



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

TESINA:

ANTIOXIDANTES DE LA FRAMBUESA *Rubus ideaus*

QUE PRESENTA:

**P.Q.F.B. Jesús Armando Bucio Herrejón**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**QUÍMICO FARMACOBIOLOGO**

ASESOR :

**D.C. RAFAEL ORTIZ ALVARADO**

**MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO 2016**

## CONTENIDO:

	Pág.
1. Dedicatoria.....	3
2. Agradecimientos.....	3
3. Símbolos y abreviaturas.....	5
4. Resumen.....	7
4.1 Abstract.....	9
5. Objetivo general.....	11
5.1. Objetivo específico.....	11
6. Justificación del proyecto.....	11
7. Marco Teórico.....	14
7.1 Producción <i>Rubus idaeus</i> en México.....	14
7.2 Contexto económico-social de la agroindustria en México.....	17
7.3 Descripción del género <i>Rubus idaeus</i> .....	18
7.4 Análisis y aseguramiento de la calidad de los alimentos.....	23
7.5 Análisis y aseguramiento de la calidad del fruto <i>Rubus spp</i> en la cadena de producción.....	24
7.6 Pruebas fisicoquímicas para la caracterización de moléculas, Antioxidantes.....	25
7.7 Compuesto fitoquímicos en <i>Rubus spp</i> .....	26
7.8 Moléculas de antioxidantes.....	27
7.9 Alimentos funcionales.....	33
7.10 Especies reactivas de oxígeno y radicales libres.....	34
7.11 Actuación de los alimentos funcionales o nutraceuticos en la inmunidad, radicales libres e infecciones.....	36
7.12 Contenido de ácidos grasos en <i>Rubus idaeus</i> .....	44
8. Conclusión.....	51
9. Comentarios finales.....	52
10. Referencias bibliográficas.....	54
11. Consultas de internet.....	59
12. Glosario.....	60

## **1) Dedicatoria**

Este trabajo de tesina se lo dedico a mi familia, pero sobre todo a mis padres que han sido un pilar durante mis estudios de la carrera. A mi padre por tanto sacrificio y esfuerzo por darme la mejor educación para mi y darnos una buena vida en Morelia, y por ser mi maestro de vida

A mi asesor el Dr. Rafael Ortíz por las enseñanzas, consejos y paciencia, con el aprendí mucho, sin el yo no estaría aquí en este momento, y a mis compañeros del laboratorio de neurobiología que me acompañaron 5 años en este arduo camino, consejos dados.

A mis sinodales por sus conocimientos compartidos para la realización de esta tesina, mis sinodales.

Dr. Rubén Chávez Rivera

M.C. Lucía Santibáñez Mondragón

M.C. Luis Rafael Zambrano

MTE. Lucía Matilde Nava Barrio

M.C. Álvaro Barrón Rodríguez

Muchas gracias por su tiempo, esto también va para ustedes.

## **2) Agradecimientos**

Agradezco al laboratorio de Neurobiología de la facultad de Químico Farmacobiología por la oportunidad de haber trabajado y haber aprendido mucho a cargo del Dr. Rafael Ortíz Alvarado. Y agradezco a mis compañeros del laboratorio, a Alejandro y José, por los consejos y apoyos dados durante la realización de esta tesina.

<b>Índice de tablas</b>	<b>Pag.</b>
Tabla No.1, Producción de frambuesa frutillos rojos, al año en Michoacán y sus diferentes regiones.....	15
Tabla No. 2, Principales países productores y exportadores de frambuesa, moras y zarzamoras a nivel mundial en el 2011.....	16
Tabla No.3, Ejemplos de ácidos grasos saturados e insaturados.....	45
Tabla No.4, Perfil de ácidos grasos de la semilla de frambuesa ( <i>Rubus idaeus</i> )	46

<b>Índice de figuras</b>	<b>Pag.</b>
Figura No.1. <i>Rubus idaeus</i> , estado de maduración.....	20
Figura No.2. Variedades comerciales de <i>Rubus idaeus</i> cultivadas en continente americano.....	21
Figura No.3. Molécula de riboflavina, proyección en 3D.....	28
Figura No.4. Vitamina B1 (tiamina).....	29
Figura No.5. Vitamina A, retinol.....	30
Figura No.6. Vitamina B3, ácido nicotínico.....	31
Figura No.7. Ácido málico.....	32
Figura No.8. Fotosíntesis y especies reactivas de oxígeno.....	36
Figura No.9. Antocianina.....	40
Figura No.10. Taninos.....	41
Figura No.11. Ácido ascórbico.....	42
Figura No. 12. Ácido gálico.....	43
Figura No. 13. Ácido linolénico, proyección 3D.....	48

Figura No. 14. Ácido linoléico, proyección 3D.....	49
Figura No. 15. Cis Oleico, proyección 3D.....	50

### **3) Símbolos y abreviaturas**

°Bx: Grados brix

°C: Grados centígrados

CCI: Centro de comercio internacional

CODEX: Código alimentario

FAO: Organización de las Naciones Unidas para La Alimentación y La Agricultura (*Food and Agriculture Organization*)

Ha: Hectárea

OMC: Organización Mundial del Comercio

OMS: Organización Mundial de la Salud

SAGARPA: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Ton: Toneladas

UNCTAD: Conferencia de las naciones unidas sobre comercio y desarrollo

PMR'S: Peso máximo remolcable Kgf sin freno

MX: México

US/EUA: Estados Unidos

ES: España

PL: Polonia

RS: Rusia

GT: Guatemala

AT: Austria

CO: Colombia

NO: Noruega

pH: Índice de acidez

PMR's: Peso máximo remolcable Kgf, esto hace referencia a lo que se transporta anualmente en cada municipio.

AG: Ácido gálico

AF: Alimento funcional

ATP: Adenosina trifosfato

#### **4) Resumen**

El propósito del presente estudio fue la caracterización de las propiedades antioxidantes del extracto oleoso del frutillo rojo, como la frambuesa, con la finalidad de establecer sus propiedades como materias primas para la elaboración de alimentos funcionales con alta capacidad antioxidante.

El metabolismo aeróbico normal de las células, los contaminantes ambientales, las radiaciones, los pesticidas, las aguas contaminadas o el consumo de algunos medicamentos provocan la formación de especies reactivas del oxígeno y radicales libres (Luh, 1998). Un incremento de estas especies en el organismo conduce a un estado de estrés oxidativo en el que se producen lesiones bioquímicas y fisiológicas que pueden perjudicar el metabolismo del individuo, causando daño oxidativo a lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, y llevando eventualmente a la muerte celular (Rice-Evans y Miller, 1996; Satué-Gracia et al. 1997; Heinonen et al. 1998b). El daño oxidativo ha sido implicado en los procesos de envejecimiento (Bunker, 1992) y en la patogénesis de numerosas enfermedades degenerativas, tales como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer o las cataratas (Halliwell, 1991; Stohs, 1995).

El cuerpo humano posee diferentes mecanismos de defensa frente a las agresiones oxidativas. Una línea importante de defensa son los sistemas enzimáticos, que incluyen la enzima, la glutatión peroxidasa, superóxido dismutasa y catalasa, a los que se añade una serie de antioxidantes plasmáticos como el glutatión, ácido úrico, albúmina, bilirrubina y ubiquinol. Otros antioxidantes presentes en el organismo, como son las vitaminas E y C, los carotenoides y los compuestos fenólicos, son aportados en la dieta por lo que sus concentraciones en el cuerpo humano estarán relacionadas con el consumo de frutas y verduras (Shahidi y Nazck, 1995). Diversos estudios epidemiológicos han mostrado que dietas ricas en alimentos vegetales reducen de forma significativa las tasas de mortalidad por enfermedades degenerativas relacionadas con el estrés oxidativo (Ames et al., 1993; Hertog et al., 1997a, b). Este efecto protector se ha atribuido al hecho de que estos alimentos proporcionan al organismo una mezcla óptima de componentes bioactivos, como los compuestos fenólicos y otros antioxidantes naturales (Steinmetz y Potter, 1991a, b; Ames et al., 1993; Cao et al., 1997).

Las frutas rojas y bayas como las fresas, arándanos, frambuesas y zarzamoras son consumidos a nivel mundial en fresco y en forma de productos procesados, tales como zumos, confituras, frutas desecadas, helados, etc. (Amakura et al., 2000). Estas frutas constituyen una de las principales fuentes de compuestos fenólicos en nuestra dieta, aportando especialmente ácidos benzoicos y cinámicos, antocianinas, flavonoles, catequinas y taninos (Macheix et al., 1990), compuestos que permanecen presentes también en los productos elaborados a partir de la misma.

La importancia de las propiedades antioxidantes de los alimentos en el mantenimiento de la salud y en la protección frente a enfermedades degenerativas ha despertado el interés de los científicos, fabricantes y consumidores. Por este motivo, uno de los objetivos actuales de la industria alimentaria es la elaboración de alimentos funcionales con efectos específicos sobre la salud del consumidor (Velioglu et al., 1998; Kähkönen et al., 1999; Robards et al., 1999).

Palabras claves: Antioxidantes, antocianinas, flavonoides, vitaminas, nutracéuticos, frutillos rojos: fresas, arándanos, frambuesa y zarzamora.



#### **4.1) Abstract.**

The purpose of this study was to evaluate the antioxidant to characterize of oily extract of red berries such as raspberries, in order to establish his skills as a raw material for the production of functional foods with high antioxidant capacity.

Normal aerobic metabolism of cells, environmental pollutants, radiation, pesticides, contaminated water or eating some medications cause the formation of reactive oxygen species and free radicals (Luh, 1998). An increase of these species in the body leads to a state of oxidative stress in which biochemical and physiological damage that can impair an individual's metabolism, causing oxidative damage to lipids, proteins and nucleic acids are produced, and eventually leading to cell death (Rice-Evans and Miller, 1996; Satue-Gracia et al 1997;. Heinonen et al 1998b.). Oxidative damage has been implicated in aging processes (Bunker, 1992) and in the pathogenesis of many degenerative diseases, such as cardiovascular disease, cancer or cataracts (Halliwell, 1991; Stohs, 1995) diseases.

The human body has various defense mechanisms against oxidative assault. A major line of defense are enzyme systems, including glutathione peroxidase, superoxide dismutase and catalase, which a number of plasma antioxidants such as glutathione, uric acid, albumin, bilirubin and ubiquinol is added. Other antioxidants in the body, such as vitamins E and C, carotenoids and phenolic compounds are supplied in the diet so that their concentrations in the human body will be related to the consumption of fruits and vegetables (Shahidi and Nazck, 1995). Several epidemiological studies have shown that diets rich in plant foods significantly reduce mortality rates by degenerative diseases associated with oxidative stress (Ames et al., 1993; Hertog et al, 1997a, b.). This protective effect has been attributed to the fact that these foods provide the body with an optimal mix of bioactive components, such as phenolic compounds and other natural antioxidants (Steinmetz and Potter, 1991a, b; Ames et al., 1993; Cao et al. , 1997).

Red fruits and berries such as strawberries, blueberries, raspberries and blackberries are consumed worldwide in fresh and in the form of processed products, such as juices, jams, dried fruit, ice cream, etc. (Amakura et al., 2000). These fruits are a major source of

phenolic compounds in our diet, especially cinnamic and benzoic acids, anthocyanins, flavonols, catechins and tannins (Macheix et al., 1990), also compounds remaining in products made from the same.

The importance of the antioxidant properties of food in maintaining health and protection against degenerative diseases has sparked the interest of scientists, producers and consumers. For this reason, one of the current objectives of the food industry is the development of functional foods with specific effects on consumer health (Velioglu et al., 1998; Kähkönen et al., 1999; Robards et al., 1999).

Keywords: antioxidants, anthocyanins, flavonoids, vitamins, nutraceuticals, red berries: strawberries, blueberries, raspberries and blackberries.

## **5) Objetivo general**

Documentar y estudiar la capacidad antioxidante de diferentes compuestos fenólicos encontradas en el fruto, principalmente en las semillas de la familia *Rubus idaeus*.

### **5.1) Objetivo específico**

Obtener datos que permitan caracterizar el rendimiento y el tipo de ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18 y compuestos fenólicos, obtenidos del fruto de la especie *Rubus idaeus*., con importante actividad antioxidante.

Caracterizar las funciones biológicas del extracto oleoso en combinación con la fibra del fruto *Rubus idaeus*.

## **6) Justificación**

Las frutas brindan una excelente alternativa para ser utilizadas como alimentos nutraceuticos consumidas por poseer grandes cantidades de antioxidantes (antocianinas y flavonoides) dentro de su composición. Por lo tanto, brindan una oportunidad de explotar los frutos disponibles en el país principalmente en el estado de Michoacán de Ocampo y sus diferentes regiones, obteniendo materias primas naturales para ser utilizadas en el consumo de una dieta diaria. Las exportaciones de frutillas mexicanas representan una ventaja competitiva para el país, debido a la producción escasa en el periodo octubre-enero, ya que se alcanzan los precios máximos a nivel mundial debido a la escasa oferta (SAGARPA 2009).Previo al estudio se realizó una selección de frutos rojos, para ello se tomaron en cuenta algunos de los siguientes criterios: época de cosecha, costo, disponibilidad de adquisición y capacidad antioxidante reportada.

El objetivo de esta investigación fue la evaluación y estudio de las frutillas rojas centrándose específicamente en la frambuesa (*Rubus idaeus*), analizando y estudiando los antioxidantes naturales propios de la fruta como alternativa a los antioxidantes sintéticos. Los antioxidantes en los sistemas biológicos y tejidos vivos son fundamentales para prevenir y/o frenar el daño oxidativo de las biomoléculas. Evidencias experimentales sugieren que los antioxidantes reducen el riesgo de las

enfermedades crónicas incluyendo el cáncer e infartos. La fuente primaria de antioxidantes vegetales son los granos, las frutas y los vegetales (Chávez, 2011).

