

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS ANTIOXIDANTES Y FITOQUÍMICOS  
DE ALIMENTOS QUE PRESENTAN PIGMENTOS ANTOCIÁNICOS**

## **TRABAJO MONOGRÁFICO**

**PARTE COMPLEMENTARIA DE LA MODALIDAD "D" EXAMEN DE  
HABILITACIÓN PROFESIONAL MEDIANTE CURSOS DE ACTUALIZACIÓN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**Sarly Haydelí Quiliche Estacio**

**ASESORES:**

**MCs. Ing. David Ricardo Uriol Valverde  
Ing. M. Sc. José Salhuana Granados**

**CAJAMARCA - PERÚ**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Norte de la Universidad Peruana

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Telefax 076-365846 Anexo 107 – 108

### ACTA DE SUTENTACIÓN DE TRABAJO MONOGRÁFICO

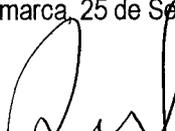
En Cajamarca, a los veinte y cinco días del mes de Setiembre del Año dos mil Trece, se reunieron en el ambiente 2C – 201 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 131-2013-FCA-UNC, con el objetivo de Evaluar la Sustentación del Trabajo Monográfico Titulado: “**EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS ANTIOXIDANTES Y FITOQUÍMICOS DE ALIMENTOS QUE PRESENTAN PIGMENTOS ANTOCIÁNICOS**”, la misma que fue Sustentada por la Bachiller en Industrias Alimentarias: **SARLY HAYDELI QUILICHE ESTACIO**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las cinco horas y diez minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo, formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad con el calificativo de Dieciséis (16), que constituye el 50% de la nota final del Curso de Actualización con fines de Titulación correspondiente.

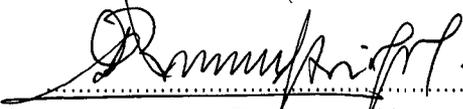
A las cinco horas y treinta minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 25 de Setiembre del 2013

  
.....  
Ing. Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta  
**PRESIDENTE**

  
.....  
Quim. Farm. Salomón Murrugarra Abanto  
**SECRETARIO**

  
.....  
Prof. M. Sc. Ramiro Salazar Salazar  
**VOCAL**

  
.....  
Ing. M. Sc. David Ricardo Uriol Valverde  
**ASESOR**

  
.....  
Ing. José Salhuana Granados  
**ASESOR**

## DEDICATORIA

*A mis padres, Manuel y Julia que han sabido forjar en mí la responsabilidad, perseverancia, humildad, muchas gracias por ser los pilares de mi vida, a ustedes dedico esta etapa culminada y el cada día junto a mí.*

*También a mis hermanos Dennis y Dixson; a mi novio Fernando por estar a mi lado en todo momento por la confianza y el apoyo incondicional.*

*Y sobre todo a mi abuelito Abelardo que aunque ya no está conmigo y que sé que estaría feliz por este gran paso, ya que él siempre me apoyó, me incentivó, confió en que puedo lograr mis sueños y quien me dejó una linda frase conquista el día a día; sueña nunca dejes de soñar... si pones tu alma y tu corazón en un sueño, el universo conspira para ayudarte a conseguirlo*

*La Autora*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por el cada día, las oportunidades y retos que en mi vida he encontrado, por haberme dado unos padres maravillosos que me han apoyado, y que con su enseñanza y ejemplo que han sabido forjar.*

*Al Ing. Ricardo Uriol y al Ing. José Salhuana, mi agradecimiento imperecedero por su orientación, paciencia y ayuda incondicional, así como a todas aquellas personas que de una u otra forma han colaborado para el desarrollo y culminación de esta investigación.*

*Y a la Universidad Nacional de Cajamarca por estos años de aprendizaje y excelencia académica universitaria impartida.*

*La Autora*

## Resumen

Aunque no estemos alertas, cada segundo estamos librando una batalla interna en nuestros organismos, 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, como resultado, la piel pierde su elasticidad y luce seca y arrugada, también aumentando la prevalencia de las enfermedades crónicas no transmisibles; en este sentido, estudios epidemiológicos han demostrado, que los compuestos agresores son controlados por la acción integrada y unida de enzimas generadas por la evolución de miles de años, que dependen de nutrientes antioxidantes de los alimentos de origen vegetal, como las vitaminas E, C y compuestos bioactivos antioxidantes llamados fitoquímicos, siendo el grupo más importante el de las antocianinas, que actúan de forma directa e independiente del sistema enzimático. Esta situación ha motivado a investigar las propiedades químicas de estos alimentos que, además de su importancia nutricional, muestran un efecto protector de la salud, expresado por una disminución del riesgo de sufrir determinadas patologías; los beneficios del consumo de frutas y verduras podrían deberse a la acción concentrada de nutrientes y compuestos bioactivos con acción antioxidante lo cual es frecuentemente olvidado en las recomendaciones alimentarias. Además se hace necesario replantear la actual estrategia educativa para la salud promoviendo estilos de vida saludables, que consideren el bienestar humano integral e involucren la responsabilidad de la industria y la ingeniería en su acción como facilitadores del proceso de formación, como un reto de auténtica trascendencia social.

**Palabras Claves:** Antioxidante, antocianinas, frutas, verduras, fitoquímicos.

## **Abstract**

Even if we are not alert, every second we are waging an internal battle in our agencies, free radicals contribute to the aging process when they take the electron that makes them lack of tissue collagen of the skin cells, as result, the skin loses its elasticity and it looks dry and wrinkled, also increasing the prevalence of non-communicable chronic diseases; in this sense, epidemiological studies have demonstrated that attackers compounds are controlled by the action integrated, linked enzymes generated by the evolution of thousands of years, depending on nutrient antioxidants in foods of plant origin, such as vitamins E, C and antioxidant bioactive compounds called phytochemicals, being the most important group of anthocyanins, which act directly and independently of the enzyme system. This situation has motivated to investigate the chemical properties of these foods that, besides their nutritional importance, showed a protective effect of health, expressed by a decrease in the risk of developing certain diseases; the benefits of the consumption of fruits and vegetables could be concentrated action of nutrients and bioactive compounds with antioxidant action which is frequently forgotten in dietary recommendations. In addition, it is necessary to rethink the current education strategy for health, promoting healthy lifestyles, which consider the overall human wellbeing and involved the responsibility of industry and engineering in its action as facilitators of the process of formation, as a challenge of genuine social significance.

**Key words:** Antioxidant, anthocyanin, fruits and vegetables phytochemicals.

# ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>CAPÍTULO</b>	
I. GENERALIDADES	2
II. ANTIOXIDANTES Y FITOQUÍMICOS	9
III. ALIMENTOS QUE PRESENTAN PIGMENTOS ANTOCIÁNICOS	17
IV. COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS QUE PRESENTAN PIGMENTOS ANTOCIÁNICOS	26
V. EFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS ANTIOXIDANTES Y FITOQUÍMICOS DE ALIMENTOS QUE PRESENTAN PIGMENTOS ANTOCIÁNICOS	41
VI. CONCLUSIONES	50
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos contienen además de los nutrientes, otras sustancias denominadas no nutrientes, porque aún no se ha demostrado que su ausencia retarde el crecimiento o su carencia produzca deficiencias, sin embargo los estudios indican que dichas sustancias tienen efectos positivos para la salud, dentro de estos compuestos están los *fitoquímicos* y los *antioxidantes* (Velásquez 2006).

La oxidación es un proceso totalmente natural que se produce en nuestro cuerpo al realizar actividades tan cotidianas como caminar, respirar o comer, entre otras y se genera por la formación de radicales libres, que son células incompletas y buscan estabilizarse dañando a otras células sanas; desestabilizándolas y convirtiéndolas también en radicales libres (Challem y Block 2008).

Por ello los compuestos antioxidantes y fitoquímicos que se encuentran en porciones importantes en los alimentos que presentan pigmentos antociánicos, cumplen en nuestra especie humana importantes funciones de protección y estabilización frente a las formas activas de oxígeno (Youdim y Joseph 2001).

El presente trabajo monográfico permitirá conocer, difundir la importancia y los beneficios que genera consumir alimentos que presentan pigmentos antociánicos en nuestra dieta, además en la industria alimentaria conducirá a la selección de nuevas variedades de materias primas, en función de sus propiedades, para ser utilizada en la preparación de alimentos funcionales; ello permitirá aumentar la calidad de los alimentos y a la vez una mejora en la salud.

# CAPÍTULO I

## Generalidades

### 1. Estrés Oxidativo

El **estrés oxidativo** (EO) es la consecuencia de un desequilibrio entre la producción de especies oxidantes, que son principal pero no exclusivamente especies derivadas del oxígeno y pueden ser radicales libres o no radicales y su neutralización por los antioxidantes (Alomar 2007).

#### 1.1. Especie reactivas de Oxígeno

Laguna *et al.* (2009) define como radical libres a cualquier especie atómica o molecular que poseen uno o más electrones desapareados en su última capa, lo que les permite reaccionar con un elevado número de moléculas de todo tipo, primero oxidándolas y después atacando sus estructuras. Dentro de este concepto genérico, las formas parcialmente reducidas del oxígeno se denominan Especies Reactivas de Oxígeno (ROS siglas en inglés por reactive oxygen species), ya que generalmente son más reactivas que la molécula de oxígeno en su estado fundamental.

Segura (2006) manifiesta que dentro de ellas tenemos:

**Oxígeno ( $O_2^{\cdot}$ )**, que sólo presenta un electrón desapareado, se forma en cualquier sistema capaz de generar electrones libres en donde se encuentre la molécula de oxígeno, es producido por macrófagos, neutrófilos, leucocitos, fibroblastos y células del endotelio vascular, se trata de un radical poco reactivo, aunque es capaz de oxidar grupos tioles y ácido ascórbico.

**Anión superóxido ( $HO_2^{\cdot}$ )**, es mucho más reactivo frente a moléculas de importancia biológica, siendo capaz de iniciar la peroxidación lipídica, sin embargo, es casi inexistente a pH fisiológico. Su importancia radica en la formación de una especie aún mucho más reactiva.

**Radical peróxilo ( $H_2O_2$ )**, esta molécula es un moderado agente oxidante frente a la mayoría de compuestos orgánicos; el  $H_2O_2$  en presencia de metales de transición en estado reducido como Fe (II), Cu (I), Co (II) y Ni (II), es transformada en otra mucho más reactiva.

**Radical hidroxilo ( $HO^{\cdot}$ )**, es uno de los agentes oxidantes más potentes y puede oxidar casi cualquier molécula biológica.

## 1.2. Orígenes fisiológicos de las ROS

Laguna *et al.* (2009) manifiesta que la mitocondria se ha propuesto como uno de los principales generadores de ROS a nivel celular. Esto obedece a que el oxígeno que se respira gracias al intercambio de gases en los pulmones es transportado por la hemoglobina de la sangre hasta llegar a las células. La producción de la energía necesaria para los diferentes procesos celulares requiere oxígeno, el cual es finalmente reducido a agua tras aceptar cuatro electrones por acción del complejo citocromo-oxidasa de la cadena respiratoria mitocondrial. Normalmente, el 2% del oxígeno es reducido en forma incompleta al aceptar un menor número de electrones, originando compuestos intermedios inestables, denominadas especies reactivas de oxígeno.

