como planta ornamental. Sin embargo, desde la antigüedad es utilizada también con fines alimenticios y medicinales. En la medicina tradicional, se usa en cólicos, y parásitos intestinales. [18]

Uso

Es como antiparasitario natural, particularmente eficaz contra los nemátodos que infectan el terreno y provocan graves daños a la agricultura; intercalar una cultivación de tagetes puede abatir la población de nemátodos en más del 90%. Las raíces a su vez exudan una sustancia que atrae a varias especies de nemátodos que, una vez penetrados, mueren por las toxinas (tiofenos) a base de azufre con acción nematocida contenida en ella.



Guarumo



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rosales
Familia:	Moraceae
Nombre científico	<i>Cecropia peltata</i>
Nombre común	Guarumo

Descripción

Planta perteneciente a la familia Moraceae y al orden Rosales. El sistema radicular de esta planta se desarrolla en forma subterránea. En relación con su forma el tipo de raíz se puede clasificar como fibrosa pivotante o axomorfa. El tallo de esta planta presenta textura de tipo leñoso. Esta es de forma cilíndrica, su hábito de crecimiento es de contextura erecto de clasificación tronco monopólico y posee yemas en posición terminales. [19]

El guarumo tiene hojas de tipo residua o caedizas y de acuerdo con su posición en el tallo estas son alternas. El guarumo es un árbol de 5 a 20 m de altura, dioico, es decir que tiene flores masculinas y femeninas en distintos árboles de la misma especie. Las ramas salen casi en el ápice del tallo, presenta estípulas caducas terminales. [19]

Uso

El látex es astringente y corrosivo, se usa contra las verrugas, callos, herpes, úlceras, disentería y enfermedades venéreas. La corteza es anti blenorragica, las raíces anti bilioso y el fruto emulsivo. Las hojas son analgésico, emenagogo, antiasmático, se usan en afecciones del hígado e hidropesía. En general se plantea que posee propiedades hipostenizantes, cardiovasculares, como febrífugo, diurético, suavizante de la piel, tónico capilares y



cicatrizantes. Los cogollos hervidos se usan contra el dolor de muelas. Facilita el parto, las menstruaciones. [19]

Llama del Bosque



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Alismatales
Familia:	Bignoniaceae
Nombre científico	<i>Spatodeacampanulata</i>
Nombre común	Llama del Bosque

Descripción

Árbol grande, de copa tipo globosa, hermosa y simétrica, con ramas secas en la parte superior. La corteza es lisa, no desprendible, de color blanquecina. El fuste es liso, tiende a bifurcarse a partir de los 2 m; presenta gambas pequeñas. Presenta follaje caducifolio, sus hojas son imparipinnadas, opuestas, grandes con 4 a 9 pares de foliolos, de color verde oscuro en el haz y claro en el envés. Sus flores se agrupan en racimos terminales, de color llamativo rojo-anaranjado, con bordes amarillos; los botones internos se encuentran llenos de agua. Produce frutos secos, tipo cápsula dehiscente, en forma de bote, y abre longitudinalmente, con un tamaño aproximado de 12 a 25 cm de largo y de 3 a 6 cm de ancho. Las semillas son en forma de corazón, comprimidas, de aproximadamente 1cm de largo y 6 mm de ancho con un ala transparente marginal, fina, suave, delgada y lustrosa. [21]

Usos:

Se utiliza como árbol de alineación o aislado. Cuando está en floración es bastante espectacular. [21]



Campana morada



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Acanthaceae
Nombre científico	<i>Barleria cristata</i>
Nombre común	Campana morada

Descripción

Arbusto pequeño de 2 m de alto. Las hojas son alternas y miden 6 cm de largo.

Las flores tienen forma de embudo y pueden ser blancas o lilas. Están protegidas por brácteas espinosas

Los frutos son cápsulas. [26]

Uso

Planta usada en medicina tradicional. Las flores son usadas como comidas en varios platos tradicionales. La planta entera se usa como cerco vivo. Las semillas rojo brillante son TOXICAS.



