



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO.**

**FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA.**

**TESIS:**

*“Mapa de ruta para la obtención de nutraceuticos de *Rubus fruticosus*, proveniente del municipio de Ziracuaretiro Michoacán”*

**PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**QUÍMICO FARMACOBIOLOGO**

**Presenta:**

p.Q.F.B. Luis Alejandro García de León Rodríguez.

**Asesor de tesis:**

D.C. RAFAEL ORTIZ ALVARADO

MORELIA MICHOACAN, Abril 2016.

## Índice:

<b>1.0- Glosario</b> .....	<b>Pág. 1</b>
<b>2.0- Resumen</b> .....	<b>Pág. 2</b>
<b>3.0- Introducción</b> .....	<b>Pág. 3</b>
3.1- Modelo Económico de Producción alimenticia a nivel mundial.....	Pág. 3
3.2- México y el modelo económico de producción de alimentos.....	Pág. 4
<b>4.0- Antecedentes</b> .....	<b>Pág. 5</b>
4.1- Alimentación humana.....	Pág. 5
4.2- Historia de la dieta humana.....	Pág. 6
4.3- Importancia económica.....	Pág.11
4.3.1- Producción Rubus fruticosus en México.....	Pág.11
4.3.2- Contexto Económico social de la industria agroalimentaria en México..	Pág.15
4.4- Frutos Rojos.....	Pág.16
4.5- Origen del fruto Rubus fruticosus.....	Pág.18
4.6- Nutraceuticos.....	Pág.18
4.6.1- Alimento Funcional.....	Pág.18
4.6.2- Fibra Dietética.....	Pág.19
4.7- Propiedades Fisicoquímicas.....	Pág.19
4.7.1- Viscosidad y retención de aceites.....	Pág.19
4.7.2- Retención de agua y aceite.....	Pag.19
4.7.3- Tamaño de partícula.....	Pág.19
4.7.4- Interacciones iónicas.....	Pág. 20
4.7.5- Fermentabilidad.....	Pág. 20
4.8- Análisis y aseguramiento de la calidad de los alimentos.....	Pág. 20
4.9- Análisis y aseguramiento de la calidad del fruto Rubus spp en la cadena de producción.....	Pág. 21
4.9.1- Fisicoquímicas.....	Pág. 21
4.10- Pruebas de identificación de moléculas con actividad antioxidante.....	Pág. 21
4.10.1- Densidad.....	Pág. 21
4.10.2- Turbidez.....	Pág. 22
4.10.3- Grados Brix.....	Pág. 22
4.10.4- Acidez Total.....	Pág. 22
4.10.5- Acidez titulable.....	Pág. 22
4.11- Compuestos Fitoquímicos en Rubus spp.....	Pág. 23

4.11.1- Capacidad antioxidante total.....	Pág. 23
4.11.2- Moléculas Antioxidantes.....	Pág. 24
4.12- Alimentos Funcionales.....	Pág. 28
4.13- Actuación de los alimentos funcionales ó nutraceuticos (af) en la inmunidad, radicales libres e infecciones.....	Pág. 29
4.13.1- Flavonoides.....	Pág. 30
4.13.2- Isoflavonas.....	Pág. 30
4.13.3- Catequinas.....	Pág. 31
4.13.4- Antocianinas.....	Pág. 31
4.13.5- Taninos.....	Pág.34
4.13.6- Ácido Ascórbico.....	Pág. 34
4.13.7- La vitamina C.....	Pág. 37
4.13.8- Los polifenoles.....	Pág. 37
4.13.9- Terpenos.....	Pág. 37
4.14- Lípidos.....	Pág.37
4.14.1- Clasificación de los Lípidos.....	Pág. 39
4.14.2- Ácidos Grasos.....	Pág. 39
4.14.3- Ácidos grasos Saturados.....	Pág. 42
4.14.4- Ácidos grasos insaturados.....	Pág. 42
4.14.5- Fuentes de los ácidos grasos y su Impotrancia nutrimental de los ácidos grasos insaturados.....	Pág. 45
4.14.5.1- Oleico.....	Pág. 45
4.14.5.2- Linolenico.....	Pág. 48
4.14.5.3- Linoleico.....	Pág. 51
4.15- Contenido de ácidos grasos en Rubus fruticosus.....	Pág. 53
4.16- Mercado los de los ácidos grasos saturados e insaturados.....	Pág. 57
4.17- Métodos de Extracción de ácidos grasos.....	Pág. 57
<b>5 -Material y métodos.....</b>	<b>Pág. 59</b>
5.1- Extracción de aceite de semilla de zarzamora.....	Pág. 59
5.2- Sólidos.....	Pág. 59
5.3- Extracción Soxhlet.....	Pág. 59
5.4- Centrifugación.....	Pág. 60
5.5- Análisis Químico del Aceite de Semilla de Zarzamora (Rubus fruticosus)....	Pág. 60
5.5.1- Análisis de RMN.....	Pág. 60

5.5.2- Análisis de Cromatografía de gases con detección de ionización de flama.....	Pág. 60
<b>6- Resultados.....</b>	<b>Pág. 61</b>
6.1- Análisis con Resonancia Magnética Nuclear. (RMN).....	Pág. 61
6.2- Análisis por Cromatografía de gases.....	Pág. 67
<b>7- Métodos.....</b>	<b>Pág. 69</b>
7.1- Análisis de RMN.....	Pág. 70
7.2- Análisis de Cromatografía de gases con detección de ionización de flama...Pág.	70
<b>8- Discusión.....</b>	<b>Pág. 71</b>
<b>9- Conclusión.....</b>	<b>Pág. 72</b>
<b>10- Referencias bibliográficas.....</b>	<b>Pág. 72</b>
10.1- Consultas de internet.....	Pág. 75

## Índice de tablas y figuras.

Tabla No.1.- Producción de Zorzamora al año en Michoacán y sus diferentes regiones.....	Pag. 13
Tabla No. 2.- Principales países exportadores de frambuesas, moras y zorzamoras a nivel mundial 2011. ....	Pag. 14
Tabla No.3.- Composición nutrimental de la Zorzamora.....	Pag. 17
Tabla No.4.- Ejemplos de ácidos grasos saturados e insaturados.....	Pag. 55
Tabla No. 5.- Perfil de ácidos grasos de la semilla de zorzamora.....	Pag. 56
Tabla No. 6.- Perfil de ácidos grasos de la muestra de zorzamora obtenida por el método de microondas.....	Pag. 68
Figura No. 1.- Molécula de rivo flavina, proyección 3D.....	Pag. 25
Figura No.2.- Molécula de ácido málico, proyección 3D.....	Pag. 26
Figura No.3.- Molécula ácido gálico, proyección 3D.....	Pag. 27
Figura No.4.- Molécula de antocianina, proyección 3D.....	Pag. 33
Figura No.5.- Molécula de taninos, proyección 3D.....	Pag. 35
Figura No.6.- Molécula de ácido ascorbico, proyección 3D.....	Pag. 36
Figura No.7.- Ácidos grasos saturados, insaturados y poliinsaturados en su forma cis.....	Pag. 41
Figura No.8.- Representación del acomodo Ci y Trans- de un ácido graso.....	Pag. 44
Figura No.9.- Cis- Oleico, proyección 3D.....	Pag. 47
Figura No.10.- Ácido linolenico, proyección 3D.....	Pag. 50
Figura No.11.- Molécula de Ácido linolenico, proyección 3D.....	Pag. 52
Figura No. 12.- Espectro de H obtenido de muestras de semilla de zorzamora usando solventes. ....	Pag. 62
Figura No.13.- Espectro de C del extracto obtenido por el método de asistencia por microondas. ....	Pag. 64
Figura No. 14.- Pico del espectro de C donde se muestra una composición entre ácido linoleico, ácido linolénico y una mezcla de ácido linoleico y linolénico.....	Pag. 66

## 1.0- 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 intraespecifica 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.

## **2.0- Resumen:**

México se posiciona como una economía emergente, donde la población cursa con problemas de salud públicos, derivados de la implementación de este modelo económico, grandes cantidades de calorías y baja calidad nutricional, 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). En el presente trabajo se describe el mapa de ruta que se ha implementado a través de la vinculación entre la UMNSH y la cooperativa de productores Zarzamich., de Ziracuaretiro, lo cual ha permitido desarrollar las metodologías que han logrado obtener y caracterizar, químicamente, a los compuestos nutricionales con alto valor agregado en la industria alimenticia (nutraceuticos), derivados de los frutos de los generos *Rubus* spp., que no cumplen la calidad de exportación. Lo que permite generar datos que posibilitan la diversificación en la producción no solo de una industria primaria también permite plantear una incipiente industria extractiva de nutraceuticos, que se pueden aprovechar en la industria farmacéutica para la prevención de enfermedades degenerativas, todo esto como parte estratégica en la producción y transformación de los frutos rojos producidos en Michoacán.

### **Abstract:**

Mexico is positioned as an emerging economy, where the population presents with public health problems arising from the implementation of this economic model, large amounts of calories and low quality nutritional, and there are economic niches that set standards worldwide in production and distribution of food, but with an impact on regional economies and agricultural societies, where Mexico has changed since the twentieth century to the current century (from an agricultural society to a society steeped in world markets, with the opening and release of sectors including food processing, signing free trade agreements). In this work the roadmap that has been implemented through the linkage between UMNSH and producers' cooperative Zarzamich described., Of Ziracuaretiro, which has permitted develop methodologies they have achieved and characterized chemically, to the nutritional compounds with high added value in the food industry (nutraceuticals), derived from the fruits of genus *Rubus* spp., that do not meet export quality. Allowing generate data that enable diversification in production not only of a primary industry also can pose a nascent mining industry nutraceuticals, which can be exploited in the pharmaceutical industry for the prevention of degenerative diseases, all this as a strategic part in the production and processing of red fruits produced in Michoacan.

Palabras clave: *Rubus* spp, Ziracuaretiro, Zarzamora, Aceite, Lípidos, Ácido graso, nutrición, alimento funcional, nutraceuticos, extracción.

### **3.0- Introducción:**

#### **3.1- Modelo Económico de Producción alimenticia a nivel mundial.**

En la actualidad existen según la Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU) aproximadamente 7,000 millones de seres humanos habitando el planeta. Los cuales todos tiene necesidades, entre las que destacan el acceso a una salud, agua potable y una alimentación de calidad, la cual preserve el capital de salud humano. El Homo sapiens es un organismo que ha desarrollado diferentes etapas de desarrollo evolutivo, lo que le ha permitido asegurar una fuente de alimentos. En donde se puede mencionar desde las etapas de evolución como organismo recolector de frutos y semillas, así como su combinación como organismo que se organizaba como cazador (etapa evolutiva como nómada o seminómada). En casi todas culturas que se desarrollaron posteriores la Neolítico se vieron favorecidas por el desarrollo de la agricultura y la ganadería. Lo cual significo un cambio en el patrón de producción y consumo de alimentos, pero también origino un cambio de paradigma en el desarrollo de las sociedades humanas, las cuales cambiaron de ser nómadas, seminómadas a sociedades sedentarias y estratificadas. Lo cual ha sido una constante en los últimos 10,000 años. Por lo que se verifico una evolución en la forma de asegurar los alimentos y por lo tanto la supervivencia de nuestra especie, colocándola en la cúspide de la cadena alimenticia. Más sin embargo, el modelo de producción de alimentos no ha sufrido cambios significativos a nivel de diversificación alimenticia y la industrialización de la producción y distribución de alimentos ha significado elevados costos en términos económicos, de salud y un alto compromiso con el medio ambiente. Porque en la actualidad, los seres humanos que habitan en la Tierra explotan de manera mayoritaria unas cuantas especies de plantas y animales, entre los que destacan Maíz (*Zea mays*), Trigo (*Triticum spp.*), Arroz (*Oryza sativa*), Sorgo (*Sorghum spp.*) y en el Caso de los animales se circunscribe a las especies que han sido domesticadas para su explotación a nivel de obtención de proteínas cárnicas y productos lácteos donde destacan Res (*Bos primigenius taurus*), Cabra (*Capra aegagrus hircus*), Caballo (*Equus ferus caballus*) observando esto, desde un punto de vista occidental.

El problema mayor en la actualidad, es que el modelo de producción y distribución de alimentos a nivel mundial esta basado en la maximización de la eficiencia en la producción alimenticia. Donde los productos deben de cumplir con estándares de calidad dictadas por los mercados a nivel mundial. Estos criterios de calidad afectan la producción a nivel local. Lo cual ha originado en el mundo globalizado actual, diferencias significativas entre economías, por ejemplo un hemisferio en el sur el cual aporta en



buena medida las materias primas y los alimentos que deben de cumplir los estándares de calidad que el hemisferio norte demanda y es este último el que impone los precios de comercialización, así como los criterios de distribución dentro de las cadenas de producción alimenticia. Este modelo económico ha empezado a mostrar signos de crisis. Se debe de recordar que el modelo se impuso, posterior a la Segunda Guerra Mundial. Donde la comercialización y aseguramiento en la producción y distribución de calorías fuera la norma, dejando de lado productos alimenticios diversos y que poseían diferentes tipos de nutrientes necesarios para la alimentación humana la cual debe ser eminentemente diversa. Con el modelo económico de producción y distribución de alimentos se favoreció el acceso a nivel per capita, en el aumento en el número de calorías, lo cual permitió el desarrollo de enfermedades ligadas al sedentarismo. En donde la piedra angular es la obesidad y el sobrepeso. En la actualidad, esta demostrado que la obesidad esta ligada con el desarrollo de enfermedades como la Diabetes Mellitus de Tipo II, así como enfermedades ligadas al transporte y metabolismo de lípidos como es el caso de las Dislipidemias ( Hipercolesterolemia e Hipertrigliceridemia), así mismo existe controversia, debido a que las dieta humana pobre o carente en algunos nutrientes favorece el desarrollo de enfermedades como el Cancer de Colón. De esta forma, los problemas de salud públicos no infecciosos, están explicados en mayor forma por el modelo de producción y distribución de alimentos y micronutrientes necesarios para mantener el capital de salud humano, puesto que la industrialización y comercialización de alimentos no favorece la diversificación de alimentos y micronutrientes, dejando a la dieta humana, pobre en casi todas las etapas de desarrollo humano.

### **3.2- México y el modelo económico de producción de alimentos.**

Los Estados Unidos Mexicanos, por su Producto Interno Bruto (PIB) ocupa el lugar número 14 a nivel mundial y ocupa un lugar destacado dentro de la OCDE ( ), así como por su cercanía con la economía mundial más grande, medido esto último en términos de producción y patrón de consumo en los Estados Unidos de América. Así como su inclusión dentro de diferentes Tratados de Libre Comercio, han colocado al País en el desarrollo de diferentes modelos económicos de producción, que han afectado diversos ámbitos productivos. Debemos recordar que durante la mayor parte de la vida independiente de Mexico, ha sido una economía basada en la agricultura, donde la población era eminentemente rural. En los últimos 30 años se ha visto un cambio significativo en la producción y destino de los alimentos producidos en México. En donde

amplias zonas han desarrollado vocaciones casi exclusivas ciertos sectores y ciertos tipo de Productos. Pro ejemplo >Entidades Federativas como Sinaloa Tomate (*Solanum lycopersicum*), Michoacán es líder en la producción de Aguacate (*Persea americana*). Así como zonas conocidas como el altiplano Mexicano, donde destacan las Zonas del Bajío las cuales muestran una vocación en producción casi mayoritaria de Granos como Maíz, trigo y sorgo. Lo cual ha dejado a algunas zonas y entidades federativas fuera del desarrollo económico como el caso de estados y zonas de Guerrero y Chiapas, en donde el índice de desarrollo humano es equiparable cono regiones de Africa Subsaharina. De esta manera el estado Michoacán de Ocampo se ha colocado como una entidad federativa con una producción eminentemente Hortofruticola, en donde los caso de éxito comercial e impacto a nivel mundial en la producción de alimentos de alto valor nutrimental destacan los casos de Aguacate, Arándanos, Frambuesas y Zarcamoras. Así Michoacán ocupa el lugar número 10 por su participación en al PIB Nacional. Colocando al estado como un estado con alta contribución económica al PIB Nacional, pero que en términos de desarrollo humano esta calificado de una manera pobre. Lo cual nos habla de una paradoja en el desarrollo económico de producción y distribución de la riqueza, la cual es medida en la actualidad en como riqueza y pobreza multidimensional.

#### **4.0- Antecedentes**

##### **4.1- Alimentación humana.**

Los seres humanos, al igual que todos los seres vivos, necesitan además del agua, una variada y equilibrada alimentación que es la base del desarrollo de la vida. Esto se conoce como dieta, en la cual debe haber un equilibrio de distintos macronutrientes, como proteínas, lípidos, carbohidratos, ácidos desoxirribonucleicos, además de otros compuestos conocidos como micronutrientes que incluyen: minerales (Fe, Zn y I), vitaminas (A, D, B) y algunos elementos traza (Cl, Br, Na). El equilibrio de estos componentes en la alimentación hacen que una dieta sea equilibrada, produciendo así un estado de salud física adecuado en los seres vivos, especialmente en el ser humano. Pero la alimentación al día de hoy es a menudo desequilibrada, desestructurada y con bajo valor nutricional, además, se suman factores como el sedentarismo, y malos hábitos alimenticios que derivan en problemas mayores de salud.