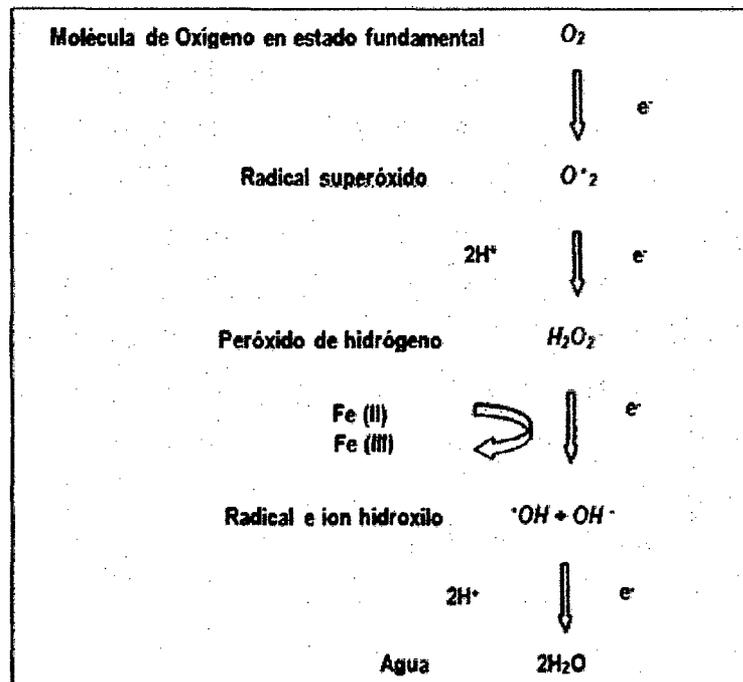


Figura 1. Metabolismo del oxígeno molecular hasta el agua

La incorporación de un electrón a la molécula de oxígeno, la activa y origina el radical anión superóxido  $O_2^{\cdot -}$ , al cual se le adiciona un segundo  $e^-$  dando como lugar al anión peróxido que no es un radical libre  $O_2^{-2}$ , porque no tiene electrones desapareados; cualquier  $O_2^{-2}$  es formado a pH fisiológico, se protonará inmediatamente para formar al peróxido de hidrógeno  $H_2O_2$ , a través de una reacción no catalizada o de una

reacción de dismutación catalizada por la enzima superóxido dismutasa (SOD), el  $\text{H}_2\text{O}_2$  en presencia de metales de transición en estado reducido como  $\text{Fe(II)}$ ,  $\text{Cu(I)}$ ,  $\text{Co(II)}$  y  $\text{Ni(II)}$ , es transformada en otra mucho más reactiva, el radical hidroxilo  $\text{HO}^\cdot$  y el radical anión hidroxilo  $\text{HO}^\cdot$ , que es uno de los agentes oxidantes más potentes y puede oxidar casi cualquier molécula biológica. Posteriormente  $\text{H}_2\text{O}_2$  se degrada por acción de enzimas como la glutatión peroxidasa (GPx) o la catalasa (CAT) convirtiéndola en  $\text{H}_2\text{O}$ .

Se ha estimado que las concentraciones de ROS producidas en las mitocondrias son alrededor de  $10^{-10}$  M de  $\text{O}_2^\cdot$  y  $5 \times 10^{-9}$  M de  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Sin embargo, si los niveles de ROS rebasan estos valores o las concentraciones de enzimas antioxidantes son insuficientes, el  $\text{H}_2\text{O}_2$  podría convertirse en el radical hidroxilo  $\text{HO}^\cdot$  a través de la reacción de Fenton catalizada por los Fe o Cu presentes, como parte de los grupos prostéticos en las enzimas mitocondriales; o bien, las mismas ROS pueden dañar a la membrana interna mitocondrial y a los complejos de la cadena respiratoria, permitiendo la liberación de los metales que catalizaran la reacción de Fenton. Este mecanismo se convertiría en un círculo vicioso, ya que la cadena respiratoria alterada aumentaría la fuga de  $e^-$  generando más ROS que a su vez dañarían la cadena respiratoria, perpetuando así este fenómeno y desestabilizando el balance energético de la célula, y acarreando importantes alteraciones funcionales, la aterosclerosis, el envejecimiento y el cáncer por citar algunos ejemplos, son un tercio de la enorme lista de problemas fisiológicos y padecimientos que de alguna manera se asocia con una elevada poza hística de RL (Abilés 2007)



Figura 2. Reacción de Fenton

### 1.3. Fuentes productoras de especies reactivas de oxígeno

La mitocondria constituye la fuente principal de RL, este fenómeno se efectúa a nivel de la cadena de transporte de electrones, que es la última etapa de producción de protones de alta energía, y cuyo pasaje a través de la membrana interna mitocondrial genera un gradiente eléctrico que aporta la energía necesaria para formar el ATP o adenosina trifosfato; en este proceso de fosforilación oxidativa el oxígeno actúa como aceptor final de electrones, adquiriendo en más del 95 % de estas reacciones un total de 4 electrones de moléculas con producción de 2 moléculas de agua. Una consecuencia directa de este proceso es que entre los nutrientes iniciales y la generación de energía al final del proceso, se forman varias moléculas con diferente grado de oxidación, algunas de ellas puede entregar 1 ó 2 electrones al oxígeno y producir intermediarios parcialmente reducidos que son los RL. Otras fuentes son las peroxisomas, organelos del citosol muy ricos en oxidasas y que generan  $H_2O_2$ , el cual es depurado por enzimas específicas (catalasas) y transformado en agua (Allen 2000).

Abilés (2007) indica que los leucocitos polimorfonucleares constituyen una fuente importante, cuando se activan por diversas proteínas que actúan específicamente sobre ellos (complemento, interleucinas, etc); los leucocitos poseen en sus membranas la enzima NADPH oxidasa generadora de  $O_2$  que en presencia de hierro se transforma en el altamente tóxico  $OH^\cdot$ , esta situación se da particularmente en los procesos inflamatorios. La enzima xantina deshidrogenasa predomina en los endotelios, normalmente depura las xantinas (isquemia, estimulación del  $Ca^{+}$ , etc), genera  $O_2$ ; se puede apreciar, por lo tanto, que los RL se forman en condiciones fisiológicas en proporciones controlables por los mecanismos defensivos celulares. En situación patológica esta producción se incrementa sustancialmente, ingresándose al estado de estrés oxidativo, Los factores que llevan a esta situación son:

- ◆ Químicos: aumento de metales pesados, xenobióticos, componentes del tabaco.
- ◆ Drogas: adriamicina.
- ◆ Físicos: radiaciones ultravioleta, hiperoxia
- ◆ Orgánicos y metabólicos: dieta hipercalórica, dieta insuficiente en antioxidantes, diabetes, procesos inflamatorios y traumatismos, fenómenos de isquemia - reperusión y ejercicios extenuantes.

#### 1.4. Daño oxidativo a las Biomoléculas

Laguna *et al.* (2009) indica que el metabolismo aerobio implica la producción de especies reactivas de oxígeno incluso en condiciones basales, estas atacan todo tipo de moléculas biológicas, incluyendo sustratos lipídicos, carbohidratos, proteínas y ADN, induciendo su oxidación.

**Lípidos:** La alteración más importante inducida por las ROS sobre los lípidos está dada por los daños generados sobre las membranas en un proceso llamado lipoperoxidación. La lipoperoxidación se inicia cuando un ácido graso insaturado de un fosfolípido que forma parte de una membrana, es atacado por un radical libre, generando alteración en sus propiedades como la fluidez, el potencial y la permeabilidad iónica de la membrana, conduciendo finalmente a una pérdida de la integridad de la misma; los peróxidos lipídicos (LOOH) y/o sus derivados carbonílicos citotóxicos pueden bloquear la acción de los macrófagos, inhibir la síntesis de proteínas, destruir bacterias, inactivar enzimas, agregar proteínas, generar trombinas y actuar como agentes quimiotácticos para los fagocitos; por otra parte, está ampliamente descrito que los productos finales de la peroxidación lipídica, tales como malondialdehído (MDA), 4-hidroxi-nonenal (HNE) y peróxidos lipídicos producen lesiones en las proteínas, al interactuar con restos de lisina, cisteína e histidina.

**Proteínas:** el daño causado a las proteínas se lleva a cabo mediante un mecanismo de iniciación similar al descrito para los lípidos, con la abstracción de un H<sup>+</sup>, un rearrreglo molecular y el ataque de un oxígeno singulete; según el aminoácido que reaccione con las ROS, puede haber cambios en la estructura primaria de una proteína, ya que un residuo puede modificarse y convertirse en otro diferente. Los aminoácidos más susceptibles son la histidina, la prolina, la cisteína, el triptófano, la tirosina y en menor grado la arginina, la lisina y la metionina, la presencia de iones metálicos dentro de las proteínas pueden catalizar la descomposición del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a través de la reacción de Fenton, e iniciar una cadena de reacciones de radicales libres; este proceso se conoce como oxidación de proteínas catalizada por metales (MCO); uno de los fenómenos más importantes durante la oxidación de proteínas es la formación de carbonilos, que puede estar ligada a la transformación de un residuo aminoácido en otro, y a la

amidación, por ejemplo, una histidina puede transformarse en una prolina o en ácido glutámico y al mismo tiempo generar un carbonilo en la cadena lateral de un residuo vecino; los grupos carbonilo son un distintivo de una proteína oxidada y la hacen susceptible a proteólisis. Otra alteración relacionada con las EROS, es el entrecruzamiento intra e intermolecular por la oxidación de cisteínas, lo cual fomenta la aparición de puentes disulfuro en sitios donde no deberían existir. Estos cambios en la estructura primaria (que por supuesto se reflejan en cambios en la estructura secundaria y terciaria) dan como resultado cambios en la inmunogenicidad de las proteínas frente al sistema inmunitario en la hidrofobicidad de las proteínas de membrana, y alteraciones generales en la estructura de todas las proteínas y enzimas oxidadas. Todo ello con la consecuente pérdida de la función y mayor susceptibilidad a la proteólisis.

**ADN:** se ha aceptado que en ciertas condiciones fisiológicas las especies como el  $O_2^{\cdot}$ , el  $H_2O_2$  o el óxido nítrico (NO) tienen muy poca o nula capacidad para reaccionar con el DNA, por lo que se considera que el  $HO^{\cdot}$  es el que lo hace de manera preferente. Los daños directos sobre el DNA pueden ocurrir sobre las bases, puricas y pirimidicas y/o sobre los azúcares (desoxirribosa). Cuando el  $HO^{\cdot}$  ataca a las bases nitrogenadas no hay abstracción de  $H^+$ , como ocurre en los lípidos o en las proteínas, pues el  $HO^{\cdot}$  se une de manera directa a la base nitrogenada formando un aducto. Hasta la fecha se han reportado más de 20 aductos diferentes formados durante la oxidación del DNA, uno de los más estudiados es el de la guanosina. Su cuantificación ha ganado popularidad ya que es una de las especies más abundantes y resistentes que se producen cuando se oxida el DNA, la generación de los aductos induce alteraciones en los puentes de hidrogeno que estabilizan la complementarización en la doble cadena del DNA, de manera que durante el proceso de duplicación, la enzima DNA-polimerasa puede tener errores y generar transversiones y translocaciones; el daño en los azúcares sigue un mecanismo similar al de la lipoperoxidación, iniciando con la abstracción de un  $H^+$  y el ataque de un oxígeno singulete, que finaliza con el rompimiento del enlace fosfodiéster, dando como resultado escisiones de doble cadena o sencilla.

**DNA mitocondrial:** por su origen endosimbiótico, las mitocondrias (como los cloroplastos) ocupan una posición única entre los organelos, pues poseen un genoma propio y la maquinaria para transcribirlo y traducirlo. En el caso de las mitocondrias de los mamíferos, se ha reportado que el DNA mitocondrial tiene una estructura circular y modificada para 13 subunidades de la cadena respiratoria, 22 RNA de transferencia y 2 RNA ribosómicos; estas proteínas son básicas para el funcionamiento del organelo por lo que el daño en el genoma mitocondrial afecta de manera directa dichas funciones.

Algunas de las razones por las que se ha propuesto al DNA mitocondrial como el sitio más susceptible al daño oxidativo son las siguientes:

- ◆ La proximidad del DNA mitocondrial a las ROS generadas durante la cadena respiratoria.
- ◆ La carencia de proteínas tipo histonas que cubran y protejan al DNA mitocondrial.
- ◆ La falta o ineficiencia de la maquinaria mitocondrial para reparar daños en el DNA mitocondrial.
- ◆ La velocidad de divergencia y la propensión de errores es mayor en el DNA mitocondrial que en el nuclear, debido a que se duplica de 5 a 10 veces más rápido.
- ◆ El tamaño y la compactación del genoma mitocondrial, así como la segregación somática de genomas mitocondriales durante la división celular.