Por todo lo anterior el propósito de esta investigación fue evaluar el potencial antioxidante de cultivos de frambuesas (*Rubus idaeus*) de la zona tarasca de México y sus propiedades, para el desarrollo, explotación y aprovechamiento de las frutillas rojas producidas en el país para su conocimiento mundial, contenido en un solo documento ya que hasta la fecha no se cuenta con ningún manual que concentre toda la información sobre antioxidantes de la zarzamora (*Rubus idaeus*).

Frutos rojos: Frambuesa (*Rubus idaeus*): Antioxidantes.

<b>Antioxidante</b>	<b>Composición química</b>	<b>Función biológica y propiedades de interés</b>
Antocianinas	Están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace $\beta$ -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ion flavilio, también llamado 2-fenil - benzopirilio, que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio y un anillo fenólico, el flavilio normalmente funciona como un catión.	Las antocianinas son de interés particular para la industria de colorantes alimenticios debido a su capacidad para impartir colores atractivos Diversos estudios presenta evidencia científica que los extractos ricos en antocianinas pueden mejorar la agudeza visual, mostrar actividad antioxidante, atrapar radicales y actuar como agentes quimioprotectores.
Flavonoides	Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante.	Sus propiedades anti-radicales libres se dirigen fundamentalmente hacia los radicales hidroxilo y superóxido, especies altamente reactivas implicadas en el inicio de la cadena de peroxidación lipídica y se ha descrito su capacidad de modificar la síntesis de eicosanoides (con respuestas antiprostanoide y anti-inflamatoria), de prevenir la agregación plaquetaria (efectos

		<p>antitrombóticos) y de proteger a las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación (prevención de la placa de ateroma).</p>
<p>Vitamina C</p>		<p>La vitamina C es el hidrosoluble y no-enzimático antioxidante primario en el plasma y tejidos. Incluso en pequeñas cantidades la vitamina C puede proteger moléculas indispensables en el cuerpo, como proteínas, lípidos (grasas), carbohidratos, y ácidos nucleicos (ADN y ARN), de daños por radicales libres y especies reactivas de oxígeno (ERO) que son generados durante el metabolismo normal, activando células, y a través de la exposición de toxinas y contaminantes (p. ej., ciertas drogas de la quimioterapia y el humo de cigarrillos). La vitamina C también participa en el reciclado de la reacción redox de otros antioxidantes importantes, por ejemplo, la vitamina C es conocida por regenerar vitamina E de su forma oxidada (3, 4).</p>

## 7) Marco teórico

### 7.1) Producción *Rubus idaeus* en México.

El territorio nacional Mexicano ofrece una gran diversidad biológica, esto debido a múltiples factores entre los que destaca la multidiversidad orográfica que condiciona los climas en México, lo que ha permitido el desarrollo de especies nativas como ha sido el caso de productos como el cacao (*Theobroma cacao*), jitomate o tomate (*Solanum lycopersicum*), los cuales son referentes como productos alimenticios y como germoplasma a nivel mundial, pero esta multiversidad de factores ambientales ha favorecido la introducción de otras especies que no son oriundas del actual territorio nacional, en donde se pueden mencionar los casos de la especie del café (*Coffea arábica* y *Coffea robusta*) o de la conocida caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Estos ejemplos nativos y externos de germoplasmas y sus éxitos comerciales nos hablan de que México es una potencia en términos agroalimentarios. La actual organización política y económica de México ha condicionado el desarrollo de regiones del país con diferentes vocaciones agroalimentarias, a lo largo de la historia de México como nación, de esta forma territorios como el del estado de Michoacán poseen un vocación agrícola inclinada hacia la producción de frutos lo cual ha sido manifiesto en productos como los mencionados anteriormente (aguacate región Uruapan, guayaba región Zitácuaro, por mencionar las más relevantes) regiones que presentan un clima de transición climática. Existen otras regiones como los Municipios de la región de los Reyes, Peribán, Tangáncicuaro y Tócumbo, los cuales han tenido una vocación agrícola hacia los sectores de la caña de azúcar, pero desde finales del siglo XX y en los comienzos del presente siglo XXI los productores locales de estos últimos municipios mencionados han cambiado sus sistemas producto por la introducción, con éxito comercial, de variedades de arándanos, frambuesas y zarzamoras. Sumándose en los últimos 15 años, regiones y Municipios (por orden importancia en producción) Ziracuaretiro, Tacámbaro y Ario de Rosales (Observar tabla 1).

Tabla No 1: Producción de frambuesa al año en Michoacán y sus diferentes regiones.

MUNICIPIO	SUP. SEMBRADA (Ha)	SUP. COSECHADA (Ha)	PRODUCCION (TON)	RENDIMIENTO (TON/Ha)	PMR (S/TON)	VALOR DE PRODUCCION (MILES DE PESOS)
ARIO	1,292,00	1,292,00	11,628,00	9,00	15,683,05	182,362,51
CHILCHOTA	7,00	7,00	126,00	18,00	41,557,11	5,236,20
CONTEPEC	16,00	16,00	136,00	8,50	16,708,90	1,456,41
EPITACIO HUERTA	4,75	4,75	40,85	8,60	10,255,33	418,93
JACONA	56,00	56,00	728,00	13,60	38,448,62	27,990,60
JIQUILPAN	36,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS REYES	5,020,00	5,020,00	50,600,00	10,08	39,130,10	1,979,983,25
MARAVATIO	14,50	14,50	203,00	14,00	9,339,54	1,895,93
MARCOS CASTELLANOS	4,00	4,00	32,00	8,00	25,850,00	827,20
NUEVO URECHO	4,50	4,50	13,05	2,90	12,191,57	159,10
PERIBAN	2,141,50	2,121,50	23,294,00	10,98	41,269,71	961,336,53
SALVADOR ESCALANTE	974,00	974,00	9,740,00	10,00	15,314,27	149,161,02
TACAMBARO	608,00	608,00	7,296,00	12,00	24,228,62	176,772,01
TANGANCICUAR O	184,75	184,75	3,695,00	20,00	44,009,71	162,615,88
TARETAN	71,00	71,00	937,20	13,20	14,392,23	13,488,40
TLAZAZALCA	12,00	12,00	240,00	20,00	40,544,80	9,730,75
TOCUMBO	380,00	380,00	5,400,00	15,00	36,168,65	195,310,71
TUXPAN	18,00	18,00	115,20	6,40	8,302,87	956,49
URUAPAN	41,00	41,00	418,00	10,20	14,715,97	6,151,28
VENUSTIANO CARRANZA	8,00	8,00	64,80	8,10	24,850,00	1,610,28
VILLAMAR	12,00	12,00	96,00	8,00	25,850,00	2,481,60
ZAMORA	26,00	26,00	332,80	12,80	38,89,55	12,95,82
ZIRACUARETIRO	510,00	510,00	6,732,00	13,20	14,386,54	96,850,19
ZITACUARO	35,00	35,00	336,00	9,60	12,556,87	4,219,11
	<b>11,456,00</b>	<b>11,400,00</b>	<b>122,203,90</b>	<b>10,72</b>	<b>32,682,51</b>	<b>3,993,930,17</b>

**SAGARPA** <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> Ha. Hectárea, Ton. Tonelada, PMR. S (Peso máximo remolcable en Kgf sin freno).

México es el principal exportador a otros países, y cuenta con la ventaja de la “PRODUCCION CONTRA ESTACION” es decir, que mientras México produce, los demás países no cuentan con ella.

Tabla No. 2. Principales países productores y exportadores de frambuesa, moras y zarzamoras a nivel mundial en el 2011.

PAISES	VALOR 2011 000USD	SALDO 2011 000USD	CANTIDAD 2011 (TON)	VALOR UNITARIO USD/TON	% AUMENTO 2007-2011 (VALOR)	% AUMENTO 2007-2011 (CANTIDAD)	PARTICIPACION EN EXPORTACION MUNDIAL %
MUNDO	726,852	-255,985	144,602	5,027	3	3	100
MX	131,742	130,922	43,655	3,018	-5	9	18
EUA	235,539	-89,428	36,102	6,524	20	12	32
ES	159,208	152,623	17,167	9,247	6	4	22
PL	21,092	19,994	17,013	1,240	-23	-14	3
RS	8,494	8,391	6,930	1,226	-25	-11	1
GT	7,693	7,686	3,513	2,190	10	5	1
AT	5,112	-16,353	2,787	1,834	-25	-20	0.7
CO	28,109	26,532	2,672	10,520	38	39	4
NE	32,234	-4,515	2,594	12,426	1	4	4
NO	9,761	9,761	2,078	4,697	20	27	1

Fuente: Elaboración propia con datos del Trade Map del Centro de Comercio Internacional, CCI de las Naciones Unidas (UNCTAD/OMC), disponible en <http://www.trademap.org>, recuperado el 10 de mayo 2012\*Los códigos alfabéticos de dos caracteres para los países utilizados aquí corresponden a la norma ISO 3166.



## **7.2) Contexto económico-social de la industria agroalimentaria en México.**

En la actualidad los seres humanos se ven sometidos a una gran presión por parte de las grandes economías, en donde destacan los sectores agroalimentarios. En fechas recientes de la historia humana (después de la segunda guerra mundial), las economías han cambiado y la población ha sufrido un aumento, lo cual ha permitido que los países industrializados (Estados Unidos de América, Japón, Francia, Reino Unido y Canadá) coloquen una gran cantidad de alimentos a nivel mundial, ha repercutido en los estilos de alimentación, donde predominan una gran cantidad de calorías (mayor a las 2000 kcal diarias recomendadas según la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (en sus siglas en inglés: FAO) y la Organización Mundial de la Salud (en sus siglas en inglés: OMS) y una consecuente baja calidad nutrimental de los alimentos producidos y distribuidos. Sin embargo los mismos mercados mundiales, demandan la diversificación de productos y de mercados, en donde México y resto de las economías emergentes (Brasil, Rusia, India, China) no escapan a esas presiones económicas, sociales y de salud humana.

De esta manera México, se posiciona como una economía emergente regional, la cual, tiene una gran cantidad de problemas de salud derivados de la implementación de este modelo económico, grandes cantidades de calorías y baja calidad nutrimental, y existen nichos económicos que marcan las pautas a nivel mundial en la producción y distribución de alimentos, pero con repercusiones a nivel regional en las economías y en las sociedades agrícolas, donde México ha cambiado desde el siglo XX al actual siglo XXI (de una sociedad agrícola a una sociedad inmersa en los mercados mundiales, con la apertura y liberación de sectores entre ellos el agroalimentario, firma de tratados de libre comercio).

Los Estados Unidos Mexicanos poseen la economía número 14 a nivel mundial, en donde la producción de alimentos es un referente mundial en el caso por ejemplo de sistemas producto exitosos, como es el caso del sistema producto Aguacate variedad Hass (*Persea americana var. Has*), donde México coloca el 39% de producción a nivel mundial, el cual tiene como origen principal de producción al estado de Michoacán de Ocampo. Fondo Monetario Internacional, 2015.

Así mismo existe en México otros sistemas producto en las que es líder en la producción y distribución a nivel mundial, entre las que destacan también la producción de guayabas (*Pidió guajava*), en fechas recientes se han introducido con éxito los cultivos de las denominadas coloquialmente, frutillas rojas como lo son fresa (*Fragaria vesca*), frambuesa (*Rubus idaeus*), zarzamora (*Rubus fruticosus*), arándanos (*Vaccinium myrtillus*), los cuales son los cultivos más relevantes a nivel mundial.

Estos ejemplos lamentablemente responden solo a un modelo de negocios de producción de productos frescos, que se clasifican de acuerdo a criterios de calidad de exportación y de consumo interno, encasillando a los productores Mexicanos como los empresarios dentro de un círculo de producción masiva con un tipo de calidad sin las posibilidades de cambiar o evolucionar dentro de los mercados de producción o distribución agroalimentario.

### **7.3) Descripción del genero *Rubus idaeus*.**

A continuación se ponen las diferentes partes de la clasificación taxonómicas.

#### Taxonomía

- Superreino: *Eucariota*
- Reino: *Plantae*
- Phylum: *Streptophyta*
  - *Streptophytina*
  - *Embryophyta*
  - *Tracheophyta*
  - *Euphylllophyta*
  - *Spermatophyta*
  - *Magnoliophyta*
- Orden: *Rosales*
- Familia: *Rosaceae*
- Subfamilia: *Rosoideae*
- Género: *Rubus*
- Especie: *Rubus idaeus*

Especies cultivadas: *Rubus idaeus* (Frambueso rojo), *Rubus strigosus* (Frambueso silvestre), *Rubus occidentalis* (Frambueso negro), *Rubus neglectus* (Frambueso púrpura).

**Planta:** Es un arbusto de 40 a 60 cm de altura que crece en los lugares pedregosos de las montañas, en terreno granítico. Tiene un tallo subterráneo, corto, que emite cada año ramas aéreas (vástagos) de dos años de duración. Éstos se desarrollan durante el primer año y en el segundo florecen y fructifican, para morir inmediatamente, siendo reemplazados por otros nuevos vástagos. El tallo subterráneo es muy ramoso y las numerosas ramas aéreas que la planta emite del cuello y de las nudosidades son débiles, poco ramosas, con corteza gris amarillenta y cubierta de pelos amarillo dorados. En el segundo año la corteza se vuelve gris oscura, sembrados de agujijones delgados, espesos o raros y que destacan fácilmente. El tallo aéreo del año anterior posee en su extremo brotes laterales floríferos, mixtos, guarnecido de un cierto número de hojas.

**Sistema radicular:** Raíces delgadas y superficiales.

**Hojas:** Hojas imperipinadas o ternadas, según la planta más o menos vigorosa, foliolos con tamaños variables y también por la forma, siendo ovales, de largo variable, acuminadas, aserradas, verde por el haz y blanquecinas aterciopeladas por el envés raquis espinoso.