Mussa roja



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Gentianales
Familia:	Rubiaceae
Nombre científico	<i>Mussaenda erythrophylla</i>
Nombre común	Mussa roja

Descripción

Es un arbusto trepador o un árbol que alcanza un tamaño de 12 m de altura, se encuentra en la selva de las tierras bajas caducifolia; es común de Guinea a Camerún, y extendida en el África tropical, donde se introdujo en la mayoría de los países. Las flores tropicales tienen un color crema, amarillo o naranja con una corola roja. [25]

Arbusto muy vistoso, de follaje y floración bastante ornamentales. La musaenda presenta hojas redondeadas, con surcos bastante marcados. La inflorescencia se compone de flores pequeñas, de coloración blanco crema, acompañadas de un sépalo grande y rojo, de formato muy parecido a las hojas. Se puede conducir como trepadora, sobre pérgolas y cenadores o se puede formar como arbusto aislado o en grupos. Su floración ocurre en los meses más calurosos. [25]

Usos

Cultivada como planta ornamental o agro-hortícola.

Como planta medicinal se utiliza para el cerebro, sistema nervioso, los riñones, como diurético, y para mejorar el ciclo menstrual.

Las hojas y la raíz tienen taninos, y son astringentes [25]



Bejuco de san José



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Gentianales
Familia:	Apocynaceae
Nombre científico:	<i>Allamanda cathartica</i>
Nombre común	Búcaro de san José

Descripción

La *Allamanda cathartica*, o **flor de mantequilla** es una especie vegetal de la familia Apocynaceae. Es nativa de Brasil. Son usualmente arbustos leñosos perennes que pueden alcanzar los 2 metros o más. Las hojas son coriáceas como lanceoladas, pintadas y pueden ser opuestas o en conjuntos de 3 o Las flores con forma de trompeta son de color amarillo de 5-7,5 cm de diámetro; en cultivo las flores pueden ser blancas, púrpura, rosas o naranja. [23]

Usos:

Su látex es venenoso y aunque en otro tiempo se usó como vomitivo, astringente y antihelmíntico, no debe emplearse por su peligro". Es útil para cubrir pérgolas y patios en lugares muy expuestos al sol.



Búcaro



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Fabales
Familia	Fabaceae
Nombre científico	<i>Erythrina Variegata</i>
Nombre común	Búcaro

Descripción

Son usualmente arbustos leñosos perennes que pueden alcanzar los 2 metros o más. Las hojas son coriáceas como lanceoladas, pintadas y pueden ser opuestas o en conjuntos de 3 o 4. Las flores con forma de trompeta son de color amarillo de 5-7,5 cm de diámetro; en cultivo las flores pueden ser blancas, púrpura, rosas o naranja con la corteza verdosa con escasas espinas negruzcas. [24]

Usos:

Las hojas, frutos, flores y corteza tienen aplicaciones medicinales locales. [24]



Primorosa



Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Gentianales
Familia:	Apocynaceae
Nombre científico	<i>Catharanthus roseus</i>
Nombre Común	Primorosa

Descripción

Es un arbusto o planta herbácea siempre verde, que alcanza una altura de 1 m. Las hojas son de ovales a oblongas, de 2,5 a 9 cm de longitud y de 1 a 3.5 cm de anchura, de color verde brillante, sin pelos, con un nervio central pálido y un corto peciolo de 1 a 1,8 cm de longitud; se disponen en pares opuestos. Las flores son blancas a color de rosa oscuro con un centro rojo más oscuro, con un tubo básico de 2,5 a 3 cm de largo y una corola de 2 a 5 centímetros de diámetro con cinco pétalos como los lóbulos. [22]

Uso

conjuntivitis: flor, decocción, fomentos (compresas)1-2



Hipotesis



Las especies, *Bougainvillea glabra*, *Passiflora foetida*, *Plantago major L*, *Vertiveria zizanioides*, *Tagete erecta*, *Cecropia peltata*, *Spathodea campanulata*, *Barleria cristata*, *Mussaenda erythrophylla*, *Allamanda cathartia*, *Erythrina variegato*, *Catharanthus roseus* recolectadas en el área del pacifico poseen Actividad Antioxidante.



MATERIAL Y METODO



Tipo de Estudio: Experimental.

Universo: Todas las Especies *Bougainvillea glabra*, *Passiflora foetida*, *Plantago major L*, *Vetiveria zizanioides*, *Tagete erecta*, *Cecropia peltata*, *Spathodea campanulata*, *Barleria cristata*, *Mussaenda erythrophylla*, *Allamanda cathartica*, *Erythrina variegata*, *Catharanthus roseus* encontradas en el área del pacífico.

