



**Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo**



Facultad de Químico Farmacobiología

**“DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE ANTIOXIDANTES EN
ZARZAMORAS (*rubus fruticosus*, variedad *brassos*), EN EL MUNICIPIO DE
ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN”**

TESIS



POR:

Rubén Silahua Díaz Barriga

Grado académico a obtener: Químico Farmacobiologo

ASESOR:

Dr. Rafael Ortiz Alvarado

MORELIA, MICHOACÁN, ABRIL DE 2016.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su amor, confianza, apoyo y respeto. Porque son mis asesores de la vida.

A mis hermanos, porque en ellos puedo confiar y expresar mis sentimientos.

A Lucero Ortiz Ojeda por su apoyo, paciencia y comprensión.

Al Dr. Rafael Ortiz Alvarado, por abrirme las puertas de su laboratorio y asesorarme para poder realizar un trabajo, que me enriqueció como aspirante a obtener el título de Químico Farmacobiólogo.

De igual forma, agradezco al Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación CECTI por el apoyo económico recibido durante la formación de esta tesis.

Finalmente y de forma especial agradezco a Dios por todo lo que me ha dado y por todos los seres queridos, familiares, amigos y profesores con los que me he rodeado y a quienes bendigo profundamente.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN.....	5
PALABRAS CLAVE: ZARZAMORA, EXTRACCIÓN SOXHLET, ÁCIDOS GRASOS, ANTIOXIDANTES.	6
INTRODUCCIÓN	7
FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1 IMPORTANCIA DE LA ZARZAMORA EN EL MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL	10
2. ANTECEDENTES	22
3. JUSTIFICACIÓN	25
4. OBJETIVO GENERAL	27
4.1 OBJETIVOS PARTICULARES	27
5. MARCO TEÓRICO	28
5.1 GENERALIDADES DE LA ZARZAMORA.....	28
5.1.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.	28
5.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	30
5.1.3 <i>ZARZAMORA SOFL FRUTICOSUS VARIEDAD BRASSOS</i>	30
5.1.4 USOS DE LA ZARZAMORA	31
5.1.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL FRUTO DE ZARZAMORA	31
5.2 POLIFENOLES	33
5.2.1 ESTRUCTURA.....	34
5.2.2 BIOSÍNTESIS.....	40
5.2.3 CLASIFICACIÓN.....	41
5.2.4 FUNCIONES EN PLANTAS.....	44
5.2.5 FUNCIONES EN HUMANOS (EFECTOS BIOLÓGICOS)	45
5.2.6 ACTIVIDAD ANTICANCERÍGENA	45
5.2.7 PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES	46
5.3 ANTIOXIDANTES	47
5.3.1 FUNCIONES DE LOS ANTIOXIDANTES	48
5.3.2 ANTOCIANINAS	48
5.3.3 DAÑO OXIDATIVO EN LA SALUD HUMANA	49
5.3.4 RADICALES LIBRES	50
6. METODOLOGÍA.....	51
6.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	51
EXTRACCIÓN ETÉREA (MÉTODO SOXHLET NMX-089-1978)	52
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
8. CONCLUSIONES.....	53
8.1 CONCLUSIONES.....	53
9. BIBLIOGRAFÍA	55
10. ANEXOS	60

Índice de Figuras

FIGURA 1 REPRESENTACIÓN DE LA PLANTA.	29
FIGURA 2 REPRESENTACIÓN DEL FRUTO DE <i>RUBUS FRUCTICOSUS</i> VARIEDAD BRASSOS.	31
FIGURA 3 ESTRUCTURA DE LOS ÁCIDOS HIDROXIBENZÓICOS	35
FIGURA 4 IMAGEN DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS ÁCIDOS CINÁMICOS MÁS REPRESENTATIVOS.....	36
FIGURA 5 ESTRUCTURAS FLAVANOLES.....	37
FIGURA 6 ESTRUCTURAS FLAVONOLES.....	38
FIGURA 7 ESTRUCTURAS FLAVONAS.....	39
FIGURA 8 ESTRUCTURAS ISOFLAVONAS.....	40
FIGURA 9 LA MAYORÍA DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS DERIVAN DE LA FENILALANINA, UN PRODUCTO DE LA RUTA DEL ÁCIDO SHIQUÍMICO.	41
FIGURA 10 BIOSÍNTESIS DE POLIFENOLES A PARTIR DE LA FENILALANINA.....	41
FIGURA 11 LAS PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS POLIFENOLES EN PLANTAS.....	44
FIGURA 12 PRINCIPALES MUNICIPIOS DE MICHOACÁN PRODUCTORES DE ZARZAMORA.....	16
Figura 13 Cadena de valor de la zarzamora.	19

Índice de Gráficas

GRÁFICA 1. SUPERFICIE SEMBRADA DE ZARZAMORA POR ESTADO.....	11
GRÁFICA 2. SUPERFICIE COSECHADA DE ZARZAMORA POR ESTADO.....	12
GRÁFICA 3 PRODUCCIÓN DE ZARZAMORA POR ESTADO.	13
GRÁFICA 4 RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE ZARZAMORA POR ESTADO.	14
GRÁFICA 5 VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE ZARZAMORA POR ESTADO.	15
GRÁFICA 6 PRODUCCIÓN DE ZARZAMORA POR MUNICIPIO.	17
GRÁFICA 7 VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE ZARZAMORA POR MUNICIPIO.....	18

Índice tablas

TABLA 1. COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRITIVO POR 100 G DE ZARZAMORA.	32
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE POLIFENOLES SEGÚN SU RUTA BIOSÍNTETICA.....	33
TABLA 3. ACTIVIDADES BIOLÓGICAS DE LOS POLIFENOLES RELACIONADAS A LA PREVENCIÓN DEL CÁNCER Y ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES.....	46
TABLA 4. VARIEDADES DE ZARZAMORA.....	23
TABLA 5. EMPRESAS EXPORTADORAS DE ZARZAMORA.....	19