**Flores:** Flores en racimo terminal sencillo, pequeñas, blanco verdosas o teñidas de rosa, llevadas por un pedúnculo bastante largo y espinoso. Cáliz con cinco sépalos largos y persistentes; cinco pétalos caducos. Estambres y pistilos muy numerosos y completamente libres, inscritos en un receptáculo muy convexo. Cada pistilo tiene un ovario con una celda que encierra un óvulo, del cual se desarrolla una pequeña drupa que a su vez tiene un muy pequeño núcleo.

**Fruto:** El fruto llamado frambuesa, está formado por muchas drupas convexas, deprimidas y rugosas, aproximadamente en piña y que destacan fácilmente. El color más común es el rojo o amarillento, pero existen variedades de frutos blancos y negros. Cada drupa tiene adherido un pelo de color amarillo oro. Observar figura 1.

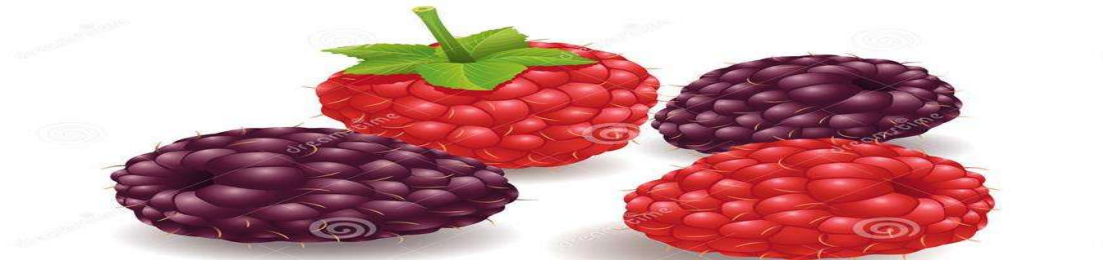


Figura No.1. *Rubus idaeus*, estado de maduración de color morado a un color rojo, presenta vellosidades. S/A, disponible en la página: [www.Agroterra.com](http://www.Agroterra.com).

A pesar de que la frambuesa se conoce desde los tiempos de los Romanos y se considera nativa de Europa y Asia, existen numerosas variedades de *Rubus* spp., cuyo lugar de origen puede ser distinto, actualmente según las variedades que destacan *Rubus idaeus* (Frambueso rojo), *Rubus strigosus* (Frambueso silvestre), *Rubus occidentalis* (Frambueso negro), *Rubus neglectus* (Frambueso púrpura). (Ver Figura No. 2) cultivada extensamente en territorio mexicano, esto porque la orografía de México ofrece condiciones de clima de transición de zonas boscosas a zonas de clima o regiones subtropicales, como es el caso de algunos municipios de Michoacán, posicionando a México como el principal productor de frambuesa.



Frambueso silvestre



Frambueso rojo



Frambueso púrpura



Frambueso negro

Figura No. 2. Variedades comerciales de *Rubus fruticosus* cultivadas en continente americano. A) *Rubus idaeus* (Frambueso rojo), B) *Rubus strigosus* (Frambueso silvestre), C) *Rubus occidentalis* (Frambueso negro), D) *Rubus neglectus* (Frambueso púrpura). S/A, disponible en la página [www. Agroterra.com](http://www.Agroterra.com).

Las variedades del frambueso se dividen en dos grupos:

- Reflorecientes, remontantes o bíferos.

Sus vástagos fructifican en la extremidad, en otoño del mismo año de su formación y también al año siguiente en julio. Los frutos del otoño derivan de brotes anticipados. Estas variedades son preferidas para los jardines como valor ornamental, porque fructifican en verano y en otoño. Sus frutos son pequeños, poco perfumados, poco azucarados y de baja calidad comercial.

- No reflorecientes, no remontantes o uníferos.

Estas variedades son generalmente más rústicas, más productivas aunque fructifican una vez en julio y por esto son más adecuadas para los cultivos industriales. Sus frutos son también más apreciados por ser más gruesos, más dulces y más perfumados. Con objeto industrial se cultivan solamente las variedades de fruto rojo.

Normalmente para la elección de las variedades se tendrá en cuenta que son preferidas en los mercados las de frutos redondos a las de frutos ovales y las de fruto rojo a las de amarillo, por ser más perfumadas. Las variedades de importancia industrial deben tener las siguientes características:

- Resistencia a enfermedades.
- Los vástagos deben ser derechos, a ser posible verticales, para que permitan el cómodo laboreo del terreno entre las filas y para facilitar la recolección.
- Las plantas se deben renovar con vástagos de pie.
- Los frutos deben ser aromáticos, jugosos, con vivo color hermoso.
- Los frutos maduros deben estar bien adheridos para resistir los vientos y las lluvias.
- Los frutos deben ser gruesos y con pulpa soda para poderlos transportar y presentar bien en el mercado.
- La planta debe resistir las heladas y no ser demasiado exigente para el terreno.

Los frutos del frambueso se recogen cuando están bien maduros y han perdido toda su acidez. La frambuesa debe tener una coloración brillante, así como una discreta consistencia de la pulpa; si esta es demasiada blanda debe eliminarse. En el momento justo de su maduración la frambuesa se separa fácilmente del receptáculo. Dado el escalonamiento de la maduración, la recolección se realiza en diversas pasadas con un turno de 3-4 días.

Para la recolección de las frambuesas de mesa hay que tener cuidado de no estropear los frutos. Para ello se llevan al campo cestillos con tapa, capaces de contener medio kilogramo y el operario dobla la rama del fruto hacia la cesta colocada en el suelo, corta

con las tijeras los frutos dejando un poco de rabillo y los hace caer directamente en el cesto.

Los frutos destinados a la industria se recogen también maduros, aunque la recolección suele ser mecánica. Las máquinas empleadas son de grandes dimensiones, trabajan a caballo de las hileras y exigen la presencia de 5-6 personas, de las que dos se dedican a la conducción de la máquina y las otras a la selección de los frutos. La hilera se peina por medio de dos altos rulos cilíndricos provistos de largos dientes metálicos que sacuden los tallos haciendo caer los frutos maduros sobre una plataforma retráctil. Mediante chorros de aire se eliminan las hojas y cuerpos extraños y los frutos llegan limpios a una larga lona móvil donde se realiza la selección final.

Una plantación de frambuesa empieza a dar frutos con normalidad a los tres años, obteniéndose unos rendimientos medios que oscilan entre los 40-70 kg por área.

#### 7.4) **Análisis y aseguramiento de la calidad de los alimentos.**

La calidad es un concepto que viene determinado por el sinergismo de diferentes factores relacionados a la aceptación del alimento y que puede tener implicaciones de inocuidad y de cultura las cuales son difíciles de establecer en un mundo cada vez más multidiverso. En donde es necesario cumplir con la reglamentación de carácter obligatorio para lograr el cumplimiento de las disposiciones por parte de las autoridades nacionales o locales con el fin de conseguir la protección del consumidor y garantizar que todos los alimentos durante la producción, manipulación, almacenamiento, elaboración y distribución sean inocuos, sanos y aptos para el consumo humano, se atengan a los requisitos de calidad e inocuidad y estén etiquetados de manera correcta y precisa, de acuerdo con las disposiciones de la ley.

## 7.5) **Análisis y aseguramiento de la calidad del fruto *Rubus idaeus* en la cadena de producción.**

### **Características organolépticas y fisicoquímicas.**

#### Organolépticas:

Deben estar libres de materias y sabores extraños, que los desvíen de los propios de las frutas de las cuales fueron preparados. Deben poseer color uniforme y olor semejante al de la respectiva fruta (Badui-Dergal 1981).

#### Fisicoquímicas:

La producción de néctares de buena calidad por una empresa, exige que estos posean características sensoriales normalizadas. Esto significa que los néctares de determinada fruta tengan de forma permanente la misma apariencia, color, aroma, sabor y consistencia para el consumidor. Entre los tres parámetros mencionados, el sabor es quizás el que determina con más énfasis la calidad del néctar ante el consumidor. La elaboración de néctares se realiza por la mezcla de jugo o pulpa de fruta con un jarabe de un edulcorante como la sacarosa (Badui-Dergal 1981). Rango para determinar la calidad del jugo (propiedades fisicoquímicas): Los sólidos solubles del zumo de los cítricos están formados, fundamentalmente, por los azúcares reductores y no reductores y por los ácidos. Los principales azúcares, en los jugos son: sacarosa, glucosa y fructosa, que suman alrededor del 75 % de los sólidos solubles totales, estando frecuentemente equilibrados los reductores y la sacarosa (Primo-Yúfera, 1997). Los sólidos solubles totales o grados Brix, medidos mediante lectura refractométrica a 20°C en porcentaje no debe ser inferior a 10%; su pH leído también a 20 ° C no debe ser inferior a 2.5 y la acidez titulable expresada como ácido cítrico o el ácido que se encuentre en mayor proporción en la fruta (en el caso de la zarzamora se determinará el ácido málico anhidro, ya que es el ácido que se encuentra en mayor proporción en la zarzamora y el % de acidez debe reportarse en % del ácido orgánico que se encuentre en mayor proporción en la fruta) en porcentaje no debe ser inferior a 0,2 (CODEX, 2005; Fernández et al, 2006).



## **7.6) Pruebas fisicoquímicas para la caracterización de moléculas con actividad antioxidante.**

### Densidad:

La densidad o masa específica de una sustancia se define como la masa de su unidad de volumen (g/ml) y se determina por pesada. La densidad depende de la temperatura y la presión atmosférica. Aunque la temperatura debe especificarse junto con la densidad, la presión no es necesaria en el caso de líquidos y sólidos porque son prácticamente incompresibles. En el caso de los alimentos en lugar de la densidad se determina el denominado cociente de peso sumergido, que se obtiene dividiendo el peso sumergido de la muestra a investigar por el de la sustancia de referencia que generalmente es agua en presencia de aire. El valor obtenido se expresa como índice a dimensional conocido como densidad relativa, para cada tipo de alimento.

### Turbidez:

La turbidez se refiere a lo clara o turbia que pueda estar el agua. El agua clara tiene un nivel de turbidez bajo y el agua turbia o lodosa tiene un nivel alto de turbidez. Los niveles altos de turbidez pueden ser causados por partículas suspendidas en el agua tales como tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton. La tierra puede llegar al agua por la erosión o el escurrimiento de tierras cercanas. Los sedimentos pueden ser revueltos por demasiada actividad en el agua, ya sea por parte de los peces o los humanos.

### Grados Brix:

Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total del carbohidrato, sacarosa, disuelta en un líquido. Los grados Brix se miden con un sacarímetro o pueden referirse a través de un refractómetro lo cual verifica la densidad del líquido analizado, que mide la gravedad específica de un líquido.

### Acidez Total:

Es la suma de la acidez fija disuelta en el solvente y la acidez volátil proveniente de moléculas de ácidos grasos de cadena corta. Indica el total de sustancias ácidas libres o combinadas que están presentes en un jugo como es el caso del jugo proveniente de *Rubus fruticosus*. La clase, conservación y procesamiento de un jugo proviene de su acidez total. La acidez de un jugo depende de la madurez de los frutos y debe estar entre los 4 o 5 gramos por litro de producto final, referidos al ácido sulfúrico, o buscando su equivalencia cuando se refiere a otros ácidos presentes en el vino aunque no tan corrientes como el ácido tartárico, málico, acético.

#### Acidez titulable:

Indicador que expresa el contenido de ácidos libres en una matriz, el cual se expresa como el porcentaje del ácido predominante de la matriz, en el caso de los frutos se utiliza ácido cítrico y en manzanas el ácido málico. Dicha acidez puede incluir la acidez natural y la desarrollada.

Poseen alto contenido en fibra (pectina, sustancia considerada como fibra soluble, la cual ayuda a reducir los niveles de colesterol en la sangre) superior al de otras frutas, las zarzamoras están compuestas en su mayoría por agua(80%) se consideran ricas en potasio y, en menor proporción, también aportan otros minerales como magnesio, cobre, fósforo, hierro, calcio y sodio, la presencia de elevadas cantidades de potasio en su composición ayuda a mantener el equilibrio hidrosalino del organismo. Esto le confiere propiedades diuréticas, favoreciendo la eliminación de agua y sales a través de los riñones.

### **7.7) Compuestos fitoquímicos en *Rubus idaeus***

#### **Capacidad antioxidante total.**

La actividad antioxidante en los productos alimenticios proporciona beneficios sobre la salud, principalmente a través de la combinación de efectos aditivos y/o sinérgicos. La mayor parte de la actividad antioxidante proviene principalmente del contenido de flavonoides y otros compuestos fenólicos, las altas temperaturas también actúan en la degradación de estos compuestos (Dorado-Martínez, 2003; Wang, 1997).

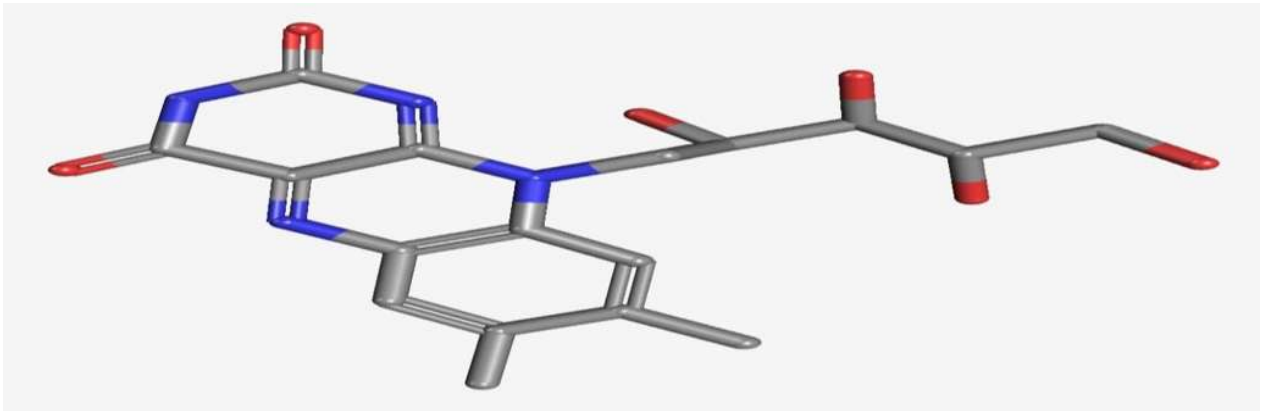
## Polifenoles y Flavonoides.