Muestra: 12 extractos de las Especies vegetales estudiadas del pacífico.

Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión: Plantas del área del pacífico.

Exclusión: Plantas que no sean del área del pacífico.

Especies vegetales	Parte utilizada
<i>Passiflora foetida</i>	Hojas
<i>Plantago major l.</i>	Hojas
<i>Vetiveria zizanioides</i>	Hojas
<i>Cerecopia peltata</i>	Hoja
<i>Bougainvillea glabra</i>	Flor
<i>Tagete erecta</i>	Flor
<i>Spatodea campanulata</i>	Flor
<i>Barleria cristata</i>	Flor
<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Flor
<i>Allamanda cathartica</i>	Flor
<i>Erythrina Variegata</i>	Flor
<i>Catharanthus roseus</i>	Flor



Variables:

Variables independientes: extractos

Variables dependientes: actividad antioxidante

Variable	Concepto	Indicadores	Medición
Extracto	Es una solución que está compuesta por un solvente orgánico el cual tiene la función de extraer sustancias químicas de la planta	Color	mcl
Actividad Antioxidante	Capacidad de detener o retardar procesos oxidativos	Color	Porcentaje (%) inhibición

Reactivos

- ✓ Disolventes empleados fueron: Etanol (etOH) para la obtención de extractos crudos.
- ✓ DMSO (Dimetil sulfoxido).
- ✓ Reactivo para la prueba de actividad antioxidante DPPH (1,1Diphenyl -2-picrylhydrazyl).
- ✓ Patrón positivo VIT C (acido ascórbico).



Material de Laboratorio

1. Micropipetas.
2. Balón.
3. Probeta.
4. Mortero y pilón.
5. Becker.
6. Espátula.
7. papel filtro.
8. Embudo.
9. Celda cuarzo.
10. Soporte de madera.
11. Capsulas de porcelana.
12. Licuadora.
13. Fiola con tapón.
14. Agitador.
15. Envase color ámbar.
16. Cocina.
17. Tubos de ensayo.
18. Gradilla metálica.
19. Cubetas
20. Puntas de micropipetas



Equipos

- Espectrofotómetro uv-vis marca: HP modelo:8453
- Balanza analítica marca: sartorius modelo: TE 2145

Métodos

Recolección de muestra

Las 12 especies vegetales se recolectaron manualmente antes de que algunos compuestos sean degradados por causa de agentes externos entre las 7-8 a.m en la fechas establecida en el cronograma de actividades.

Lavado

Las 12 especies vegetales pasaron por un proceso de lavado con agua del grifo para eliminar suciedad y polvo, y evitar cualquier tipo de interferencia.

Pesado

Se pesaron aproximadamente de 10 g- 100g de hojas y flores de cada especie vegetal.

Preparación de los extractos:

En la preparación de los extractos, la cantidad de hojas y flores pesadas se transfirieron a una licuadora, añadiéndosele 50-300ml de etanol 96⁰, se licuaron hasta obtener homogeneidad, luego se procedió a filtrar y el líquido obtenido se agrego a envases color ámbar, depositando paralelamente 600-2000 mcl en capsula de porcelana prepesada dejándose evaporar a temperatura ambiente por un periodo de 24 horas el resto del extracto se almacenaron en sus respectivos recipientes bajo refrigeración para evitar una perdida de la actividad.



Ensayo de la Actividad Antioxidante

Preparación del Reactivo de DPPH

Se pesó aproximadamente 0.014234 g del reactivo DPPH, se colocó en un balón de 100 ml y se aforó con Etanol (EtoH), como diluyente.

Preparación del Acido Ascórbico (Vitamina C)

Se peso 0.1 g de Acido Ascórbico se llevo a un balón de 100 ml y luego se aforo con etanol.

Preparación de la muestra

Se lavo y se limpio las capsulas con alcohol para evitar cualquier contaminación de la muestra luego se procedió a secar las capsulas con la ayuda de una cocina eléctrica a temperaturas elevada aproximadamente a 100⁰C para evitar humedad una vez secas se espero 30 minutos a temperatura ambiente para luego proceder a pesar y anotar su peso. Una vez pesadas se le adicionaron 600 a 2000 mcl de extractos estos se dejaron 24 horas para el secado del extracto, una vez secos se pesaron las capsulas con el extracto seco se procedió a realizar la diferencia de la capsula llena y capsula vacía para saber cuanto es la cantidad de extracto seco que se obtuvo.