En la actualidad, aproximadamente dos mil millones de personas padecen carencia de uno o más micronutrientes. A escala mundial, las tres carencias de micronutrientes más preocupantes desde el punto de vista de la salud pública son las de vitamina A, hierro y

yodo. Las formas más extendidas y graves de malnutrición por carencia de micronutrientes se hallan generalmente en los países en desarrollo entre los agricultores de subsistencia pobres, los refugiados y los trabajadores migrantes y, sobre todo, en niños, mujeres embarazadas, ancianos y enfermos, que son más vulnerables dadas sus necesidades nutricionales particulares.

Las carencias de micronutrientes o hambre encubierta están estrechamente relacionadas con la pobreza, las dietas deficientes y la agricultura subdesarrollada. Los niños poco nutridos no pueden crecer y desarrollarse plenamente, ni resistir a las infecciones o desplegar todo su potencial de aprendizaje. Los adultos mal nutridos ven disminuida su capacidad de trabajar y padecen más enfermedades, lo que conlleva un aumento del absentismo y la pérdida de ingresos. Por lo tanto, la buena nutrición es un requisito previo del desarrollo y a la vez, su consecuencia. (<http://www.fao.org/food/agricultura-sensible-a-la-cuestion-de-la-nutricion-y-enfoques-basados-en-los-alimentos/micronutrientes/es/>)

#### **4.2- Historia de la dieta humana.**

La evolución de la forma de la alimentación humana en el mundo, se puede explicar de forma cronológica para hacer referencia a los descubrimientos y la evolución de los alimentos, y la industria de los mismos, a través de la historia.

Un millón de años antes de cristo, aparece el Australopithecus, que da lugar al Homo Erectus, que es el primer atisbo de hombre, omnívoro, depredador, y compite por comida con otros mamíferos como hienas y grandes felinos. Se alimenta de animales, raíces, nueves, hormigas, médula ósea y cuenta con maxilares bien desarrollados.

En el 400,000 a 360,000 a. C., el *Homo erectus* del pleistoceno medio, migra de África a Europa, comienza a fabricar herramientas para la caza como armas, como lanzas, y recipientes de madera. Emplea el fuego y cocina la carne cruda, se alimenta de venados, elefantes, tigres dientes de sable y otros grandes mamíferos.

Sobre el 40,000 a. C., el *Homo sapiens* domina el fuego, cocina, hace armas de hueso y cuerno, caza bisontes y tigres, pesca con anzuelos, recoge miel, frutas y nueces, esto se aprecia en las cavernas de Aurignac en Francia. Debido a esto, el Homo Sapiens aumenta su población y aumenta su capacidad como especie.

20,000 a. C.: *Homo sapiens* utiliza piedras calientes para cocinar sus alimentos.

12,000 a. C.: Homo Sapiens de la tribu de Halfan del bajo Nilo, usan piedras y herramientas para moler cereales. Nubia, del alto Nilo usa una herramienta con forma de cuchillo para cosechar cereales. China vive de la caza, pesca y mariscos, aprende a secarlos y almacenarlos.

9,000 a. C.: Es la "Edad de oro de la nutrición", pues se utilizan herramientas como el arco y la flecha para cazar, además existe armonía en la alimentación, que comienza a ser balanceada, basada en carnes, productos vegetales, fruta y nueces.

([http://www.sopenut.net/site1/files/VII\\_Curso/2.%20TRADICION%20ALIMENTARIA.pdf](http://www.sopenut.net/site1/files/VII_Curso/2.%20TRADICION%20ALIMENTARIA.pdf))

8000 a. C.: Comienza la agricultura. El hombre domestica diversos cultivos y ganado.

4000 a. C.: China fabrica yogur y queso a través del proceso de fermentación.

4000-2000 a. C.: Egipto y Mesopotamia producen pan y cerveza a partir de levadura. Sumeria, China y Egipto elaboran cerveza y queso.

100 d. C.: En China emplean flores de crisantemo para crear el primer insecticida natural.

1202 d. C.: El rey Juan de Inglaterra promulga la primera ley sobre alimentación.

1810 d. C.: Nicolás Appert inventa la presentación hermética de los alimentos.

1812 d. C.: Christopher Keppel inicia Nestlé, crea Ovaltine en Berna Suiza. Nace Campbell Soup Co, de Joseph Campbell.

1867 d. C.: Farmacéutico Francés Michell Chevrol, aisla de grasa animal ác. margárico en forma de gotas perladas (margaron= perla).

1870-1890 d. C.: William James Beal produce en un laboratorio el primer maíz híbrido.

1885 d. C.: Coca Cola se vende en farmacia Jacob de Atlanta, allí Q.F. John Styth Pemberton hace remedio para dolor de cabeza y molestias por embriaguez con hojas de coca de Sud América, extracto de nueces y jarabe de frutas. Su ayudante Frank Robinson lo llama Coca Cola. Otro farmacéutico de Atlanta Asa G Candler compra Coca Cola por 2300 dólares y funda Coca Cola.

1895 d.C.: Palabra Caloría se aplica a los alimentos por primera vez por W.O. Atwater, quien dice gran Caloría o kilocaloría es el calor necesario para que un kg de agua suba de 15 a 16° C a la presión de una atmósfera.

John Harvey Kellogg que pone harina hervida en la máquina de estirar de su esposa, la hornea y embolsa las hojuelas resultantes. Con 60 centavos de harina gana 12 dólares, gran negocio.

1898 d.C.: Pepsi Cola creada por el Q F. Caleb Bradham en New Bern N.C. Primero fue Brad's drink, después Pepsi Cola por el añadido de Pepsina y Cola de nueces.

Leche Carnation sale a la venta en Seattle, empresa fundada por Amos Stuart quien estudia como esterilizar y evaporar leche sin dañarla.

1908 d. C.: Químico Kikunae Ikeda de la Universidad de Tokio aísla de algas marinas el aminoácido glutamato, que da sabor cárnico a dietas vegetales. Al año siguiente en asociación con Saburosuke Suzuki sienta las bases de la corporación Ajinomoto.

1910 d. C.: Richard Hellman introduce su mayonesa Hellman.

National Biscuit Co, crea galletas Oreo con dos wafers de chocolate y crema al medio.

Nabisco cambia su nombre inglés por galletas de crema tipo sándwich Oreo.

1919 d. C.: Aparece el término biotecnología.

1927 d. C.: Daniel Gerber debe por orden médica alimentar a su pequeña hija enferma, con puré de arvejas. Encuentra que las del comercio son muy caras.

1937 d. C.: se crean cadenas de alimentos llamados Super Markets.

1933 d. C.: Se comercializa por primera vez un maíz híbrido en Estados Unidos.

1940 d. C.: Lay's potato chips (Sabritas) son introducidos por la firma H.W.Lay Co. de Atlanta..

1943 d. C.: Inicia la revolución verde en México, encabezada por N. E. Borlaug.

1945 d. C.: Se crea la "Organización para la Agricultura y la Alimentación" (FAO). Conduce las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre.

1950 DC: Ray Kroc, vende máquinas de milkshake ,compra franquicia de una cadena de hamburguesas fundada por hermanos Dick y Maurice McDonald.

Se crea el primer Burger King en Miami.

Kentucky Fried Chicken del Coronel Sanders, recorre EEUU con licencias para uso de su mezcla secreta de hierbas, especias y sazónador.

1955 d. C.: Domino Pizza nace en Detroit.

Chicken Ramen, fideos instantáneo más importante del mundo es llevado a EE.UU por Nissin Food Products of Japan, fundada en Osaka por Momofuku Ando.

Horno microondas para el hogar es introducido por Amana Refrigeration. El Ing. Keishi Ogura de Japan Radio crea el tubo electrónico base de las microondas. Aparece el popcorn en microondas.

Procter and Gamble introduce Pringles.

1963 d. C.: La revolución verde es aplicada en la agricultura mundial.

1977 d. C.: Se establece el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, para proporcionar fondos y movilizar recursos adicionales para programas específicamente diseñados para promocionar el progreso económico de los habitantes pobres de zonas rurales.

1990 d. C.: tomate, 1er cultivo mejorado genéticamente, aprobado en EE.UU. Entre 1986 y 1997 se hacen unos 25 000 ensayos de campo con 60 especies de plantas transgénicas en 45 países. Siguen maíz, soya, algodón.

1992 d. C.: Se aprueban los primeros alimentos transgénicos, creados por la compañía Calgene.

2002 d. C.: Charles Zucker, identifica los receptores del quinto gusto básico: umami.

2009 d. C.: Se celebra la "Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria" en Roma, Italia, con el objetivo principal de erradicar el hambre.

(Revista Muy Interesante (Colombia): N° 290 páginas de la 66 a la 68.)

(Tannahill Reay. Food in History. First Edition. Three Rivers Press. New York. 1989)

(Trager James. Food Chronology. First Edition. Henry Holt and Company. New York. 1997)

(Bocuse Paul and Metz Ferdinand. The New Professional Chef Fifth Edition. Van Nostrand Reinhold. New York 1991.)

(Mackey Maureen and Santerre Charles. La biotecnología y nuestra provisión de alimentos. Nutrition today. Vol. 35-No 4 Julio 2000.)

Desarrollada la tecnología de la agricultura, la penuria de la población no depende de la escasez de recursos, sino de la organización de estos recursos. Un Desarrollo sostenible, que básicamente es no dañar el medio ambiente, que también es que este desarrollo llegue a todos o que sea un reparto equitativo de riqueza; pero no es tan simple el paradigma del desarrollo. La vía de solución estaría en la organización de los recursos, o una logística de industrialización y distribución.

Por lo tanto los humanos son innovadores y buscan diversificar su dieta, en cultivos y en el aprovechamiento de los recursos. Donde destacan en ultimas fechas o en fechas recientes los cultivos con alto valor nutrimental agregado, entre los destacan países o economías como México. El cual es líder en la producción de cultivos con valor agregado, entre ellos, *Persea americana* var. Hass (aguacate), cítricos, aceitunas, y particularmente las especies de los generos *Rubus spp.* y *Vaccinum myrtillus*. En el ámbito local Michoacan destaca dentro de las economías agroindustriales, por su producción y rendimiento a nivel mundial para estos productos agroindustriales. Más sin embargo el ritmo o la dinámica actual marca que las economías deben de innovar y diversificarse, el

ámbito del crecimiento poblacional y el desarrollo de polos económicos a nivel mundial indican que los productos en fresco deben de sufrir esta presión en conjunto con los productores.

Los frutos rojos son un conjunto de cultivos de valor agregado y fuerte manda nivel mundial, los cuales comprende a los siguientes frutos, fresas (*Fragaria spp.*), frambuesa (*Rubus idaeus*), mora (*Morus spp.*), arándanos (*Vaccinium spp.*) grosella (*Ribes rubrum*), cerezas (*Prunus avium* y *Prunus cerasus*), zarzamoras (*Rubus spp.*), en donde México es líder en la producción de los siguientes frutos como:

Arándano, frambuesa, fresa, zarzamora.

### **4.3- Importancia económica.**

#### **4.3.1- Producción *Rubus fruticosus* en México.**

El territorio nacional Mexicano ofrece una gran diversidad biológica, esto debido a múltiples factores entre los que se pueden mencionar y destaca la multiversidad 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 (Los Reyes, Periban, Tangancicuaro y Tocumbo) 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 (**Ver Tabla No. 1**). México es el principal exportador a otros países, cuenta con la ventaja “PRODUCCION CONTRA ESTACION” es decir, que mientras México produce, los demás países no cuentan con ella.

**TABLA No 1: Producción de zarzamora 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.

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

PAISES	VALOR 2 0 1 1 000USD	SALDO 2 0 1 1 000USD	CANTIDA D 2011 (TON)	V A L O R UNITARIO USD/TON	% AUMENTO 2 0 0 7 - 2 0 1 1 (VALOR)	% AUMENTO 2 0 0 7 - 2 0 1 1 (CANTIDAD)	PARTICIPACION EN EXPORTACION MUNDIAL %
MUND O	726,852	-255,985	144,602	5,027	3	3	100
MX	131,742	130,922	43,655	3,018	-5	9	18
US	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
PO	28,109	26,532	2,672	10,520	38	39	4
NE	32,234	-4,515	2,594	12,426	1	4	4
MO	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.

#### **4.3.2- 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. Esto 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 (FAO) y la Organización Mundial de la Salud(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.

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

#### **4.4- Frutos Rojos:**

La zarzamora tiene como origen a (*Rubus eubatus*) de la familia Rosácea tiene un marco de arbusto con tallos erectos o al final. Los frutos de mora, con un peso alrededor de 4 a 7 g, tienen un sabor dulce y ácido a ácido y no son bayas, sino un conjunto de frutas compuesta de muchos pequeños frutos llamado drupa. Los frutos frescos, además de ser muy nutritiva, rica en minerales, pro-vitamina A, vitamina B y calcio, también contienen compuestos bioactivos, tales como antocianinas (Antunes et al., 2003).

Los frutos de zarzamora contienen un elevado porcentaje de agua, alrededor del 80% de su peso total. Posee vitaminas especialmente las vitaminas C, E y A, sales de calcio, potasio, hierro, manganeso y ácidos orgánicos (málico, cítrico, láctico, succínico, oxálico y salicílico). Tienen un alto contenido en fibra, sin embargo, lo que en realidad caracteriza a estas frutas es su abundancia de pigmentos naturales que además de conferirle su color y sabor característico tienen acción antioxidante. Además, este alimento cuenta con una serie de ácidos naturales con propiedades anticancerosas (Ácidos clorogénico, ferúlico, ursólico y málico) (Wrolstad et al., 1980; Cajuste et al., 2000; Rieger, 2006).

**Tabla 3.** Composición nutrimental de la zarzamora (Rubus) (USDA, 2004).

Composición por 100 gr de porción comestible	
Agua	88.15 gr.
Energía	43 Kcal
Grasa	0.49 gr.
Proteína	1.39 gr.
Hidratos de carbono	9.61 gr.

#### **4.5- Origen del fruto *Rubus fruticosus*.**

El origen de la zarzamora es muy antiguo, se dice que fue conocida en el mundo clásico de hace 2000 años atrás, como alimento, medicamento y como cercas de protección para las viviendas. Se le considera nativa de Europa y Asia, y posteriormente traída a América.

Se dice que su nombre común zarzamora o mora, proviene de su forma, con muchas espinas, pero su nombre científico *Rubus spp.* deriva del latín “ruber” que quiere decir, rojo. Los frutos de la zarzamora son muy apreciados por su colorido, olor, sabor, suave y/o crujiente textura.

La mayor parte de la producción mexicana de zarzamoras se efectúa en Michoacán, una entidad en donde la zarzamora crece en un ambiente natural y orgánico (Santamaría et al, 2005), actualmente la principal producción es de la variedad Tupy, aunque se siguen sembrando las variedades Brazos, Cherokee, Comanche, Cheyenne y Shawnee en una superficie de ocho mil 194 hectáreas, principalmente en los municipios de Uruapan, Los Reyes, Ziracuaretiro, Ario de Rosales y Tacámbaro (SAGARPA, 2008).

Los productores de zarzamora en México la venden fresca y congelada y en baja proporción como mermelada, siendo casi inexistente otras presentaciones. La fruta destinada a la industria de jugos es aquella que no cumple con los requisitos esenciales para la fruta fresca y que generalmente presenta mayores niveles de contaminación. La elaboración de jugos 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. (Fernández *et al.* 2006; CODEX, 2006).

#### **4.6- Nutraceuticos.**

##### **4.6.1- Alimento Funcional:**

Los ingredientes funcionales están enfocados en darle un valor agregado a la salud del consumidor final (Alanis-Guzman, 2003). Las bebidas y alimentos funcionales se definen como aquellas que benefician a la salud del consumidor, ya sea, por un ingrediente adicional, como alguna vitaminas, o por una característica propia del producto, lo que suele ocurrir con los cítricos y otras frutas.

#### **4.6.2- Fibra Dietética:**

La fibra dietética no es considerada un nutriente, sin embargo, los beneficios que aporta al organismo y la energía que se deriva de su fermentación la hacen un alimento indispensable para el buen funcionamiento colónico. Sus efectos en el organismo están dados por sus propiedades fisicoquímicas, las cuales se mencionan a continuación.