Fitoquímicos es el nombre genérico con el que se conoce a una serie de sustancias que se encuentran en las plantas, principalmente, se utiliza para hacer referencia a sus compuestos bioactivos que no tienen valor nutricional. Las frutas y vegetales ayudan a prevenir de manera considerable las enfermedades crónicas, como cáncer o enfermedades cardiovasculares. Este efecto de protección ha sido asociado con una variedad de constituyentes nutrientes y no nutrientes, siendo muchos de ellos caracterizados por sus propiedades antioxidantes. Los flavonoides son la subclase de polifenoles más grande y abundante del mundo vegetal. Se distribuyen en las plantas vasculares de manera ubicua y la variedad de sus propiedades biológicas ha llamado poderosamente la atención de los investigadores, de modo que, hoy día, es el grupo de polifenoles más estudiado. Se han descrito para los flavonoides propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antiagregantes, antihemorrágicas, vasodilatadoras, antineoplásicas, antivirales, antibacterianas, antialérgicas y hepatoprotectoras. Hassimotto, N.M.A, Da Mota, R.V, Cordenunsi, B. M. (2008).

### **7.8) Moléculas antioxidantes.**

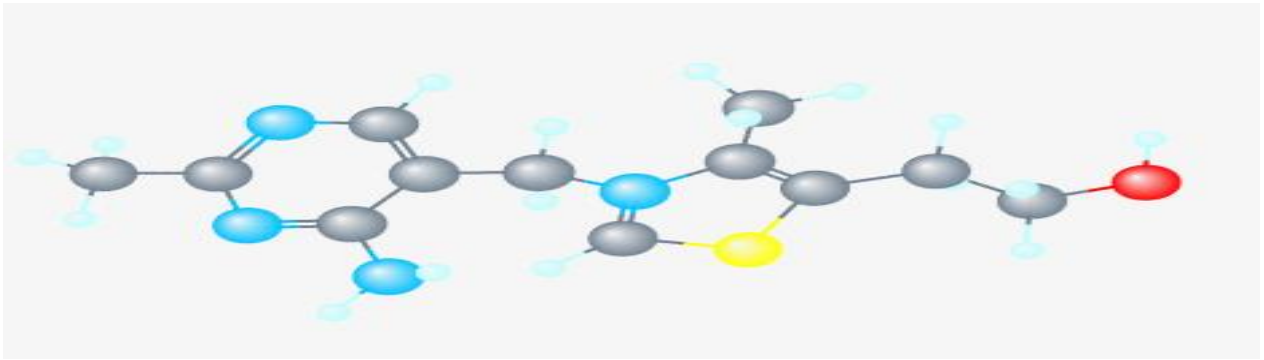
En cuanto a su contenido vitamínico, destaca por su aporte de vitaminas C (ácido ascórbico), vitamina A (retinol), ácido gálico, aunque también contiene otras vitaminas en menor cantidad, entre las que se encuentran vitamina B<sub>1</sub> (tiamina), vitamina B<sub>2</sub> (riboflavina), vitamina B<sub>3</sub> (niacina o ácido nicotínico). Se pueden encontrar también los ácidos orgánicos presentes en su composición son ácido cítrico, láctico, succínico, oxálico y salicílico. Ver figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Las zarzamoras, son ricas en antocianinas, flavonoides y ácidos fenólicos, es por eso que a mayor concentración de polifenoles la capacidad total antioxidante será mayor, por lo que son considerados como una de las mejores fuentes de antioxidantes naturales, siempre que el producto se considere para su consumo en fresco, lo cual representa una elevada inversión en costos de distribución.



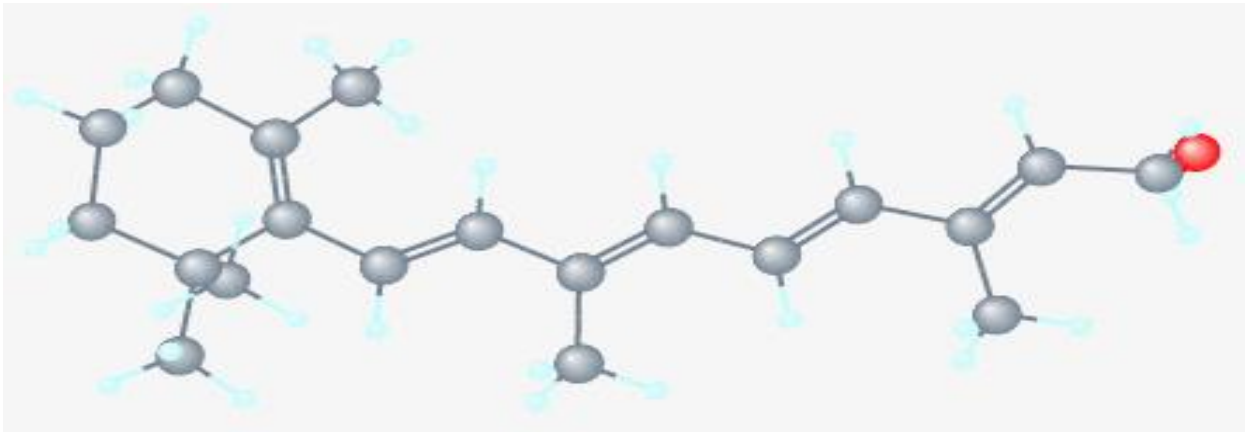
La Vitamina B2 es una vitamina hidrosoluble. Bajo esta denominación, o la genérica de "riboflavina" se agrupan la riboflavina propiamente dicha y los coenzimas derivados suyos, cuya estructura está formada básicamente por un grupo de tres anillos, dos de ellos heterocíclicos (la isoalloxazina), unido a una cadena lineal de ribosa. Propiedades de la vitamina b2. La vitamina b2 es muy necesaria en el proceso de la creación de enzimas que luego ayudarán en la liberación de energía que contienen las grasas, los carbohidratos y las proteínas que ingerimos con los alimentos. Gracias a este proceso, la riboflavina le proporciona la energía necesaria a las células del organismo para que puedan funcionar.

Figura No 3. Molécula de riboflavina, proyección en 3D. Pubchem, 2015.



La tiamina es una vitamina esencial lábil al calor y soluble en agua, que pertenece a la familia de la vitamina B, con antioxidante, eritropoyética, modulación del estado de ánimo, y las actividades reguladores de glucosa. La tiamina reacciona con el trifosfato de adenosina (ATP) para formar una coenzima activa, pirofosfato de tiamina. El pirofosfato de tiamina es necesario para las acciones de la piruvato deshidrogenasa y alfa-cetoglutarato en el metabolismo de los carbohidratos y de las acciones de transcetolasa, una enzima que juega un papel importante en la vía de las pentosas fosfato. La tiamina juega un papel clave en el metabolismo de la glucosa intracelular y puede inhibir la acción de la glucosa y la insulina sobre la proliferación de células de músculo liso arterial. La tiamina también puede proteger contra la toxicidad del plomo mediante la inhibición inducida por plomo peroxidación lipídica.

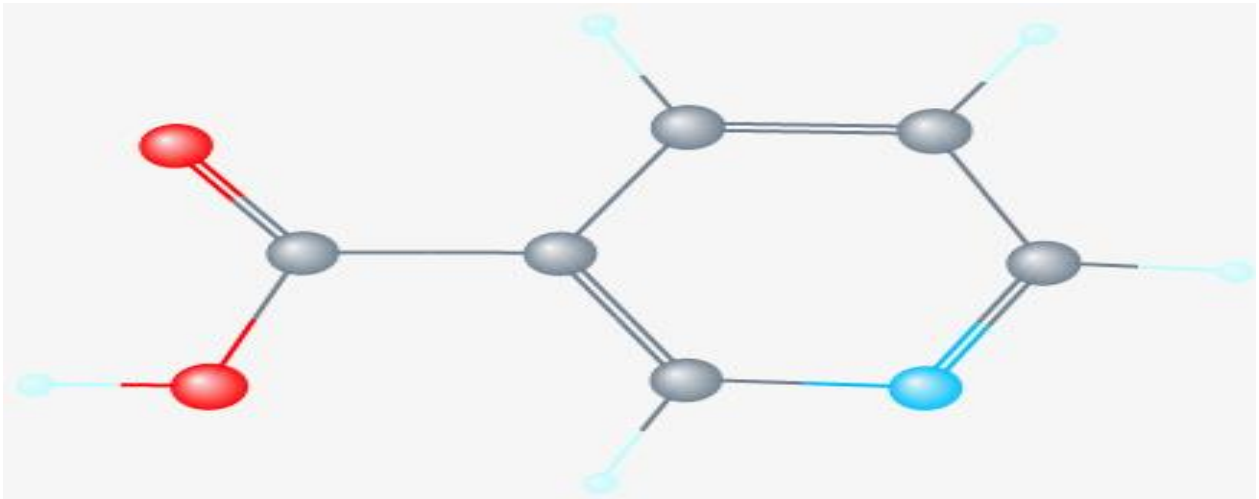
Figura No 4.- Molécula de la vitamina B1, Tiamina, proyección en 3D. Pubchem, 2015.



El retinol es la vitamina soluble en grasa retinol. La vitamina A se une y activa los receptores de retinoides (RAR), induciendo así la diferenciación celular y la apoptosis de algunos tipos de células de cáncer y que inhiben la carcinogénesis. La vitamina A desempeña un papel esencial en muchos procesos fisiológicos, incluyendo el correcto funcionamiento de la retina, el crecimiento y la diferenciación de los tejidos diana, el correcto funcionamiento de los órganos reproductivos, y la modulación de la función inmune.

Retinol y derivados de retinol que juegan un papel esencial en el funcionamiento metabólico de la retina, el crecimiento y diferenciación de tejido epitelial, el crecimiento del hueso, la reproducción y la respuesta inmune. Vitamina A dietética se deriva de una variedad de carotenoides que se encuentran en las plantas. Está enriquecido en el hígado, yema de huevo, y el componente de grasa de los productos lácteos.

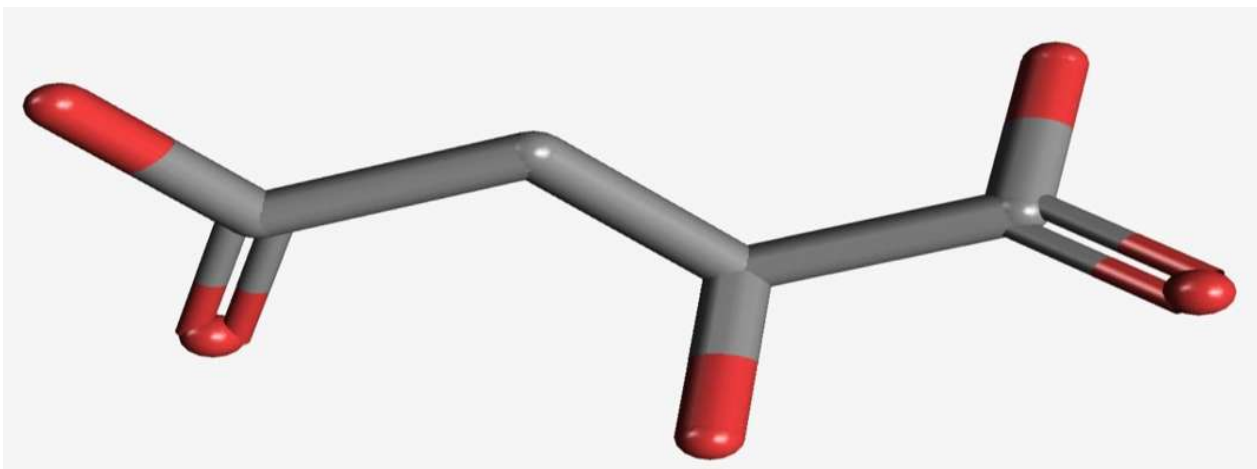
Figura No 5.- Molécula de la vitamina A (retinol), estructura 3D. Pubchem, 2015.



La niacina es una vitamina soluble en agua que pertenece a la familia de la vitamina B, que se produce en muchos tejidos animales y vegetales, con la actividad antihiperlipidémico. La niacina es convertido a su forma activa niacinamida, que es un componente de la adenina dinucleótido de nicotinamida y coenzimas (NAD) y su forma de fosfato, NADP. Estas coenzimas juegan un papel importante en la respiración de los tejidos y en glucógeno, lípidos, aminoácidos, proteínas y metabolismo de las purinas. Aunque el mecanismo exacto de la acción por la cual la niacina reduce el colesterol no se entiende completamente, puede actuar mediante la inhibición de la síntesis de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), la inhibición de la liberación de ácidos grasos libres del tejido adiposo, aumentar la actividad de la lipoproteína lipasa, y reduciendo la síntesis hepática de VLDL-C y LDL-C.

El ácido nicotínico es una vitamina soluble en agua del complejo B se producen en diversos tejidos animales y vegetales. Es requerido por el cuerpo para la formación de las coenzimas NAD y NADP. Tiene propiedades hipolipemiantes-pelagra curativa, vasodilatador.