Se realizaron cálculos para saber cuánto se le añadió de DMSO 5% para diluir el extracto seco igual se realizaron los cálculos para saber la cantidad de extracto que se añadió a cada celda para contener una concentración de 3.5 mcg del activo y luego completar con el reactivo de DPPH para llegar a 3500 mcl.

Preparacion del patrón positivo

En celdas desechables con una capacidad de 4000 mcl se adicionaron 200 mcl acido ascórbico (Vit. C) disuelto en etanol preparado anteriormente. Seguidamente se adiciono 200 mcl de dimetil sulfato (DMSO) completando con 3600 mcl de DPPH.



Preparacion del patrón negativo

Se adiciono a la celda 200 mcl de dimetil sulfoxido (DMSO) seguidamente se le agregaron 3800 mcl de DPPH.

Preparacion del Blanco

Se agrego en una celda 200 mcl de Dimetil sulfoxido (DMSO) + 3800 mcl de Etanol.

Medidas de absorbancias

A los extractos obtenidos se les realizo el bioensayo de captura de radicales libres DPPH (1,1Diphenyl -2- picrylhydrazyl) se leyeron las muestras a una Absorbancia a 515 nm (luz visible) utilizando el espectrofotómetro.

El reactivo obtuvo un color violeta, la actividad atrapadora de radicales libre se hizo evidente cuando la solución se decoloro presentando un color amarillento.

El % inhibición se calculo por la siguiente formula:

$$\%Inhibicion = \frac{abs. Muestra}{abs. patron (-)} + 1 * 100$$

Todos los cálculos se realizaron en la hoja de cálculo de Excel utilizando la formula anterior.



RESULTADOS

**Tabla de replicas de % inhibición de DPPH a una concentración de 3.5 µg/ml**

Especies vegetales	% inhibición	% inhibición	Promedio
<i>Bougainvillea glabra</i>	92.2724186	92.551161	92.4117898
<i>Passiflora foetida</i>	88.4649201	74.6933784	81.5791493
<i>Plantago major l.</i>	87.6964867	89.4343003	88.5653935
<i>Vetiveria zizanioides</i>	36.477358	38.7686901	37.6230241
<i>Tagete erecta</i>	91.0622252	88.5650796	89.8136524
<i>Cerecropa peltata</i>	84.6735051	83.4589678	84.0662365
<i>Spatodea campanulata</i>	87.105329	77.5976711	82.3515001
<i>Barleria cristata</i>	87.1432146	87.1384276	87.1408211
<i>Mussaenda erythrophylla</i>	91.4825405	87.255564	89.3690523
<i>Allamanda cathartica</i>	87.1936095	65.0864742	76.1400419
<i>Erythrina Variegata</i>	84.4186711	85.1708813	84.7947762
<i>Catharanthus roseus</i>	93.0730191	63.1020464	78.0875328
Abs. Patrón +	95.8583223	95.0523668	95.4553446
Abs. patrón -	0	0	0



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se evaluó la actividad antioxidante de los diferentes extractos etanólicos utilizando el método del radical libre DPPH, a un nivel de concentración $3.5\mu\text{g} / \text{mL}$ a una longitud de onda de 515 nm, obteniendo los resultados que se presentan en la tabla anterior.

Se puede observar que el extracto que posee mayor actividad es de la especie *Bougainvillea glabra* con 92.41% de DPPH inhibido a una concentración de $3.5 \mu\text{g} / \text{mL}$, no obstante el extracto de la especie *Vetiveria zizanioides* presento poca actividad con 37.62%, sin embargo es una especie promisoría para otro tipo de estudios fitoquímicos.



CONCLUSIÓN



Resultado del presente estudio se logró concluir:

- ❖ Se comprueba que las especies: *Bougainvillea glabra*, *Passiflora foetida*, *Plantago major* L, *Vertiveria zizanioides*, *Tagete erecta*, *Cecropia peltata*, *Spathodea campanulata*, *Barleria cristata*, *Mussaenda erythrophylla*, *Allamanda cathartia*, *Erythrina variegata*, *Catharanthus roseus*. Presentan actividad atrapadora del radical libre DPPH.
- ❖ El extracto vegetal de la especie *Bougainvillea glabra* presento un porcentaje de inhibición del radical libre DPPH de 92.41%, podemos concluir que las especies que presentan un porcentaje por encima de 50% son promisoras para nuevos estudios.
- ❖ El extracto vegetal de la especie *Vetiveria zizanioides* presento poca actividad atrapadora del radical libre DPPH con un 37.62%.



RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda para nuevos estudios:

- ❖ Realizar un fraccionamiento para saber la parte que contiene una mayor actividad antioxidante.
- ❖ Realizar un ensayo biodirigido para determinar qué compuestos químicos de estas plantas son los que poseen actividad biológica.
- ❖ Realizar estos estudios con otras especies vegetales en busca de nuevos compuestos con alto potencial biológico.
- ❖ Realizar ensayo de artemia salina para determinar la DL_{50}



Referencias Bibliográficas

1. JAQUELIN GARCIA, EDWIN FUENTES. fraccionamiento biodirigido del extracto etánolico del *Cedrella odorata* con actividad antioxidantes y citotóxica. Tesis .León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-LEON, Facultad de Ciencias Químicas, 1999 pág. 1-2
2. AVELLO, Marcia y SUWALSKY, Mario. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción.)* [online]. 2006, n.494 [citado 2012-07-04], pp. 161-172 . Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-0462. doi: 10.4067/S0718-04622006000200010
- 3.
4. ZAMORA S., Juan Diego. ANTIOXIDANTES: MICRONUTRIENTES EN LUCHA POR LA SALUD. *Rev. chil. nutr.* [online]. 2007, vol.34, n.1 [cited 2012-04-16], pp. 17-26. disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000100002&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0717-7518. doi: 10.4067/S0717-75182007000100002.
4. NEWSMEDICAL Este artículo está licenciado bajo Creative Commons Attribution-ShareAlike License . Se utiliza contenidos del artículo de Wikipedia sobre " Antioxidantes "Todo el material utilizado adaptado de la Wikipedia está disponible bajo los términos de la Creative Commons Attribution-ShareAlike License . Wikipedia ® es en sí una marca registrada de la WikimediaFoundation, Inc. Disponible en:[www.news-medical.net/health/What-are-Antioxidants-\(Spanish\).aspx](http://www.news-medical.net/health/What-are-Antioxidants-(Spanish).aspx)



5. ROSALES Duno, Ramón. Radicales libre y antioxidantes, universidad de los andes, dirección de cultura y extensión universitaria, centro ambulatorio medico odontológico universitario, programa de educación para la salud. Disponible en: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:mJF5__kDQaYJ:biosalud.saber.ul a.ve/db/ssalud/edocs/articulos/Radicales_antioxidantes.pdf+Radicales+libre+y+a ntioxidantes&hl=es&gl=ni&pid=bl&srcid=ADGEESiYk1JJ1WwaU4lvdkWXGxX XUgefCoG8xBGRmTgHTJNH1fOgus-3DjzUP7- ieTO3qLJN5PinY4swUJRyqyhJiOXyIltLIZA_zM- WAb6hqhuVSnxZZNNuVX257mH2vlos05PJrG7r&sig=AHIEtbR5- T7vLPVmMiL2T7ox_0frgzy6Bg

6. REYES Munguía Abigail (CV)

ABIGAIL.REYES@UASLP.MX y
GALICIA Cardoso Mayra t., CARRILLO Inungaray María Luisa

Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. ANTIOXIDANTES: LA MAGIA DE LO NATURAL disponible en: <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/08/rgc.html>

7. . ZORRILLA García, Adonis E : centro nacional coordinador de ensayos clínicos. El envejecimiento y el estrés oxidativo. Revista cubana investBiomed 2002:21(3):178- Disponible en: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:E2fe- qdlHY8J:www.sld.cu/revistas/ibi/vol21_3_02/ibi06302.pdf+El+envejecimiento+y +el+estr%C3%A9s+oxidativo&hl=es&gl=ni&pid=bl&srcid=ADGEESi6JM_do0d 6HbpMZVfqxFiW4IYYDB1Fa8VKex4_efh7xjSJ_APJ_nIp- lbNPKeUSEKt2swpAYFg3tiwUljD5AoacV3ytMNDtkIrQ9wnfXpNiGSPEwrtdM XOWySmC5CyfvNges5J&sig=AHIEtbSRNlwCPz6i8qY9gMYYaPU0J4OOUw.