#### **4.7- Propiedades Fisicoquímicas:**

**4.7.1- Viscosidad y retención de aceites.-** Uno de los probables mecanismos por los cuales la fibra dietética reduce los factores de riesgo provocado por las enfermedades cardiovasculares (ECV) es que la fracción soluble (FS) se hidrata en el tracto gastrointestinal, formando una matriz gelatinosa que tiene la capacidad de enlazar el colesterol y lípidos, interfiriendo con su absorción (Scheeneman, 1989; Topping, 1991). Otra explicación es que el incremento de esteroides es responsable de bajar los niveles de colesterol. Ciertos tipos de fibra dietética pueden enlazar las sales biliares y esteroides neutros (Stark y Madar, 1993), y de esta manera promover su remoción del cuerpo. Para compensar la pérdida de sales biliares excretadas en las heces, el ciclo enterohepático pone disponible pequeñas cantidades de sales biliares, necesarias para la absorción intestinal de la dieta. Además, para compensar los bajos niveles de sales biliares en el organismo, el colesterol sanguíneo y hepático es usado para la síntesis nueva de sales biliares.

**4.7.2- Retención de agua y aceite.-** Este efecto se traduce en la capacidad de las fibras de absorber macronutrientes, la fracción insoluble (FI) y la fracción soluble (FS) pueden absorber compuestos tóxicos impidiendo que los mismos estén disponibles en el intestino, así como ácidos biliares, reduciendo la formación de micelas y disminuyendo la absorción de colesterol. También influyen en la absorción de glucosa, teniendo entonces, un efecto hipoglucémico.

**4.7.3- Tamaño de partícula.-** El grado de molienda que alcance la fibra dietética durante la masticación y digestión puede producir diferentes efectos: fibras menores a 200 $\mu$  presentan mayor capacidad de hidratación y fermentabilidad, pues poseen mayor superficie de contacto. Fibras de tamaño de partícula mayor a 800 $\mu$  estimulan la defecación, aumentando el volumen fecal y evitando la constipación. El tamaño de partícula se estandarizó en este estudio para que fuera administrado a las ratas en una mezcla homogénea en polvo, siendo de 51 $\mu$ .



**4.7.4- Interacciones iónicas.-** *Los fitatos y compuestos fenólicos, elementos asociados a las fibras, pueden formar complejos insolubles con minerales, promoviendo la reducción de la absorción intestinal de los nutrientes.*

**4.7.5- Fermentabilidad.-** La fermentación colónica tiene importantes repercusiones sobre la salud del huésped. Algunos metabolitos bacterianos son, per se, sustancias tóxicas para el organismo (amoníaco, aminas y nitrosaminas carcinógenas, facapentaenos). Otros, pueden reducir la biodisponibilidad de vitaminas y minerales. Sin embargo, el incremento de la masa bacteriana y los aGCC (Productos mayoritarios de fermentación), tienen efectos beneficiosos para el organismo, y se relacionan con la etiología y prevención de diferentes patologías de gran incidencia actualmente, como son el cáncer de colon y ECV. La fermentación de la fibra dietética de origen vegetal está determinada por sus propiedades fisicoquímicas, el grado de partícula y la presencia de otros componentes vegetales capaces de inhibir la actividad bacteriana. Los almidones resistentes, por otro lado, pueden ser degradados casi completamente por la microflora colónica, las características fisicoquímicas tales como cristalinidad, puentes de hidrogeno, etc., determinan la velocidad de degradación.

#### **4.8- Análisis y aseguramiento de la calidad de los alimentos.**

La calidad es un concepto que viene determinado por el sinergismo de diferentes factores relacionados la aceptación del alimento y que puede tener implicaciones de inocuidad y de cultura las cuales 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.

#### **4.9- Análisis y aseguramiento de la calidad del fruto *Rubus spp* 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).

**4.9.1- 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).

#### **4.10- Pruebas de identificación de moléculas con actividad antioxidante**

##### **4.10.1- 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.

#### **4.10.2- 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.

#### **4.10.3- 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.

#### **4.10.4- 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 *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.

#### **4.10.5- 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.

#### **4.11- Compuestos Fitoquímicos en *Rubus spp.***

##### **4.11.1- 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). En la Fig. 12 se observan los valores obtenidos en los diferentes tratamientos para la evaluación de la capacidad antioxidante tanto en el jugo tratado enzimáticamente. Se observa una disminución conforme aumenta la temperatura y la concentración de enzima en cada tratamiento.

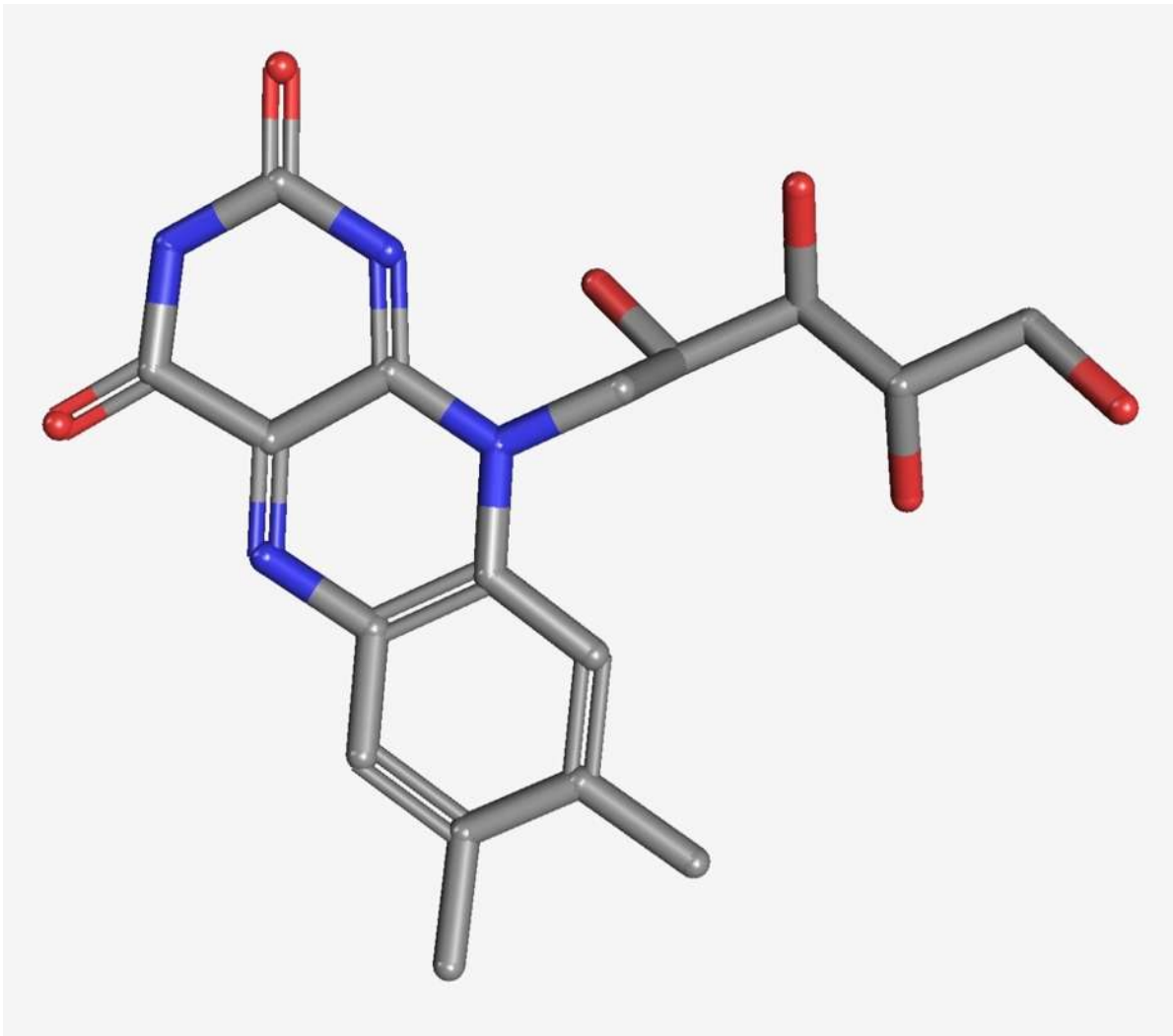
Polifenoles y Flavonoides. Fitoquímicos es el nombre genérico con el que se conoce a una serie de sustancias que se encuentran en las plantas, principalmente, se utiliza para hacer referencia a sus compuestos bio-activos que no tienen valor nutricional. Las frutas y vegetales ayudan a reducir de manera 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 et al., 2008; Álvarez-Castro y Orallo-Cambeiro, 2003).

#### **4.11.2- Moléculas Antioxidantes.**

Los *fitoquímicos* o elementos que preservan la salud, o ambos, son sustancias que se encuentran en verduras y frutas, que pueden ser ingeridas diariamente con la dieta en cantidades de gramos y muestran un potencial capaz de modular el metabolismo humano (Astiasarán et al, 1995) La capacidad antioxidante de la ingesta diaria de frutas y verduras varía considerablemente de acuerdo a la presencia de diversos compuestos con actividad antioxidante presentes en ellos; los antioxidantes son las herramientas para el sistema de defensa del organismo contra los radicales libres, estos actúan como captadores de radicales libres. El organismo es capaz de producir sus propios antioxidantes, los cuales incluyen a las enzimas superóxido dismutasa y reductasa, peroxidasa y catalasa, así como de glutatión (GSH) y del citocromo P450. También podemos encontrar fuentes externas de antioxidantes producidos por las plantas y que tienen una función biológica, tales como son la vitamina C, vitamina E, carotenoides y antocianinas, ácidos grasos.

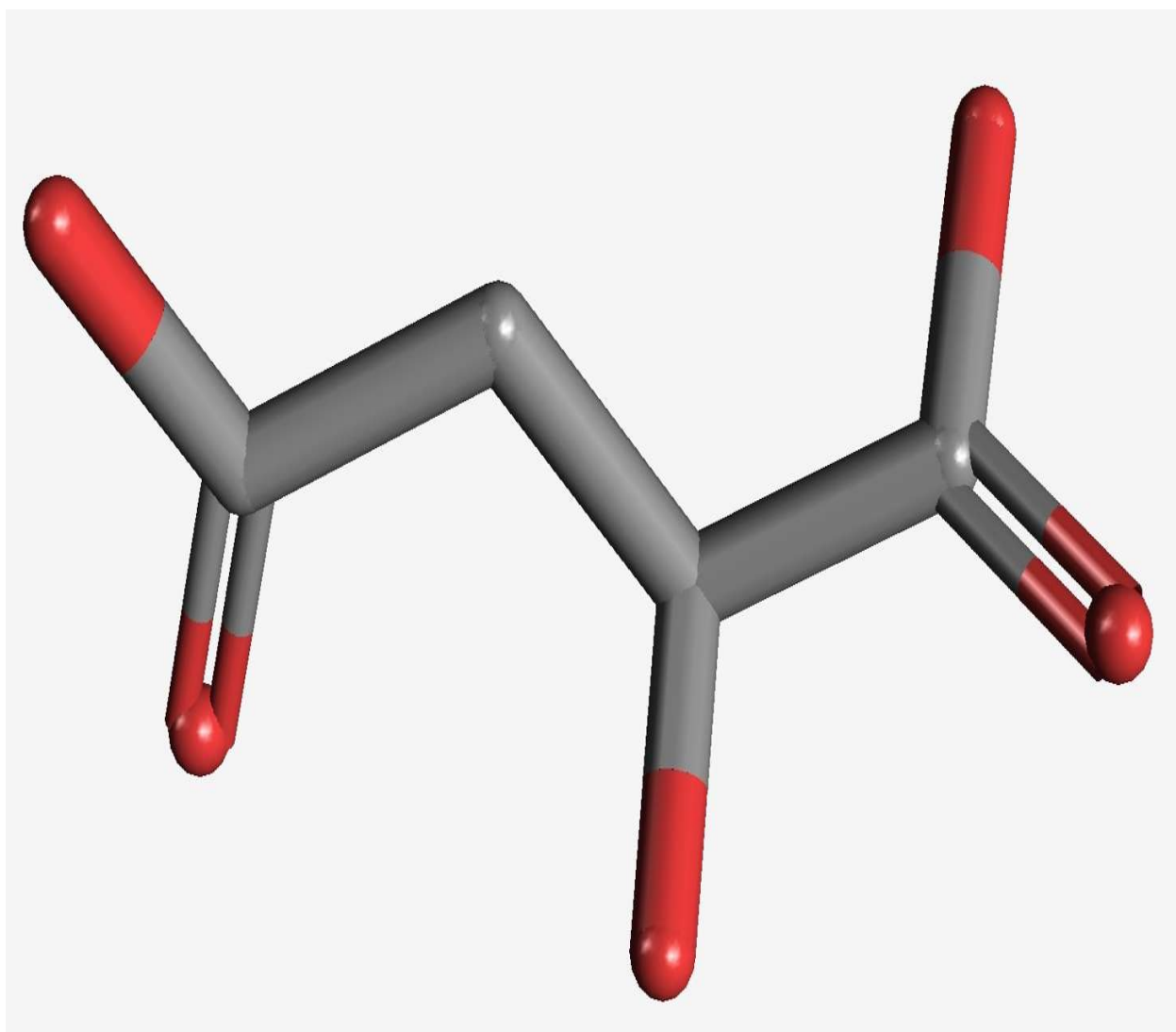
En cuanto a su contenido vitamínico, destaca por su aporte de vitaminas C (ácido ascórbico), vitamina A (retinol), ácido gálico, aunque también contiene otras vitaminas en menor cantidad, entre las que se encuentran vitamina B<sub>1</sub> (tiamina), vitamina B<sub>2</sub> (riboflavina), vitamina B<sub>3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

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.

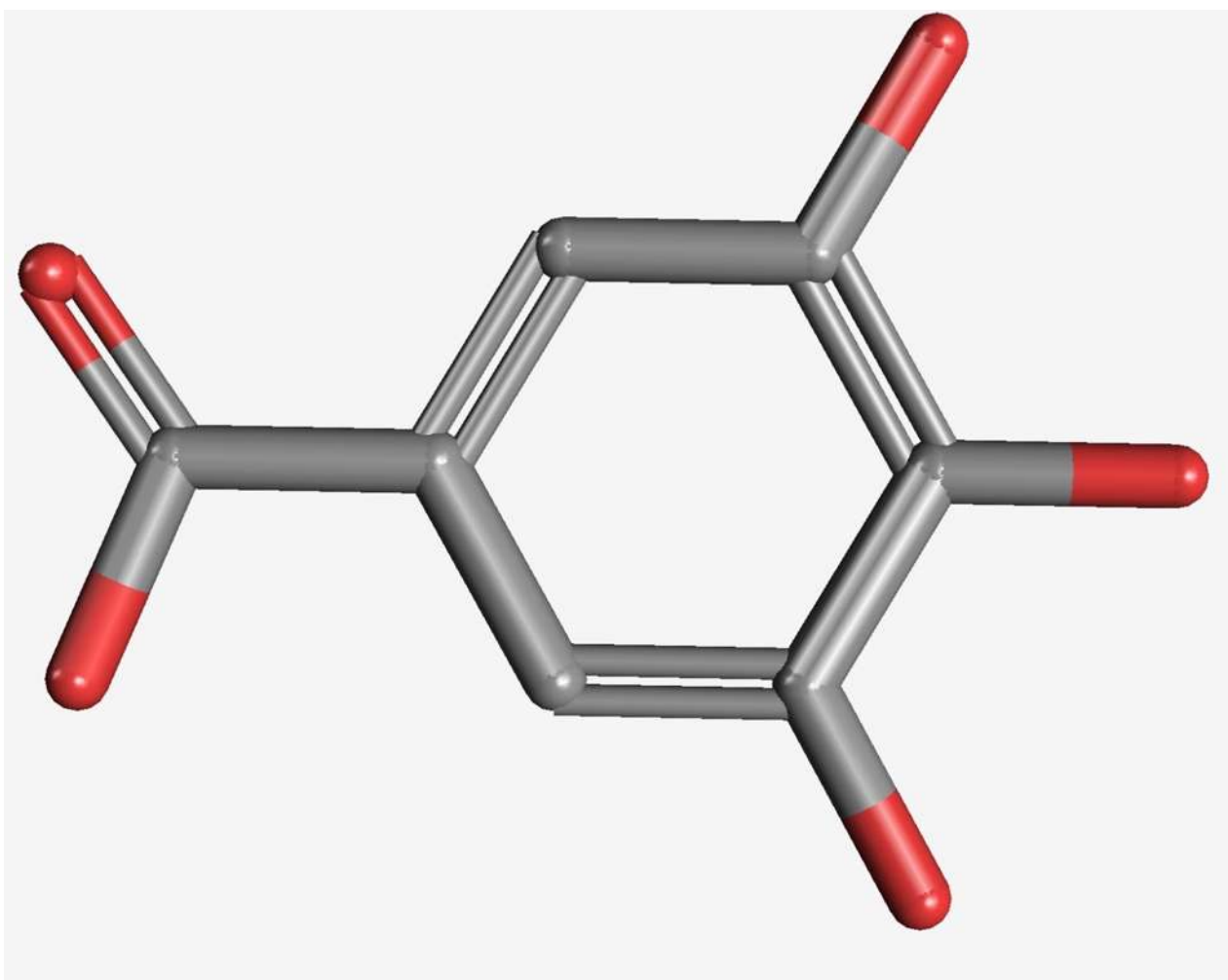


**Figura No 1.** Molécula de rivoftavina , proyección en 3D, recuperada (2015) de :

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



**Figura No 2** .Molécula de Ácido málico, proyección 3D , recuperada (2015) de : <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=img&reqid=3220558578769598157>



**Figura No.3** Molécula Ácido gálico, proyección 3D , recuperada (2015) de :

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



#### 4.12- Alimentos Funcionales.

Las bebidas y alimentos funcionales se definen como aquellas que benefician a la salud del consumidor, ya sea, por un ingrediente adicional, como algunas vitaminas, o por una característica propia del producto, lo que suele ocurrir con los cítricos y otras frutas.