RESUMEN

Este estudio permite obtener una forma adecuada y segura de ingesta y administración de nutrientes y moléculas con un alto valor de antioxidantes, en la dieta humana, utilizando para ello el jugo liofilizado de Zarzamoras (*rubus fruticosus*) variedad brassos o tupi, donde la combinación logra reducir los niveles de glucosa sérica y de hemoglobina glicosilada como parte del índice glicémico en el tratamiento y prevención dietético para mantener niveles hipoglicemiantes. Por lo que con el desarrollo de la forma farmacéutica, permite controlar la dosis diaria, su liberación a nivel intestinal, logrando rangos adecuados de antioxidantes en el torrente sanguíneo. Actualmente en Michoacán el cultivo de estos frutos estriba en la concentración de compuestos antioxidantes como proantocianinas, antocianinas, taninos, polifenoles y ácido ascórbico, vitamina E y C así como olifruktosacaridos los cuales forman una mezcla de compuestos antioxidantes, con actividad hipoglicemiante, abarcando 4 mil 500 hectáreas de siembra, de las cuales 3 mil 750 están en la jurisdicción de Los Reyes y el resto en Tocumbo, Peribán y Ziracuaretiro. La importancia de elaboración de las capsulas soluciona problemas tales como: consumo principal en la temporada de producción, almacenamiento, inversión de energía, riesgo de contaminación en la cadena de producción y distribución y posible degradación de los compuestos fenólicos y antioxidantes los cuales son generalmente fotosensibles, gracias a que el proceso de liofilización permite eliminar el agua conservando estables los compuestos antioxidantes solidos asegurado la calidad.

Palabras clave: Zarzamora, Extracción Soxhlet, ácidos grasos, antioxidantes, polifenoles.

ABSTRACT

This study allows for a safe and proper intake and nutrient management and molecules with a high value of antioxidants in the human diet, using 6soflavonas Blackberries juice (*Rubus fruticosus*) brassos variety or Tupi, where the combination achieved reduce serum glucose levels and glycosylated hemoglobin as part of the glycemic index diet in the treatment and prevention to keep hypoglycemic levels. So with the development of the pharmaceutical form, the daily dose can control their soflav in the intestine, making appropriate ranges of antioxidants in the bloodstream. Currently in Michoacan growing these fruits lies in the concentration of antioxidant compounds such as proanthocyanidins, anthocyanins, tannins, polyphenols and ascorbic acid, vitamin E and C and olifruktosacaridos which form a mixture of antioxidant compounds with hypoglycaemic activity, covering 4000 planting 500 hectares, of which 3,000 are in the jurisdiction 750 Los Reyes and the rest in Tocombo, Peribán and Ziracuaretiro. The importance of developing the capsules solves problems such as main consumption season production, storage, energy investment, risk of contamination in the chain of production and distribution and soflav degradation of phenolics and antioxidants which compounds are generally photosensitive thanks to the lyophilization process removes any sofl retaining solid antioxidant compounds stable quality ensured.

INTRODUCCIÓN

La zarzamora es una fruta de poco desarrollo comercial y de producción en comparación con otras frutas, pero con gran potencial, en los últimos años su consumo en países de Europa Asia y América ha ido en aumento, sus características bromatológicas no han sido bien definidas, entre ellas la caracterización y composición de los ácidos grasos.

La dieta humana contiene diferentes antioxidantes naturales que pueden contribuir al refuerzo de las defensas del organismo. Así, los efectos benéficos derivados del consumo de dietas ricas en alimentos de origen vegetal han sido atribuidos principalmente a las vitaminas, antioxidantes, los carotenoides y, particularmente, a los compuestos fenólicos presentes en estos alimentos.

Entre las fuentes habituales de antioxidantes de la dieta, las frutas rojas y bayas, como la zarzamora, son ricas en compuestos fenólicos, principalmente flavonoides, así como también ácidos grasos poliinsaturados.

El cultivo de la zarzamora en México, inició en el año de 1994 con 4 ó 5 plantaciones comerciales, entre ellas la *variedad brassos*, cuya superficie no era mayor a las 3 hectáreas. Actualmente esta fruta abarca 12478.5 hectáreas, de las cuales 11,871 perteneces a superficie del estado de Michoacán. La producción de este fruto fue de 152,921.52 toneladas, donde el estado de Michoacán participó con 146,092.77 toneladas (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2014).

Además, la zarzamora pertenece a los frutos llamados berries que brindan beneficios sensibles a la salud de las personas, frutos que en los últimos años, han aumentado su demanda en el mercado debido a que son beneficiosos para la salud, misma que está siendo afectada por malos hábitos alimenticios, sedentarismo, etc.

A pesar de que Michoacán sea un estado altamente productor de zarzamora y que la demanda de este fruto este incrementando, las ganancias de la comercialización de la zarzamora no solo pertenecen a los productores si no a empresas trasnacionales, principalmente estadounidenses y chilenas.

Actualmente alrededor del 90% de la zarzamora Mexicana de exportación es producida en Michoacán y el 77% aproximadamente proviene de las regiones de Los Reyes, Ziracuaretiro y Tocuambo (SAGARPA, 2006), ubicados al poniente de dicho estado, punto en el que se encuentran ubicadas las principales empresas exportadoras de zarzamora del país que han estado incrementando su producción gracias a las propiedades antioxidantes que este alimento presenta y las cuales están asociadas a la prevención de diversas enfermedades.

Uno de los problemas identificados en este sector de exportación es que los productores de zarzamora están dejando de percibir ganancias debido a que tienen que valerse de estas empresas trasnacionales que tiene la función de recolectar la fruta para exportarla y de otras empresas que recolectan la fruta que no cumple con los estándares de calidad requeridos para la exportación y que la compren para proceso.

Las muestras analizadas fueron obtenidas en el municipio de Ziracuáretiro, Michoacán en la comunidad de Patúan.

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es una herramienta orientada a la obtención de nuevos conocimientos y su aplicación permite conocer, analizar, y explicar fenómenos, en otras palabras, dar solución a problemas o interrogantes de carácter científico. En este apartado se describen brevemente la problemática de este estudio, de esta última se desprenden las preguntas de investigación así como los objetivos. De manera sucesiva se plantean las hipótesis para comenzar con una meta clara y definida, además de justificar este trabajo. Como siguiente paso se identifican las variables de estudio y se define el tipo de investigación. De igual manera, se establece el método que se aplicará. Por último se exponen el universo y muestra de estudio así como los alcances de la investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La zarzamora es un fruto de mucha importancia pues contiene muchas propiedades nutricionales, propiedades diuréticas, astringentes, antiulcerosas, fortifica las encías, aporta mucha fibra y pocas calorías. Este cultivo contiene 80 por ciento agua y el resto son azúcares, vitaminas, minerales, ácidos orgánicos, entre otros (Sánchez, 2009).