Se ha asumido que los RL producidos en la mitocondria se encuentran en mayor proporción en comparación con el metabolismo celular, y que la reacción de esos radicales con las macromoléculas mitocondriales durante la vida del organismo produce daños progresivos. En particular se ha reportado que la acumulación de mutaciones en el DNA mitocondrial contribuye de manera fundamental al fenómeno del envejecimiento y a las enfermedades degenerativas como el Alzheimer y la enfermedad de Parkinson, así como a diversas miopatías mitocondriales.

## CAPÍTULO II

### Antioxidantes y Fitoquímicos

#### 2.1 Antioxidantes

El término “antioxidante” se refiere a cualquier molécula capaz de estabilizar o desactivar los radicales libres y los convierten en moléculas de oxígeno sanas y benignas, revirtiendo el envejecimiento prematuro y previniendo un sin número de enfermedades crónicas y degenerativas (Ilsy 2003).

Halliwel y Gutteridge (2002) definieron como antioxidante a toda sustancia que hallándose presente a bajas concentraciones, con respecto a las de un sustrato oxidable (biomolécula), retarda o previene la oxidación de dicho sustrato; el antioxidante al reaccionar con el radical libre le cede un electrón y se oxidan, por lo que la reposición de ellos debe ser continua mediante la ingestión de los nutrientes que los contienen.

Además, estos compuestos se pueden ver desde dos puntos de vista, el primero consiste en aislarlos de sus fuentes naturales para su uso como aditivos, evitando así el deterioro de los alimentos (ej. ranciamiento de las grasas y los cambios de color); y el segundo es el efecto de estos antioxidantes como parte de una dieta sana, combatiendo así el exceso de radicales libres de nuestro organismo y favoreciendoun buen estado de salud (Janet *al.* 2005).

Alvira y Gómez (2004) indican que las características de los antioxidantes son las siguientes:

- ♦ **Preventivo;** Previene la formación de radicales libres por encima de los niveles normales para el organismo.
- ♦ **Secuestrador;** eliminan el exceso de radicales libres, estimulando las enzimas como la SOD, CP, CR o catalasa, mediante la presencia de moléculas con capacidad secuestradora de radicales libres (tocoferoles, betacaroteno, ácido ascórbico, flavonoides).

- ♦ **Reparador;** Enzimas que reparan o eliminan las biomoléculas que han sido caídas por el ataque de radicales libres.

Pharm (2009) manifiesta que existen diversas formas para clasificar a los antioxidantes, desde una perspectiva de su origen y presencia en el organismo, por ello se clasifican en endógenos (fabricados por la propia célula) y exógenos que ingresan en el organismo a través de la dieta o de suplementos con formulaciones antioxidantes como se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los antioxidantes, según su origen

ENDÓGENO	EXÓGENO
<b>No enzimáticos:</b>	
Coenzima Q	Vitamina E
Glutación	Vitamina C
	β-caroteno
<b>Enzimáticos:</b>	
Superóxido dismutasa (SOD)	Flavonoides
Catalasa	
Glutación peroxidasa	

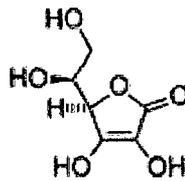
**Fuente:** Departamento de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid (2009)

La Tabla 1, nos presenta la clasificación de los antioxidantes los cuales son endógenos y exógenos y cada uno de ellos se divide en mecanismos enzimáticos (sistemas de las enzimas que catalizan reacciones para neutralizar radicales libres y para ello también requieren de cofactores como el selenio, zinc).

#### **Antioxidantes endógenos:**

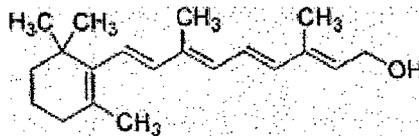
- Glutación peroxidasa (GPX):** Enzima intracelular que contiene selenio, remueve los radicales peróxidos al convertir el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y los peróxidos lipídicos en moléculas inofensivas antes de que formen radicales libres. Es detoxificante y protege contra los efectos dañinos de metales pesados, tabaco y alcohol (Martínez y Periago 2000).





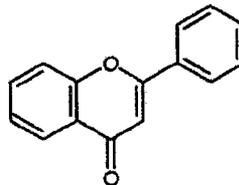
**Figura5.** Estructura química del ácido ascórbico (Vitamina C)

c)  **$\beta$  -carotenos (precursor de la vitamina A):** Es un importante antioxidante lipofílico que neutraliza el oxígeno singulete y elimina los radicales libres, es eficaz a la baja presión del oxígeno, rompe la cadena de oxidación y combate las infecciones y las enfermedades; forma barreras de primera línea ayudando al tejido epitelial del organismo a crecer y repararse a sí mismo (Halliwell 2003).



**Figura6.** Estructura química del retinol (vitamina A)

d) **Flavonoides:** son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo de los daños producidos por sustancias o elementos oxidantes; el organismo humano no puede producir estas sustancias, por lo cual debemos obtenerlos de la alimentación o en forma de suplementos farmacológicos



**Figura 7.** Estructura química del flavonoide

Martínez y Periago (2000) indican que las funciones de los antioxidantes son las siguientes:

- ◆ Impiden la formación de radicales libres
- ◆ Obstaculiza la activación de otras moléculas para evitar la oxidación en cadena
- ◆ Reparar los daños causados por los radicales libres
- ◆ Detiene el proceso de envejecimiento y la descomposición de las células.

## 2.2 Fitoquímicos

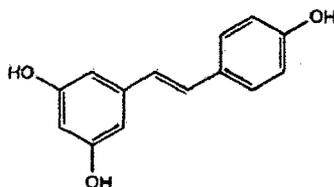
La palabra fitoquímico, proviene del latín phyto que significa planta y químico propiamente dicha, estas son estructuras que se encuentran en cantidades (miligramos, microgramos) y son trazas, no son nutrientes, se encuentran solo en alimentos vegetales. Son sustancias químicas que producen las plantas, que en las mismas no cumplen una función elemental o principal para su actividad vital, pero por el contrario, en nosotros puede prevenir hasta una enfermedad letal como el cáncer, además actúan aumentando la actividad enzimática normal del cuerpo, bloqueando así agentes cancerígenos y factores causantes de enfermedades (Bloch y Thomson 2000).

García (2007) menciona que las características de los antioxidantes son las siguientes:

- ♦ Protegen del cáncer de tres formas: actúan en la detoxificación de drogas, toxinas, carcinógenos y mutágenos (como bloqueadores y supresores); neutralizan radicales libres e inhiben enzimas que activan carcinógenos.
- ♦ En el sistema cardiovascular evitan la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL), reducen la síntesis y utilización de colesterol que afectan la presión sanguínea y coagulabilidad.
- ♦ Retardan el envejecimiento y con ello, previenen sus enfermedades asociadas.

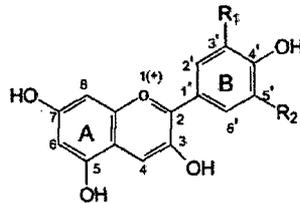
Los fitoquímicos según INIA (2007), pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- ❖ **Polifenoles;** estos pigmentos son muy abundantes en los vegetales, a los que le dan sus aromas y colores particulares. Los polifenoles limitan el desarrollo del proceso canceroso en varios niveles, inhibiendo la formación de cancerígenos y facilitando su eliminación.



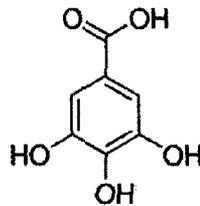
**Figura8.** Estructura química de los polifenoles

- ❖ **Antocianos;** constituyen un grupo de pigmentos flavonoides hidrosolubles (glucósidos), estos pigmentos confieren el color rojo azulado a los vegetales, el cual se modifica según la acidez de la solución en la que se encuentra, algunas veces se esconden por la presencia de otros pigmentos, como la clorofila en algunas células vegetales y preferentemente se hallan en algunas frutas.



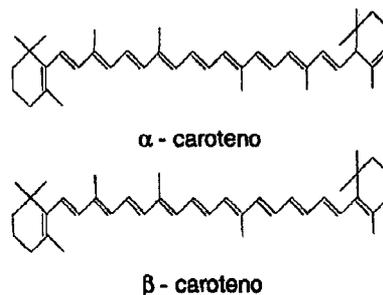
**Figura 9.** Estructura química de las antocianinas

- ❖ **Taninos;** son compuestos de origen vegetal, de naturaleza polifenólica, hidrosoluble y con estructura química compleja, su propiedad principal es la astringencia ( precipitan las proteínas)



**Figura 10.** Estructura química de los taninos

- ❖ **Carotenoides;** son pigmentos vegetales, que van desde el amarillo al rojo, que se asocian con una acción antioxidante. Se caracterizan porque presentan una larga cadena de compuestos alifáticos con unidades de isopreno.



**Figura 11.** Estructura química de los carotenoides

Hertog y Hollman (2001) indican que han centrado sus estudios en varias propiedades y acciones que los fitoquímicos pueden desempeñar en la salud humana.

- Son antioxidantes
- Previenen la aparición del cáncer.
- Disminuyen los contenidos de lípidos sanguíneos.
- Algunos estimulan sistemas enzimáticos y alteran la producción de hormonas, activando el sistema inmunológico o con efecto antibacterial y/o antiviral.
- Ayudan a retardar el proceso de envejecimiento

### **Factores que inciden en la capacidad antioxidante de los alimentos que presentan pigmentos antocianicos**

Esto se debe a que la actividad de los sistemas antioxidantes en los alimentos no depende sólo de la reactividad química, sino también de factores como la ubicación física, la interacción con otros componentes de los alimentos e incluso de las condiciones ambientales; uno de los principales factores que afectan a la actividad de los antioxidantes que capturan radicales libres está relacionado a su comportamiento frente al agua y a los lípidos, por ejemplo, los antioxidantes hidrofílicos son a menudo menos eficaces en emulsiones de aceite-agua que los antioxidantes liposolubles, mientras que los antioxidantes liposolubles son menos eficaces en los sistemas cuyo componente principal es hidrofílico (Rosales 2013).

Las diferencias en la eficacia de los antioxidantes en aceites y emulsiones se deben a su ubicación física en los dos sistemas, los antioxidantes polares son más eficaces en la mayor parte de aceites, ya que pueden acumularse en la interfase aire-aceite; en cambio, los antioxidantes no polares son más eficaces en las emulsiones, ya que se mantienen en las gotitas de aceite y pueden acumularse en la interfase aceite-agua. Los hidroperóxidos se producen en la superficie de interacción aceite/agua, los agentes pro-oxidantes (como metales de transición) se producen en la fase acuosa; además, en las emulsiones con antioxidantes polares se separaría la fase acuosa (Decker et al. 2005).

## **Factores que influyen en la composición de los Fitoquímicos**

La composición de las sustancias fitoquímicas va a estar influida por factores extrínsecos al vegetal (factores agroambientales) y a las condiciones de conservación tras la recolección; así, se ha demostrado que la presencia o ausencia de determinados nutrientes en el suelo y el exceso o déficit de riego pueden afectar a la composición fitoquímica de las frutas y hortalizas, tanto cualitativas como cuantitativamente, además el calcio, el boro y el contenido en sustancias nitrogenadas del suelo tienen un efecto decisivo sobre el contenido en sustancias fenólicas antioxidantes e influyen sobre su degradación por enzimas oxidativas (polifenoloxidasas) durante su posterior manipulación, conservación o procesado. El grado de madurez de las diferentes frutas y hortalizas también influye de forma relevante sobre la composición fitoquímica, igualmente, el grado de iluminación e irradiación de las plantas y la temperatura de cultivo ejercen también una influencia importante sobre el contenido en sustancias fitoquímicas, por ejemplo, se ha visto que la concentración de antocianos en las manzanas, granadas y la mayoría de las frutas pigmentadas con estas sustancias fenólicas, es notablemente superior en aquellos frutos que han crecido en zonas con temperaturas nocturnas más bajas; igualmente una mayor tasa de insolación favorece la acumulación de antocianos en el producto, el grado de irradiación con luz UV puede también afectar al contenido de resveratrol en las uvas (Buelga 2000).