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 zarzamora 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 zarzamora, ya que entre otros componentes los frutos de zarzamora 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 nutraceuticos, 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 hiperglicemicos (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 genero *Rubus* 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

#### **4.13- Actuación de los alimentos funcionales ó 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 rl 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 virales, bacterianas, fungicas y 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 purpuras).

**4.13.1- Flavonoides:** Comprenden a los flavonoles, los antocianidoles 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 colo-rectal.

**4.13.2- 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.

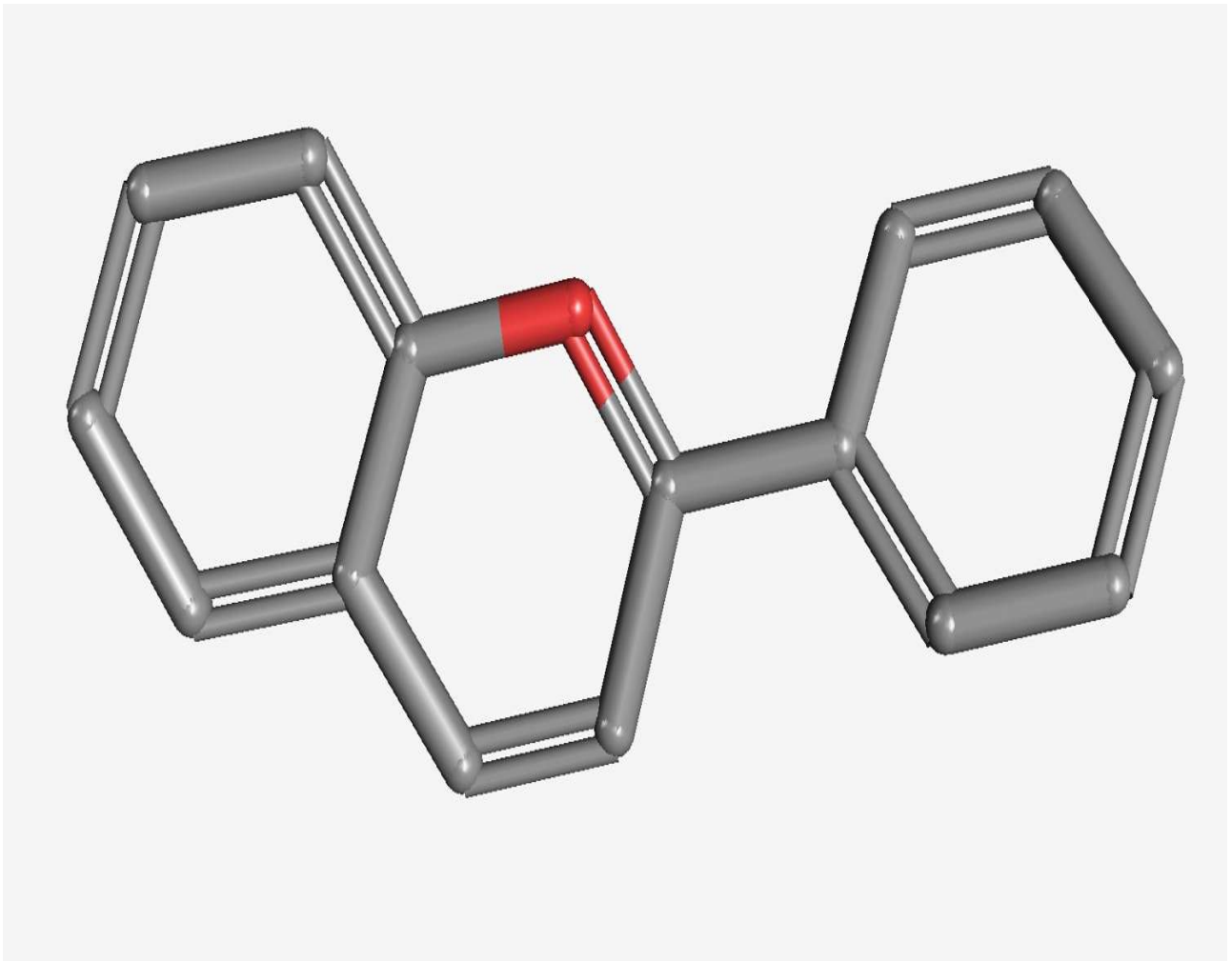
**4.13.3- Catequinas:** Son bioflavonoides, teniendo como estructura básica un núcleo de flavón unido mediante un enlace  $\beta$ -glucosídico a un azúcar. Son moléculas que poseen un alto poder antioxidante, logrando proteger a nuestras células de los radicales libres y el estrés oxidativo.

**4.13.4- 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.



**Figura No. 4.-**Molécula de Antocianina, proyección en 3D, recuperado (2015) de :

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

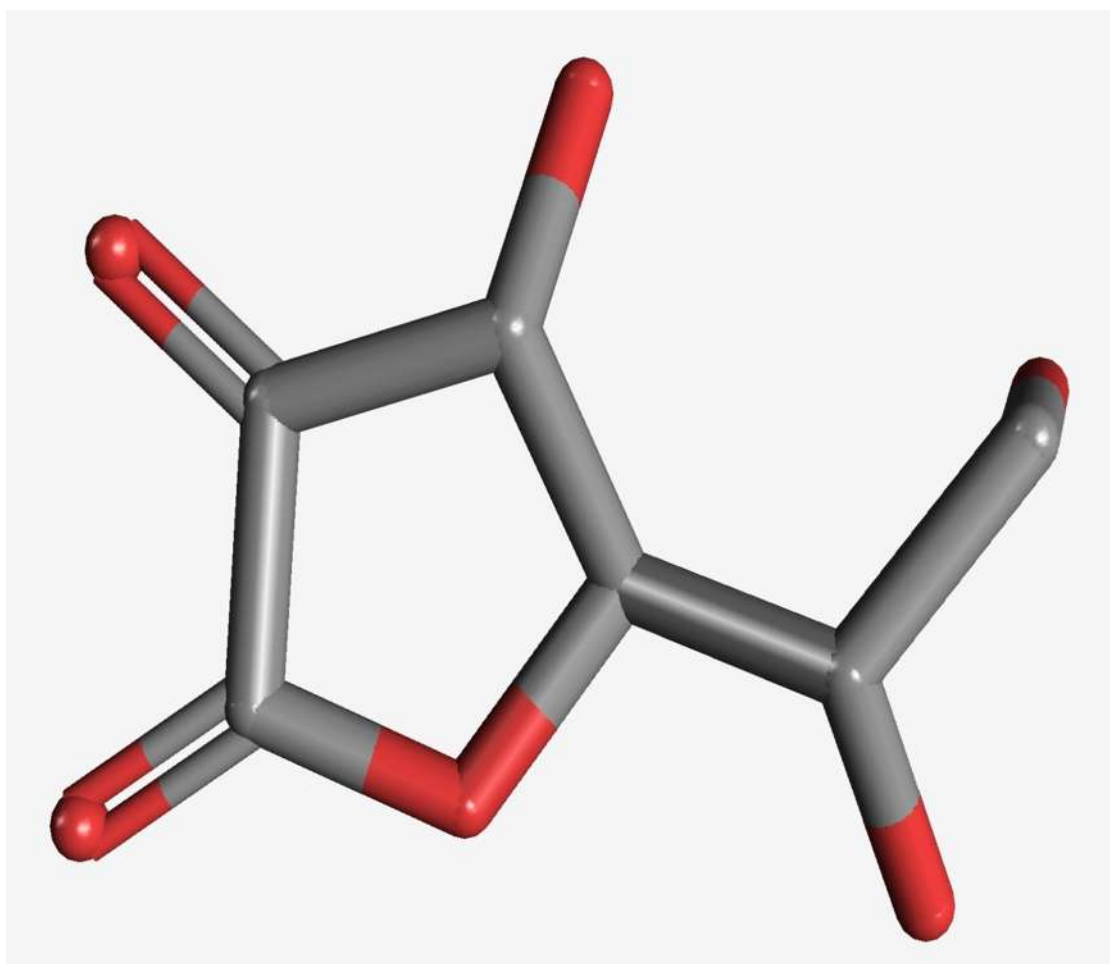
**4.13.5- Taninos:** Santos-Buelga y Scalbert (2000) citaron, los taninos son metabolitos secundarios de las plantas, los taninos comprenden un grupo heterogéneo de polifenoles en plantas, son solubles en agua, y tienen un peso molecular de entre 500 y 3000 Daltons usualmente dan reacciones fenólicas (coloración azul con cloruro de hierro III, y precipitan con alcaloides, gelatinas y otras proteínas. Los alimentos ricos en taninos tienen un características astringentes (al probarlos), debido a los enlaces con las 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).

**4.13.6- Ácido Ascórbico:** 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 6.-** Molécula de ácido ascórbico, proyección en 3D, recuperado (2015) de:  
<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=status&reqid=636584189933408570>

**4.13.7- La vitamina C:** Actúa como agente reductor en reacciones de hidroxilación o reacciones de oxido- reducción. Es considerado el agente reductor mas reactivo en el tejido viviente, también es considerado como nutriente esencial para el ser humano (Fennema, 1996). Es capaz de regenerar otros antioxidantes presentes como por ejemplo la vitamina E. Además de la prevención de cáncer, contribuye en el tratamiento y prevención de muchas enfermedades. Sus principales fuentes son las frutas, verduras y hortalizas (cítricos, fresas, kiwi, melón, tomate, pimiento, coles, coliflor, etc.), entre los alimentos de origen animal principalmente el hígado (Valls i Bellés 2008).

**4.13.8- Los polifenoles:** Tienen acción antioxidante, pueden reducir la peroxidación de los lípidos. Los polifenoles se hallan preferentemente en las capas más superficiales de verduras, frutas, cereales inferiores. Son también anticoagulantes, antimicrobianos, inmunoestimulantes y reguladores de la presión arterial y de la glucemia.

**4.13.9- Terpenos:** Se encuentran en la mayoría de los organismos, pero constituyen el grupo más abundante de los aceites vegetales, de hecho son los responsables de los aromas y sabores específicos de las plantas, mientras mayor sea la cantidad de oxígeno en la molécula, mayor será su aroma. Estos compuestos, se forman a partir del isopreno (unidad de 5 átomos de carbono). Dentro de los terpenos se clasifica a los *carotenoides* que son tetraterpenos muy importantes en los mamíferos, especialmente el b-caroteno que es precursor de la vitamina A (11-cis-retinal). También las vitaminas liposolubles D (colecalfiferol) y K son consideradas como terpenos. (<http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez/0403/terpenos.html>)

#### **4.14- Lípidos:**

Los lípidos son un grupo de compuestos heterogéneo, que incluye grasas, aceites, esteroides, ceras y compuestos relacionados más por sus propiedades físicas que por sus propiedades químicas. Tienen la propiedad común de ser: 1) relativamente insolubles en agua y 2) solubles en solventes no polares, como éter y cloroformo. (Harper)

Las funciones biológicas de los lípidos son igualmente diversas. En muchos organismos, las grasas y los aceites son las formas principales de almacena miento energético, mientras que los fosfolípidos y los esteróles constituyen los principales elementos estructurales de las membranas biológicas. Otros lípidos, aun estando presentes en cantidades relativamente pequeñas, juegan papeles cruciales como cofactores

enzimáticos, transportadores electrónicos, pigmentos que absorben la luz, anclas hidrofóbicas para proteínas, “chaperonas” que ayudan en el plegamiento de las proteínas de membrana, agentes emulsionantes en el tracto digestivo, hormonas y mensajeros intracelulares. (Lehninger 343)

Son importantes constituyentes de la dieta no sólo debido a su alto valor energético, sino también debido a las vitaminas liposolubles y los ácidos grasos esenciales contenidos en la grasa de alimentos naturales. La grasa se almacena en el tejido adiposo, donde también sirve como un aislador térmico de los tejidos subcutáneos y alrededor de ciertos órganos.

Los lípidos no polares actúan como aislantes eléctricos, lo que permite la propagación rápida de las ondas de despolarización a lo largo de nervios mielinizados. Las combinaciones de lípido y proteína (lipoproteínas) sirven como el medio para transportar lípidos en la sangre. Los lípidos tienen funciones esenciales en la nutrición y la salud, y el conocimiento de la bioquímica de los lípidos es necesario para entender muchas enfermedades biomédicas importantes, entre ellas obesidad, diabetes mellitus y aterosclerosis. (Harper).

Los diversos compartimentos en el interior de las células eucarióticas están rodeados por membranas que son flexibles, dinámicas y absolutamente imprescindibles para la vida de la célula. Se piensa que la formación de una membrana es un acontecimiento definitorio en la historia evolutiva de la célula; sin membranas, una célula sería incapaz de retener recursos esenciales o protegerse contra sustancias externas nocivas.

Los lípidos que constituyen la estructura física de la membrana (la bicapa lipídica) se agregan para formar láminas impermeables a iones y otros solutos. La clave de este comportamiento es la hidrofobicidad de las moléculas de lípidos. La hidrofobicidad también es una característica útil de lípidos que realizan otras funciones, como almacenamiento de energía. Aunque los lípidos exhiben enorme variedad en forma y tamaño y realizan todo tipo de tareas biológicas, están relacionados por su hidrofobicidad.

Las moléculas que se ajustan a la definición de lípido no siguen un único patrón estructural ni comparten un conjunto común de grupos funcionales, como hacen los nucleótidos y aminoácidos. De hecho, los lípidos se definen principalmente por la ausencia de grupos funcionales. Dado que constan en mayor medida de átomos de C e H y tienen pocos o ningún grupo funcional con N u O, carecen de la capacidad de formar

enlaces de hidrógeno y por tanto son en gran medida insolubles en agua (la mayoría de los lípidos son solubles en solventes orgánicos no polares). Aunque algunos lípidos contienen grupos polares o con carga, el grueso de su estructura es hidrocarburo. (Pratt)

#### 4.14.1- Clasificación de los Lípidos.

Los lípidos pueden clasificarse de diferentes formas, pueden subdividirse en las siguientes clases:

- A. Ácidos grasos.
- B. Triacilgliceroles.
- C. Ésteres de ceras.
- D. Fosfolípidos (fosfoglicéridos y esfingomielinas).
- E. Esfingolípidos (moléculas diferentes a la esfingomielina que contienen el aminoalcohol esfingosina).
- F. Isoprenoides (moléculas formadas por unidades repetidas de isopreno, un hidrocarburo ramificado de cinco carbonos).

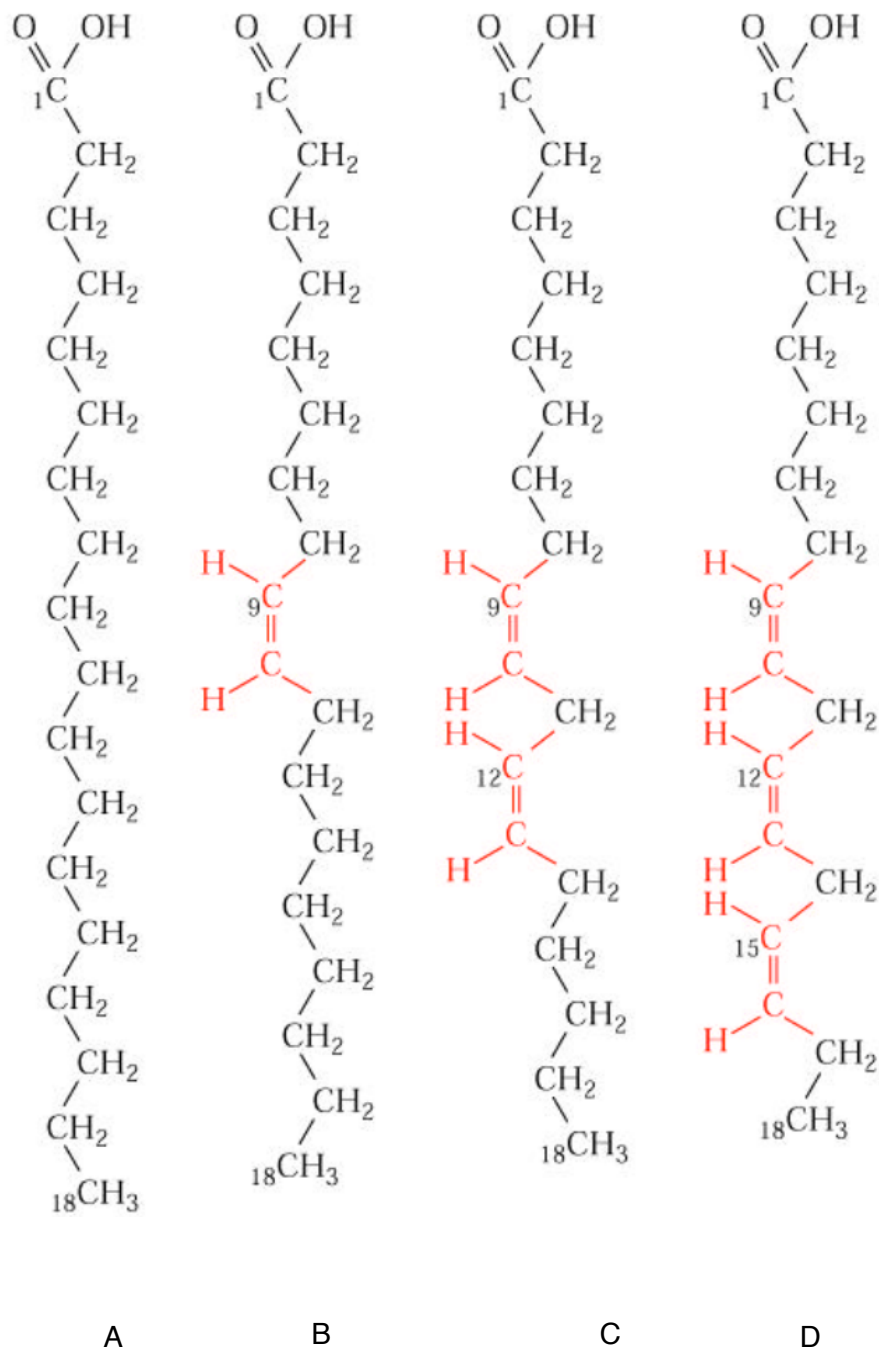
#### 4.14.2- Ácidos Grasos.