En los últimos 15 años, la producción de zarzamora en México ha tenido un crecimiento importante, pues ha pasado de una superficie de cerca de 1, 200 hectáreas en el año 2000 a una superficie 10 veces mayor en el 2014, de la que el 96 por ciento es de riego. En cuanto a volumen, éste se ha incrementado de 14,000 a 152,921.52 toneladas en el periodo mencionado anteriormente. El valor generado

por esta fruta es de cerca de 5,000 millones de pesos anuales, gracias a la demanda tanto nacional como internacional (Financiera Nacional de Desarrollo [FND], 2015).

El problema que presenta el sector productivo de zarzamora es que los productores están dejando de percibir ganancias debido a la existencia de empresas transnacionales que son las que se encargan de la comercialización internacional de la zarzamora y no los mismos productores.

Esto es debido a que los productores no cuentan con suficientes estudios que demuestren la calidad de la zarzamora que comercializan.

1.1 Importancia de la zarzamora en el mercado nacional e internacional

Existe un importante grupo de frutales cuyo desarrollo podría ampliar en forma por demás interesante el mapa frutícola de México si se les aprovecha para producir frutos tanto para el mercado de exportación como para el mercado interno.

A este grupo de frutales cuya producción es aún muy incipiente, pero potencialmente importante, es al que se les denomina globalmente “frutales menores”. Entre ellas se encuentran la frambuesa y la zarzamora (Sudzuki, 1985).

Comercialmente, la frambuesa y zarzamora, conjuntamente con el arándano, la fresa y otros, pertenecen al grupo de los llamados berries; especies poco producidas en México, pero de gran popularidad en Norteamérica y Europa, donde su cultivo constituye inversiones considerables de capital (Muratalla, 1993).

El cultivo de frutales menores ha sido impulsado en México durante los últimos años, debido a la necesidad de diversificar los productos y ampliar los mercados de exportación. Entre ellos, la zarzamora cultivada, representa una alternativa

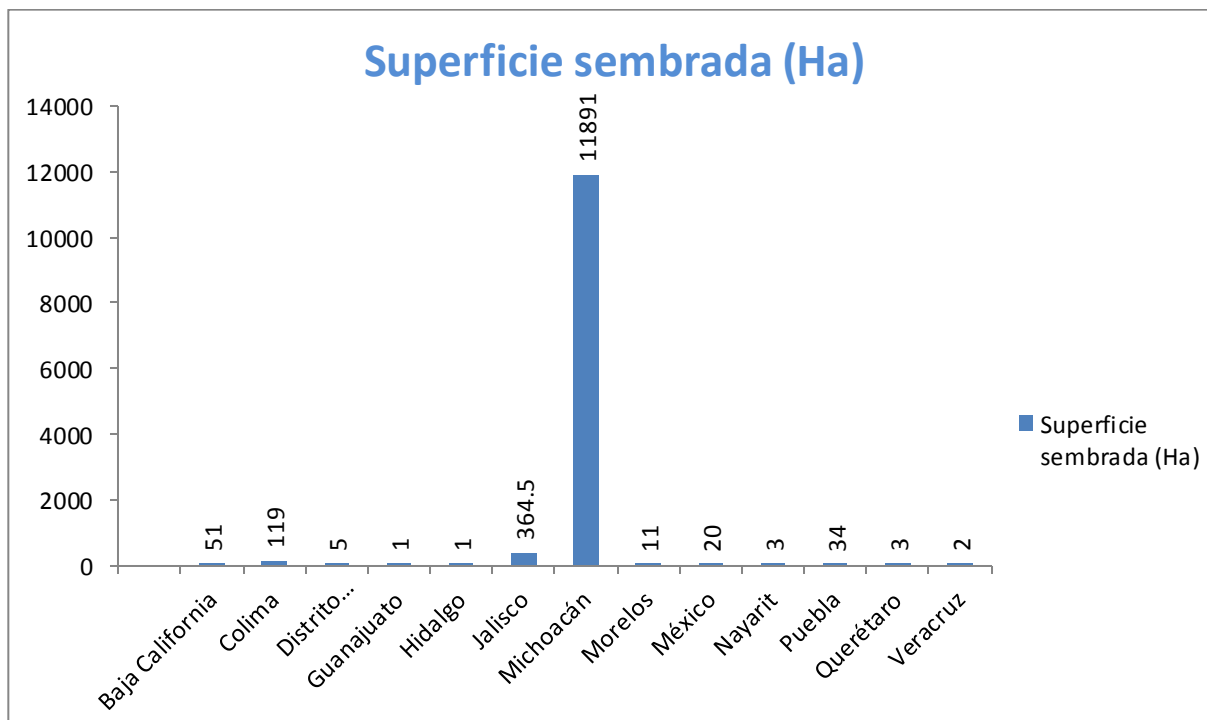
comercial atractiva, debido a la demanda de este fruto en países de alto nivel de desarrollo.

Al conocer la producción y comercialización se decidió investigar y hacer la determinación en base a los datos proporcionados por SAGARPA.

En la gráfica 1 se puede observar que Michoacán es el país donde más territorio sembrado pertenece a la zarzamora, en segundo lugar se encuentra Jalisco, pero existe una gran diferencia entre los dos estados, lo mismo sucede con la superficie cosechada (ver figura 7), solo se observan mínimas diferencias entre la superficie sembrada y cosechadas para ambos estados.