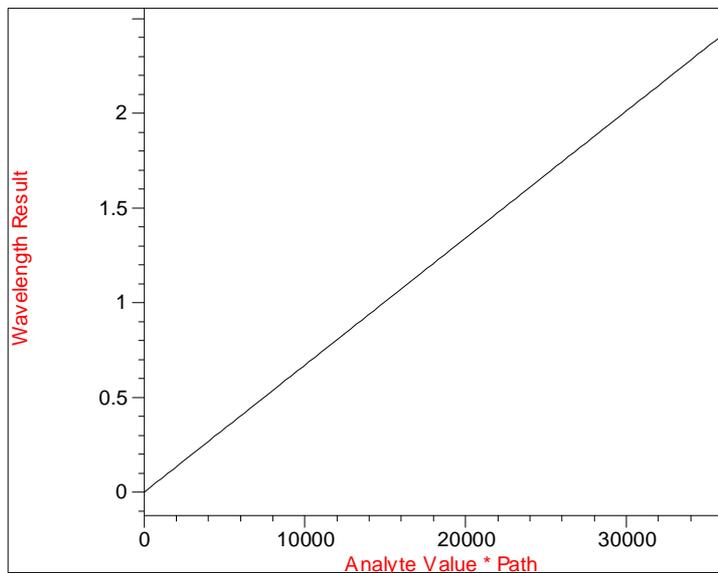
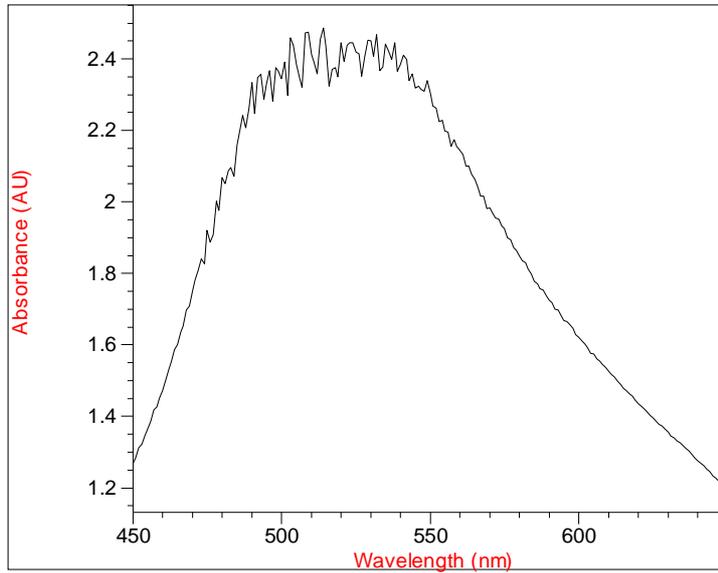
8. VILLANUEVA-Tiburcio, Juan Edson, CONDEZO-Hoyos, Luis Alberto y ASQUIERI RAMIREZ, Eduardo. *Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K) McVaugh)*. Mayo, 2010, vol.1, p. 151-160. ISSN 0101-2061. Disponible en:https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:T-Nabp9XIdkJ:www.scielo.br/pdf/cta/v30s1/23.pdf+La+importancia+que+tienen+los+%22antioxidantes%22+pdf&hl=es&gl=ni&pid=bl&srcid=ADGEEShfqF1PUljOQSMf0a-sIGFsVVzDw3dK4ind5h60UScNpFvBW60i79CFTwLvlZcpnNxxTwWIATrijmGQvSE0OBVz7X1fnsIeR-IJDBwA9_zuNbky_jUkuWN7Yix72VzoxJiY5ijD&sig=AHIEtbRs11eOX-TJ9_oyoATRDqH0wKRdJA
9. TREJOS Marquez Maria Andrea, BUSTAMANTE Selene Pascual. Taller multidisciplinario de procesos tecnológicos de frutos y hortalizas: Evaluación de la capacidad antioxidante y determinación de fenoles totales para frutos disponible en:https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:ChHSzMs_i4gJ:www.actiweb.es/postcosecha/archivo9.pdf+Las+principales+caracter%C3%ADsticas+de+un+compuesto+o+sistema+antioxidante&hl=es&gl=ni&pid=bl&srcid=ADGEEESiAIgHI7fNL1LBvdhUK9gy3YT7PfQhGdJb0HnQabsMrs4Ui6imafqMXhxO9KuhgG6Lsc1oXgUhZhgnDpmDKdDAJq46joT22dgl-_mvt1GaQy4cWiGDcN1Y-YtFo-OI0qMwtU_Dm&sig=AHIEtbT338iFmtHBvv0wG5uWekOW_XyIEg
10. Proprietaantioossidantideipolifenoli,disponible en:http://lem.ch.unito.it/didattica/infochimica/2007_Polifenoli_Vino/antiox.html