Los lípidos más simples son los **ácidos grasos**, ácidos carboxílicos de cadena larga (a pH fisiológico, se ionizan a la forma carboxilato). Los ácidos grasos más comunes en plantas y animales son especies con número par de carbonos (16 y 18), como palmitato y estearato. (Pratt)

Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos con cadenas hidrocarbonadas de 4 a 36 carbonos (Lehninger 433 ). Son componentes importantes de varias clases de moléculas lipídicas. Se encuentran principalmente en los triacilgliceroles y varias clases de moléculas lipídicas unidas a las membranas (McKee 332). Los ácidos grasos se encuentran en el cuerpo principalmente como ésteres en grasas y aceites naturales, pero existen en la forma no esterificada como ácidos grasos libres, una forma de transporte en el plasma (Harper 141)

Las cadenas de los ácidos grasos que sólo contienen enlaces sencillos carbono-carbono se denominan *saturadas*, mientras que las moléculas que contienen uno o varios dobles enlaces se denominan *insaturadas*. (McKee).

Dado que los dobles enlaces son estructuras rígidas, las moléculas que los contienen pueden presentarse en dos formas isómeras: ***cis*** y ***trans***. En los isómeros *cis*, los grupos semejantes o idénticos se encuentran en el mismo lado de un doble enlace. Cuando estos grupos se encuentran en los lados opuestos de un doble enlace, se dice que la molécula es un isómero *trans*. (McKee 332) .



**Figura 7.-** ácidos grasos saturados, insaturados y poliinsaturados en su forma Cis.

A) Ac. Estearico. B) Ac. Oleico. C) Ac. Linoleico. D) Ac. Linolénico.

Copyright 1999, John Wiley and sons. Todos los derechos reservados.

#### **4.14.3- Ácidos grasos Saturados:**

Las cadenas de los ácidos grasos que sólo contienen enlaces sencillos carbono-carbono se denominan saturadas, es decir, se encuentran totalmente reducidos o saturados con hidrogeno; son moléculas muy flexibles que pueden adoptar un amplio rango de conformaciones puesto que es posible una rotación relativamente libre alrededor de cada uno de sus enlaces C-C (carbono carbono). Sin embargo, su configuración de menor energía es la forma totalmente extendida, que posee la menor proporción de interferencia estérica entre grupos metileno vecinos. Los puntos de fusión de los ácidos grasos saturados, al igual que los de la mayoría de las sustancias, aumentan con su masa molecular. (Voet)

Son generalmente de cadena lineal y tienen un número par de átomos de carbono. La razón de esto es que en el metabolismo de los eucariotas, las cadenas de ácido graso se sintetizan y se degradan mediante la adición o eliminación de unidades de acetato. Hay excepciones, ya que se encuentran ácidos grasos de número impar de átomos de carbono en la leche y grasa de los rumiantes, procedentes del metabolismo bacteriano del rúmen, y también en algunos lípidos vegetales, que no son utilizados comúnmente para la obtención de aceites.

#### **4.14.4- Ácidos grasos insaturados:**

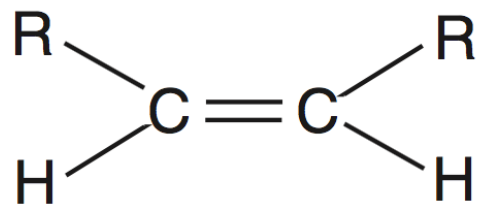
Las cadenas de moléculas de ácidos grasos que contienen uno o varios dobles enlaces se denominan insaturadas. Dado que los dobles enlaces son estructuras rígidas, las moléculas que los contienen pueden presentarse en dos formas isoméricas: cis y trans. En los isómeros cis, los grupos semejantes o idénticos se encuentran en el mismo lado de un doble enlace (fig. \*\*\*a). Cuando estos grupos se sitúan en lados opuestos de un doble enlace, se dice que la molécula es un isómero trans (fig. \*\*\*b). En la mayoría de los ácidos grasos naturales, los dobles enlaces se encuentran en configuración cis. La presencia de un doble enlace cis produce una “torsión” inflexible en una cadena de ácido graso. Debido a esta característica estructural, los ácidos grasos insaturados no se colocan tan juntos como los ácidos grasos saturados. Se requiere menos energía para romper las fuerzas intermoleculares entre los ácidos grasos insaturados. Por lo tanto, poseen menores puntos de fusión y a temperatura ambiente son líquidos.

Los ácidos grasos insaturados se clasifican conforme a la posición del primer doble enlace respecto al extremo terminal metilo (omega,  $\omega$ ) de la molécula. Por ejemplo, los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico pueden escribirse como 18:2-6 (lo que es equivalente a

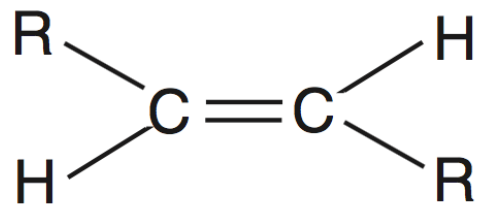
18:2 $\Delta^{9,12}$ ) y 18:3-3 (que es igual a 18:3 $\Delta^{9,12,15}$ ), respectivamente. (El número a la derecha de designa el carbono en que se encuentra el primer doble enlace, contando a partir del extremo metilo terminal del ácido graso. Los dobles enlaces sucesivos siempre están separados por tres carbonos de distancia.) Resulta notable que los ácidos grasos con dobles enlaces trans tienen estructuras tridimensionales semejantes a las de los ácidos grasos insaturados. Además, la presencia de uno o de varios dobles enlaces en un ácido graso lo hace susceptible a la oxidación. Entre las consecuencias de este fenómeno se encuentran los efectos del estrés oxidativo sobre las membranas celulares y la tendencia de los aceites a arranciarse (p. ej., a adquirir olor o sabor desagradables en el caso de ácidos orgánicos de cadena corta).

Los ácidos grasos con un doble enlace se denominan moléculas monoinsaturadas. Cuando hay dos o más dobles enlaces en los ácidos grasos, en general separados por grupos metileno ( $-\text{CH}_2-$ ), se denominan poliinsaturados. El ácido graso monoinsaturado ácido oleico (18:1 $\Delta^9$ ) y el ácido linoleico poliinsaturado (18:2 $\Delta^{9,12}$ ) se encuentran entre los ácidos grasos más abundantes de los seres vivos. (Pratt)





**(a)**



**(b)**

**Figura 8.-** Representación del acomodo *Cis-* y *Trans-* de un ácido graso.

a) Acomodo *Cis-* b) Acomodo *Trans-*

#### **4.14.5- Fuentes de los ácidos grasos y su Impotracia nutrimental de los ácidos grasos insaturados.**

Los organismos como los vegetales y las bacterias pueden sintetizar todos los ácidos grasos que requieren a partir de acetyl-CoA. Los mamíferos obtienen la mayor parte de sus ácidos grasos de la dieta, aunque pueden sintetizar ácidos grasos saturados y algunos monoinsaturados. Los mamíferos también pueden modificar algunos ácidos grasos dietéticos mediante la adición de dos unidades de carbono y la introducción de algunos dobles enlaces. Los ácidos grasos que se pueden sintetizar se denominan ácidos grasos no esenciales. Debido a que los mamíferos no poseen las enzimas que se requieren para sintetizar los ácidos linoleico ( $18:2\Delta^{9,12}$ ) y  $\alpha$ -linolénico ( $18:2\Delta^{9,12,15}$ ), estos ácidos grasos esenciales deben obtenerse de los alimentos.

El ácido linoleico y sus derivados se denominan en conjunto ácidos grasos omega 6. Se les encuentra en diversos aceites vegetales (p. ej., en el de girasol y en el de soja), en los huevos y en las aves de corral. El ácido  $\alpha$ -linolénico ( $18:3\Delta^{9,12,13}$  o  $18:3-3$ ) y sus derivados, como los ácidos eicosapentaenoico (EPA) ( $20:5\Delta^{5,8,11,14,17}$  o  $20:5-3$ ) y docosahexaenoico (DHA) ( $22:6\Delta^{4,7,10,13,16,19}$  o  $22:6-3$ ), son los ácidos grasos omega 3. Entre las fuentes de ácido linolénico se incluyen los aceites de linaza, de soja y de nueces de Castilla. En la actualidad se piensa que el EPA y el DHA, también presentes en pescados y sus aceites (p. ej., el salmón, el atún y la sardina), favorecen la salud cardiovascular. Algunos efectos que se atribuyen a la alimentación con cantidades adecuadas de estos dos ácidos grasos son menores concentraciones sanguíneas de triacilgliceroles, menor presión arterial y decremento de la agregación plaquetaria. (Pratt)

##### **4.14.5.1- Oleico.**

Ácido graso monoinsaturado de la serie omega 9 típico de los aceites vegetales como el aceite de oliva y el aguacate. Es un líquido oleoso e incoloro que se torna de color amarillento a café, al entrar en contacto con el aire.

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.

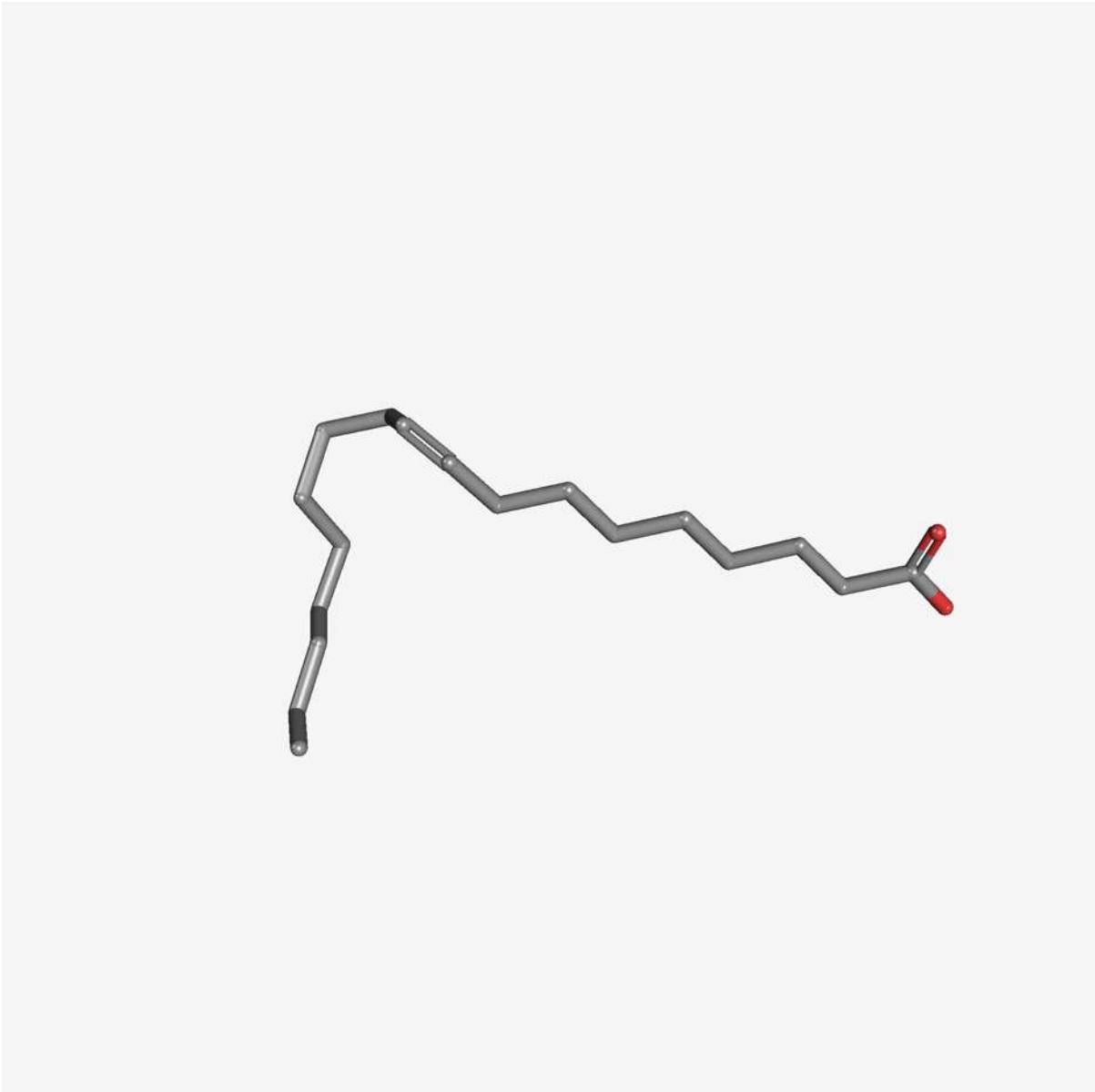
Es insoluble en agua, pero soluble en benceno, alcohol, éter y otros disolventes orgánicos. Se solidifica por enfriamiento y funde a 14 °C. Su isómero trans (ácido elaídico) es sólido y funde a 51 °C; se puede obtener por calentamiento del ácido oleico en presencia de un catalizador.

El ácido oleico se encuentra en la mayoría de las grasas y aceites naturales aproximadamente en las siguientes proporciones: en el aceite de oliva de 70 a 75%; en el aguacate 70%; en el aceite de semilla de uvas de 15-20%, en el aceite de girasol alto-oleico en un 80% y en de girasol convencional en un 35%. También se le encuentra en el aguacate en una proporción aproximada del 70%, y en la carne de cerdo alcanza un 38%.

El Ácido oleico tienen efectos beneficiosos en la regulación del metabolismo de los lípidos y el equilibrio del peso corporal.

El Ácido oleico reduce las lipoproteínas LDL las cuales actúan de forma negativa sobre las arterias taponándolas y obstruyendo el paso de oxígeno y nutrientes; su principal ventaja al ser consumido es que ayuda de forma inmediata a la salud del corazón y a su adecuado funcionamiento.

El ácido oleico ejerce una acción beneficiosa para los vasos sanguíneos y el corazón, ya que aumenta el llamado "buen colesterol" (HDL-c) sanguíneo, contribuyendo a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares.