Estado	Superficie Sembrada (Ha)
Baja California	51
Colima	119
Distrito Federal	5
Guanajuato	1
Hidalgo	1
Jalisco	364.5
Michoacán	11891
Morelos	11
México	20
Nayarit	3
Puebla	34
Querétaro	3
Veracruz	2

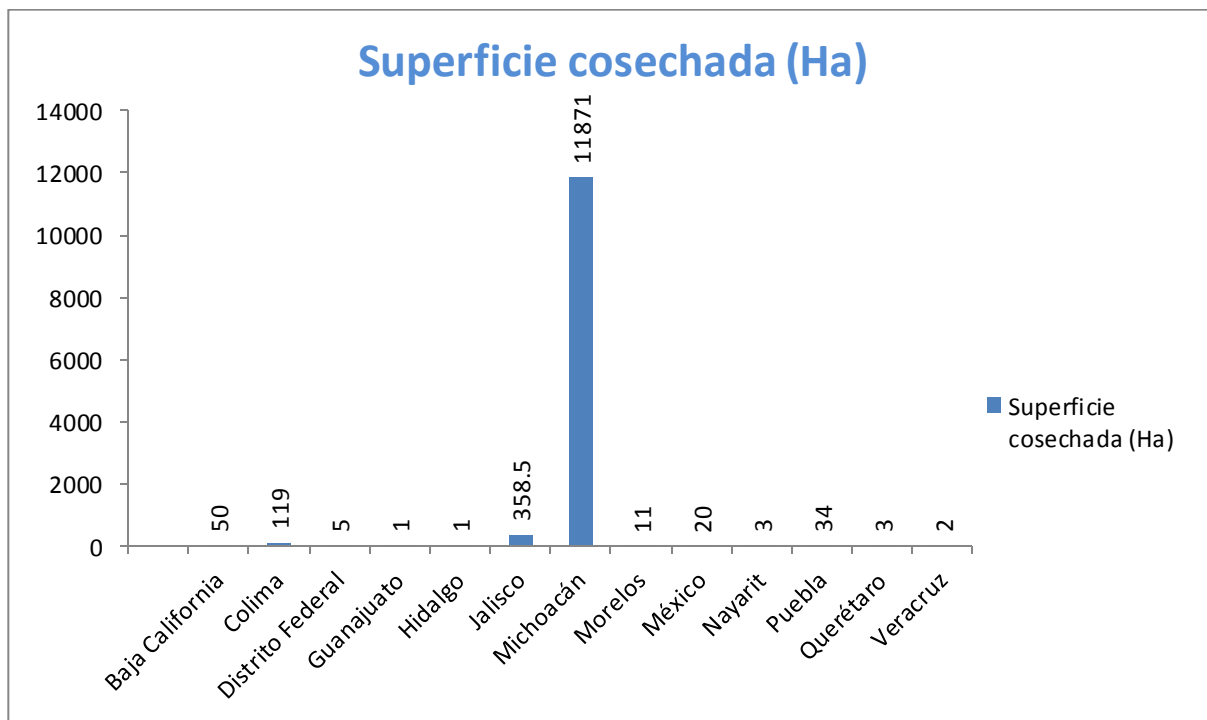
Gráfica 1. Superficie sembrada de zarzamora por estado.



Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

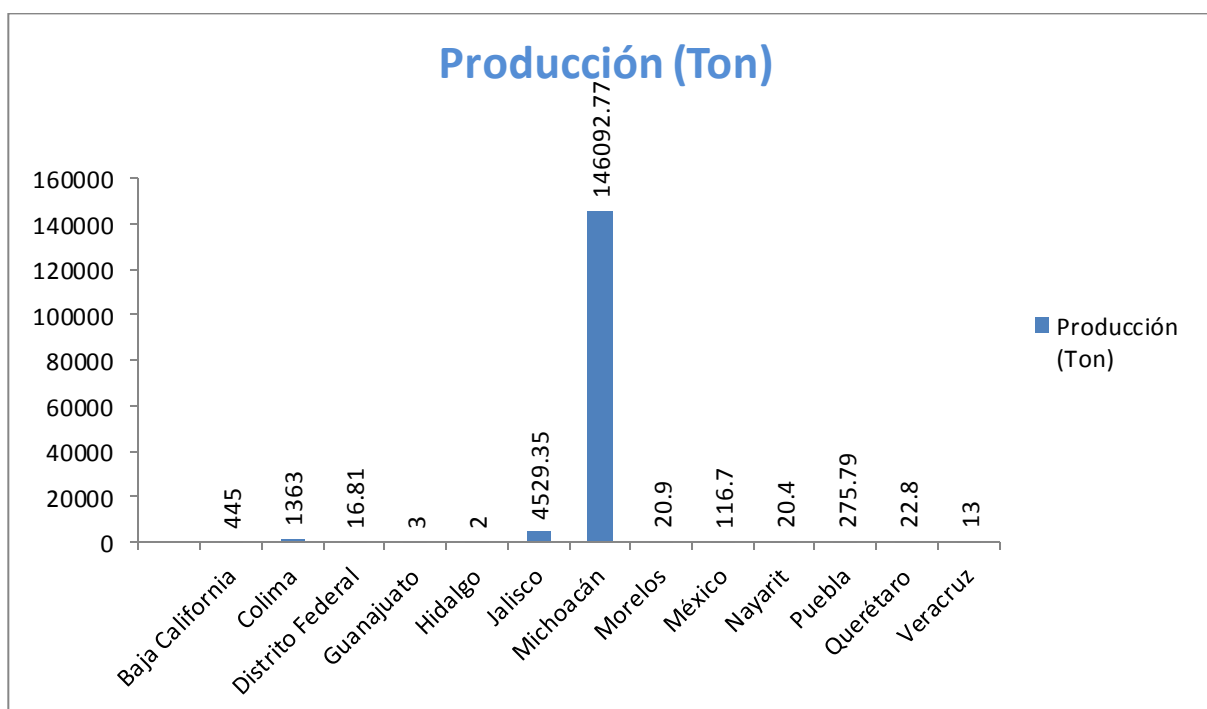
En la gráfica 3 se puede observar el total de toneladas producidas por cada estado, donde se aprecia que Michoacán es líder en producción de zarzamora pues produce cerca de 146,000 toneladas.

Gráfica 2. Superficie cosechada de zarzamora por estado.



Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

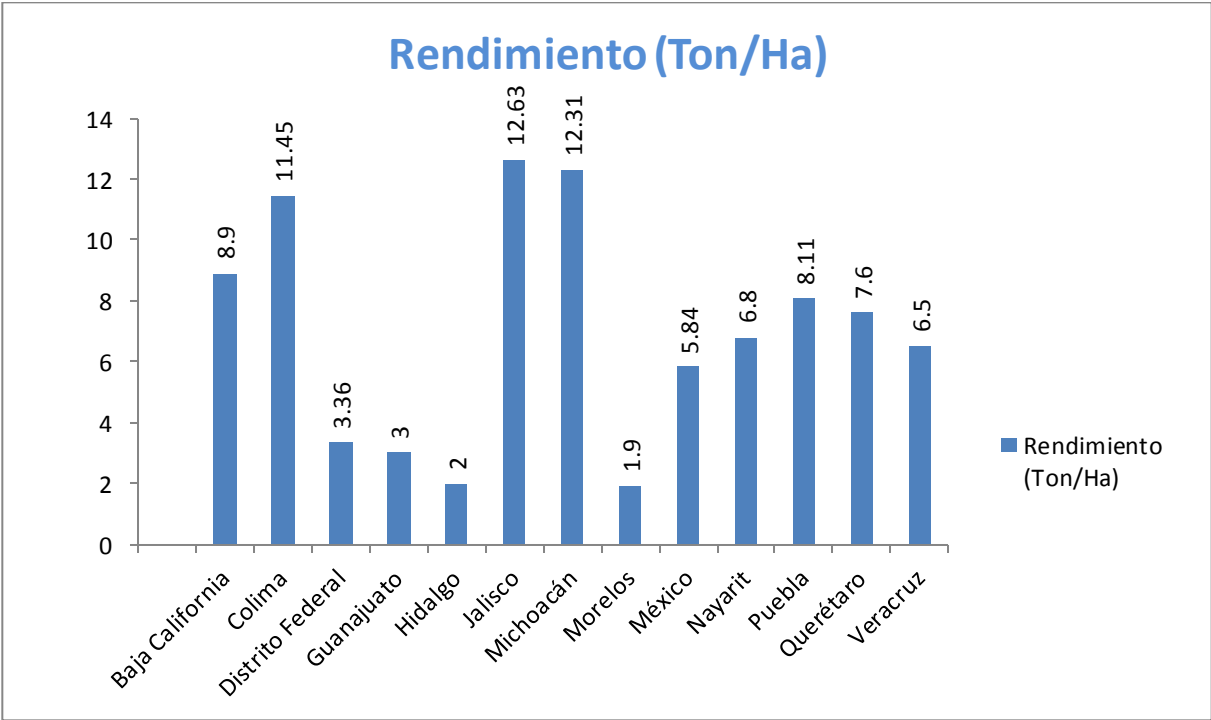
Gráfica 3 Producción de zarzamora por estado.



Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

Por definición, todo rendimiento es un fruto: en otras palabras es la renta que procede de la utilización de un capital productivo (Pérez, 2007), para efectos de este trabajo, el rendimiento de la tierra o el rendimiento agrícola se refiere a la producción obtenida dividida entre la superficie, en este caso sus unidades son toneladas/hectárea o Ton/Ha. Estos rendimientos varían en función de la calidad de la tierra (suelo, clima, etc.) y de las técnicas agrícolas (semillas seleccionadas, abonos, productos fitosanitarios, etc.). En la gráfica 4 se puede observar que en Michoacán se obtiene mayores rendimientos de los cultivos de zarzamora que en otros estados, lo que indica que los recursos productivos se están explotando de una manera más eficaz, solo por encima de este estado se encuentra Jalisco con una mínima diferencia.

Gráfica 4 Rendimiento de los cultivos de zarzamora por estado.