## CAPÍTULO III

### Alimentos que presentan pigmentos antociánicos

La palabra antocianina deriva del griego “anthos”, que significa flor y de “kyanos” que significa azul oscuro, por lo que el término antocianina fue utilizado por Marquat para designar a los pigmentos azules de las flores y más tarde se descubrió que no solo el color azul sino también el púrpura o violeta (Marquat 1998).

El interés en los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas, porque durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas y ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de enfermedades coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatoria (Miyazawa *et al.* 2000).

Komori (1994) indica que son interesantes por su impacto sobre las características sensoriales de los alimentos, las cuales pueden influenciar en su comportamiento tecnológico durante el procesamiento de alimentos, y por sus beneficios en nuestra salud.

Por los recientes estudios de las antocianinas, en cuanto a la pigmentación púrpura o violeta, se da a conocer algunos alimentos que presentan dicho pigmento (García 2013).

Los alimentos estudiados que presentan estas características son:

#### a. Frutas:

##### ♦ Arándano

Hancock y Draper (2002), clasifican al arándano de la siguiente manera:

Clase	:	Ericales
Familia	:	Ericaceae
Género	:	<i>Vaccinium</i>
Especie	:	<i>Myrtillus</i>
Nombre Científico	:	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.
Nombres comunes:		Anabias, ráspano negro, uva de monte.

Referente a la morfología Sudsuki (2000), reporta que el arándano (*Vaccinium myrtillus* L.), pertenece a la familia de los ericaceae, es un arbusto perenne de hoja caduca y madera leñosa que puede llegar a medir 3 metros, sus hojas son simples, alternadas, de forma ovalada o lanceolada; el fruto es una baya de color azul intenso con un tono gris opaco producto de las ceras epicuticulares, estos frutos pueden aparecer temprano o tarde en el verano y su color y tamaño pueden variar según la variedad

#### ◆ Ciruela

FAO (2000), clasifica a la ciruela de la siguiente manera:

Clase	:	Magnoliopsida
Familia	:	Rosáceas.
Género	:	<i>Prunus</i>
Especie	:	<i>Doméstica</i>
Nombre Científico	:	<i>Prunus domestica</i> L.
Nombres comunes:		Cirgüela, cirolal, ciruelo.

Referente a la morfología FAO (2006), indica que la ciruela (*Prunus doméstica* L.), perteneciente a la familia de las rosáceas, proviene de un árbol de tamaño mediano que alcanza una altura máxima de 5-6 m, sus hojas se caracterizan por su forma obovada o elíptica, con borde aserrado, dientes poco agudos y un color verde pálido en el haz; además el fruto es una drupa redonda u oval recubierta por una cera blanquecina (pruina), de color amarillo, rojo o violáceo, con pedúnculo mediano, peloso, con hueso oblongo, comprimido, algo áspero y que por un lado presenta una sola costilla.

#### ♦ Higo

Flores y Jiménez (2007), clasifican al higo de la siguiente manera:

Clase	:	Urticales
Familia	:	Moráceae
Género	:	<i>Ficus</i>
Especie	:	<i>Carica</i>
Nombre científico	:	<i>Ficus carica</i> L.
Nombres comunes	:	Higuera, brevera, cabra higuera

Referente a la morfología FAO (2006), indica que el higo (*Ficus carica* L.), pertenece a la familia de las moráceas, es un arbusto de madera blanda, de hojas grandes, verdes y brillantes por el haz, grises y ásperas por el revés que oscila en un rango de 6 a 8 metros de altura; sus frutos son bayas jugosas en forma de pera que miden de 2,5 a 10 cm de longitud y su piel es dura y presenta diferentes colores según la variedad blanco, amarillo-verdoso, café o morado, el fruto es blando, de gusto dulce; su interior es de color claro conteniendo una masa de semillas numerosas, limitadas por una masa jugosa.

#### ♦ Maracuyá

Saldarriaga (2002), clasifica a la maracuyá de la siguiente manera:

Clase	:	Dicotiledóneo
Familia	:	Passifloraceae
Género	:	<i>Passiflora</i>
Especie	:	<i>Edulis</i>
Nombre científico	:	<i>Passiflora edulis</i> var. <i>Purpúrea</i> Sims
Nombres comunes:	:	Granadilla grande, parchita, barbarina.

Referente a la morfología Villamizar (2003), reporta que la maracuyá (*Passiflora Edulis* var. *Purpúrea* Sims), pertenece a la familia de las passifloraceae posee un tallo herbáceo, y leñoso hacia la base, cilíndrico, estriado y voluble; de rápido desarrollo, que puede alcanzar hasta 10 m de largo; sus hojas son simples, alternas, con estípulas y un zarcillo en la axila, con márgenes

aserrados; las flores son solitarias y axilares, fragantes y vistosas; el fruto es una baya de cubierta dura, de forma casi esférica, que mide entre 7 y 8 cm de diámetro y pesa hasta 190 g, de color amarillo o purpúreo, con una pulpa muy aromática, la fruta contiene, como todas las de su género, cerca de 250 semillas pequeñas, de color café oscuro y sabor agradable, dichas semillas se encuentran suspendidas en un líquido gelatinoso de color amarillo – naranja y constituye del 7 al 12% del peso del fruto.

#### ◆ Mora

Moreiras y Col (2007), clasifican a la mora de la siguiente manera:

Clase	:	Angiospermae
Familia	:	Rosaceae
Género	:	<i>Rubus</i>
Especie	:	<i>Ulmifolius</i>
Nombre científico	:	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott
Nombres comunes:		Mora de castilla, mora andina.

Referente a la morfología, Gonzales (2010) reporta que la mora (*Rubus ulmifolius* Schott), pertenece a la familia de las rosaceae es una planta de vegetación perenne, conformada por varios tallos leñosos y espinosos que pueden crecer hasta 3 metros y las hojas tienen tres folíolos ovales de 4 a 5 centímetros de largo con espinas ganchudas; el fruto es una baya formada por pequeñas drupas de color verde cuando se están formando, pasando por un color rojo hasta morado oscuro cuando se maduran, las cuales están adheridas a un receptáculo que al madurar es blanco carnoso.

#### ◆ Uva negra

Moreiras y Col (2007), clasifican a la uva de la siguiente manera:

Clase	:	Dicotiledóneas
Familia	:	Ampelidáceas
Género	:	<i>Vitis</i>
Especie	:	<i>Vinífera</i>
Nombre científico	:	<i>Vitis vinífera</i> L.
Nombres comunes:		Majuelo, uvillas, vid, vidueño.

Referente a la morfología, Gonzales (2010) reporta que la uva negra (*Vitis vinífera* L.), pertenece a la familia ampelidácea, son árboles o arbustos generalmente leñosos, y en ocasiones trepadoras, con hojas simples o compuestas y flores hermafroditas o unisexuales dispuestas en racimos. La uva consta de hollejo, pulpa y semillas, la materia colorante se encuentra en la piel (hollejo) y la pulpa es la parte más carmosa y dependiendo de la variedad es más o menos jugosa; el raspón o escobajo, es la parte leñosa del racimo que sirve para mantener unidas a las uvas y la planta.

## b. Hortalizas

### ◆ Berenjena

Castro y María (2002), clasifican a la berenjena de la siguiente manera:

Clase	:	Dicotiledónea
Familia	:	Solanácea
Género	:	<i>Solanum</i>
Especie	:	<i>Melongena</i>
Nombre científico:		<i>Solanum melongena</i> L.
Nombre común	:	Tomate de árbol

Referente a la morfología, Reina (2001) indica que la berenjena (*Solanum melongena* L.), pertenece a la familia solanácea es una planta arbustiva, de tallo semi-leñoso con forma recta, su altura alcanza los 2 o 3 metros, sus hojas son grandes de forma acorazonada, de color verde oscuro o claro dependiendo de la variedad, ásperas al tacto; las flores son pequeñas de color blanco rosáceo, contienen 5 pétalos y 5 estambres de color amarillo; el fruto es una baya bilocular de color rojo o amarillo, según la variedad, su forma es ovoide apiculada, su longitud varía hasta unos 8 - 9 cm, el interior del fruto es jugoso, de color anaranjado o morado y de sabor agridulce, además las semillas son pequeñas, planas, circulares y lisas de un color amarillo o pardo y cada fruto contiene un promedio de 300 - 500 semillas.

#### ◆ Col lombarda o repollo morado

Moreira y Col (2007), clasifican a la col lombarda de la siguiente manera:

Clase	:	Dicotiledónea
Familia	:	Brassicaceae
Género	:	<i>Brassica</i>
Especie	:	<i>Oleracea</i>
Nombre científico:		<i>Brassica oleracea var. Capitata</i> L.
Nombre común	:	Lombarda, Col morada, Repollo

Referente a la morfología, Fernández *et al.* (2008) indica que el coliflor (*Brassica oleracea var. Capitata* L.), es una planta perteneciente a la familia brassicaceae, presentan un tallo erecto, cuyo tejido medular experimenta un fuerte crecimiento primario en grosor, lo que se asocia a un severo freno al crecimiento en longitud, las hojas de esta especie son grandes, glabras y presenta nervadura muy notoria, su superficie foliar está recubierta de ceras epicuticulares que dificultan el mojado, causando el escurrimiento del agua, y otorgan el color verde azulado opaco común en la especie. Las flores son amarillas o blanquecinas, de unos 2,5 cm de diámetro y se agrupan en racimos; el fruto es una silicua cilíndrica, dehiscente y glabra, de aproximadamente 10 cm de longitud y 4 a 5 cm de ancho, y contiene unas 20 semillas por lóculo, las que son redondeadas y pequeñas de 2 mm de diámetro.

#### ◆ Beterraga

Moreira y Col (2007), clasifican a la beterraga de la siguiente manera:

Clase	:	Magnoliopsida
Familia	:	Chenopodiaceae
Género	:	<i>Beta</i>
Especie	:	<i>Vulgaris</i>
Nombre científico:		<i>Beta vulgaris</i> L.
Nombre común	:	Remolacha, betabel.

Referente a la morfología, Mosqueira (2000) indica que la beterraga (*Beta vulgaris* L.), es una hortaliza de raíz redonda, perteneciente a la familia de las chenopodiaceae, desarrollan pares de hojas que son lampiñas de forma ovalada a cordiforme, de color verde oscuro o pardo rojizo, formando generalmente una roseta desde el tallo subterráneo; además presenta numerosas flores pequeñas agrupadas en espigas, en la extremidad de los tallos y su fruto es un agregado de dos o más semillas, recubiertas de una envoltura irregular seca, la cual se propaga por semillas.

#### ♦ Rabanito

Moreira y Col (2007), clasifican al rabanito de la siguiente manera:

Clase	:	Magnoliopsida
Familia	:	Brassicaceae (Cruciferae)
Género	:	<i>Raphanus</i>
Especie	:	<i>Sativus</i>
Nombre científico:		<i>Raphanus sativus</i> L.
Nombre común	:	Rabanito, rábano.

Referente a la morfología, Roma (2000) manifiesta que el rabanito (*Raphanus sativus* L.), es una hortaliza que pertenece a la familia de las crucíferas, tiene las hojas enteras o divididas, sus flores se agrupan en racimos grandes, abiertos y alargados además la corola es blanquecina, a veces violácea o amarillenta; su fruto es indehisciente, seco, simple de 3 a 10 cm de largo, cilíndrico y biarticulado formado por dos partes, la inferior atrofiada con una o dos semillas globosas, rosadas a castaño claro, y la superior corchosa, cónica alargada que contiene de 12 a 14 semillas incluidas en un parénquima esponjoso; estas semillas son redondeadas, de color amarillento a pardo rojizo y de tamaño pequeño a medio, produce una raíz gruesa, carnosa, comestible, de forma esférica, cónica o alargada, de color rojo, blanco, amarillento o rosado y de diámetro de dos a seis centímetros.