**Figura No. 9.-** Cis-oleico, proyección 3D, recuperada (2015) de:

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=img&reqid=4508029153976124109>

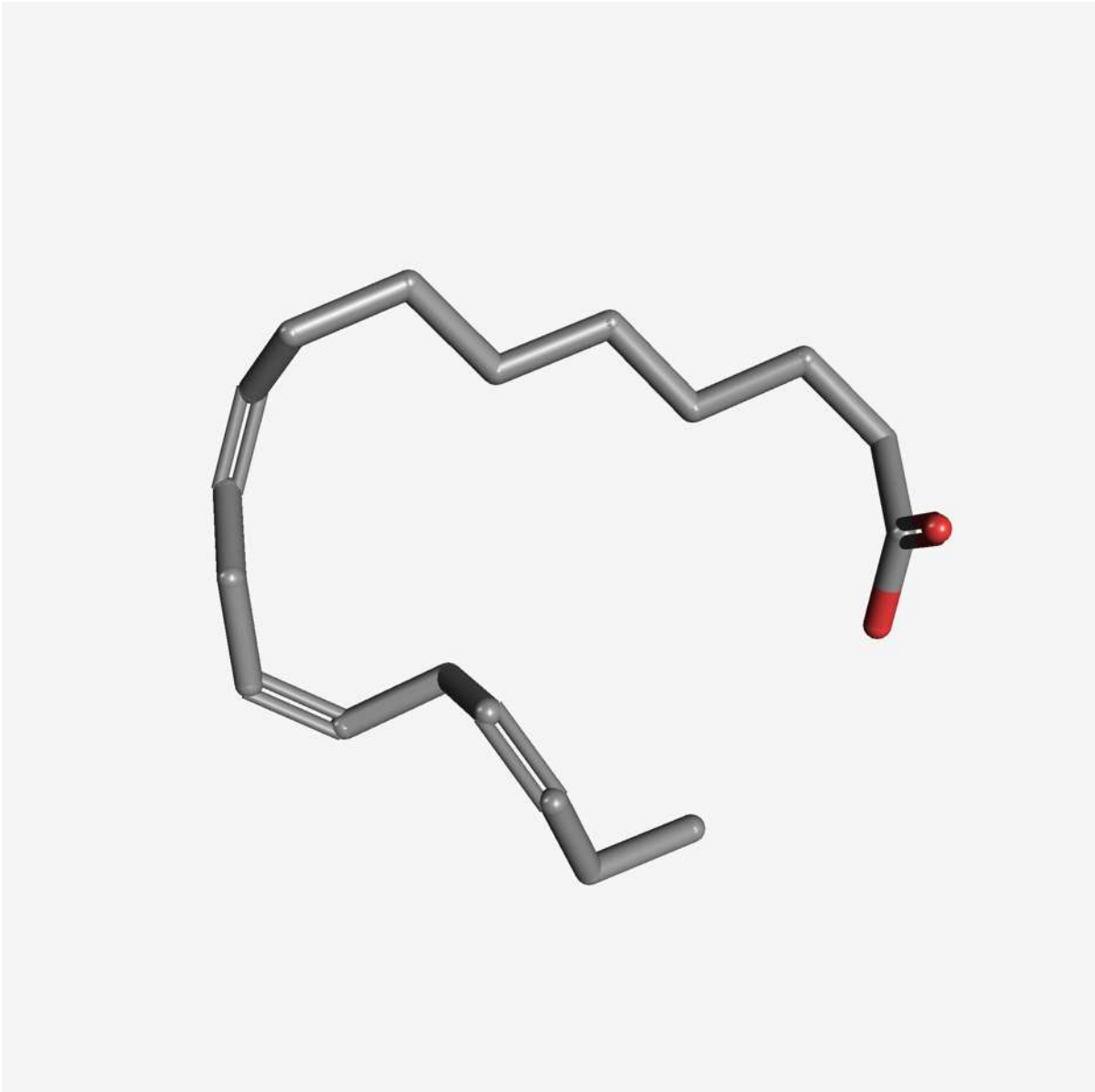
#### **4.14.5.2- Linolenico.**

También denominado ácido alfa-linolénico (Ala) Es un ácido graso polinsaturado, de 18 carbonos, el cual presenta 3 dobles enlaces entre carbonos. Es también llamado un ácido graso omega-3, y es esencial para todos los mamíferos incluidos los seres humanos, los cuales tienen que tomarlo de la dieta. El ácido graso Alfa-linolénico está demostrado que su presencia dentro de la dieta humana disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, a través de los siguientes mecanismos:

a) Coadyuva en la prevención de arritmias en el tejido cardíaco, lo cual frecuentemente está asociado con la muerte del tejido cardíaco, b) Disminuye el riesgo de evento tromboticos a nivel cardíaco, c) Está relacionado también con la disminución de triglicéridos en suero, d) Favorece la lenta formación de la placa de artero-esclerosis en el tejido vascular cardíaco, e) Mejora la función endotelial de todo el tejido vascular, f) Disminuye la presión sanguínea, por lo que disminuye el riesgo de hipertensión arterial, g) Disminuya los procesos de inflamación. Ahora bien, este ácido graso cuando se presentan las deficiencias dietéticas, está relacionado con problemas visuales, específicamente a nivel de neuropatías sensoriales, como es el caso del nervio óptico y de la retina. La deficiencia está relacionada también con el riesgo de hemorragias en tejido epitelial cutáneo y en procesos de inflamación en las mucosas.

El ácido graso alfa-linolénico es un componente esencial dentro de la dieta humana, puesto que no se puede sintetizar, y es necesario tomarlo de aceites generalmente provenientes de plantas o de origen vegetal, los ácidos grasos de la serie Omega-3, como es este el caso, es un precursor de prostaglandinas, leucotrienos de la serie 5 y tromboxanos de la serie 3; este conjunto de moléculas son los denominados eicosanoides, los cuales tienen propiedades antiinflamatorios y antiaterogénicas. Los metabolitos secundarios de este ácido graso, pueden inhibir la producción de eicosanoides de la serie prostaglandinas 2, y leucotrienos de la serie B4, los cuales también son conocidos como citocinas pro-inflamatorias, factor alfa de necrosis tumoral (TMF-Alfa) e interleucinas-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ). Los ácidos grasos Omega-3 como el ALA y estos metabolitos pueden modular la expresión de diferentes genes, incluyendo aquellos involucrados en el metabolismo de otros ácidos grasos, como es el caso del ácido esteárico, involucrado en los procesos de tipo aterogénico implicados en el tejido vascular. La regulación en la expresión de esos genes a través de sus efectos sobre la actividad de factores de transcripción incluyen a factores de necrosis tumoral, y moléculas provenientes del

peroxisoma como son los miembros de la familia receptor proliferativo activado (PPAR). La incorporación de ALA y sus metabolitos en las membranas celulares puede afectar el papel de la fluidez de la membrana, lo cual es determinante para el desarrollo de las actividades antiinflamatorias en el tejido endotelial, como es el caso de la inhibición de la agregación plaquetaria, implicado esto en los fenómenos de eventos trombóticos en el tejido cardiaco. (Ver figura \*\*\*)



**Figura No. 10.-** Ácido linolenico, proyección 3D, recuperada (2015) de:

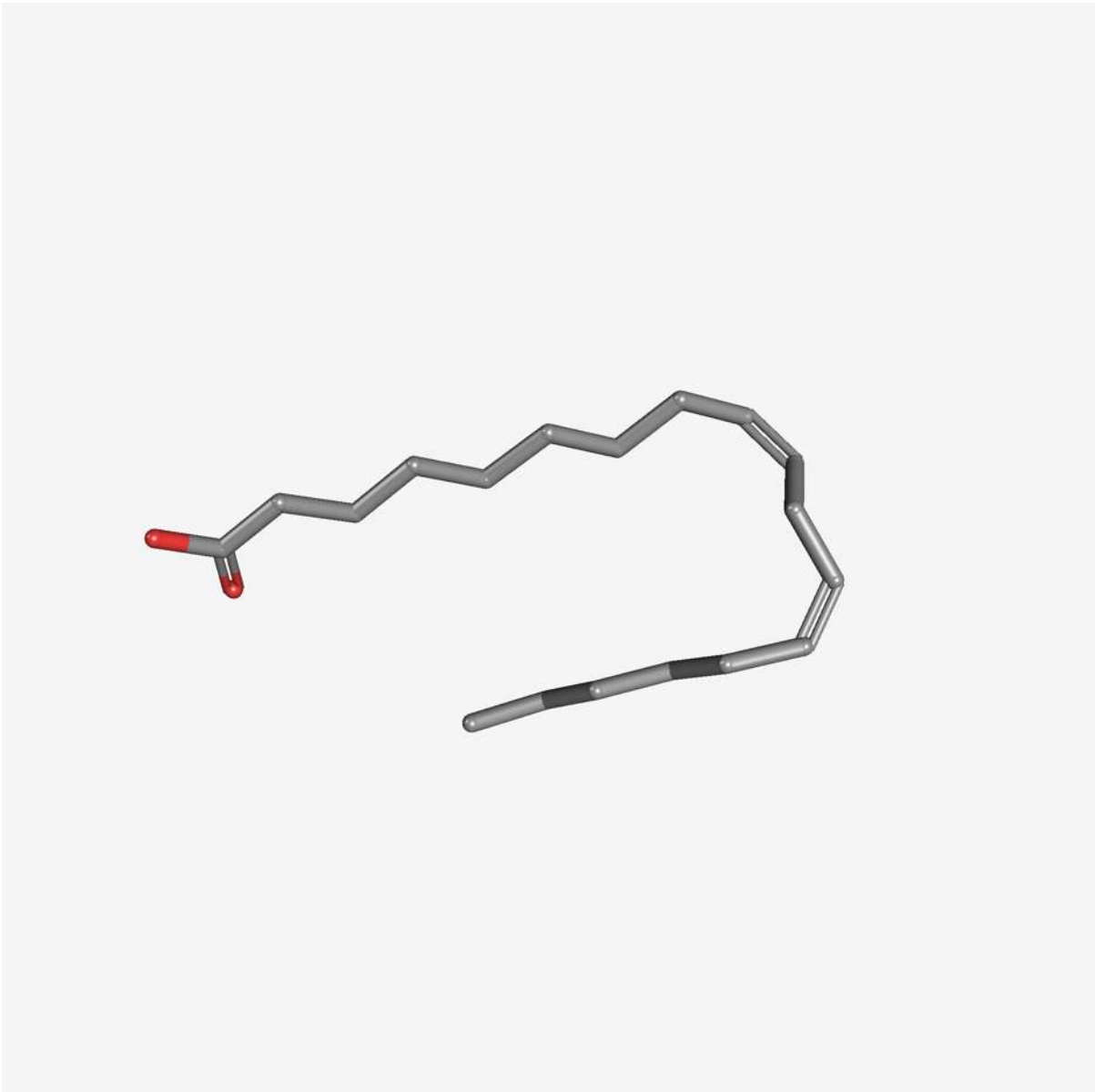
[http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?  
cmd=submit&type=conf&reqid=1898077875155043078&expo=high](http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=submit&type=conf&reqid=1898077875155043078&expo=high)

#### **4.14.5.3- Linoleico.**

También denominado (GLA) el cual pertenece a la serie de los ácidos grasos de tipo poliinsaturados denominados Omega-6, este ácido graso está relacionado con la distribución de calcio y la eficacia de los niveles de prostaglandinas, así como su tratamiento en la prevención de preclamia, debido a que este ácido graso permite disminuir la proporción entre tromboxanos y prostaglandinas de tipo 2, que están relacionados con los eventos de hipereactividad del tejido endotelial vascular. Este efecto biológico de este ácido graso no manifiesta efectos en el neonato, por lo tanto, la administración de bajas dosis de calcio y ácido linoleico durante el tercer trimestre de embarazo reduce la incidencia de preclamia en mujeres con alto riesgo o posibilidad en el aumento de prostaglandinas de tipo 2.

Por lo tanto, la obesidad abdominal está fuertemente relacionada con los desordenes metabólicos de tipo lipídico. Investigaciones recientes sugieren que la dieta suplementada con ácido linoleico reduce la grasa o moviliza los triglicéridos del adiposito y puede mejorar las variables metabólicas en animales de laboratorio. Los efectos metabólicos de este ácido graso en los humanos que presentan obesidad abdominal hasta el momento no han sido probados. Para investigar el efecto en el corto termino el efecto de la grasa abdominal y los factores de riesgo cardiovascular se necesitan realizar estudios en seres humanos en los que se pueda determinar diámetro abdominal, colesterol serico, lipoproteínas de baja y alta densidad, así como parámetros de glucosa e insulina, así como algunos otros parámetros antropométricos. Los isómeros de este tipo de ácidos grasos Omega-6, frecuentemente están llenos de ambigüedad en los resultados, por lo cual los cambios en el nivel de lípidos, por ejemplo, han sido solo demostrados en modelos animales, por lo que los efectos “benéficos” en seres humanos hasta el momento no han sido establecidos. Esto debido al problema de poder conseguir fuentes de este tipo de ácidos grasos. Generalmente las semillas de algunos vegetales contienen este tipo de ácido graso, más hasta el momento no ha podido ser establecido un método eficaz de obtención y purificación de este tipo de ácido graso. (Ver figura \*\*\*)





**Figura 11.-** Molécula de Ácido linoleico, proyección 3D, recuperada (2015) de:

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

#### 4.15- Contenido de ácidos grasos en *Rubus fruticosus*

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 cardíaco. Así también los ácidos grasos saturados de cadena corta, inferiores a C:10, ejercen funciones de regulación a nivel de tejidos coloniales, como es el caso de los ácidos grasos C:3 propionico, C:4 butirico 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. Este tipo de moléculas presentan dobles enlaces (Ver **Figura** correspondiente), clasificando a los ácidos grasos como monoinsaturados o polinsaturados (ver **tabla** correspondiente). 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 linolenico, 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 tromboticos 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 beneficios o funcionales a nivel celular, por lo que se ha descubierto recientemente que las semillas del fruto *R. fruticosus* contienen una cantidad de aproximadamente el 18% del peso seco en ácidos grasos insaturados que son isómeros del C:18 (ver tabla Correspondiente).

Los frutos del genero *Rubus fruticosus*, 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 linoleico (C:18:2n6c), linolenico (C:18:3n3c) y cis-oleico (C:18:1n9c), los cuales representan hasta el 90% de los ácidos grasos presentes en la semilla de zarzamora(Ver Tabla No.5)

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.

**Tabla No. 4.- Ejemplos de ácidos grasos saturados e insaturados.**

ACIDOS GRASOS INSATURADOS	ACIDOS GRASOS SATURADOS
Palmitoleico	Acético
oleico	Propiónico
linoleico	Butírico
lonolenico	Valérico
araquidonico	Caproíco
	Laúrico
	Mirístico
	Palmítico
	Esteárico

**Tabla 5.- Perfil de ácidos grasos de la semilla de zarzamora (*Rubus fruticosus* var. *Tuppi*).**

Entrada	Ácido graso	TR (min)	%
1	Linoleico (C18:2n6c)	33.428	57.94
2	<i>cis</i> -oleico (C18:1n9c)	31.413	23.71
3	Linolenico (C18:3n3)	35.643	7.73
4	Palmítico (C16:0)	26.411	5.15
5	Estearico (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	Behenico (C22:0)	37.456	0.14
10	Palmitoleico (C16:1)	27.812	0.10.
11	Laurico (C12:0)	19.507	0.007
12	Heptadecanoico (C17:0)	28.149	0.007

#### **4.16- Mercado los de los ácidos grasos saturados e insaturados.**

Se considera que México es un punto de referencia en la producción de cosméticos con un 8% a nivel mundial, según datos de CANIPEC, 2014 (Cámara Nacional de la Industria de productos Cosméticos) y esto a través de transnacionales como Unilever, Procter & Gamble, entre otras, las cuales consumen aceite de aguacate para la manufactura de productos cosméticos, destinados al mercado interno y mercado exportación (de acuerdo a la secretaría de Economía).

Con estos antecedentes, se ha realizado análisis de factibilidad y rentabilidad económica por la producción de estos frutos y sus residuos agroalimentarios, y se ha implementado un método extractivo que permite concentrar los ácidos grasos contenidos en la semilla del fruto *Rubus fruticosus*, el aceite contiene ácidos grasos insaturados (linoleico, linolenico y oleico) sin la conformación de tipo *trans*, convierten a este aceite en una materia prima para la industria cosmética.

En la industria alimenticia y restaurantera es indispensable utilizar las mejores materias primas que otorguen un sabor único, especial y de muy buena calidad a los platillos que allí se preparan.

Actualmente el uso de aceites comestibles ha cobrado una gran importancia en la cocina, pues estos son utilizados para preparar la mayoría de los platillos que son consumidos diariamente.

Los aceites son utilizados para freír los alimentos elaborados por amas de casa, cocineros y panaderos, tradición que se ha conservado desde el siglo XX cuando el uso de los aceites fue generalizado. Además de ser empleados en crudo para ensaladas y platillos que buscan un aporte directo de ácidos grasos.

Dentro de la industria alimenticia, restaurantera, banquetera y hotelera; existe una amplia clasificación de los aceites. Cada uno de estos cuenta con sus principales características, usos y aplicaciones.

#### **4.17- Métodos de Extracción de ácidos grasos:**

Los lípidos son un grupo de sustancias que, por lo general, son solubles en éter, cloroformo u otros solventes orgánicos pero prácticamente insolubles en agua.

El contenido total de lípidos se determina comúnmente por métodos de extracción con disolventes orgánicos (por ejemplo Soxhlet, Goldfish, Mojonnier), sin embargo también puede cuantificarse por métodos de extracción que no incluyen disolventes (por ejemplo,

Gerber, Babcock) y por métodos instrumentales que se basan en propiedades físicas o químicas de los lípidos (por ejemplo, infrarrojo, densidad y absorción de rayos x).

### **Importancia de la determinación de las grasas:**

- Para propósitos de información de etiquetas nutricionales.
- Para determinar si el alimento reúne los requisitos de estándar de identidad y es uniforme.
- Para entender los efectos de las grasas y aceites en las propiedades funcionales y nutricionales de los alimentos.