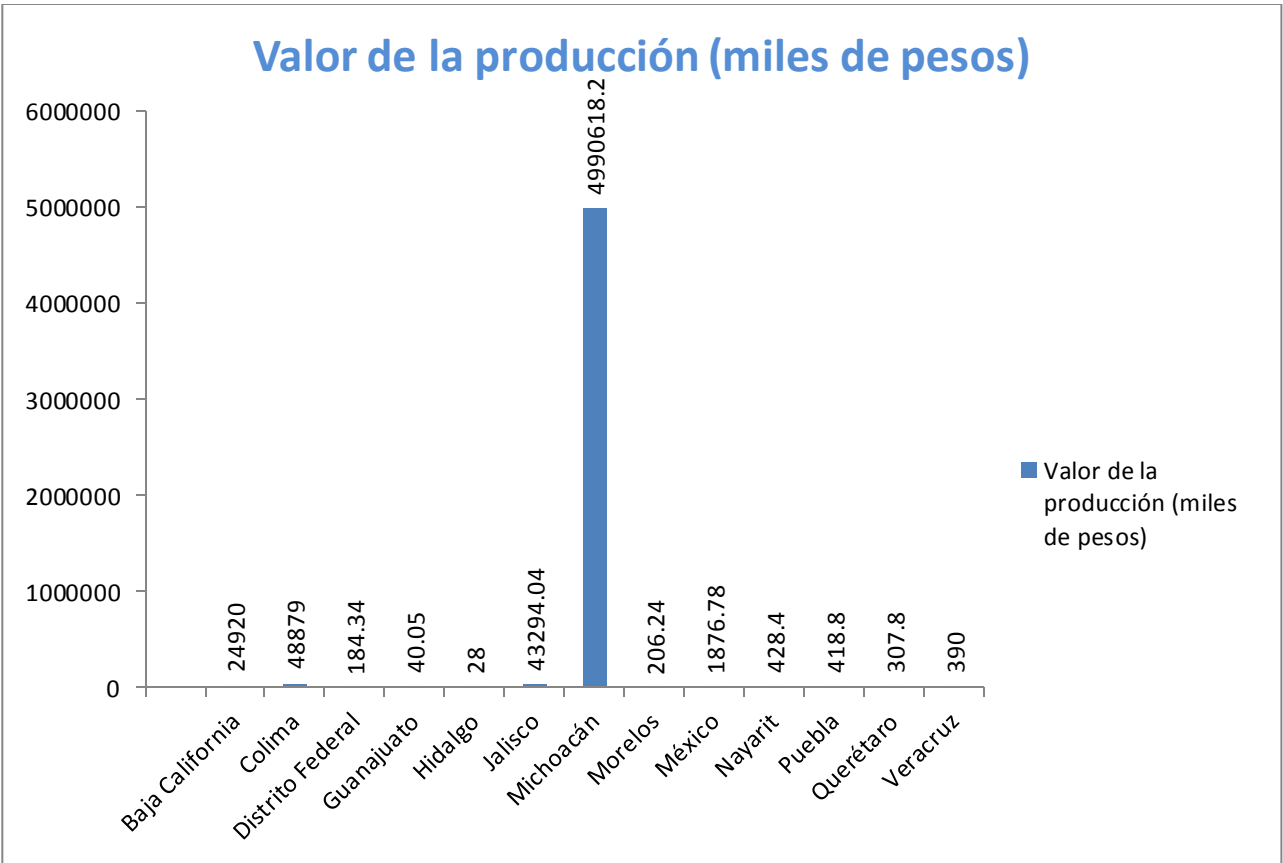


Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

Para efectos económicos, en la gráfica 5 se indica el valor de la producción de zarzamora en miles de pesos por estado y, acorde a las gráficas anteriores, se puede apreciar que Michoacán es el estado con mayor valor de la producción en

México. Debido a todos estos indicadores se puede hacer la observación de que la producción de zarzamora es una rama económica importante para el estado de Michoacán, además de ser fuente de empleo para muchos de los habitantes del estado.

Gráfica 5 Valor de la producción de zarzamora por estado.



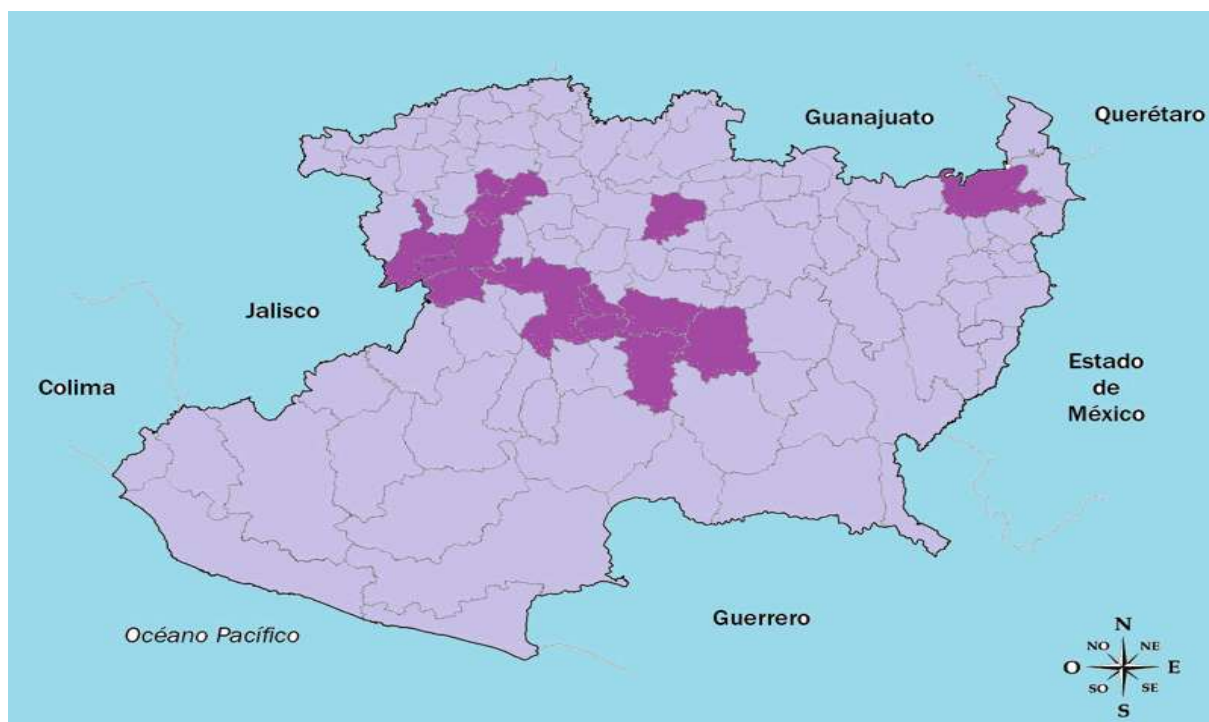
Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

Una vez que se evaluó la situación de la zarzamora a nivel país, rescatando a Michoacán como el estado líder en la producción de esta planta, esta investigación pretende centrarse en él para estudiar su producción y comercialización.

En Michoacán, los requerimientos climáticos de la zarzamora corresponden a las condiciones que se presentan en los municipios de Ario, Jacona, Los Reyes, Maravatio, Peribán, Salvador Escalante, Tacambaro, Tangancícuaro, Taretan,

Tocumbo, Uruapan, Ziracuaretiro, entre otros (ver figura 6); en ellos se presentan climas templados en los cuales en invierno tiene días y noches frescas sin que las temperaturas promedio del mes más frío sean menores a los 8°C. En estos lugares se presentan lluvias suficientes durante el verano y parte del otoño, lo que los hace lugares propicios para cultivar zarzamoras de excelente calidad durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Cabe destacar que Michoacán concentra el 98% de la producción nacional de zarzamora, seguida por el estado de México con 1% (SAGARPA, 2015).