Figura No 6. Vitamina B3 (niacina o ácido nicotínico), molécula con estructura 3D. Pubchem 2015.



El ácido málico está implicado en el metabolismo y la derivación de la adenosina trifosfato (ATP), que desempeña un papel central en las tasas de producción de energía de todas las células en el cuerpo. El ácido málico se utiliza para tratar a las personas con síndrome de fatiga crónica y la fibromialgia, que provoca un intenso dolor en los músculos y los tendones. Este ácido agrio también tiene el beneficio de ser un quelante de metales ayudando a desintoxicar el organismo. Además, actuar como un antiséptico bucal y estimula la producción de saliva. Por esta razón, se encuentra en muchas variedades de enjuagues bucales. Cuando se aplica a la piel, cierra los poros, aumenta la suavidad de la piel y limita los signos de las arrugas o líneas de expresión.

Figura No 7. Molécula de Ácido málico, proyección 3D, recuperada (2015) de: Pubchem, 2015.



### 7.9) **Alimentos Funcionales.**

Los ingredientes funcionales están enfocados en darle un valor agregado a la nutrición y la salud del consumidor final, esto se explica desde el enfoque de que los nutrientes contenidos en los alimentos pueden ejercer no solo efectos sobre las rutas metabólicas (glicolisis, betaoxidación, por ejemplo) sino que también las moléculas consideradas nutrimentales pueden activar vías de señalización intracelular, lo cual permite mantener la homeostasis celular. Así de la frambuesa se pueden aprovechar a través de la obtención del residuo líquido (jugo) utilizándose en lo que se conoce como bebidas funcionales, las cuales se definen como aquellas que benefician a la salud del consumidor, ya sea, por un ingrediente adicional, como alguna vitaminas, o moléculas funcionales de tipo antioxidantes o por una característica propia del producto, lo que suele ocurrir generalmente atribuido a los cítricos y otras frutas como *Psidium guajava* ricos en vitamina C y otras moléculas funcionales (Alanís-Guzmán, 2003).

La fruta destinada a la industria de jugos es aquella que no cumple con los requisitos o criterios de calidad para su comercialización en el mercado de exportación, el cual demanda fruta fresca y que generalmente sigue criterios de aspecto en anaquel. De esta forma el producto que no logra pasar los estándares de calidad de exportación puede dirigirse a la elaboración de jugos o bebidas funcionales, lo que permite además el aprovechamiento de frutas que no satisfacen las exigencias del mercado en fresco, pero cuyos defectos menores no son impedimento para que se les empleen en la obtención de este tipo de producto, diversificando la economía no solo en la producción en fresco sino favoreciendo a producción productos de manufactura con que permitan diversificar también el acceso a moléculas funcionales por parte de los consumidores (Fernández et al. 2006; CODEX, 2006).

En este caso puede darse un mayor aprovechamiento de la frambuesa, ya que entre otros componentes los frutos de frambuesa contienen un elevado porcentaje de agua, alrededor del 80% de su peso total y el resto posee azúcares, vitaminas, sales de calcio y ácidos orgánicos, contiene gran cantidad de carotinoides y antocianinas que presentan una actividad antioxidante. En la obtención de jugos de frutas existen tres grupos de operaciones básicas, que son: preparación para la extracción, extracción del jugo y

operaciones post-extracción de acuerdo al producto deseado. (Cajuste et al., 2000; Moyano et al., 1981).

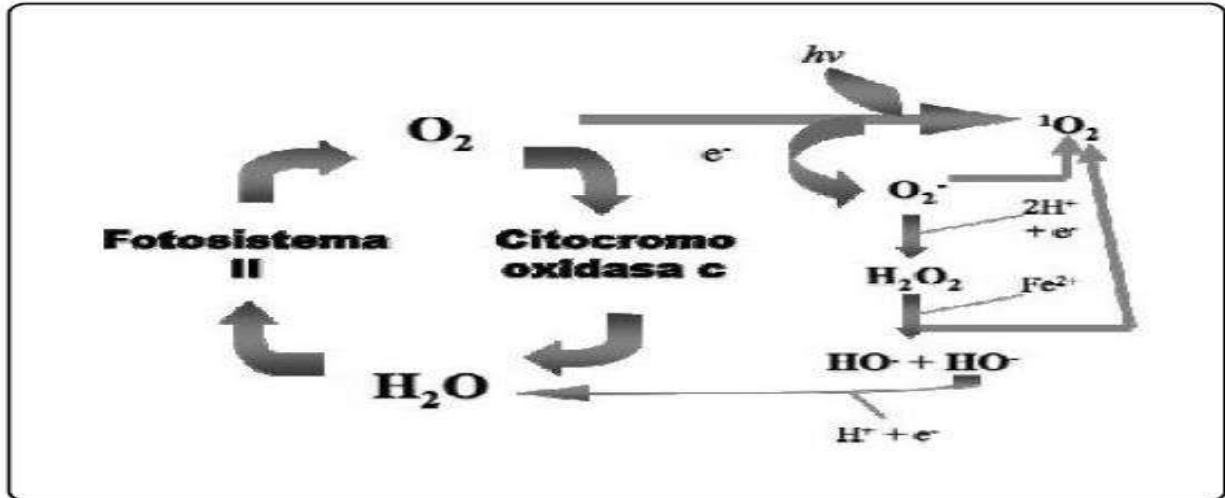
Los alimentos funcionales o nutracéuticos, constan de dos características principales, la primera radica en sus propiedades nutritivas por lo que se utilizan en las dietas habituales, la segunda se centra en productos biológicos-fotoquímicos que poseen propiedades terapéuticas y de tipo preventivo que pueden ser el eje en el tratamiento dietético de enfermedades de carácter no infeccioso en donde destacan enfermedades que tiene un alto componente exógeno (tipo de dieta), como es el caso del incremento del índice de masa corporal (obesidad) y sus implicaciones como los estados hiperglicémicos (diabetes mellitus), las patologías conocidas como las dislipidemias que implican el metabolismo y transporte de lípidos a nivel sérico (hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia), así como el desarrollo y prevención de enfermedades como el cáncer colon-rectal el cual está ligado al bajo consumo de fibra dietética, estas enfermedades, se abordan en la actualidad desde el enfoque médico, no solo por la administración de moléculas con actividad farmacológica, sino que existe un alto componente de intervención para administrar dietas, como parte integral del tratamiento médico, por lo que los frutos del género *Rubus idaeus*, pueden convertirse no solo en producto final en fresco para mercados de exportación, sino como materia prima para la manufactura de productos alimenticios funcionales en la prevención y el tratamiento de los problemas de salud pública antes mencionados.

### **7.10) Especies reactivas de oxígeno y radicales libres**

Existe evidencia geológica que sustenta la hipótesis de que la evolución de la fotosíntesis en las algas verde-azules o cianobacterias tuvo como consecuencia la acumulación progresiva de O<sub>2</sub>. Las grandes cantidades formadas de este gas permitieron la formación de ozono (O<sub>3</sub>) en la estratósfera, el cual creó un filtro de radiación ultravioleta (UV) solar. Este hecho podría haber beneficiado el desarrollo de vida en la Tierra, no sólo en las masas de agua terrestres. Sin embargo, para la vida anaeróbica existente, el dióxígeno pudo haber representado un agente tóxico, dado que muy probablemente los organismos presentes no contaban con mecanismos antioxidantes que los protegieran. Muchos organismos anaerobios debieron haber muerto en el camino de la evolución hacia la

aerobiosis; otros, se confinaron a nichos anóxicos y son tal vez los antecesores de la vida anaeróbica que hoy conocemos; aún otros, llegaron a desarrollar sistemas, no sólo de protección contra el dioxígeno, sino también mecanismos que aprovecharan su diferencia de potencial redox para obtención de energía. La ventaja que presenta el dioxígeno para la obtención de energía por medio de cadenas de transporte de electrones lleva a olvidar su toxicidad. El dioxígeno es un diradical pues tiene dos electrones no apareados pero de spin o giro paralelo por lo cual no es pero es altamente reactivo. No obstante, existen otras formas más reactivas de oxígeno conocidas como Especies Reactivas de Oxígeno (En sus siglas en inglés EROS): el oxígeno en singulete ( $^1\text{O}_2$ ), el radical superóxido ( $\text{O}_2^-$ ), el ozono ( $\text{O}_3$ ), el peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) y el radical hidroxilo ( $\text{HO}^-$ ).

La naturaleza inespecífica de algunas de las proteínas con actividad redox en la cadena respiratoria provoca la transferencia de electrones a cualquier aceptor con mayor potencial como el dioxígeno, cuya molécula es lo suficientemente pequeña y se introduce en el sitio activo de estas proteínas generando el anión radical superóxido y peróxido de hidrógeno por medio de reducciones secuenciales univalentes 2. Estas especies en realidad son poco reactivas y su toxicidad radica en que a partir de ellas se generan especies mucho más reactivas como el radical hidroxilo ( $\text{HO}^-$ ) y oxígeno en singulete ( $^1\text{O}_2$ ). Cuando el  $\text{H}_2\text{O}_2$  se reduce con metales divalentes como el hierro y el cobre aceptando un electrón no apareado se produce el  $\text{HO}^-$  por medio de la reacción de Fenton. Por otra parte, el  $^1\text{O}_2$  se genera por la excitación del oxígeno molecular, la dismutación espontánea de  $\text{O}_2$  y la descomposición de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (ver Figura 8). El  $^1\text{O}_2$  y el  $\text{HO}^-$ , reaccionan. Díaz, A. A., Membrillo, H. J. 2011.



La fotosíntesis y la respiración aeróbica forman un ciclo continuo de oxidación del agua y reducción del oxígeno molecular que provoca que éste último se acumule en la atmósfera. Especies Reactivas de Oxígeno (siglas en inglés: EROS) producidas en el metabolismo aeróbico son el oxígeno en singulete (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>), el anión superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y el radical hidroxilo (HO<sup>-</sup>). Díaz, A. A., Membrillo, H. J. 2011.

Figura No 8.- Ciclo de la fotosíntesis y la respiración aeróbica.

### 7.11) Actuación de los alimentos funcionales o nutraceuticos (AF) en la inmunidad, radicales libres e infecciones

Los alimentos funcionales ó nutraceuticos (AF) actúan en los complejos mecanismos de acción y reacción, que ocurren en el organismo, cuando es atacado por organismos y agentes extraños (virus, bacterias, hongos, toxinas, cuerpos extraños).

El conocimiento del sistema inmune, los radicales libres (RL) y las acciones de los agentes infecciosos, permite que se puedan suministrar exteriormente productos fotoquímicos (procedentes de los alimentos funcionales) que ayudan a contrarrestar los efectos perjudiciales, tanto de esos agentes, como del exceso de radicales libres como consecuencia de distorsiones en la producción y control de los agentes internos de defensa (fagocitos, enzimas, marcadores, etc.).

Las situaciones principales en las que aumenta la producción de radicales libres, o disminuyen las de enzimas antioxidantes celulares son, principalmente:

- Infecciones víricas, bacterianas, hongos, toxinas.
- Enfermedades degenerativas.
- Enfermedades inflamatorias.
- Deficiencias proteicas.
- Procesos febriles.
- Agotamiento físico.
- Desequilibrio emocional.
- Stress generalizado.

Los antioxidantes son compuestos químicos que el cuerpo humano utiliza para eliminar radicales libres, que son sustancias químicas muy reactivas que introducen oxígeno en las células y producen la oxidación de sus diferentes partes, alteraciones en el ADN y cambios diversos, los flavonoides presentes en el género *Rubus*: flavonoides, isoflavonas, catequinas y antocianinas (conocidas como pigmentos rojos, azules, morados y púrpuras).

**Flavonoides:** Comprenden a los flavonoles, los antocianidos y a las flavonas, colorantes naturales con acción antioxidante que constituyen el grupo más importante de la familia de los polifenoles, muy presentes en el mundo vegetal.

Protegen el sistema cardiovascular y activan las enzimas glutatión peroxidasa y catalasa, son antioxidantes presentes de forma natural en nuestro organismo. Están en la familia de las coles, las verduras de hoja verde, las frutas rojas y moradas y los cítricos. Según la American Cancer Society, reducen el riesgo de cáncer colon-rectal.

**Isoflavonas:** En la soja y algunos de sus derivados como el tofu (queso de leche de soja) y el tempeh (semillas de soja a las que se añade un hongo específico para su fermentación). Algunos estudios científicos han demostrado que las mujeres asiáticas que consumen soja presentan una menor incidencia de cáncer de mama y matriz que las occidentales.

**Catequinas:** Son bioflavonoides, teniendo como estructura básica un núcleo de flavón unido mediante un enlace  $\beta$ -glucosídico a un azúcar. Son moléculas que poseen un alto

poder antioxidante, logrando proteger a nuestras células de los radicales libres y el estrés oxidativo.

### **Antocianinas:**

Son colorantes naturales que pertenecen a la familia de los flavonoides. Son responsables de color rojo intenso a colores azules o morados. Son pigmentos solubles en agua. Las antocianinas son pigmentos responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul de muchas frutas, vegetales y cereales. El interés en estos pigmentos se ha intensificado gracias a sus posibles efectos terapéuticos y benéficos, así como a su potencial antioxidante ayudan en la reducción de la enfermedad coronaria, los efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo, así como protección contra la radiación solar. En promedio 100 g de fruta fresca en el caso de la zarzamora contienen 83 a 326 mg de antocianinas. Se encuentran ampliamente distribuidos (aunque no en concentraciones altas) en flores y frutos principalmente en las “berries”. Juegan un papel muy importante en el mecanismo de protección de las plantas al ataque de insectos (Hassimotto et al., 2008; Garzón, 2008).