#### ♦ Cebolla

Moreira y Col (2007), clasifican a la cebolla de la siguiente manera:

Clase	:	Liliopsida
Familia	:	Alliaceae
Género	:	<i>Allium</i>
Especie	:	<i>Cepa</i>
Nombre científico:		<i>Allium cepa</i> L.
Nombre común	:	Cebolla cabezona, cebolla de bulbo, cebolla.

Referente a la morfología, Calvo y Pérez (2005) indican que la cebolla (*Allium cepa* L.), es una de las hortalizas que pertenece a la familia de las Alliaceae, es un bulbo de forma ovalada a esferoidal de un tamaño que va desde 2,54 cm a los 7,5 cm, posee hojas fistulosas y cilíndricas, jugosas, de olor fuerte y sabor más o menos picante; existen variedades de color blanco, rojo y amarillo. El tallo es muy rudimentario y pequeño, ya que alcanza solo unos cuantos milímetros de longitud; el fruto es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa

#### c. Granos secos

##### ♦ Maíz morado

Moreira y Col (2007), clasifican al maíz morado de la siguiente manera:

Clase	:	Liliopsida
Familia	:	Poáceas
Género	:	<i>Zea</i>
Especie	:	<i>Mays</i>
Nombre científico	:	<i>Zea mays</i> L.
Nombre común	:	Choclo morado, maíz morado peruano.

Referente a la morfología, Acero y Díaz (2002) indican que el maíz morado (*Zea mays* L.), es una planta que pertenece a la familia de las poáceas de tallo erguido, nudoso y macizo, que puede llegar a medir más de 6 m de altura, tiene hojas alternas, lineales o lineal-lanceoladas, largas; sus flores son

monoicas (las masculinas se encuentran separadas de las femeninas pero en la misma planta), las flores masculinas está formada por racimos que llevan numerosas flores pequeñas llamadas espiguillas, la inflorescencia femenina es una estructura axilar única, variable en tamaño y forma, llamada mazorca, con varias hojas modificadas (brácteas) llamadas panca que envuelven el grueso eje central (coronta) sobre el cual se distribuyen las espiguillas en filas; el fruto es carióspside (grano) de tamaño, forma, color y con contenido de azúcar-almidón variable, se disponen sobre el receptáculo cilíndrico o raquis (coronta), la longitud de la mazorca oscila entre 7,5 cm y 50 cm, el color de los granos puede ser blanco, amarillo, rojo, marrón, verde, azul o morado.

#### ♦ Quinoa

Giusti(2000), clasifica al maíz morado de la siguiente manera:

Clase	:	Dicotiledoneas
Familia	:	<i>Chenopodiaceae</i>
Género	:	<i>Chenopodium,</i>
Especie	:	<i>Quinoa</i>
Nombre científico	:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd
Nombre común	:	Quínoa, Arrocillo, trigo Inca, Kiuna (Quechua).

Referente a la morfología, Gallardo *et al.* (2000) indica que la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una planta erguida que pertenece a la familia de las *Chenopodiaceae*, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinoa; su raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le de resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta. Sus hojas son alternas y están formadas por peciolo y lámina, de forma romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, algo gruesa, carnosa y tierna, cubierta por cristales de oxalato de calcio, de color rojo, púrpura o cristalino tanto en el haz como en el envés; su fruto tiene forma cilíndrica- lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo, y contiene una sola semilla, de coloración variable con diámetro de 1,4 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez.

## CAPÍTULO IV

### Composición de los alimentos que presentan pigmentos antociánicos

#### Arándano (*Vaccinium myrtillus* L.)

Tabla 2. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (mg)	84,61
Energía (kcal)	56,00
Proteínas (g)	0,67
Lípidos (g)	0,38
Hidratos de carbono (g)	14,13
Fibra (g)	2,70
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	6,00
Fe (mg)	0,17
I (mg)	10,00
Mg (mg)	0,28
Zn (mg)	0,11
Na (mg)	6,00
K (mg)	89,00
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina (mg)	0,05
Riboflavina (mg)	0,05
Equivalentes de niacina (mg)	0,36
Vitamina B6 (mg)	0,04
Vitamina B12 (ug)	0,20
Ácido ascórbico (Vit. C) (mg)	13,00
Vitamina E (mg)	1,00

Fuente: Departamento de Agricultura (USDA 2002)

La Tabla 2, nos muestra que el arándano presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio y yodo, por último en vitaminas alto contenido de vitamina C.

Dentro de las sustancias con capacidad antioxidante que se pueden encontrar son el  $\alpha$ -caroteno, vitamina C, antocianinas, fenoles, ácido eleágico y ácido fólico (Saperset *al.* 2001).

### Ciruela (*Prunus domestica* L.)

Tabla 3. Composición Nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	86,30
Energía (kcal)	46,00
Proteínas (g)	0,60
Hidratos de carbono (g)	11,00
Fibra (g)	2,10
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	14,00
Fe (mg)	0,40
I (mg)	2,0
Mg (mg)	8,0
Zn (mg)	0,1
Na (mg)	2,0
K (mg)	240
Fósforo (mg)	19
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina (mg)	3,07
Riboflavina (mg)	0,05
Equivalentes de niacina (mg)	0,50
Vitamina A: eq. Retinol (ug)	49,20
Ácido ascórbico (Vit. C) mg	3,00
Vitamina E (mg)	0,70
Ácido fólico (ug)	3,00

**Fuente:** Tabla de composición de alimentos Moreiras y Col 2007. (Ciruela)

La Tabla 3, nos muestra que la ciruela presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio y en vitaminas alto contenido de Vitamina A.

Las sustancias antioxidantes presentes en la ciruela son la vitamina A, vitamina E, vitamina C y ácido fólico (Scalvertet *al.* 2005).

### Higo (*Ficus carica* L.)

Tabla 4. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	80,3
Energía (kcal)	65,0
Proteínas (g)	1,2
Lípidos (g)	Tr
Hidratos de carbono (g)	16,0
Fibra (g)	2,5
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	38,0
Fe (mg)	0,6
I (mg)	0,00
Mg (mg)	20,0
Zn (mg)	0,3
Na (mg)	2,0
K (mg)	270
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina (mg)	0,06
Riboflavina (mg)	0,05
Equivalentes de niacina (mg)	0,5
Vitamina B6 (mg)	0,11
Ácido fólico (ug)	0,00
Vitamina A: eq. Retinol (ug)	8,0
Ácido ascórbico o Vit. C (mg)	2,0
Carotenos (ug)	48,0

Fuente: Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004)

La Tabla 4, nos muestra que el higo presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio, calcio y magnesio; y en vitaminas alto contenido de carotenos.

El higo tiene capacidad antioxidante elevada y puede estar relacionada con el color del fruto y con el tiempo de la cosecha; como antioxidantes tiene a los carotenoides, vitamina A y vitamina C (Darrenet *et al.* 2002).

### **Maracuyá (*Passiflora edulis var. Purpúrea Sims*)**

Tabla 5. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

<b>Componentes</b>	<b>Cantidades</b>
Agua (g)	86,20
Energía (kcal)	54
Proteínas (g)	2,38
Lípidos (g)	0,40
Hidratos de carbono (g)	9,54
Fibra (g)	1,45
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	5,0
Fe (mg)	1,30
I (mg)	29
Mg (mg)	0,65
Na (mg)	19
K (mg)	267
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina B1 (mg)	0,10
Riboflavina (mg)	0,1
Equivalentes de niacina (mg)	1,90
Ácido fólico (ug)	29
Vitamina B12 (ug)	0,00
Vitamina A: eq. Retinol (ug)	108,83
Ácido ascórbico o Vit. C (mg)	24
Carotenos (mg)	631

**Fuente:** Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004)

La Tabla 5, nos muestra que la maracuyá presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio, yodo y sodio; y en vitaminas alto contenido de Vitamina A, carotenos y ácido fólico.

La maracuyá provee una mezcla óptima de antioxidantes como la vitamina C, E, polifenoles y carotenoides. El estudio fitoquímico demuestra la presencia de glucósidos; entre ellos passiflorina, glucósidos flavonoides como la luteolina-6-C-chinovósido, glucósidos cianogénicos (Rojas 2009).

## Mora (*Rubus ulmifolius* Schott)

Tabla 6. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	85,0
Energía (kcal)	25
Proteínas (g)	0,9
Lípidos (g)	0,2
Hidratos de carbono (g)	5,1
Fibra (g)	6,6
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	41,0
Fe (mg)	0,7
I (mg)	0,00
Mg (mg)	23
Zn (mg)	0,2
Na (mg)	2
K (mg)	160
<b>Vitaminas:</b>	
Riboflavina (mg)	0,05
Equivalentes de niacina (mg)	0,5
Vitamina B6 (mg)	0,05
Ácido fólico (ug)	34
Vitamina A: eq. Retinol (ug)	13,3
Ácido ascórbico o Vit. C (mg)	15
Vitamina E (mg)	2,37
Carotenos (ug)	80

Fuente: Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004)

La Tabla 6, nos muestra que la mora presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio, calcio y magnesio; y en vitaminas presenta alto contenido de carotenos, ácido fólico, vitamina A y vitamina C.

La mora posee una actividad antioxidante cuatro veces más que la fruta que hasta ahora se creía que poseía el mayor nivel de actividad antioxidante (el kiwi), contiene poderosas propiedades antioxidantes por su combinación de vitaminas C

y E, además presenta una sustancia antioxidante llamada licopeno, que le entrega a esta fruta silvestre propiedades para combatir el cáncer (Aranda 2006).

### Uva negra (*Vitis vinifera* L.)

Tabla 7. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	83,5
Energía (kcal)	61
Proteínas (g)	0,6
Hidratos de carbono (g)	15,5
Fibra (g)	0,4
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	4,0
Fe (mg)	0,3
I (mg)	2,0
Mg (mg)	4,0
Zn (mg)	0,1
Na (mg)	2,0
K (mg)	320
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina (mg)	0,04
Riboflavina (mg)	0,02
Equivalentes de niacina (mg)	0,3
Vitamina B6 (mg)	0,1
Ácido fólico (ug)	6,0
Ácido ascórbico o Vitam. C (mg)	4,0

**Fuente:** Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004)

La Tabla 7, nos muestra que la uva presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio; y en vitaminas alto contenido ácido fólico y vitamina C.

La uva tiene alto poder antioxidantes, contiene el trío antioxidante, resveratrol, taninos y antocianidinas; otros antioxidantes presente en la uva son los polifenoles (Cámara *et al.* 2003).

### Berenjena (*Solanum melongena* L.)

Tabla 8. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	93,0
Energía (kcal)	2,35
Proteínas (g)	1,01
Lípidos (g)	0,19
Hidratos de carbono (g)	5,7
Fibra (g)	1,2
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	9,0
I (mg)	2,0
Mg (mg)	14,0
Zn (mg)	0,16
Na (mg)	2
K (mg)	230
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina B1 (mg)	0,039
Riboflavina B2 (mg)	0,037
Equivalentes de niacina (mg)	0,649
Vitamina B6 (mg)	0,084
Ácido ascórbico (mg)	6,0
Vitamina A: eq. Retinol (ug)	3,0
Carotenos (ug)	18

**Fuente:** Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004).

La Tabla 8, nos muestra que la berenjena presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio y magnesio; y en vitaminas presenta alto contenido de carotenos y vitamina A.

La berenjena contiene los siguientes antioxidantes; en vitaminas (A y C), minerales (magnesio, hierro, potasio, fósforo, entre otros), fibra y ácidos fenólicos (Requejo y Ortega 2001).