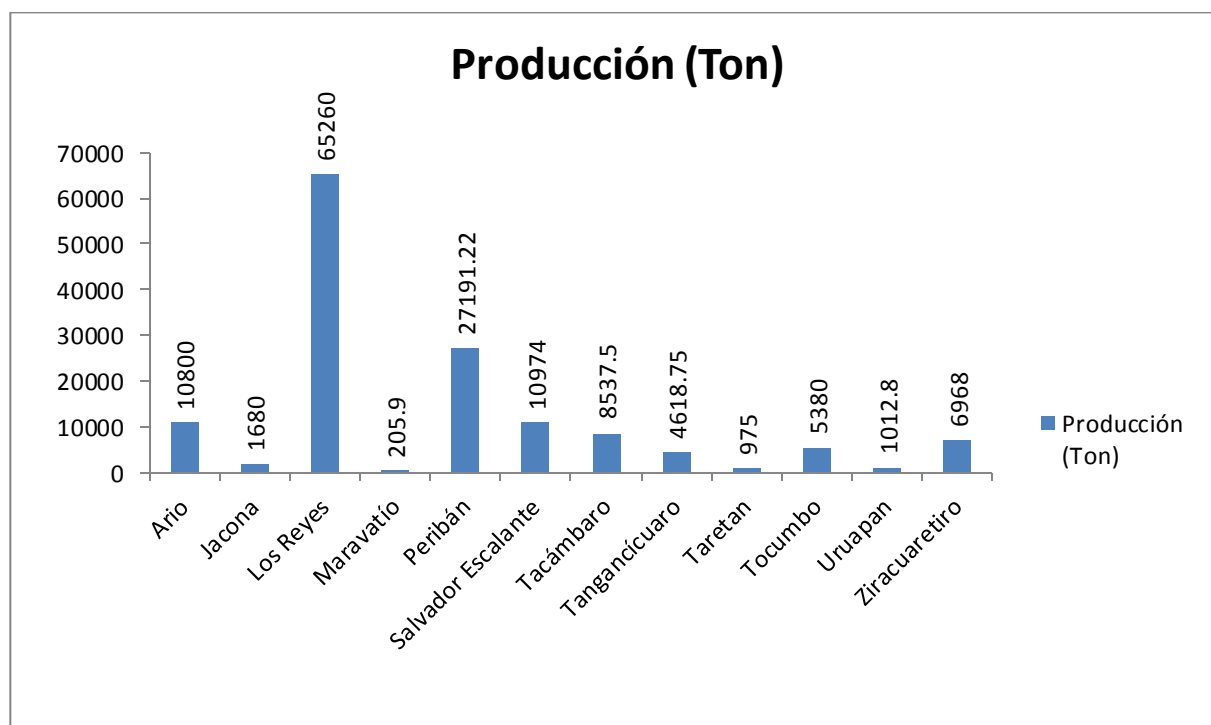
Figura 1 Principales municipios de Michoacán productores de zarzamora.



Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

En las gráficas 6 y 7 se aprecia la producción de zarzamora y el valor de ésta en miles de pesos de los diferentes municipios de Michoacán, los municipios que destacan son Los Reyes, Peribán, Salvador Escalante, Tacambaro, Ario, Tocumbo y Ziracuaretiro, pero como se puede observar en las gráficas, Los Reyes supera por mucho la producción de los demás municipios.

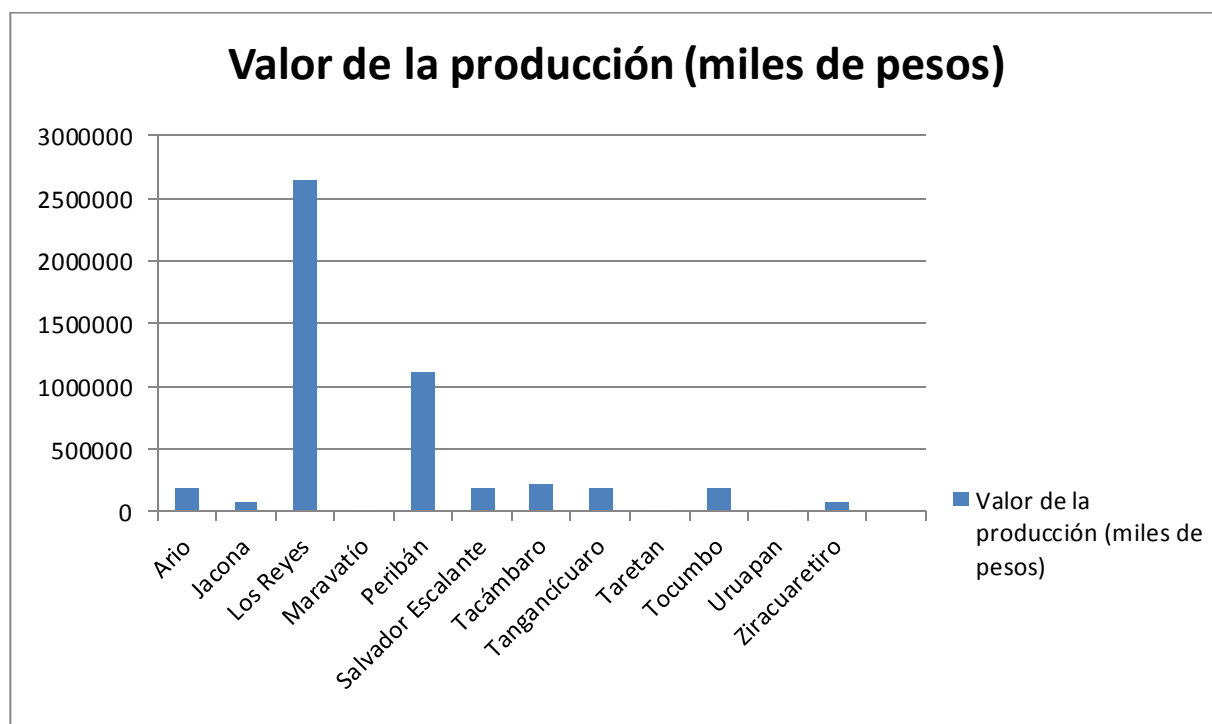
Gráfica 6 Producción de zarzamora por municipio.



Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

Como se mencionó anteriormente, la zarzamora pertenece a un grupo llamado berries, entre los principales destinos de exportación de estas frutas se encuentra Estados Unidos (EE.UU.), principalmente, Países Bajos, Reino Unido, Italia, Belgica, Francia, Canadá, Alemania Chile, entre otros, la ventaja de México es que la zarzamora se cosecha la mayor parte del año lo que significa que aunque otros países produzcan esta planta solo es una corta temporada y los meses en que escasea tienen que importarla y es el momento donde voltean a ver a México (FND, 2015).

Gráfica 7 Valor de la producción de zarzamora por municipio.