Son un grupo de pigmentos de color rojo, solubles en agua. Pertenecen al grupo de los flavonoides, teniendo como estructura básica un núcleo de flavón (dos anillos aromáticos) unidos mediante un enlace  $\beta$ -glucosídico a un azúcar. Las antocianinas están presentes en diferentes órganos de las plantas: frutas, flores, tallos, hojas y raíces. Por lo general, los pigmentos se encuentran disueltos uniformemente en la solución vacuolar de células epidérmicas. Algunos ejemplos de alimentos y bebidas en los que podemos encontrar a las antocianinas son: frutos rojos (bayas y uvas rojas), cereales (maíz morado), vegetales y vino tinto. El color de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los grupos funcionales en la estructura química además de la posición de los mismos. Por ejemplo, si se aumentan los hidroxilos en uno de los anillos, se intensifica el color azul. Por otro lado, la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo.

Determinación de antocianinas en el laboratorio. La determinación de antocianinas se realiza en base al método empleado por Giusti y Wrolstad (2001). La muestra es tratada a pH 1 y pH 4.5, en estas condiciones, las antocianinas sufren transformaciones estructurales y se manifiestan por la diferencia en los espectros de absorbancia. La forma coloreada oxonia predomina a pH 1 y la forma hemiacética incolora a pH 4.5. De esta forma, el método permite la determinación rápida y precisa de las antocianinas totales presentes, por medio de espectrofotometría UV-visible, aun en ausencia de pigmentos poliméricos degradados y otros interferentes.



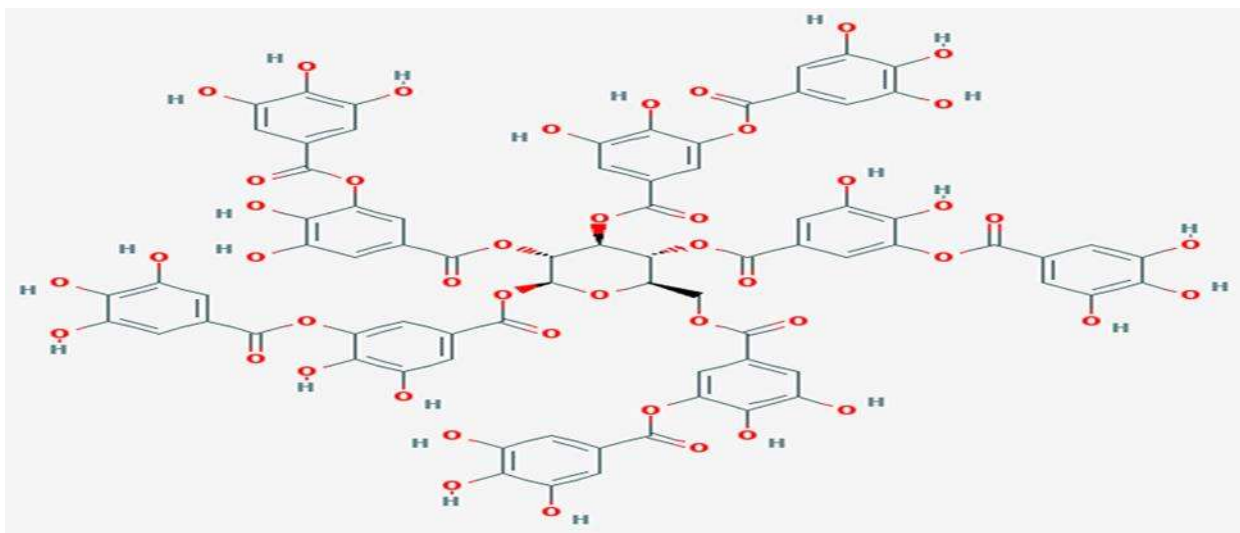
Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace  $\beta$ -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ion flavilio, también llamado 2-fenilbenzopirilio, que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio y un anillo fenólico; el flavilio normalmente funciona como un catión.

Diversos estudios presentan evidencia científica que los extractos ricos en antocianinas pueden mejorar la agudeza visual, mostrar actividad antioxidante, atrapar radicales y actuar como agentes quimioprotectores. Las antocianinas también juegan un papel en las propiedades antidiabéticas tales como control de lípidos, secreción de insulina y efectos vasoprotectores.

Figura No. 9. Molécula de Antocianina, proyección en 3D. Pubchem, 2015.



## Taninos.



Santos-Buelga y Scalbert (2000) citaron, los taninos son metabolitos secundarios de las plantas, los taninos comprenden un grupo heterogéneo de polifenoles en plantas, son solubles en agua, y tienen un peso molecular de entre 500 y 3000 Daltons usualmente dan reacciones fenólicas (coloración azul con cloruro de hierro III, y precipitan con alcaloides, gelatinas y otras proteínas. Tienen una gran importancia en el procesamiento de alimentos, maduración de los frutos, y la elaboración de té, chocolate y vino. Se utilizan como agentes clarificantes y antioxidantes en el vino, cerveza y la industria de jugos de frutas (Bakkalbai et al., 2009). Freudenberg (1920), divide a los taninos en dos grandes grupos, taninos hidrolizables y taninos condensados. Los taninos condensados son los más comunes en nuestra dieta, y sus efectos en la salud han sido mucho más estudiados que las de los taninos hidrolizables (HTs), este tipo de taninos son hidrolizados por ácidos, bases agua caliente, o por enzimas (tanasa) (Bakkalbai et al., 2009).

Figura No 10. Estructura de los taninos, Pubchem, 2015.

## Ácido ascórbico

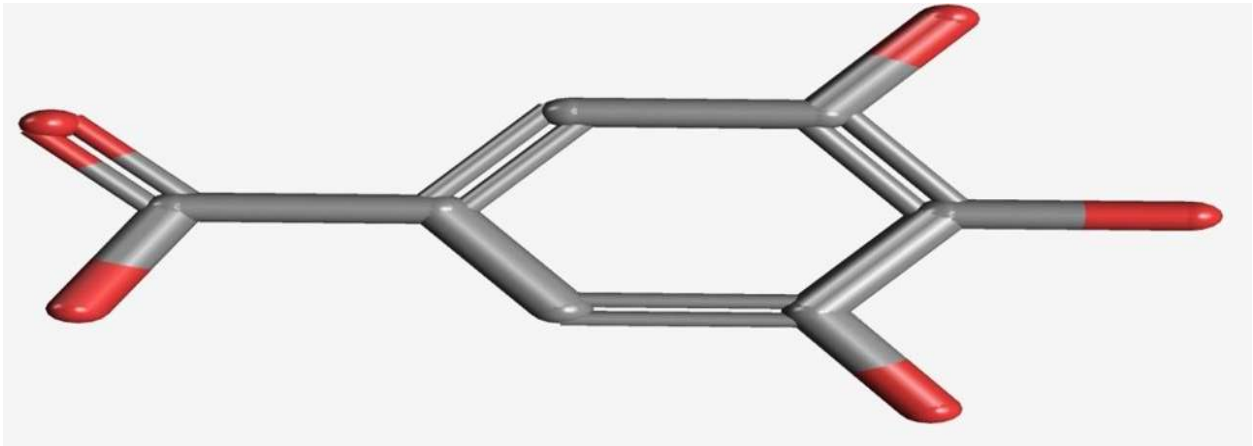


Un compuesto de seis carbonos relacionada con la glucosa. Se encuentra naturalmente en las frutas cítricas y muchas verduras. El ácido ascórbico es un nutriente esencial en la dieta humana, y necesario para mantener el tejido conectivo y hueso. Su forma biológicamente activa, la vitamina C, funciona como un agente reductor y coenzima en varias rutas metabólicas. La vitamina C se considera un antioxidante. Ácido L-ascórbico es un blanco a muy pálido polvo cristalino de color amarillo con un sabor ácido fuerte agradable, casi sin olor.

El cuerpo humano mantiene un balance de óxido-reducción constante, preservando el equilibrio entre la producción de pro-oxidantes que se generan como resultado del metabolismo celular y los sistemas de defensa antioxidantes. La pérdida en este balance de óxido-reducción lleva a un estado de estrés oxidativo y este estado se caracteriza por un aumento en los niveles de radicales libres y especies reactivas, que no alcanza a ser compensado por los sistemas de defensa antioxidantes causando daño y muerte celular. Esto ocurre en patologías degenerativas, de tipo infeccioso, inmune, inflamatorio, etc. (Dorado-Martínez, 2003).

En la actualidad la dieta diaria no cuenta con un balance, tenemos hábitos dietéticos inadecuados, influyen los suelos en los que se siembran, pobreza nutricional de suelos, uso de pesticidas y otros químicos, la recolección de frutos en verde, el uso de conservadores, la mala refrigeración, productos enlatados, el triturado y procesado de los mismos, alto consumo en grasas y bajo en vegetales y frutas, inadecuados hábitos de cocina, falta de cultura alimentaria y estilo de vida inadecuado.

Figura No 11. Molécula de ácido ascórbico, proyección 3D. Pubchem



Este ácido se obtiene directamente del alimento o por hidrólisis del ácido tánico mediante una reacción con la enzima tanasa, que cataliza la hidrólisis de los enlaces tipo éster presentes en los galotaninos

El ácido gálico (AG), tiene aplicaciones en diversas áreas, principalmente en la farmacéutica, ya que es un precursor en la manufactura de antibióticos de amplio espectro como trimetoprima. Además, en el área de alimentos, se ha utilizado como antioxidante de grasas y aceites, así como aditivo en algunas bebidas y alimentos, evitando la oxidación de los mismos (Hocman, 1988).

También, el AG es capaz de regular diversos procesos biológicos, como protección cardiovascular, evitando la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) que transportan colesterol en la sangre, previniendo así, enfermedades como aterosclerosis.

Figura No.12. Molécula Ácido gálico, proyección 3D. Pubchem, 2015.

### **7.12) Contenido de ácidos grasos en *Rubus idaeus*.**

Los ácidos grasos son importantes dentro de la dieta humana, esto debido a que son una fuente importante energía, adicional y mayor a la de los carbohidratos simples. Esto por su vía de metabolización (beta-oxidación). Además una buena parte de estas moléculas lipídicas realizan funciones de vías de señalización celular a nivel intracelular e intercelular. Lo cual será aquí explicado. Los ácidos grasos son cadenas de carbonos que poseen un grupo funcional carboxilo cuya función general es la siguiente R-COOH, (ver Figura Correspondiente). Los ácidos grasos se pueden clasificar de acuerdo a diferentes criterios en donde predomina la relación estructura-función-origen. Los ácidos grasos de tipo saturado presentan enlaces covalentes simples y generalmente los encontramos a temperatura ambiente en forma sólida, esto particularmente para los ácidos grasos de cadenas largas por arriba de los C:12 hasta los C:22 que poseen diferentes funciones desde las de reserva energética, como es el caso del ácido esteárico C:18, almacenado en los adipocitos, hasta el ácido araquidónico C:20, precursor de moléculas de tipo pro-inflamatorias o inflamatorias conocidas como Prostaglandinas (PG) y determinantes de varios procesos patológicos que involucran al tejido vascular a nivel sistémico donde se les ha implicado en los fenómenos de agregación plaquetaria lo cual favorece el desarrollo de procesos aterogénicos en tejido cardiaco. Así también los ácidos grasos saturados de cadena corta, inferiores a C:10, ejercen funciones de regulación de a nivel de tejidos colonicos, como es el caso de los ácidos grasos C:3 Propiónico, C:4 butírico y C:5 caproico, los cuales son fundamentales en el caso de los enterocitos y colonocitos (intestino delgado e intestino grueso) de los mamíferos para el buen funcionamiento del tracto digestivo, en la actualidad está demostrado que estos ácidos grasos son necesarios dentro de la dieta humana, para la prevención del cáncer de colon.

Los ácidos grasos insaturados generalmente se les encuentra a temperatura ambiente en estado líquido (aceites), y provienen frecuentemente de fuentes vegetales y en algunos casos de origen marino. Estos ácidos grasos en el caso de la dieta humana, necesitan ser incluidos dentro de la dieta diaria recomendada, esto debido a que son

ácidos grasos que las células de los mamíferos no pueden sintetizar, y se convierten en el caso de los seres humanos en ácidos grasos esenciales esto debido a que modulan diversas funciones celulares. Los isómeros del ácido graso C:18, de tipo monoinsaturados y polinsaturados, denominados cis-oleico, linoleico y linolénico, respectivamente, poseen las funciones que favorecen moléculas anti-inflamatorias conocidas como citosinas, así mismo los ácidos grasos polinsaturados favorecen la disminución de los Triacilgliceroles en el suero humano y la disminución de las concentraciones de colesterol total a nivel sérico (previniendo el desarrollo de eventos trombóticos a nivel vascular coronario), por lo tanto estos ácidos grasos esenciales son fundamentales en la dieta humana para mantener efectos hipolipemiantes y favorecer el estado de salud a nivel vascular coronario y cerebral.

Por lo anteriormente descrito, se ha mantenido un interés en fuentes diversas de ácidos grasos con efectos benéficos o funcionales a nivel celular, por lo que se ha descubierto recientemente que las semillas del fruto *Rubus idaeus* contienen una cantidad de aproximadamente el 18% del peso seco en ácidos grasos insaturados que son isómeros del C:18 (ver tabla 3 correspondiente).