**Col lombarda o repollo morado (*Brassica oleracea var. Capitata L.*)**

Tabla 9. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	89,7
Energía (kcal)	29,0
Proteínas (g)	3,3
Lípidos (g)	0,3
Hidratos de carbono (g)	3,4
Fibra (g)	3,3
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	40
Fe (mg)	0,8
Mg (mg)	13,0
Zn (mg)	0,3
Na (mg)	12,0
K (mg)	310
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina B1 (mg)	0,04
Riboflavina B2 (mg)	0,08
Equivalentes de niacina (mg)	1,1
Vitamina B6 (mg)	0,16
Ácido fólico (ug)	79
Vitamina A: eq. Retinol (ug)	34
Ácido ascórbico o Vit. C (mg)	65
Vitamina E (mg)	0,2
Carotenos (ug)	204

**Fuente:** Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004)

La Tabla 9, nos muestra que el repollo morado presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio, magnesio, sodio y calcio;

y en vitaminas presenta alto contenido de carotenos, ácido fólico, vitamina A y vitamina C.

Es considerada una fuente importante de antioxidantes naturales, es rica en sustancias fitoquímicas como los isotiocianatos o los glucosinolatos (son productos de la degradación del tiocianatos, isotiocianatos, oxazolidinas y nitrilos, obtenidos por la acción de la enzima mirosinasa, los responsables de los efectos biológicos y del sabor característico). Además contienen pequeñas cantidades de grasa, pero son ricas en vitaminas (carotenos, vitamina C y vitaminas del grupo B), minerales (calcio, potasio, magnesio, hierro, etc.), y fibra alimentaria (Requejo y Ortega 2002).

### Remolacha (*Beta vulgaris* L.)

Tabla 10. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	89,2
Energía (kcal)	29
Proteínas (g)	1,3
Hidratos de carbono (g)	6,4
Fibra (g)	3,1
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	23
Fe (mg)	0,8
Mg (mg)	15
Zn (mg)	0,4
Na (mg)	84
K (mg)	300
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina B1 (mg)	0,03
Riboflavina B2 (mg)	0,05
Equivalentes de niacina (mg)	0,3
Vitamina B6 (mg)	0,05
Ácido fólico (ug)	90
Ácido ascórbico o Vit. C (mg)	10

Fuente: Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004)

La Tabla 10, nos muestra que la remolacha presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio y sodio; y en vitaminas presenta alto contenido en ácido fólico.

La betanina posee poquísimas calorías, es muy rica en vitaminas y minerales como el beta caroteno, vitaminas B6, vitamina C, ácido fólico, hierro, potasio y fósforo; también es rica en compuestos fenólicos particularmente antiocianinas, al contener vitamina C, carotenos y flavonoides, estos antioxidantes ayudan a luchar contra los radicales libres que oxidan nuestras células (Gutiérrez *et al.* 2007).

## Rabanito (*Raphanus sativus* L.)

Tabla 11. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	95,3
Energía (kcal)	14
Proteínas (g)	1,0
Hidratos de carbono (g)	2,7
Fibra (g)	1,0
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	34
Fe (mg)	1,3
I (mg)	16
Mg (mg)	11
Zn (mg)	0,13
Na (mg)	59
K (mg)	240
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina B1 (mg)	0,04
Riboflavina B2 (mg)	0,02
Equivalentes de niacina (mg)	0,4
Vitamina B6 (mg)	0,1
Ácido fólico (ug)	24
Ácido ascórbico o Vit. C (mg)	20

**Fuente:** Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004)

La Tabla 11, nos muestra que el rabanito presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio y sodio; y en vitaminas presenta alto contenido de ácido fólico y vitamina C.

El rabanito por su alto índice de azufre y vitamina C ejerce una considerable acción antioxidante (García 2011).

## Cebolla (*Allium cepa* L.)

Tabla 12. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	92,2
Energía (kcal)	25
Proteínas (g)	1,4
Hidratos de carbono (g)	5,1
Fibra (g)	1,3
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	31
Fe (mg)	0,8
I (mg)	20
Mg (mg)	14
Zn (mg)	0,1
Na (mg)	6
K (mg)	278
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina B1 (mg)	0,04
Riboflavina B2 (mg)	0,04
Equivalentes de niacina (mg)	0,4
Vitamina B6 (mg)	0,1
Ácido fólico (ug)	16
Vitamina B12 (ug)	0,00
Ácido ascórbico o Vit, C (mg)	19

**Fuente:** Tabla de composición de alimentos (Moreira *et al.* 2004)

La Tabla 12, nos muestra que la cebolla presenta alto contenido de agua, en minerales presenta grandes cantidades de potasio, calcio y yodo; y en vitaminas presenta alto contenido de vitamina C.

La cebolla posee antioxidantes como la quercetina, flavonoides y compuestos azufrados (sulfuros, disulfuros, trisulfuros de alilo, propilo y metilo); en fitoquímicos presentan la saponina y la alicina (Bianchini y Vainio 2001).

## Maíz morado (*Zea mays* L.)

Tabla 13. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (g)	11,40
Energía (kcal)	357,00
Proteínas (g)	6,70
Hidratos de carbono (g)	76,90
Fibra (g)	1,80
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	2,00
Fe (mg)	0,02
<b>Vitaminas:</b>	
Tiamina B1 (mg)	0,38
Riboflavina B2 (mg)	0,02
Equivalentes de niacina (mg)	2,80
Ácido ascórbico (mg)	2,1

**Fuente:** Collazos1975 "La composición de los alimentos peruanos" Instituto de Nutrición-Ministerio de Salud

La Tabla 13, nos muestra que el maíz morado presenta alto contenido de energía, en minerales presenta grandes cantidades de calcio; y en vitaminas presenta alto contenido del equivalente de niacina y ácido ascórbico.

El maíz morado, es un gran antioxidante debido a su alto contenido de antocianinas (cianin-3-glucosa C3G que es su principal colorante), el ácido ascórbico, los flavonoides (quercitina, robinutina, luteolina, kaempferol, naringenina, catequinas), carotenoides, ácidos fenólicos (Chávez *et al.*2000).

## Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)

Tabla 14. Composición nutricional por 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidades
Agua (%)	11,00
Energía (kcal)	351,00
Proteínas (g)	14,00
Hidratos de carbono (g)	67,7
Fibra (g)	4,6
<b>Minerales:</b>	
Ca (mg)	112,00
Fe (mg)	7,5
P (mg)	286,00
Mg (mg)	204,2
Zn (mg)	7,47
<b>Vitaminas:</b>	
Vitamina B (mg)	0,36
Riboflavina B2 (mg)	0,42
Equivalentes de niacina (mg)	1,4
Ácido ascórbico (mg)	3,00

**Fuente:** Hammerly 1976. Viva más y mejor.

La Tabla 14, nos muestra que la quinua presenta alto contenido de energía e hidratos de carbono, en minerales presenta grandes cantidades de fosforo y magnesio; y en vitaminas presenta alto contenido de vitamina C.

La gran diversidad de antioxidantes que se encuentran en la quinua, incluyendo a varios miembros de la familia de la vitamina E como el alfa, beta, gamma y delta - tocoferol, así como la quercetina y el kaempferol que contribuyen a la protección oxidativa. El contenido de proteína, lisina, grasas y fibra de la quinua son superiores a las de otros cereales, además, cuenta con una amplia gama de vitaminas y microelementos (Bhargava y col 2006).

## CAPÍTULO V

### Efectos Biológicos

- ♦ **El arándano (*Vaccinium myrtillus* L.)**

El descubrimiento más sobresaliente que ha permitido constatar el uso actual del arándano para tratar problemas oculares, tuvo lugar durante la Segunda Guerra Mundial; en esa oportunidad, los pilotos de la Fuerza Aérea británica descubrieron que si ingerían jalea de arándano antes de sus misiones nocturnas, mejoraban su capacidad visual para adaptarse a la oscuridad y también su agudeza visual. Posteriormente Jayle y Auberten en 1964 realizaron el primer estudio clínico, según los resultados de varias investigaciones realizadas con controladores del tráfico aéreo, pilotos de helicóptero y conductores nocturnos, indicaron una marcada mejoría en la curva de adaptación de la retina al ingerir arándano, además de observar que los antocianocidas poseen la propiedad de conectar fibras de colágeno, lo cual fortalece la matriz de colágeno y disminuye la permeabilidad de las paredes capilares; de esta manera, reducen y previenen la pérdida capilar; por este motivo, el arándano puede ayudar a proteger al ojo contra glaucoma, cataratas y degeneración de la mácula, que son consecuencia de la ruptura del colágeno en las paredes capilares y en otros tejidos del ojo, y de la “filtración” de sangre en los vasos de la región macular del ojo (Carper 2012).

Varios estudios han demostrado que las bayas de arándano y sus componentes son eficaces sobre la bacteria *Helicobacter pylori*, que es la única bacteria que puede sobrevivir en el ambiente ácido del estómago y que es la causante de las úlceras pépticas (ésta es una afección peligrosa para la salud ya que aumenta el riesgo de padecer cáncer gástrico, la mayoría de las úlceras pépticas son causadas por una infección del estómago o de la parte superior del intestino delgado) y la gastritis; uno de estos estudios examinó el efecto del jugo de arándano en una población de individuos infectados con *H. pylori* que se encontraban en alto riesgo de padecer cáncer gástrico; después de 35 días, el 14% de las personas que no consumieron el jugo de arándano obtuvieron resultados negativos para el *H. pylori*, en comparación con sólo el 5% de los que consumieron, además investigaciones adicionales sugieren que su consumo

puede aumentar la eficacia del tratamiento farmacéutico convencional usado para erradicar la infección por *H. pylori* (Monroy y Mathias 2005).

Otro estudio muy reciente de laboratorio, dirigido por el químico Wallace H. Yokoyama con el Servicio de Investigación Agrícola (ARS), demostró que el consumo de arándano reduce los niveles de colesterol; en la investigación, los hámsteres se alimentaron con una dieta que contuvo niveles altos de grasa; pero algunos de los animales también recibieron uno de tres subproductos del procesamiento del jugo de arándanos es decir, las cortezas, la fibra extraída de las cortezas; o compuestos naturales llamados polifenoles extraídos de las cortezas, los resultados demostraron que los hámsteres que consumieron los subproductos de arándanos tuvieron del 22 al 27 por ciento menos colesterol total en la sangre comparados con los hámsteres que no recibieron los subproductos de arándanos (Wood 2011).

♦ **Ciruela (*Prunus domestica* L.)**

En los últimos años Juárez se ha dedicado a estudiar a las bacterias que habitan en la boca y atacan dientes y encías, así como a buscar en algunos frutos, como la ciruela, posibles soluciones a enfermedades que atacan a la mayoría de la población; el investigador explica, la boca tiene una serie de microambientes que pueden contener diversas poblaciones de bacterias, en algunos casos hasta 350 especies, muchas de ellas patógenas; apunta que el *Streptococcus mutans* es una de las bacterias más comunes en la boca y, además de la caries (que fermenta y produce ácidos que atacan a los dientes), es responsable de la formación de bioplacas (biofilm o consorcios) que son agrupaciones de bacterias de una sola especie o de varias. Las bioplacas incrementan la resistencia de las bacterias a los factores medioambientales adversos, lo que ocasiona que los antibióticos no sean efectivos ante ellas, llegan a ser tan especializadas que en ocasiones se les denomina consorcios y cada bacteria tiene un rol específico dentro de la bioplaca; para eliminarla, tradicionalmente se utilizan métodos químicos o abrasivos (pastas de dientes o enjuagues bucales), o bien la intervención de los dentistas; sin embargo, esto se puede prevenir evitando que las bacterias se asocien o que se adhieran al diente, por ello se decidió estudiar a la ciruela porque existen reportes de que ésta se utiliza en otros países para conservar carnes, lo que indicaba cierta

capacidad antibacteriana; al analizar en el laboratorio este fruto, que actualmente se utiliza sólo como laxante, encontramos que contiene un compuesto (el triterpenoide) efectivo contra las bacterias que existen en la boca lo que puede evitar la formación de bioplaca no sólo en los dientes, sino en las prótesis dentales, siendo muy relevante pues ésta es la causante del rechazo de estas piezas por parte de los pacientes ( Yeager 2001).