### **Determinación de grasas en los alimentos**

- Métodos de extracción con solventes
- Métodos de extracción húmeda sin solventes
- Métodos instrumentales

Las fuentes de lípidos que contienen altas concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados son altamente susceptibles a la preordinación, especialmente cuando se exponen a calor, luz, oxígeno, y metales de transición durante su producción, procesamiento y almacenaje. (Belitz HD, Grosch W, Schieberle P: Lipids. In Food Chemistry. Edited by H. D. Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. Berlin: Springer; 2009)

La oxidación de los lípidos causa degradación de los ácidos grasos insaturados en una reducción de su valor energético. (Wiseman J: 1999. Optimizing the role of fats in diet formulation. In Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium. 1999:8–15.)

Por la economía actual y la presión poblacional demandan productos de alto valor nutricional y económico, los cultivos de la especie *Rubus* no escapan a esta dinámica de innovación y diversificación por lo que es necesario desarrollar e implementar herramientas que permitan el aprovechamiento integral del fruto y no solamente en fresco. Por lo que el presente trabajo de tesis o de investigación pretende establecer los parámetros necesarios para la identificación de los ácidos grasos que componen el aceite de semilla de zarzamora.

## **5 -MATERIAL Y MÉTODOS.**

### **5.1- Extracción de aceite de semilla de zarzamora.**

Se obtuvieron 10 kilogramos de zarzamoras de la variedad *Tuppi* provenientes de la tenencia de Patúan del Municipio de Ziracuaretiro, Michoacán, de campos de cultivo de la Sociedad Productora Zarzamich. Se transportaron los frutos en cajas con aislamiento térmico, a la ciudad Morelia, y se almacenaron a una temperatura promedio de 8°C, toda la noche. Al día siguiente se procesaron los frutos en centrifuga de canasta, por un espacio de 10 minutos a 2000 g, a temperatura ambiente. Se recuperó el sobrenadante y se guardó a -80°C.

### **5.2- Sólidos.**

El residuo sólido se recuperó y se sometió por un espacio de 18 horas a un tratamiento térmico, por luz directa, de una lámpara incandescente de 150 watts de potencia, sobre una superficie de convección, acero grado alimenticio de 3mm de espesor. Al término se obtuvo un residuo sólido el cual fue tamizado, liberando las semillas del fruto de zarzamora. Las semillas de zarzamora se sometieron a un molido en mortero, para la extracción por solventes en equipo Soxhlet.

### **5.3- Extracción Soxhlet.**

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a extracción por solventes no polares, en equipo Soxhlet, realizando tres extracciones con éter etílico (Meyer), y cinco extracciones con pentano, utilizando 3 gramos del material biológico en cada extracción.

Extracción por microondas.

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a un tratamiento térmico por inducción, en horno de microondas bajo el siguiente protocolo: en cada extracción se utilizaron 3 gramos de material molido al cual se le agrego 20 mL de agua bidestilada, y se dejó en reposo por una noche a una temperatura de 8°C, a la mañana siguiente, el vaso de precipitados conteniendo el material molido con el agua se dejó en reposo por un hora un a temperatura ambiente y se llevó a cabo el tratamiento en horno de microondas, con una potencia de 0.25-0.33 Kwatts/hrs. Por un espacio de 20 minutos, obteniendo una temperatura de la mezcla de 88-90°C  $\pm$ 1°C.



#### **5.4- Centrifugación.**

El residuo se colectó y se transfirió a tubos de polipropileno de 1.5 mL de capacidad (Eppendorf) y sometieron a centrifugación por espacio de 15 minutos a 6000g a una temperatura de 4°C. Se recuperó el sobrenadante y se transfirió a tubos limpios de polipropileno de 1.5 mL de capacidad. El sobrenadante se sometió a refrigeración durante 18 horas a una temperatura de 4 a 8°C, los tubos se sometieron a centrifugación a temperatura ambiente por un espacio de 10 minutos y 3000 g. El contenido oleoso se colectó por aspiración con punta con filtro y se guardó en viales de rosca de 2 mL.

#### **5.5- Análisis Químico del Aceite de Semilla de Zarzamora (*Rubus fruticosus*).**

**5.5.1- Análisis de RMN.** El espectro de RMN fue realizado a 23°C en equipos Bruker Avance 400 MHz Ultrashield y Bruker Avance 500 MHz Ultrashield. Se realizó cromatografía de capa fina usando láminas de aluminio TLC con 0.2mm de sílice gel (MerckGf234). Las purificaciones cromatográficas se llevaron a cabo usando gel de sílice de calidad rápida (SDS Chromatogel 60 ACC, 40-60 µm). La reacción de hidrólisis del extracto de semilla de zarzamora se realizó sin atmósfera de argón, disolvente anhidro no era necesario. Muestras disponibles en el mercado del ácido linoleico (C18: 2Δ9, 12) y ácido linolénico (C18: 3Δ9, 12,15) fueron adquiridos y utilizados como patrón de referencia, provenientes de SIGMAALDRISH.

#### **5.5.2- Análisis de Cromatografía de gases con detección de ionización de flama.**

La determinación de los ácidos grasos vegetales que contienen 4 a 24 átomos de carbono se llevó a cabo por saponificación y esterificación de los ácidos grasos utilizando trifluoruro de boro como catalizador, seguido de la separación y cuantificación por cromatografía de gases. El análisis se llevó a cabo en un equipo de cromatografía de gases con detector de flama de ionización (Perkin Elmer, número de serie 610N8072701 MODELO AUTOSYSTEM XL). La columna capilar utilizada fue SP TM-2560 (100 m de longitud 0,25 mm DI y 0,2 µm de espesor de película, 100 % bis- cianopropilo clave: E3CG -112). El volumen de inyección fue de 1 mL. Las condiciones de funcionamiento fueron las siguientes: dilución 100:1, temperatura de entrada: 260 ° C, gas portador fue hidrógeno (grado cromatográfico 4.5 T Praxair) 16 psi, gradiente de temperatura: 140°C 2,5 minutos de retención; 240°C 25 min rampa (4°C min<sup>-1</sup>); retención 240°C 25 min;

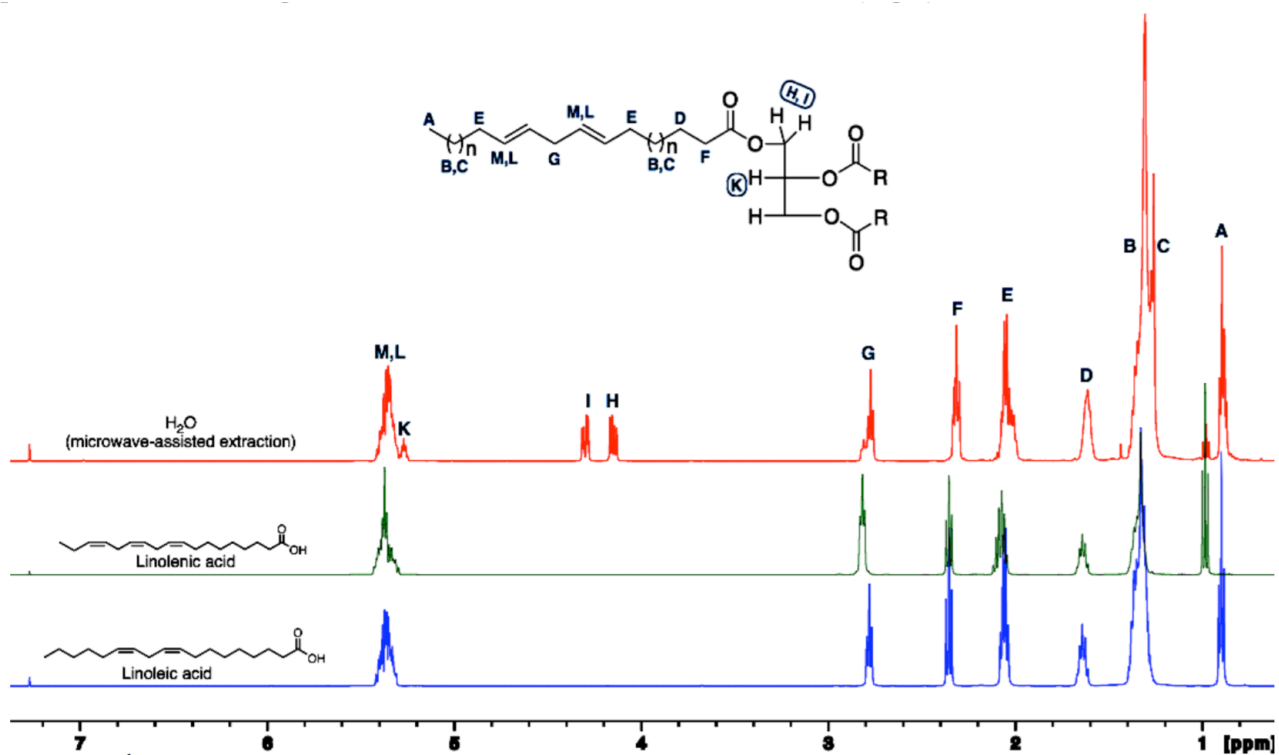
tiempo de funcionamiento total fue 52,5 minutos. La temperatura del detector fue puesta a 260°C usando hidrogeno 16 psi y aire 1.6 psi como gas detector. La identificación de ácidos grasos en el extracto de semilla de zarzamora fue realizada basándose en la comparación de los tiempos de retención con 37 componentes estándar FAMEs que contienen metil esteres de ácidos grasos C4-C24 (referencia Aldrich CRM47885). La cuantificación de los componentes fue determinada por estandarización.

## **6- Resultados.**

### **6.1- Análisis con Resonancia Magnética Nuclear. (RMN)**

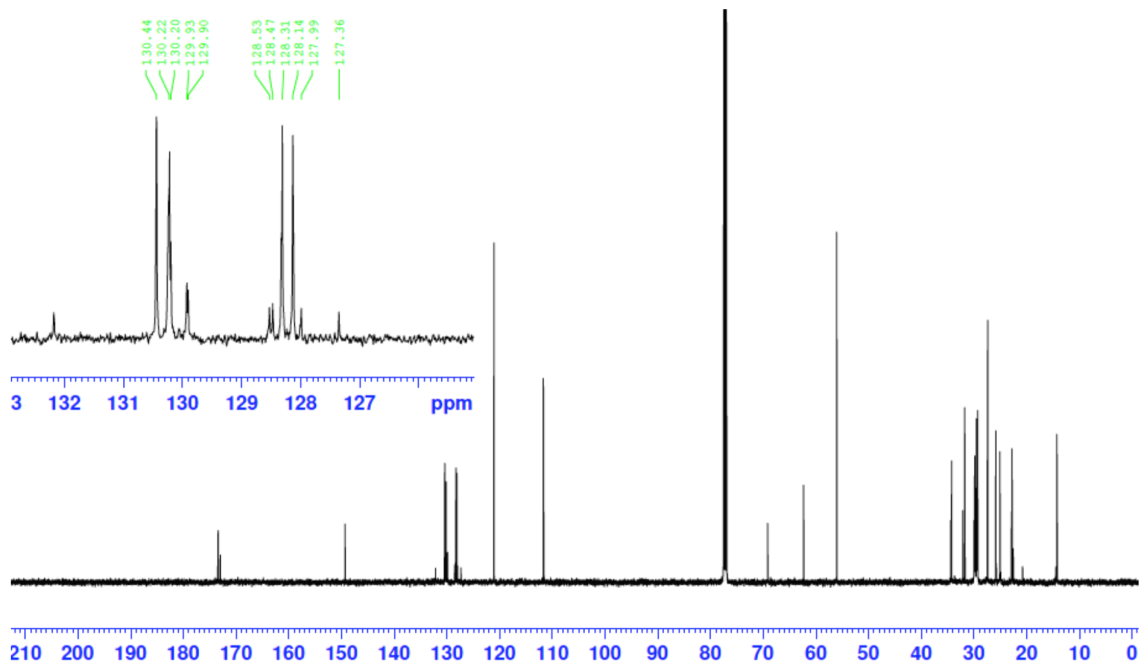
*Nuestro estudio caracterización comenzó con el espectro de <sup>1</sup>H RMN del aceite obtenido de la extracción con pentano, éter etílico y usando agua con el método de microondas.*

*(Fig. 1)*



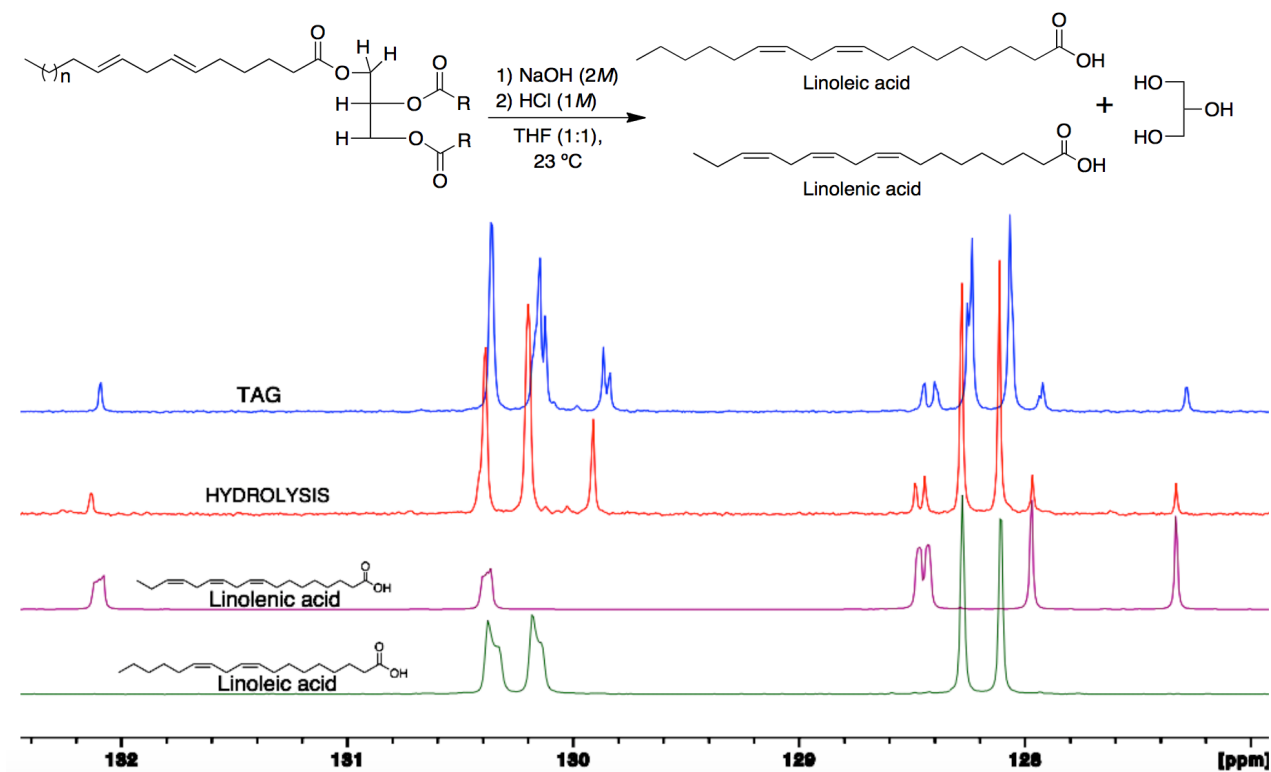
**Fig. 12.-** Espectro de  $^1\text{H}$  obtenido de muestras de semilla de Zarzamora usando solvente. a) Eter etílico b) Pentano c)  $\text{H}_2\text{O}$  (Extracción asistida por microondas.)

La figura 1 muestra que el extracto de las tres muestras (1a - 1c) corresponde exactamente a el mismo contenido lipídico, sin cambios significativos. Esta es una observación importante, que demuestra que el uso de un solvente orgánico, que potencialmente contamina la muestra y el medio ambiente, no es necesario para la extracción, haciendo el proceso más barato y puro. El espectro de  $^1\text{H}$  muestra señales representativas de la mezcla de triglicéridos caracterizados anteriormente. En efecto, un espectro idéntico a el descrito y caracterizado por Zancanaro [17] fue observado, por lo que cada señal de espectro fue completamente identificado. Precedentes adicionalmente importantes en la caracterización de los ácidos grasos por  $^1\text{H}$ [18] y  $^{13}\text{C}$ [19] son descritos. De este modo podemos señalar varias señales típicas (fig 1), tal como un multiplete que va desde 5.28-5.26 ppm correspondiente a methina Hidrogeno K. Dos multipletes cuyos cambios químicos son 4.31-4.20 ppm y 4.17-4.13 ppm, correspondientes a los hidrogenos de metileno I y H en glicerol, respectivamente. Esto muestra la presencia de ácidos grasos esterificados como trigliceridos. Este resultado es consistente con estudios previos de fitoquímica sobre almacenamiento de lípidos en plantas. Además, el  $^{13}\text{C}$  (figura 2) muestra dos patrones de señales. El primero contiene cambios químicos de 130.4 ppm, 130.2 ppm, 128.3 ppm y 128.1 ppm característicos de ácido linolénico (C18:3 $\Delta$ 9,12) el [(9Z, 12Z)-octadeca-9,12-dienoico]. El segundo patron con cambios químicos de 132.2 ppm, 130.4 ppm, 128.53 ppm, 128.47 ppm, 127.99 ppm y 127.36 ppm característicos de ácido linolénico (C18:3 $\Delta$ 9,12,15) el [ácido (9Z, 12Z, 15Z)-octadeca-9,12,15-trienoico]. A pesar de la presencia de señales adicionales, es posible identificar estos dos ácidos como los componentes mayoritarios del extracto lipídico de la semilla (figura 2)



**Figura 13.-** Espectro de  $^{13}\text{C}$  del extracto obtenido por el método de asistencia por microondas. La ampliación o pico muestra el patrón característico de los ácidos Linolénico y Linoléico.