Tabla No 3.- Ejemplos de ácidos grasos saturados e insaturados

Ácidos grasos saturados	Ácidos grasos insaturados
Palmitoleico	Acético
Oleico	Propiónico
Linoléico	Butírico
Linolénico	Valérico
Araquidónico	Caproico
	Laúrico
	Mirístico
	Palmítico
	Esteárico

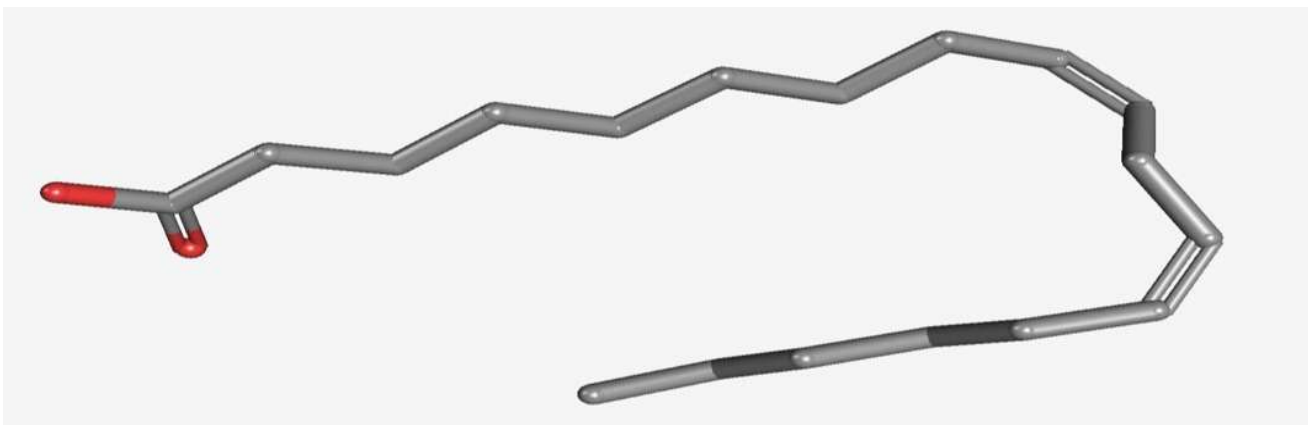
Los frutos del genero *Rubus idaeus*, contienen una fracción sólidos, donde destacan las semillas, la cuales representan hasta el 12% del peso total del fruto, de las semillas de este fruto se han logrado extraer por métodos disolventes y por métodos extractivos por microondas una fracción lipídica las cuales por análisis químicos por cromatografía de

gases y por resonancia magnética nuclear, se ha logrado evidenciar la presencia de ácidos grasos particularmente de tipo polinsaturados como son el linoléico (C:18:2n6c), linolénico (C:18:3n3c) y cis-oleico (C:18:1n9c), los cuales representan hasta el 90% de los ácidos grasos presentes en la semilla de frambuesa. Observar tabla 4.

Tabla No 4.- Ácidos grasos insaturados y saturados encontrados en la extracción oleosa de la semilla de frambuesa. utilizando cromatografía.

Entrada	Ácido graso	TR (min)	%
1	Linoléico (C18:2n6c)	33.428	57.94
2	cis-oleico (C18:1n9c)	31.413	23.71
3	Linolénico (C18:3n3)	35.643	7.73
4	Palmítico (C16:0)	26.411	5.15
5	Esteárico (C18:0)	29.995	3.04
6	Araquidónico (C20:0)	35.636	1.23
7	Cis-11-Eicosenoico (C:20:1)	35.061	0.58
8	Mirístico (C14:0)	22.727	0.22
9	Behénico (C22:0)	37.456	0.14
10	Palmitoléico (C16:1)	27.812	0.10.
11	Laúrico (C12:0)	19.507	0.007
12	Heptadécanoico (C17:0)	28.149	0.007

Se debe mencionar que este tipo de ácidos grasos son una fuente importante de ácidos grasos de tipo insaturados, que deben de ser incluidos dentro de la dieta humana, la cual por el modelo económico actual, condiciona a que el individuo consumo ácidos grasos de tipo saturados trans y una gran cantidad de azúcares refinados los cuales tiene una consecuencia sobre el metabolismo de lípidos (beta-oxidación) y el metabolismo de carbohidratos (glicolisis), lo cual compromete el funcionamiento y desarrollo de enfermedades vasculares.

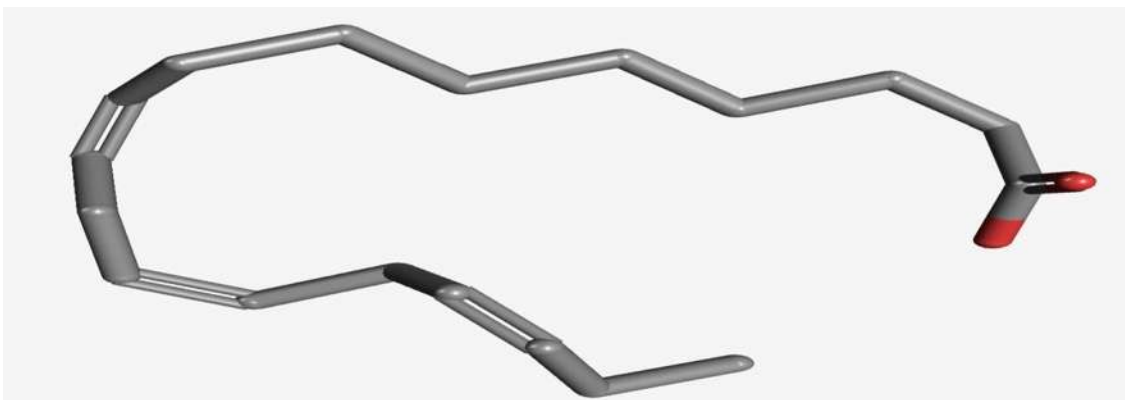


El ácido linoleico (18:2, 9c-12c), o también llamado ácido omega-6, es muy abundante en el reino vegetal y también animal y se encuentra en la gran mayoría de los aceites vegetales (con algunas excepciones como el aceite de oliva, el de palma, o el aceite de coco). En la grasa animal también se le encuentra, junto con los ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Con la incorporación de una mejor tecnología para el análisis y la identificación de los ácidos grasos componentes de grasas, aceites o de muestras de tejidos (aplicación de cromatografía de gases capilar, HPLC de alta resolución, y espectrometría de masas), fue posible identificar que en toda muestra de aceite o de grasa, particularmente en aquellas de origen animal, siempre está presente una pequeña cantidad de ALC. Este ácido graso se presenta con diferente isomería (7c-9t, 9c-11t, 11c-13t, principalmente), aunque siempre predomina la estructura 9c-11t.

Si bien el ALC se encuentra en pequeñas proporciones en los aceites vegetales, su concentración es particularmente alta en la carne y en la leche de los rumiantes, donde puede alcanzar hasta un 0,65% de los lípidos totales. Julio Sanhueza C, Susana Nieto K y Alfonso Valenzuela B. (2002).

Figura No 13. Molécula de Ácido linoléico, proyección 3D. Pubchem, 2015.





El ácido linolénico (18:2, 9c-12c), es un ácido graso esencial omega-6 muy abundante en el reino vegetal y también animal. La gran mayoría de los aceites vegetales (con algunas excepciones como el aceite de oliva, el de palma, o el aceite de coco) aportan cantidades significativas de ácido linoleico. En la grasa animal también se le encuentra, junto con los ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Con la incorporación de una mejor tecnología para el análisis y la identificación de los ácidos grasos componentes de grasas, aceites o de muestras de tejidos (aplicación de cromatografía gaseosa capilar, HPLC de alta resolución, y espectrometría de masas), fue posible identificar que en toda muestra de aceite o de grasa, particularmente en aquellas de origen animal, siempre está presente una pequeña cantidad de ALC. Este ácido graso se presenta con diferente isomería (7c-9t, 9c-11t, 11c-13t, principalmente), aunque siempre predomina la estructura 9c-11t. Si bien el ALC se encuentra en pequeñas proporciones en los aceites vegetales, su concentración es particularmente alta en la carne y en la leche de los rumiantes, donde puede alcanzar hasta un 0,65% de los lípidos totales. Sanhuesa, C. J., Nieto, K. S., Valenzuela, B. A., 2002

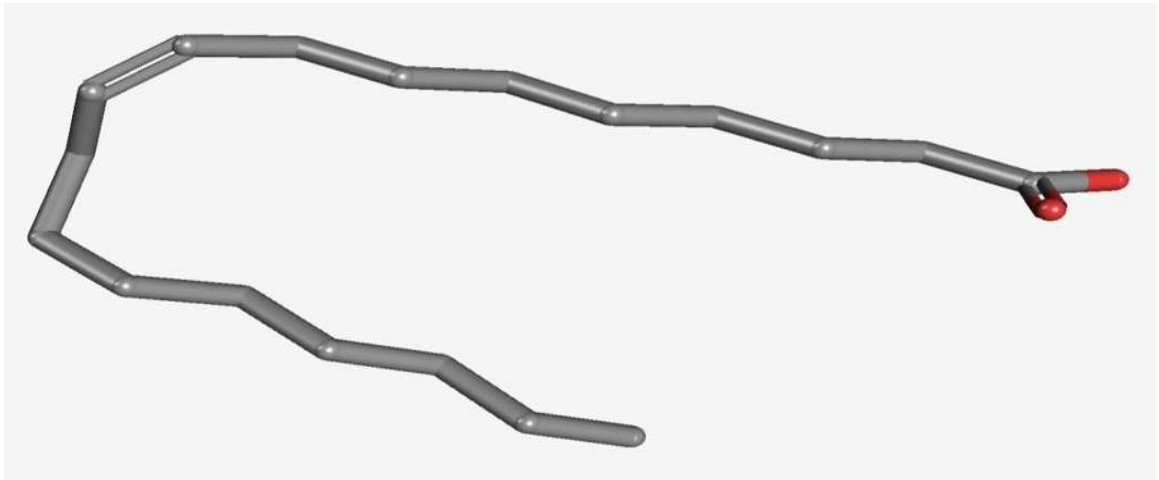
Son precursores de la Prostaglandina E3 y el tromboxano A3 y las prostaciclina, con acciones vasodilatadora y antiinflamatoria. Los encontramos principalmente en pescados y aceite de soja. El linolénico se encuentra, de forma natural, en nueces, borraja o aceite de soja, y el EPA y DHA en pescados grasos o "azules" (anchoas, arenque, atún, bonito, boquerón caballa, chicharro, jurel, trucha, salmón, sardinas, verdel). Los ácidos grasos Omega 3 se encuentran en multitud de alimentos funcionales.

Sobre todo los encontramos en leche y huevos modificados en grasas, en los cuales se han sustituido los ácidos grasos saturados (AGS) por Omega 3.

Actúan sobre todo a nivel cardiovascular. Estos ácidos grasos se piensa que tienen un efecto cardiosaludable ya que reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular y mejoran el perfil lipídico:

- Disminuyen los triglicéridos.
- Tienen una acción antiagregante y fibrinolítica, por tanto mejoran la coagulación.

Figura No. 14. Ácido linolénico, proyección 3D. Pubchem, 2015.



El ácido oleico es un líquido oleoso e incoloro. Su fórmula química es  $C_{18}H_{34}O_2$ . Es un ácido graso monoinsaturado, es decir, que tiene sólo un doble enlace en su estructura química. Toma un color de amarillento a café cuando entra en contacto con el aire. Por hidrogenación del ácido oleico se obtiene el ácido esteárico (saturado). Es insoluble en agua, pero soluble en benceno, alcohol, éter y otros disolventes orgánicos. Se solidifica por enfriamiento y funde a  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Su isómero trans (ácido elaídico) es sólido y funde a  $51\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; se puede obtener por calentamiento del ácido oleico en presencia de un catalizador. Se encuentra, en forma de éster, en la mayoría de las grasas y aceites naturales.

El ácido oleico es el factor colecistocinético más potente que se encuentra en el aceite de oliva extra virgen. Favorece el movimiento muscular de la vesícula biliar impidiendo el estancamiento del líquido biliar. De este modo se previene la formación de cálculos biliares. La bilis favorece la emulsión de grasas y en consecuencia su digestión y absorción. El ácido oleico ejerce una acción benéfica sobre el sistema vascular y el corazón, ya que aumenta el llamado "buen colesterol" (HDL-c, Lipoproteínas de alta densidad) sanguíneo, contribuyendo a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Figura No15. Cis-oleíco, proyección 3D. Pubchem, 2015.

## **8) Conclusión**

A través de la investigación bibliográfica, se obtuvieron los datos que nos permitieron demostrar la importancia de los ácidos grasos en la dieta humana y su actividad antioxidante así como su función nutrimental.

A partir del ácido graso de la variedad *Rubus idaeus* encontramos las diversas funciones biológicas dentro del extracto oleoso obtenido de la semilla, como por ejemplo, los efectos hipoglucemiante y hipolipemiantes, en la salud humana.

## 9) Comentarios finales.

Actualmente, los rápidos avances en la tecnología de alimentos y análisis, han permitido la extracción eficiente, procesamiento e identificación de compuestos de antocianinas, flavonoides y diversas moléculas antioxidantes de varias frutas, vegetales y granos para ser incorporados a la industria de alimentos y bebidas, ya sea como colorantes naturales, alimentos funcionales y suplementos alimenticios. Sin embargo, solamente un pequeño porcentaje de frutas, vegetales y granos conteniendo antocianinas u otro antioxidante, está siendo integrado en la industria de alimentos y bebidas. Una mayor publicidad de los beneficios de los antioxidantes a la salud podría incrementar el consumo de estos productos.

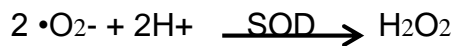
El contexto mundial actual, donde existe una fuerte presión poblacional que demanda alimentos, marca la pauta en los campos de cultivo en las economías emergentes, como el caso de México, originando pérdidas para los productores de frutos que son apreciados a nivel mundial, por las economías de primer orden, los productos agroalimentarios en México así como las economías locales (entidades federativas y municipios) se ven comprometidas para satisfacer los estándares de calidad de los sistemas producto como las zarzamoras producidas en Michoacán.

**El oxígeno singlete:** es un estado electrónicamente excitado del oxígeno y es un agente fuertemente oxidante. La generación fotoquímica de esta especie consiste en la transferencia de energía desde una molécula electrónicamente excitada debido a la absorción de un cuanto de luz, denominada comúnmente sensibilizador, al oxígeno (Foote, 1991). Como consecuencia de esta transferencia se regenera el sensibilizador en su estado basal y el oxígeno queda en su estado excitado singlete.