♦ **Higo (*Ficus carica* L.)**

Estudios realizados en Gran Bretaña y en los Estados Unidos sugieren que entre el 10% y el 18% de los adultos sanos muestran frecuentemente estreñimiento en la defecación, y menos del 4% de la población muestra menos de tres movimientos intestinales por semana. Por ello se sometió a una dieta basada en higo seco, los que son ricos en lignanos, que reducen los trastornos del intestino; además de contener ciertas cantidades de una sustancia llamada Baenzaldehyde que según estudios realizados actúa como agente anticancerígeno, principalmente para ayudar a reducir las probabilidades de cáncer de colon (Reproducido del BestPractice2000).

♦ **Maracuyá (*Passiflora edulis* var. *purpúrea* Sims)**

En Honduras el Dr. Pablo José Cambar ha realizado un trabajo científico original en 200 conejos criollos, al darles extracto de la maracuyá, la cual en elevadas dosis resulto un excelente broncodilatador, no siendo esto suficiente en la maracuyá encontramos diversas vitaminas y minerales como la provitamina A o beta caroteno que se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita (Osorio 2010).

Recientes estudios científicos de la Universidad de Arizona y la facultad de medicina de la Universidad Mashad en Irán, están investigando el uso del maracuyá para combatir el asma, con resultados que dan muchas esperanzas a los 400 millones de asmáticos que hay en el mundo. Lo increíble es que no es la pulpa lo que sirve, sino más bien la piel que contiene químicos y compuestos, que podrían ayudar a aliviar los síntomas de este duro y frustrante mal (Morgrovejo 2008).

Recientes estudios demuestran el efecto antihipertensivo del jugo de maracuyá, para ello se utilizó 4 grupos de ratones a los cuales después de una medición basal, se indujo hipertensión arterial y transcurridos dos días se inició el tratamiento con jugo del futo, se continuo midiendo la presión arterial en los días 3, 4, 7 y 10; el resultado obtenido es la disminución de la presión arterial (Rojas *et al.* 2006).

♦ **Mora (*Rubus ulmifolius* Schottus)**

Un estudio clínico realizado conjuntamente entre CITA e INFAR (Instituto de Investigaciones Farmacéuticas) de la Universidad de Costa Rica abordó el efecto de la ingesta de jugo de mora sobre marcadores específicos del estado de salud en voluntarios sanos, sometidos a una dieta rica en grasa y carbohidratos; se encontró que el consumo de jugo de mora durante una semana redujo significativamente la concentración de triglicéridos (-20%), así como las actividades enzimáticas superóxido dismutasa (SOD) y catalasa (CAT), lo que demuestra el efecto protector del consumo de mora contra el estrés oxidativo (Soto 2010).

Investigaciones del Dr. James Joseph, demostró que su consumo diario en modestas cantidades, frena en forma dramática discapacidades de la memoria y coordinación motriz que normalmente afectan al cuerpo con el paso del tiempo, datos arrojados por la investigación del proceso de envejecimiento, mostró que los antioxidantes encontrados en la mora pueden dar un revés a síntomas de declinamiento neuronal, cognitivo y motriz (Pollack 2005).

Otro estudio hecho por El centro Cardiovascular de la Universidad de Michigan sugirió que el consumo de mora puede ayudar a disminuir la grasa abdominal del cuerpo, ya que se mostró el potencial de la mora para reducir los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares y síndromes del metabolismo, se piensa que este efecto se debe al alto nivel de fitoquímicos (James 2005).

✦ **Uva Negra (*Vitis vinifera* L.)**

Diversos estudios sobre el resveratrol han indicado su eficacia inhibiendo el crecimiento tumoral; determinaron la eficiencia de un extracto de semilla de uva sobre células de cáncer de próstata (PCA, por sus siglas en inglés); también han evaluado el resveratrol sobre el crecimiento celular y la metástasis encontrando que reduce el volumen y peso del tumor, así como la prevención de la metástasis al pulmón en un estudio in vivo (Kimura and Okuda 2001).

En un estudio dirigido por el Instituto Nacional de Envejecimiento de Baltimore (EEUU) y publicado por la revista científica Cell Metabolism, sobre los efectos del resveratrol en animales de experimentación se ha observado que esta sustancia disminuye el dañino estrés oxidativo y consigue un envejecimiento saludable similar al producido por la restricción calórica en la dieta (BBC Salud 2012).

✦ **Berenjena (*Solanum melongena* L.)**

La fibra de la berenjena contribuye en purificar el organismo, bajar los niveles de azúcar en sangre algo muy interesante para quienes padecen diabetes tipo II, La American Diabetes Association recomienda una dieta basada en berenjena como una opción para el manejo de la diabetes tipo 2.; además contienen una gran cantidad ácido clorogénico, un compuesto fenólico antioxidante que protege del stress y las infecciones (Eco agricultor 2012).

✦ **Col Lombarda o Repollo Morado (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.)**

El mecanismo de acción preventivo frente al cáncer, se basa en la capacidad que tienen los isotiocianatos e indoles (productos de la hidrólisis de glucosilatos) de inhibir el desarrollo de tumores, cuando las crucíferas son maceradas, cortadas o masticadas, se suelta una enzima (mirocina) que activa conjugados tioglucósidos, para generar los isotiocianatos, los cuales, inactivan a posibles carcinógenos y se eliminan rápidamente. Existen numerosos estudios de laboratorio, tanto en células de cáncer de mama cultivadas en animales, en especial roedores, que confirman que esta sustancia, previene la aparición de cáncer de mama y su desarrollo, al prevenir la formación de oncogenes (gen

anormal) y promover la apoptosis (suicidio) de estas células e incluso algunos estudios, señalan, que evitan o retrasan las metástasis de pulmón (Moreu 2011).

♦ **Remolacha (*Beta vulgaris* L.)**

Según un estudio de la Universidad de Exeter en Reino Unido que se publica en la revista "Journal of Applied Physiology", el estudio muestra por primera vez cómo el nitrato que contiene el zumo de remolacha conduce a una disminución en la captación del oxígeno, hasta un punto que no consiguen otros métodos, sospechan que podría ser el resultado de que el nitrato se convirtiera en óxido nítrico en el organismo, reduciendo el coste de oxígeno que produce que el ejercicio sea menos agotador. Los investigadores creen que los descubrimientos podrían tener un gran interés para los deportes de resistencia, debido a que realizaron su estudio con ocho hombres de entre 19 y 38 años de edad a los que se administró 500 ml por día de zumo de remolacha orgánico durante seis días consecutivos antes de completar una serie de pruebas con ejercicios de bicicleta. En otra ocasión, se proporcionó a los participantes un placebo de licor de grosellas negras durante seis días consecutivos antes de completar los mismos ejercicios; después de tomar el zumo de remolacha el grupo fue capaz de pedalear en una bicicleta una media de 11,25 minutos, unos 92 segundos más que cuando recibían el placebo, esto se traslada a aproximadamente una reducción del 2 por ciento en el tiempo en que se recorre una distancia determinada y también se observó que el grupo que había consumido el zumo de remolacha también tenía una presión sanguínea más baja en estado de descanso (Jones 2009).

La investigadora Amrita Ahluwalia explicó que "la investigación sugiere que beber jugo de remolacha o consumir vegetales ricos en nitrato, puede ser una manera simple para mantener en forma el sistema cardiovascular, y podría ser un remedio alternativo para tratar el aumento de casos de hipertensión" (Medical press 2012).

♦ **Rabanito (*Raphanus sativus* L.)**

En un estudio fue demostrada su eficacia como antioxidante, el rábano contiene una variedad de productos químicos sobre la base de azufre, que aumentan el flujo de la bilis, lo que ayuda a mantener la vesícula biliar y el hígado sano

mejorando así la digestión. El potencial preventivo de los rábanos se debe en parte a su contenido en glucosinolatos, y un estudio en Italia demostró que los japoneses encontraron en la variedad de rábano daikon que había actividad anti-cáncer en el colon humano (Pamplona 2003).

♦ **Cebolla (*Allium cepa* L.)**

Esta hortaliza es uno de los más poderosos cardioprotectores que existen en la naturaleza siempre que se ingiera de forma habitual, la razón es la presencia de la allina, la que otorga propiedades antitrombóticas al fluidificar la sangre y prevenir la arteriosclerosis y la hipertensión, por otro lado, la cebolla ayuda a reducir los niveles de colesterol "malo", eleva los valores del "bueno", mantiene la elasticidad de las arterias y limpia la grasa de sus paredes evitando que se endurezcan y produzcan crisis cardiacas e, incluso infartos. Según un estudio de la universidad de Pennsylvania (Estados Unidos) comer una cebolla mediana al día reduce el riesgo cardiovascular y el colesterol en un 15%, y otro tanto ocurre con los triglicéridos cuya acumulación también compromete el adecuado funcionamiento de este sistema (Capó 2004).

Abraxas (2000) manifiesta que el consumo habitual de cebolla fresca reduce las tasas de azúcar en la sangre a la vez que estimula la segregación del jugo pancreático, es decir, que ayuda a eliminar los tóxicos de los azúcares y a asimilar mejor sus virtudes, algunas de las fructosas utilizadas en los alimentos tolerados por los diabéticos provienen de cebollas dulces, más en concreto la glucoquinina que contiene y a la vez que se conoce como la insulina vegetal ayuda a reducir el exceso de azúcar en sangre por lo que su consumo no solo previene la diabetes sino que es un excelente alimento para quienes ya padecen esta enfermedad, y no es la única forma en la que la cebolla ayuda a los diabéticos; también evita la formación de fermentos en el estómago, la orina y la sangre reduciendo los mareos que suelen sufrir de forma habitual.

#### ♦ **Maíz Morado (*Zea mays* L.)**

Existen estudios científicos en Japón (*Doshisha de Kioto*) y artículos publicados en revistas como *Biochemical and Biophysical Research Communications*, que demuestran que los fitoquímicos del maíz morado causan efectos sobre la obesidad y la diabetes; el estudio está basado en 2 grupos a los que se les administró una dieta rica en grasa, a uno de los grupos se le administraron los pigmentos morados del maíz; el grupo que ingirió pigmento no ganó peso, no presentó hipertrofia de los adipositos (crecimiento de las células grasas), no presentó hiperglucemia (niveles elevados de glucosa en sangre), ni hiperinsulinemia (mucho insulina en sangre, típico en cuadros prediabéticos o hiperleptinemia (niveles altos de leptina, que sirve como marcador de diabetes). Al parecer, el extracto de maíz morado incrementa la actividad de un gen que regula la función de las células grasas (Arroyo *et al.*2007).

Resultados de las investigaciones de Nagoya se presentó en el periódico japonés *Mainichi Shimbun*, en pruebas de laboratorio, un 5% de pigmento de maíz morado mezclado junto con una sustancia cancerígena natural que se encuentra en las partes quemadas de la carne asada y pescado se procedió a dar como alimento a 20 ratas; el resultado fue que de las 20 ratas a las que se les dio la sustancia cancerígena, 17 (85%) desarrollaron cáncer de colon y sólo 8 ratas (40%) que tuvo el pigmento del maíz morado no desarrollaron cáncer de colon. Según la Agencia de Investigación en Cáncer de Japón, la capacidad de las sustancias cancerígenas contenidas en las zonas quemadas de los alimentos sería suficiente para causar cáncer en las personas; pero las investigaciones establecieron que los compuestos del maíz morado no son ni vitaminas, ni minerales y los han denominado fitonutrientes, sustancias químicas presentes en las plantas, responsables de darles color, sabor, protegerlas de los rayos ultravioletas, ayudarlas a combatir las infecciones bacterianas, virales o micóticas y permitirles superar las inclemencias y presiones de su entorno (Catañeda *et al.* 2005).

♦ **Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)**

Respecto a la fibra supone el 6% del peso total del grano y es la que hace que la ingesta de quinoa favorezca el tránsito intestinal, regule los niveles de colesterol, estimule el desarrollo de flora bacteriana beneficiosa y ayude a prevenir el cáncer de colon. El equipo de investigadores del King's College Londres ha descubierto que la quinoa ayuda a que los celíacos puedan regenerar la tolerancia al gluten (Barrera 2004).