Para demostrar la presencia del ácido linolénico y ácido linoléico, se llevo a cabo la hidrólisis básica del extracto. Después de acidificar se obtuvo una muestra que confirmaba la presencia de estos aceites. Esto fue demostrado por comparación del espectro de la muestra hidrolizada de  $^{13}\text{C}$  con muestras químicamente puras de los compuestos, que fueron adquiridas comercialmente (figura 3).



**Figura 14.-** El pico del espectro de  $^{13}\text{C}$  donde se muestra una comparación entre: a) ácido linoléico, b) ácido linolénico, c) Una mezcla de ácido linolénico y ácido linoléico obtenidos de la hidrólisis de la muestra de semilla de Zarzamora, d) extracto de las semillas de zarzamora antes de la hidrólisis conteniendo triacilglicerolos (TGC).

Podemos observar que ambos patrones de señales del  $^{13}\text{C}$  ácido linoleico (3a) y ácido linolénico (3b) se superponen perfectamente con el espectro de hidrólisis (3c). Por lo tanto esto confirma su presencia en las semillas de zarzamora. A este punto el estudio por resonancia magnética nuclear no solo confirma la presencia de los ácidos linolénico y linoléico, si no que demuestra una corola fitoquímica descrita acerca de los ácidos grasos y su almacén en las semillas de las plantas en forma de triacilgliceroles (TGC). Finalmente, este estudio demuestra la factibilidad de la extracción por asistencia de microondas usando agua como solvente, resultando en un producto físicamente y químicamente idénticos pero más limpio y verde, como fue ilustrado (Fig. 1a-1c). Para un estudio adicional de las semillas de zarzamora fue realizado un análisis por cromatografía de gases (GD-FID) y se llevó a cabo su cuantificación.

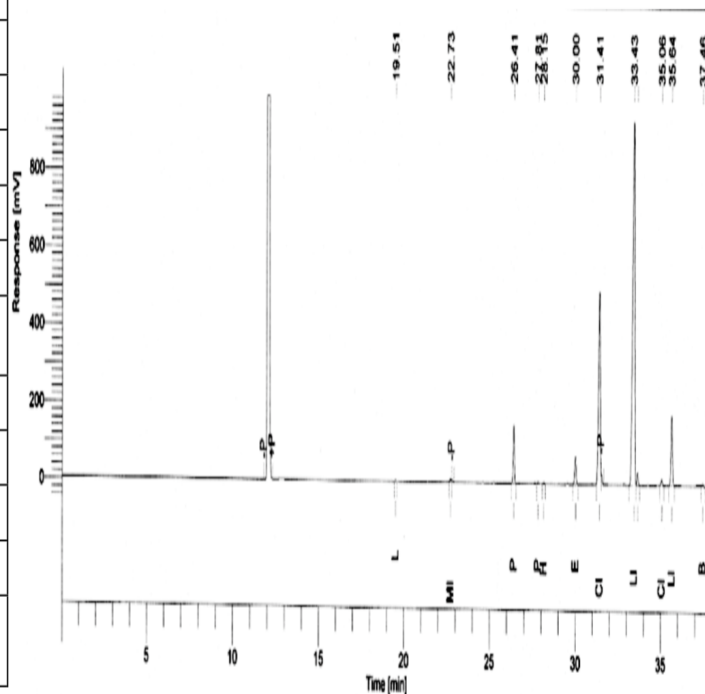
## **6.2- Analisis por Cromatografía de gases.**

Una vez que el primer análisis por resonancia magnética nuclear (RMN) se realizó, decidimos analizar cualitativamente y cuantitativamente el total de los compuestos del extracto obtenido por el método de microondas. Con el fin de ser analizadas por Cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID), el extracto fue hidrolizado y esterificado para convertirlos los Triacilgliceroles en sus correspondientes ácidos carboxílicos metil ester. El análisis mostró la presencia de doce (12) ácidos carboxílicos. Principalmente Linoléico (C18:2n6c) y cis-oléico (C:18n9c) representando el 80% de el contenido de la muestra. Y a menores concentraciones se encontró el ácido linolénico (C18:3n3), ácido esteárico (C:18:0) y ácido palmático (C:16:0) que corresponden a más del 15% del extracto (Tabla \*\*\*)



**Tabla 6.-** Perfil de ácidos grasos de la muestra de zarzamora *Rubus fruticosus tupp* obtenida por el método de microondas.

Entrada	Ácido Graso	TR (min)	%
1	Linoleic (C18:2n6c)	33.428	57.94
2	<i>cis</i> -oleic (C18:1n9c)	31.413	23.71
3	Linolenic (C18:3n3)	35.643	7.73
4	Palmitic (C16:0)	26.410	5.15
5	Stearic (C18:0)	29.995	3.04
6	Arachidonic (C20:0)	33.636	1.23
7	<i>Cis</i> -11-Eicosenoic (C:20:1)	35.061	0.58
8	Miristic (C14:0)	22.727	0.22
9	Behenic (C22:0)	37.456	0.14
10	Palmitoleic(C16:1)	27.812	0.10
11	Lauric (C12:0)	19.507	0.07
12	Heptadecanoic (C17:0)	28.149	0.07



El ya mencionado contenido perfil de lípidos representa un contenido neto muy atractivo en términos de aceites poliinsaturados (Entradas 1-3). Los aceites saturados representan la menor porción del contenido total, que es un aspecto positivo desde un punto de vista nutritivo. Por lo tanto el aceite contenido en la semilla de la zarzamora es visto como una potencial fuente de ácidos grasos poliinsaturados con un alto valor nutricional.

En conclusión a nuestros resultados, hemos desarrollado un método de innovación para la extracción asistida por microondas de ácidos grasos, usando agua únicamente como solvente. El material crudo utilizado fueron semillas de zarzamora *Rubus fruticosus tuppy* que son generadas en grandes cantidades como residuos agroindustriales en la producción de esta fruta. Otros materiales son actualmente investigados para extraer su contenido usando este método de asistencia por microondas. El proceso es libre de solventes orgánicos, lo que implica menos contaminación ambiental y una menor contaminación del producto, reduciendo los costos y haciendo el proceso más amigable con el medio ambiente. También describimos por primera vez el contenido exacto del extracto en partículas de las semillas de *Rubus fruticosus tuppy*, usando  $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$  resonancia magnética nuclear (NMR) y Cromatografía de gases (GC-FID). Demostramos un contenido alto de ácidos grasos insaturados (>80%) y un bajo nivel de ácidos grasos saturados (<16%). Esto posiciona el extracto de estas semillas como una potencial fuente de ácidos grasos con alto valor nutricional y este ofrece una solución y aplicación en la industria alimentaria y/o industria farmacéutica para los problemas agroindustriales.

## **7- Métodos:**

Extracto de semilla de zarzamora. 10 kilogramos de zarzamora variedad *tupy* fueron procesados en una centrifuga de canasta por 10 minutos a 2000 g a temperatura ambiente. El sobrenadante fue recuperado y almacenado a  $-80^\circ\text{C}$ . El residuo sólido fue recuperado y sometido al tratamiento térmico, de una lámpara incandescente de 500 watts en una superficie de convección gruesa de 3 mm. Al final del proceso, el residuo sólido fue obtenido y tamizado, liberando las semillas de zarzamora de la fruta. Las semillas de zarzamora fueron guardadas, para la extracción en equipo Soxhlet con solventes no polares. Fueron realizadas tres extracciones con éter etílico y tres

extracciones con pentano, usando 3 gramos de la semilla guardada en cada extracción. Para la extracción asistida por microondas, 20 ml de agua bidestilada fueron agregados a 3 gramos del material guardado, y se permitió que pasara la noche a 8°C, esta mezcla fue sujeta a tratamiento térmico en un horno de microondas con una potencia de 0.25 a 0.33 Kwatts/hrs. Este tratamiento tuvo una duración de 30 minutos y alcanzando una temperatura de la mezcla de 88-90°C ± 1°C. El residuo fue colectado y transferido a tubos de polipropileno de 1.5 ml y sometidos a centrifugación a 7500 g a 4°C. El sobrenadante fue recuperado y transferido a tubos de polipropileno y sujetas a refrigeración por 18 horas a 4-8°C, después los tubos fueron centrifugados a 4500 g a temperatura ambiente. El aceite contenido fue colectado por aspiración usando puntas con filtro y almacenado en viales de rosca de 2ml.

### **7.1- Análisis de RMN.**

El espectro de RMN fue realizado a 23°C en equipos Bruker Avance 400 Ultrashield y Bruker Avance 500 Ultrashield. Se realizó cromatografía de capa fina usando láminas de aluminio TLC con 0.2mm de sílice gel (MerckGf234). Las purificaciones cromatográficas se llevaron a cabo usando gel de sílice de calidad rápida (SDS Chromatogel 60 ACC, 40-60 µm). La reacción de hidrólisis del extracto de semilla de zarzamora se realizó sin atmósfera de argón, disolvente anhidro no era necesario. Muestras disponibles en el mercado del ácido linoleico (C18: 2Δ9, 12) y ácido linolénico (C18: 3Δ9, 12,15) fueron adquiridos y utilizados como patrón de referencia, provenientes de SIGMAALDRISH.

### **7.2- Análisis de Cromatografía de gases con detección de ionización de flama.**

La determinación de los ácidos grasos vegetales que contienen 4 a 24 átomos de carbono se llevó a cabo por saponificación y esterificación de los ácidos grasos utilizando trifluoruro de boro como catalizador, seguido de la separación y cuantificación por cromatografía de gases. El análisis se llevó a cabo en un equipo de cromatografía de gases con detector de flama de ionización (Perkin Elmer, número de serie 610N8072701 MODELO AUTOSYSTEM XL). La columna capilar utilizada fue SP TM-2560 (100 m de longitud 0,25 mm DI y 0,2 µm de espesor de película, 100 % bis- cianopropilo clave: E3CG -112). El volumen de inyección fue de 1 mL. Las condiciones de funcionamiento fueron las siguientes: dilución 100:1, temperatura de entrada: 260 ° C, gas portador fue hidrógeno (grado cromatográfico 4.5 T Praxair) 16 psi, gradiente de temperatura: 140°C 2,5 minutos de retención; 240°C 25 min rampa (4°C min<sup>-1</sup>); retención 240°C 25 min; tiempo de funcionamiento total fue 52,5 minutos. La temperatura del detector fue puesta a

260°C usando hidrogeno 16 psi y aire 1.6 psi como gas detector. La identificación de ácidos grasos en el extracto de semilla de zarzamora fue realizada basándose en la comparación de los tiempos de retención con 37 componentes estándar FAMEs que contienen metil esteres de ácidos grasos C4-C24 (referencia Aldrich CRM47885). La cuantificación de los componentes fue determinada por estandarización.

## **8- Discusión.**

De esta manera los resultados muestran que es viable la utilización de residuos agroalimentarios, provenientes de *Rubus sp.* Como materia prima para una incipiente industria extractiva de nutraceuticos (Ácidos grasos poliinsaturados). Esto contrasta con trabajos previos en los cuales ya ha sido descrito el potencial de este tipo de frutos como aporte de nutraceuticos; más sin embargo, el presente trabajo pone de relevancia y se diferencia de trabajos previos en el que estamos planteando la utilización integral del los productos que no logran satisfacer las exigencias de calidad impuestas por las industrias transnacionales encargadas de la explotación a nivel comercial del fruto, del cual solamente se exporta el frasco, y en el mejor de los casos se le utiliza para la obtención de concentrados enriquecidos con azucares simples, lo cual origina problemas de salud ligados al consumo de este tipo de productos ricos en calorías. Desde luego los trabajos previos hacen énfasis en los nutraceuticos de tipo antioxidante (Antocianinas, polifenoles, ácido ascórbico, ácido caféico, entre otros), los cuales están contenidos primordialmente en el jugo del fruto, este tipo de moléculas, son particularmente sensibles a los tratamientos, térmicos, fotosensibles y concentraciones de oxígeno, lo cual las hace inestables químicamente dentro de la industria alimenticia actual. Por lo que toca el presente trabajo se ha establecido un nuevo paradigma que plantea la utilización de las semillas y de la fibra como parte de una industria alimenticia funcional, la cual esta basada en el uso de moléculas, controvertidas, desde el punto de vista nutrimental y químico, como son los ácidos grasos poliinsaturados, en donde la composición química mostrada por los análisis correspondientes, de cromatografía de gases y de resonancia magnética nuclear demuestran la alta concentración (Mayor al 70%) de ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18, linolénico y linoléico, así como la concentración mayor al 20% de ácidos grasos de tipo monoinsaturado. Este análisis químico tiene dos vertientes, el marcar una huella química para los frutos producidos en Michoacán y diversifica los alimentos funcionales producidos en México, lo cual puede plantear una solución a

algunos de los problemas actuales ligados al modelo económico de producción de alimentos a nivel mundial.

## 9- Conclusión:

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.

## 10- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.-Alanis-Guzmán, M.G. 2003. Alimentos Funcionales. De Ciencia de Alimentos. Facultad de Ciencias Biológicas UANL. RESPYN (Revista de Salud Pública y Nutrición).
- 2.-Álvarez-Castro, E. y Orallo-Cambeiro, F., 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 Filho, 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-Martínez, C.; Rugerio-Vargas, C. y Rivas- Arancibia, S., 2003. Estrés oxidativo y neurodegeneración. Departamento de Fisiología, Departamento de Biología Celular y Trisular de la Facultad de Medicina, UNAM.
- 10.-DSM • PROCESSING • PECTINASE • RED BERRY. DSM Food Specialties B. V.NL-2600 MA Delft – The Netherlands. March/April 2007. www.dsmfoodspecialties.com
- 11.- Fennema, O. R. 1996. Food chemistry 3ra Ed. Marcel Dekker, Inc., New York. Water soluble vitamins. 8: 559-567.
- 12.-Fernández, L.; Soria, M.; Sánchez, G.; Pérez Almandoz, C.J.; Marchese L.; Troncoso, J.; Navarrete y Pérez, 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).
- 13.- 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.
- 14.- Hagerman A.E. and Butler, 1991. Tannins and lignins. Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites. Vol. I.
- 15.- 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. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(3): 702-708.
- 16.- 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.
- 17.- Martinez-Valverde, I.; Periago, M.J.; Ros G. 2000.Significado nutrimental de los compuestos fenólicos de la dieta. Archivos Latinoamericanos de nutrición.
- 18.- 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
- 19.- Moyano, C., 1981. Jugo natural integral de manzana. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Serie de frutas y hortalizas. Ministerio de Industria y energía. PAG

- 20.- 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.
- 21.- 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.
- 22.- NMX-FF-15-1982. Productos alimenticios no industrializados, para uso humano - fruta fresca - determinación de sólidos solubles totales. Dirección General De Normas.
- 23.- Norma general del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas (CODEX STAN 247-2005).
- 24.- 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.
- 25.- 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?)
- 26.- Rieger, M. 2006. Blackberries and Raspberries (*Rubus spp.*). Introduction to Fruit Crop. University of Georgia (UGA). Pp. 89-103.
- 27.- Salazar-Preciado, C., Arredondo-Gómez, O., Bernal-Astorga, A., Vázquez-Montes, G. 2006. Secretaría de Desarrollo Rural de Colima (SDRC). Dirección de Comercialización y Planeación. Zanzamora: Perfil Comercial. Pp. 2-28.
- 28.- Sánchez-Rodríguez, 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.
- 29.- 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>
- 30.- 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.
- 31.- Tall, J. M. 2004. Tart cherry anthocyanins suppress inflammation induced pain behavior in rat. Behavioral Brain Research, v. 153, n. 1, p. 181-188.
- 32.- Valls i Bellés, V. 2008. El papel antioxidante de los alimentos de origen vegetal. Vitaminas polifenoles. Facultad de Medicina. Universidad de Valencia.1,4.

33.- 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.

34.- 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.

35.- USDA (United States Department of Agriculture). 2004. National Nutrients Database for Standard Reference, Publication 17.

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

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

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

#### **10.1- CONSULTAS DE INTERNET:**

39.- Acido ascórbico.

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/vw3d/vw3d.cgi?cmd=status&reqid=636584189933408570>

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 galico

<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.- Acido linolenico:

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

45.- Acido 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>