**Radical superóxido:** Procede de la reducción univalente del oxígeno molecular. Se produce en todas las células eucariotas, sobre todo en la mitocondria y en el retículo endoplasmático (Fridovich., 1978; Nohl y Hegner., 1978). También se forma como producto de muchas reacciones enzimáticas llevadas a cabo por deshidrogenasas, oxidasas e hidrolasas (diamino oxidasa, galactosa oxidasa, citocromo p450...). Este

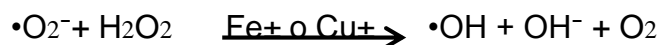
radical puede lesionar los transportadores de electrones de la cadena respiratoria mitocondrial (Sohal y cols., 1990) y del ácido desoxirribonucleico (ADN), así como inducir la oxidación de otras moléculas como la adrenalina, el dihidroxifumarato o la hidroxidopamina (Halliwell y Gutteridge., 1989).

La eliminación del  $\bullet\text{O}_2^-$  que se genera en las células se realiza por las Superóxido dismutasas (SOD) de la siguiente manera:

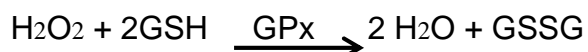


El  $\bullet\text{O}_2^-$  no es muy tóxico pero es la principal fuente de formación del peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), precursor a su vez del radical hidroxilo ( $\bullet\text{OH}^-$ ), la especie reactiva de mayor toxicidad (Sawyer., 1998; Fridovich., 1997). El  $\bullet\text{O}_2^-$  también puede reaccionar con el radical óxido nítrico ( $\bullet\text{NO}^-$ ) dando lugar a la formación de anión peroxinitrito ( $\text{ONOO}^-$ ) (Halliwell y Gutteridge., 1990).

**Peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ):** No es un radical libre como tal pero está dentro de las especies reactivas de oxígeno ya que puede dar lugar a la formación de radicales libres propiamente dichos. Su importancia reside en la capacidad que tiene de atravesar las membranas biológicas. Como hemos visto anteriormente, el  $\text{H}_2\text{O}_2$  por la reacción que cataliza la SOD (dismutación del  $\bullet\text{O}_2^-$ ), pero también se puede formar por una reducción directa de la molécula de oxígeno, como producto de algunas enzimas (glucosa oxidasa, uricasa) y por reacciones químicas de autooxidación. Se ha comprobado que el  $\text{H}_2\text{O}_2$  está implicado en la regulación de la transducción de la señal de la expresión de genes a través del NFkB y la proteína activadora 1 (AP-1) (Yi y cols., 2002). El  $\text{H}_2\text{O}_2$  no es tóxico a concentraciones fisiológicas pero puede dar lugar a  $\bullet\text{OH}$  mediante la reacción de Fenton-Haber-Weiss (Fenton., 1894; Haber y Weiss., 1934) dependiendo de las disponibilidades de Fe o Cu.



La detoxificación del  $\text{H}_2\text{O}_2$  se lleva a cabo por la acción de sistemas enzimáticos como la glutatión peroxidada (GPx) que dan lugar a la formación de agua.



Fernández-Tresguerres H. J. A., Vara A. E., Kireev, R. (2012).

## 10)REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.-Alanis, G. M. (2003). Alimentos funcionales de ciencias de alimentos. Facultad de ciencias biológicas, UANL, RESPIN (Revista de Salud Pública y nutrición).
- 2.-Alvarez, C. E, Duarte, F. J., Souza, C. M. (2003). Actividad biológica de los flavonoides: acción frente al cáncer. Departamento de Farmacología. Facultad de farmacia. Universidad de Santiago.
- 3.-Antunes, L. E. C., Duarte F. J., Souza, C. M. (2003). Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. Vol. 38. (3):413-419.
- 4.-Ariel, R. V. (2004). Efecto de tratamientos térmicos de alta temperatura sobre calidad y fisiología postcosecha de frutillas (*Fragaria x ananassa Duch*). Trabajo de tesis doctoral Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). Facultad de Ciencias Exactas. UNLP-CONICET, Buenos Aires, Argentina. 168-175.
- 5.-Astiasarán, I. y Martínez, A. (1995). Alimentos Ecológicos y Transgénicos.1ª.Ed. en Alimentos, composición y propiedades Cap16: 357-364.
- 6.-Badui- Dergal, S. (1981). Química de los alimentos, Alhambra, México. pp. 43 a 122, 388 a 392, 553 a 502.
- 7.-Cajuste, B.J., López, L., Rodríguez A.J., Reyes M.I. (2000). Caracterización fisicoquímica de tres cultivares introducidos de zarzamora erecta (*Rubus sp.*) Fruticultura, Colegio de Post-graduados. U. A. Chapingo. México.
- 8.-Deshpande, S.S., Cheryan, M. (1985). Tannin analysis of food products. CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nut., 24: 401-449.

- 9.-Dorado, M. C., Rugerio, V. C. y Rivas, A. S. (2003). Estrés oxidativo y neurodegeneración. Departamento de Fisiología, Departamento de Biología Celular y Trisular de la Facultad de Medicina, UNAM.
- 10.- Fennema, O. R. (1996). Food chemistry. 3ra Ed. Marcel Dekker, Inc., New York. Water soluble vitamins. 8: 559-567.
- 11.-Fernández, L.; Soria, M.; Sánchez, G. Pérez Almandoz, C.J. Marchese L. Troncoso, J. Navarrete P. A. (2006). Clarificación de jugo de manzana con membranas inorgánicas no comerciales. Laboratorio de Desarrollo-Jugos del Sur S.A y LACPSUM, Universidad Nacional de San Luis-Argentina. Universidad Nacional del Comahue-Argentina. Buenos Aires 1400- 8300- Neuquén – Argentina CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica).
- 12.- Georgé S. Brat, P. Alter, P. Amiot, M. J., (2005). Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derive Products. J. Agric. Food Chem. 53, 1370-1373.
- 13.- Hagerman A. E. and Butler, (1991). Tannins and lignins. Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites. Vol. I.
- 14.- Hassimotto, N. M. A., Da Mota, R.V., Cordenunsi, B.R., Lajolo, F.M. (2008). Physicochemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus sp.*) grown in Brazil. Ciênc. Technology. Alimentos. Campinas, 28(3): 702-708.
- 15.- Kahkonen, M. P., Heinonen, M. (2003). Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycons. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 51, n. 3, p. 628-633.
- 16.- Martínez, V. I. Periago, M.J. Ros, G. (2000). Significado nutrimental de los compuestos fenólicos de la dieta. Archivos Latinoamericanos de nutrición.

- 17.- Matta, V.M., Moretti, R.H. y Cabral, M. C., (2002). Microfiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of acerola juice. Embrapa Food Technology, Av. das Americas, 29501, Guaratiba, 23020-470 Rio de Janeiro/RJ, Brazil. State University of Campinas, Campinas/SP, Brazil.
- 18.- Moyano, C., (1981). Jugo natural integral de manzana. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Serie de frutas y hortalizas. Ministerio de Industrial y energía. PAG
- 19.- Miller, N. J., Diplock, A. T., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan. V., Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. Clin. Sci. 84:407-412.
- 20.- NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Norma mexicana. Dirección General de Normas.
- 21.- NMX-FF-15-1982. Productos alimenticios no industrializados, para uso humano - fruta fresca - determinación de sólidos solubles totales. Dirección General De Normas.
- 22.- Norma general del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas (CODEX STAN 247-2005).
- 23.- Prior, R.L. Cao, G. Martin, A. Sofic, E. McEwen, J. O'Brien, C. Lischner, N. Ehlenfeldt, M. Kalt, W. Krewer, G. and Mainland, M.C. 1998. "Antioxidant Capacity As Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of Caccinium Species," J. of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 46, 2686-2693.
- 24.- SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Sistema de Información Agrícola y Pecuaria. Consulta agosto (2009). Disponible en: URL:[http://siap.gob.mx/aagricola\\_siap/icultivo/index.jsp?](http://siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp?)



- 25.- Rieger, M. (2006). Blackberries and Raspberries (*Rubus spp.*). Introduction to Fruit Crop. University of Georgia (UGA). Pp. 89-103.
- 26.- Salazar, P. C., Arredondo, G. O., Bernal, A. A., Vázquez, M. G. (2006). Secretaría de Desarrollo Rural de Colima (SDRC). Dirección de Comercialización y Planeación. Zanzamora: Perfil Comercial. Pp. 2-28.
- 27.- Sánchez, R. G. (2008). La red de Valor de la Zanzamora: *El Cluster de Los Reyes Michoacán, un Ejemplo de Reconversión Competitiva*. "Sistema de Inteligencia de Mercados". Fundación Produce Michoacán, A.C. 1ra ed. Morelia, Michoacán, México. Pp. 1-106.
- 28.- Santamaría, O, González, N., Ibáñez, J. (2000). Lo mejor de lo mejor en frutas y hortalizas de México. México calidad suprema. <http://www.mexicocalidadsuprema.com>
- 29.- Santos-Buelga C, Scalbert A. (2000). Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J Sci Food Agric* 80:1094–117.
- 30.- Tall, J. M. (2004). Tart cherry anthocyanins suppress inflammation induced pain behavior in rat. *Behavioral Brain Research*, v. 153, n. 1, p. 181-188.
- 31.- Valls i Bellés, V. (2008). El papel antioxidante de los alimentos de origen vegetal. Vitaminas y polifenoles. Facultad de Medicina. Universidad de Valencia. 1,4.
- 32.- Van Den Berg, R.; Heanen, G. R. M.; Van de Berg, H.; Bast, A. (1999). Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem.* 66, 511-517.
- 33.- Wrolstad, E. R.; Calbertson, D. J.; Nagaki, A. D. and Madero, F. C. (1980). Sugars and Volatile acids of blackberries. *J. Agric. Food Chem.* pp 553-558.
- 34.- USDA (United States Department of Agriculture). 2004. National Nutrients Database for Standard Reference, Publication 17.

35.- Vera, E., Sandeaux, J., Persine, F., Pourcelly, G.; Dornier y Ruales, J. (2005).

36.- Evaluación de la desacidificación por electrodiálisis de jugos pulposos y concentrado de frutas tropicales. CIBIA V. V Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos.

37.- Wrolstad, E.R., Calbertson, D.J., y Nagaki, A.D. (1980). Sugars and Volatile acids of blackberries. *J. Agric. Food Chem.* Pp. 553-558.

38.- Díaz, A. A., Membrillo, H. J. Consecuencias fisiológicas de la oxidación de proteínas por carbonilación, en diversos sistemas biológicos. Laboratorio de Microbiología y Genética Molecular. Depto. de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM. C.P. 04510, México, D.F

Citado de: <http://www.redalyc.org/pdf/432/43290105.pdf>.

## 11) CONSULTAS DE INTERNET:

39. - Acido ascórbico.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=status&reqid=6365841899334085>

40.- Acido butírico.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=crtvw&reqid=520198072280129643>

41.- Acido esteárico.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/image/fl.html?cid=5281>

42.- Acido gálico.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cid=370>

43.- Acido linoleico

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=crtvw&reqid=870825567748362042>

44.- Ácido linolénico.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=submit&type=conf&reqid=1898077875155043078&expo=high>

45.- Ácido malico.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=img&reqid=3220558578769598157>

46.- Antocianina.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=status&reqid=30522166989968653>

47.- Cis – oleico.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cid=445639>

48.- Rivo flavina.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=img&reqid=2776965505342529568>

49.- Taninos.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/image/imagefly.cgi?cid=16129778&width=500&height=500>

## 12) Glosario:

**Acidez:** Se refiere a su capacidad para reaccionar con una base fuerte hasta un determinado valor de PH. Al obtener su medida, se permite cuantificar las sustancias acidas presentes en un cuerpo de aguas o un residuo líquido, con el fin de neutralizar y adecuar el agua para un determinado fin.

**Alimento funcional:** Alimento es todo producto, natural o transformado, que le suministra a todo organismo que lo ingiere, la energía y las sustancias químicas necesarias para mantenerse en buen estado de salud.

**Antioxidante:** Los antioxidantes son compuestos químicos que el cuerpo humano utiliza para eliminar radicales libres, que son sustancias químicas muy reactivas que introducen oxígeno en las células y producen la oxidación de sus diferentes partes, alteraciones en el ADN y cambios diversos.

**FAO:** Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (*Food and Agriculture Organization*).

**Fitoquímico:** (fito=planta) es el nombre genérico con el que se conoce a una serie de sustancias que se encuentran en las plantas, aunque, principalmente, se utiliza para hacer referencia a sus compuestos bioactivos que no tienen valor nutricional.

**Fotosensible:** materiales o sustancias *químicas* que cambian en presencia de luz.

**Germoplasma:** la variabilidad genética intraespecífica o los materiales genéticos que pueden perpetuar una especie o una población de organismos.

**Grados brix:** Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido.

**Isómero:** Los isómeros son compuestos que tienen la misma composición atómica pero diferente fórmula estructural.

**Nutraceutico:** se puede definir como un suplemento dietético, presentado en una matriz no alimenticia (píldoras, cápsulas, polvo, etc.), de una sustancia natural bioactiva

concentrada presente usualmente en los alimentos y que, tomada en dosis superior a la existente en esos alimentos, presumiblemente, tiene un efecto favorable sobre la salud, mayor que el que podría tener el alimento normal.

**OMS:** organización mundial de la salud <http://www.who.int/about/es/>

**Radicales libres:** Los radicales libres son moléculas inestables (perdieron un electrón) y altamente reactivas. Su misión es la de remover el electrón que les hace falta, de las moléculas que están a su alrededor para obtener su estabilidad.