La quinoa es una especie considerada como un pseudocereal con proteínas de alto valor biológico, hidratos de carbono de bajo índice glucémico, fitoesteroles y ácidos omega 3 y 6, se evaluó los efectos de la quinoa en parámetros de factores de riesgo para enfermedades cardiovascular en humanos; veintidós estudiantes de 18 a 45 años fueron tratados diariamente durante 30 días, con quinoa bajo la forma de barra de cereal, se tomaron muestras de sangre antes y después de los 30 días del tratamiento para determinar el perfil glucémico y bioquímico del grupo, los resultados mostraron efectos positivos de la utilización de la quinoa ya que se observó reducción significativa en el colesterol total, triglicéridos (Vásquez 2012).

## CONCLUSIONES

1. El estrés oxidativo ocurre en los organismos por mala nutrición, enfermedad u otras causas, pierden el equilibrio entre radicales libres y antioxidantes. Es en esta situación en la que se manifiestan las lesiones que producen los radicales desencadenándose así un daño irreversible en nuestro organismo.
2. Los alimentos que presentan pigmentos antociánicos son interesantes por su impacto sobre las características sensoriales de los alimentos y por su implicación en la salud humana, ya que se ha comprobado sus efectos farmacológicos y terapéuticos.
3. Los antioxidantes y fitoquímicos estudiados son capaces de estabilizar o desactivar los radicales libres y convertirlos en moléculas de oxígeno.
4. De las investigaciones que se han realizado se puede confirmar que el consumo de arándano indica, una marcada mejoría en la curva de adaptación de la retina, también combaten y destruyen la bacteria *Helicobacter pylori* y reducen el colesterol. Los componentes de la ciruela tienen un efectivo control sobre las bacterias que existen en la boca lo que puede evitar la formación de bioplaca no sólo en los dientes, sino en las prótesis dentales
5. De los estudios realizados se observó que los higos son ricos en lignanos, que reducen los trastornos del intestino; también investigaciones demuestran el efecto antihipertensivo del jugo de maracuyá y la reducción significativa de los triglicéridos al consumir la mora.
6. El consumo diario de uva en modestas cantidades, frena en forma dramática discapacidades de la memoria y coordinación motriz, y se confirmó que el consumo de col lombarda, previene la aparición de cáncer de mama y su desarrollo, al prevenir la formación de oncogenes.
7. Estudios demuestran que el consumo de jugo de remolacha produce que el ejercicio sea menos agotador; y reduce los niveles de presión arterial; también se confirmó que el consumo de maíz morado reduce la obesidad y la diabetes así también como el consumir la quinua.

## BIBLIOGRAFIA

Aliza, M. 2010. El poder de la remolacha o betabel (en línea). Consultado el 14 abr. 2013. Disponible en <http://www.vidaysalud.com/daily/dieta-y-nutricion/el-poder-de-la-remolacha-o-betabel/>

Andari, V. 2007. La Importancia de los antioxidantes en la salud cardiovascular (en línea). Consultado 23 abr. 2013. Disponible en <http://www.nuestrosninios.com/PDFs/057-antioxidantes.pdf>

Arroyo, J y Ráez, E. 2007. Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (*Zea mays* L). Revista de Salud Pública. 24 (1)57-62.

Asozumos. 2012. Consumo de jugos de frutos rojos previene la aparición de enfermedades cardiovasculares (en línea). Asociación de Empresas de Chile. Consultado 7 mar. 2013. Disponible en <http://www.chilealimentos.com/2013/index.php/es/noticias/alimentos-procesados/jugos,-bebidas,-vinos-y-licores/13278>

Béliveau, R; Gingras, D. 2010. Los alimentos contra el cáncer (en línea). Barcelona. Ediciones RBA Libros. Consultado 02 abr. 2013. Disponible en <http://fiabilidaddealimentosycancer.blogspot.com/2012/04/cancer-y-cruciferas-col-coliflor.html>

BBC Mundo Salud. 2012. Descubren Como el vino tinto alarga la vida (en línea). Consultado 07 abr. 2013. Disponible en [http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/05/120502\\_resveratrol\\_vino\\_tinto\\_longevidad\\_men.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/05/120502_resveratrol_vino_tinto_longevidad_men.shtml)

Bianchini, F; Vainio, H. 2001. Allium vegetales and organosulfur compounds: do they help prevent cancer. EnvironHealthPerspect, 109, 893 – 902.

Buelga, C.E. 2000. Unidad de Nutrición y Bromatología: Sustancias fitoquímicas, Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca (en línea). Salamanca. Consultado 22 abr. 2012. Disponible en [http://www.fruitveg.com/sp/articulos/art\\_fitoquimicos.php3](http://www.fruitveg.com/sp/articulos/art_fitoquimicos.php3)

Cámara, M; Valle, C; Mollá, A. 2003. Consumo de frutas y hortalizas: Hábitos, tendencias y recomendaciones. II Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (en línea), Orihuela, Alicante. Consultado 02 abr. 2013 Disponible en

<http://www.fundacionsaborysalud.com/web/portal/images/documentacion/Propiedades%20de%20la%20Uva.pdf>

Castañeda, B; Ibañez, L; Manrique, R. 2000. Estudio Fitoquímico Farmacológico del maíz morado: importancia en la salud (en línea). Consultado 12 abr. 2013. Disponible en [http://www.fcctp.usmp.edu.pe/cultura/imagenes/pdf/19\\_05.pdf](http://www.fcctp.usmp.edu.pe/cultura/imagenes/pdf/19_05.pdf)

Céspedes, M; Ela, M.1996. Enzimas que participan como barreras fisiológicas para eliminar radicales libres: antioxidantes. Revista Cubana InvBiomed; 15(2):75-8.

Challem, J; Block, M. 2008. Antioxidantes Naturales: Antioxidantes y Fitoquímicos. Trad. Rueda Ceppi, C. 1 ed. Ediciones Nowtilus, S.R.L – Madrid, 173 p.

Chávez, G; Montiel, G. 2000. Capacidad antioxidante de pimientos morrones, Universidad Nacional del Nordeste (en línea), Corrientes Argentina. Consultado 12 abr. 2013. Disponible en <http://memorias.utpl.edu.ec/sites/default/files/documentacion/intingali2008/papers/utpl-congreso-ingenieria-alimentos-2008>

Dietetica Express Social Network. 2011. Maíz Morado: protección antioxidantes (en línea). Consultado 05 abr. 2013. Disponible en <http://www.clubsaludnatural.com/profiles/blogs/maiz-morado>

Discovery salud. 2007. La cebolla un alimento realmente curativo (en línea). Consultado 14 de abr. 2013. Disponible en <http://www.dsalud.com/index.php?pagina=articulo&c=384>

García, A. 2011. Antioxidantes del rabanito (en línea). Consultado el 16 abr. 2013. Disponible en: <http://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=NsoGCRLpdrsC&oi=fnd&pg=PA9&dq=antioxidantes+del+rabanito&ots>

García, B.J. 2007. Especies deliciosas exóticas: fitoquímicos. 1 ed., Editorial Intermonoxfam - España. 172 p.

Gutiérrez, A; Ledesma, L; Grajales, O. 2007. Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas - México. Rev. Cubana Salud Pública; 33:1- 15.

Gutiérrez, J. 2002. VINO, polifenoles y protección a la salud. Revista Cubana AlimentNutr 16, (2): 134-41.

Halliwell, B.2002. Antioxidantes. Conocimientos Actuales Sobre Nutrición. 7 ed. México: Instituto Internacional de Ciencias de la Vida, 731p.

HSN blog. 2012. Alimentos para aumentar masa muscular: quinua (en línea). México. Consultado 12 abr. 2013. Disponible en <http://blog.hsnstore.com/alimentos-para-aumentar-masa-muscular/>

INIA. 2007. Importancia de los fitoquímicos en la alimentación: funciones y clases (en línea). Consultado 22 abr. 2013. Disponible en [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/inia\\_divulga/numero%207/bonafine\\_o.pdf](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/numero%207/bonafine_o.pdf)

Jan, P; Nedyalka, Y; Michael, G. 2005. Antioxidantes de los alimentos. 2 ed. Editorial Acibia, Zaragoza (España). 140p.

Joseph, J. 2010. La Mora: Salud Cognitiva (en línea). Consultado 15 abr. 2013. Disponible en <http://www.kyaniscience.com/usa/es/components/blueberries>

Juárez, JM. 2007. La ciruela pasa: efectiva para combatir bacterias que causan gingivitis y caries. Facultad de Química- Universidad Autónoma de México (en línea). Consultado 4 de Mar. 2013. Disponible en [http://www.quimica.unam.mx/cont\\_espe2.php?id\\_rubrique=10&color=&id\\_article=1747](http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=10&color=&id_article=1747)

Laguna et al. 2009. Bioquímica de Laguna. 6 ed. Editorial El manual moderno S.A. (México), pág. 189

Lock, O. 1994. Investigación fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales. 2 ed. Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. 114-115p.

Madrid, VA; Madrid, CJ. 2000. Los aditivos en los alimentos. 1 ed. Editorial Mundi, Madrid – España. 35p.

Martínez, I; Periago, M. 2000. Significado Nutricional de los Compuestos Fenólicos de la Dieta. Archivos Lat. Nutr. 50:5-15.

Monroy, R; Matías, E. 2005. ¿Es bacteriostático el jugo de arándano? , Rev. invests. Clín, vol.57, p.442-446 (En línea). Guanajuato. Consultado 26 abr. 2013.

Disponible en

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0034-837620050003000008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0034-837620050003000008&script=sci_arttext)

Morales, A. 2011. Frutoterapia: la fruta el oro de mil colores. 1 ed. Editorial EDAF S.L.U. Madrid (España), 314p.

Moreiras, O; Carbajal, A; Cabrera, L; Cuadrado, C. 1984. Tablas de Composición de Alimentos: frutas, verduras y bebidas. 8 ed. Ediciones Pirámide - Madrid. Pág. 42 – 76.

Niwa T, et al. 2001. Antioxidative Properties of Phenolic Antioxidants of Phenolic Antioxidants Isolated from Cort Steep Liquor. J. Agric. Food Chem; 49:177- 182

Paško, P; Sajewicz, M; Gorinstein, S; Zachwieja, Z. 2008. Analysis of Selected Phenolic Acids and Flavonoids in *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* Seeds and Sprouts by HPLC. Acta Chromatographica, 20:661–672.

Carrasco, R; Hoyos, N. 2001. Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol: 43 (2), 168-175

Rivas, JC; García, M. 2002. Nutrición Y Bromatología: Flavonoides en alimentos vegetales estructura y actividad antioxidante. 9 ed. Facultad de Farmacia Universidad de Salamanca. 60 p.

Rojas Armas, JP. 2009. Estudio preclínico y clínico de la seguridad y actividad Antihipertensiva de *Passiflora edulis Sims* (maracuyá): investigaciones. Grado académico de Doctor en Farmacia y Bioquímica. Lima - Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 67 p.

Rojas, J; Ronceros, S; Palomino, R. 2006. Efecto antihipertensivo y dosis letal del jugo del fruto y del extracto etanólico de las hojas de *Passiflora edulis* (maracuyá), en ratas (en línea). Consultado 25 Abr. 2013, p.206-213. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025)

Soto, M. 2010. Evaluación del efecto de tratamientos físicos acoplados a un tratamiento enzimático sobre las propiedades fisico-químicas y el contenido de compuestos antioxidantes de jugo de mora. Proyecto final de graduación de Licenciatura. Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos - Universidad de Costa Rica. 60p.

Velásquez, G.2006. Fundamentos de alimentación saludable: otras sustancias de los alimentos. Primera edición. Editorial Universal de Antioquia, 271 p.

Venereo, G. 2002. Daño oxidativo: radicales libres y antioxidantes, *Revista Cubana Medico Militar*. 31(2), 126- 133.