11. MOSQUERA Oscar. NIÑO Jaime., . CORREA Yaned ,y BEJARANO Diana
BEJARANO Scientia et Technica Año XI, No 27, Abril 2005. UTP. ISSN 0122-1701 231 “estandarización del método de captura de radicales libres para la evaluación de la actividad antioxidante de extractos vegetales” disponible en :<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/82044231-234.pdf>
12. KUSKOSKI, E. Marta et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [online]. 2005, vol.25, n.4 [cited 2012-07-10], pp. 726-732 . Available from:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612005000400016&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1678-457X .
<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>



ANEXOS



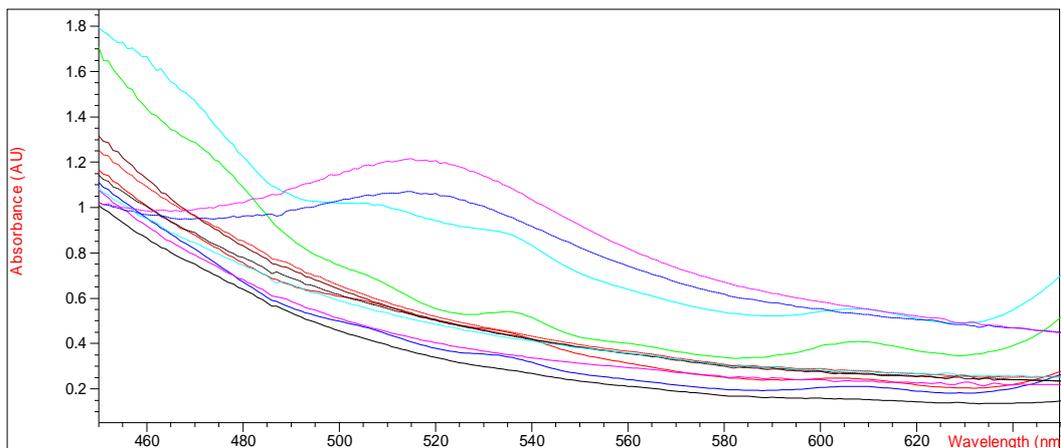
Evaluación de la actividad antioxidante de 12 especies vegetales



#	Standard Name	DPPH (ucg)	Abs<515nm>	%Error
1	134.90000	2.43430	0.00	

#	Name	Dilut.	Factor	DPPH (ucg)	Abs<515nm>
1		1.00000	20.16500		0.36387
2		1.00000	29.41500		0.53080
3		1.00000	22.59300		0.40769
4		1.00000	53.92000		0.97299
5		1.00000	23.67500		0.42721
6		1.00000	33.32500		0.60135
7		1.00000	29.65100		0.53505
8		1.00000	29.24900		0.52781
9		1.00000	30.51600		0.55066
10		1.00000	59.33300		1.07070
11		1.00000	28.16500		0.50823
12		1.00000	67.43300		1.21680
13		1.00000	143.07000		2.58170

DATOS OBTENIDO APARTIR DEL DPPH COMO PATRON



Evaluación de la actividad antioxidante de 12 especies vegetales



#	Name	Dilut. Factor	DPPH (ucg)	Abs<515nm>
1		1.00000	12.94000	0.36387
2		1.00000	18.87700	0.53080
3		1.00000	14.49900	0.40769
4		1.00000	34.60300	0.97299
5		1.00000	15.19300	0.42721
6		1.00000	21.38600	0.60135
7		1.00000	19.02800	0.53505
8		1.00000	18.77000	0.52781
9		1.00000	19.58300	0.55066
10		1.00000	38.07600	1.07070
11		1.00000	18.07400	0.50823
12		1.00000	43.27500	1.21680
13		1.00000	91.81200	2.58170 control – (dpph)