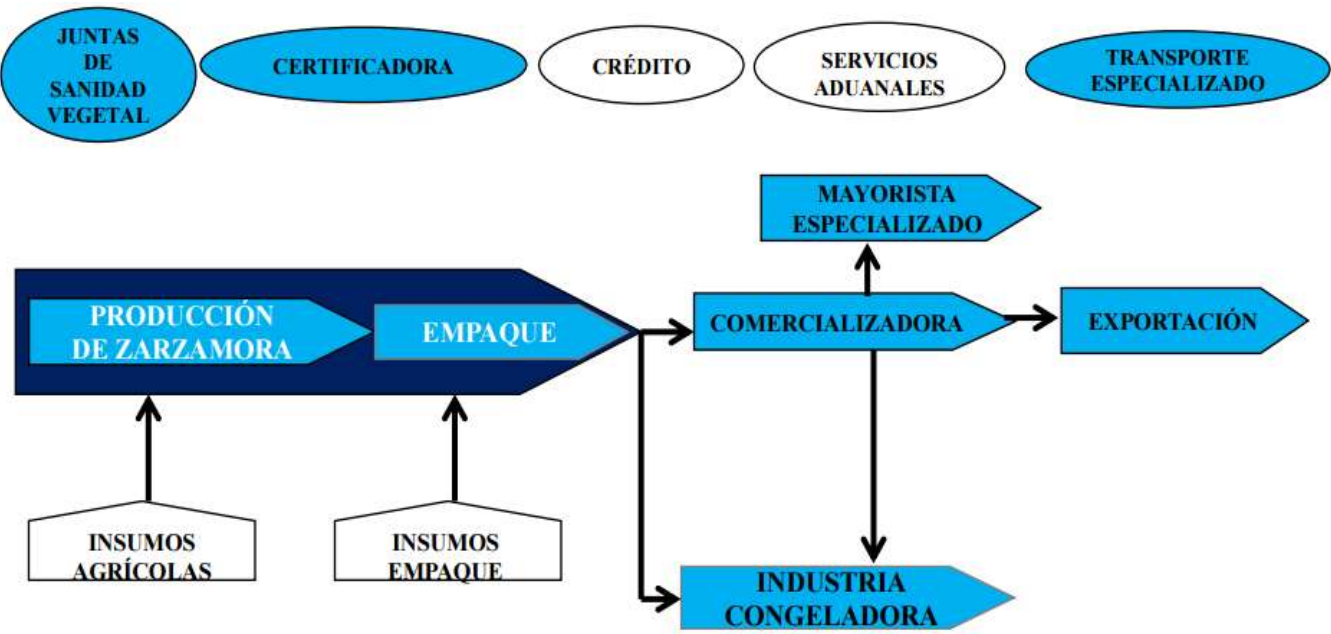


Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

El consumo per cápita de zarzamora es pequeño, apenas de cerca de 240 gramos al año por persona, esto sin considerar que gran parte de las frutillas terminan en el mercado de las procesadoras como materias primas. Las principales razones para no incrementar el consumo en fresco es la falta de infraestructura, red de frío, además de servicios especializados de comercialización y marketing. Sin embargo el consumo per cápita de esta frutilla en fresco se considera bajo comparado con los EE.UU. y el mercado Europeo; lo que si se considera que se tiene un mercado potencial ya que las zarzamoras presentan condiciones nutricionales apropiadas para el mercado de alimentos de la salud, así como para alimentos gourmet; el potencial en el consumo fresco sigue siendo un área de oportunidad ya que se tiene que solventar el reto de la fragilidad y vida de anaquel del producto, pues actualmente se requieren canales de comercialización con un alto grado de tecnología para su conservación en fresco.

A pesar de que Michoacán es líder en la producción de zarzamora, los grandes problemas de esta región son la baja tecnología aplicada al cultivo trayendo como consecuencia la baja en los rendimientos, en cuestión de comercialización, esta se realiza a través de brokers para la exportación a EE.UU. y a otros países (en la figura 7 se puede observar cómo está conformada la cadena de valor de la zarzamora para entender un poco mejor el desarrollo de sus actividades de comercialización), la organización de productores es baja, lo que promueve un bajo nivel de negociación de precios (SAGARPA, 2015).

Figura 2 Cadena de valor de la zarzamora.



Fuente: SAGARPA (2015).

El término brokers, para este caso, se refiere a las empresas trasnacionales, tales como Hortifrut, Sun Belle Berries, Hurt’s, VBM-Giumarras, etc. (ver Tabla 5), que son de origen chileno y estadounidense quienes se encargan del acopio de la fruta para después exportarla.

Tabla 5. Empresas exportadoras de zarzamora.

Tipo empresa	Nombre comercial	Página Web
Exportadora	<u>AGRO SUPERIOR, S.A. DE C.V.</u>	<u>www.agro-superior.com</u>
Exportadora	<u>ALIMENTOS PROFUSA, S.A. DE C.V.</u>	<u>http://www.profusa.net</u>
Exportadora	<u>BERRIES PARADISE, S.A. P I DE C.V.</u>	<u>www.berriesparadise.com.mx</u>
Exportadora	<u>FLORES AZ, S.P.R. DE R.L.</u>	
Exportadora	<u>GRUPO HERES, S. DE R.L. DE C.V.</u>	<u>www.grupoheres.com.mx</u>
Exportadora	<u>INTERFRUT, S.A. DE C.V.</u>	<u>www.interfrut.com.mx</u>
Exportadora	<u>PRODUCTORES AGRICOLAS DE JACONA, S. DE R.L. DE C.V.</u>	<u>www.prodagri.com</u>
Exportadora	<u>PROVEEDORA DE FRUTAS, S.A. DE C.V.</u>	<u>www.profusa.net</u>

Fuente: PROMÉXICO (2015).

Para que no existiera la necesidad de brokers para la exportación de la zarzamora, los productores tendrían que ser capaces de aprender cómo exportar, teniendo conocimientos en materia de normas de calidad, reglamentos fitosanitarios, conocimiento de nuevos mercados, contactos en el extranjero, amplio sentido de la innovación y tecnología, tanto para la producción de la fruta como para aplicarla a procesos de transformación de la misma, infraestructura, etc.

Las oportunidades que tiene esta región es la disponibilidad de implementar nuevas tecnológicas, así como la expansión del mercado de fruta fresca en otros mercados internacionales. Los principales retos es el cumplimiento de las normas internacionales de inocuidad en los mercados internacionales a los que se desee exportar, así como reducir los costos de comercialización debido a los brokers.

Para que un sector sea competitivo, debe tener la capacidad de aumentar el empleo formal, estable y adecuadamente remunerado, incrementar su capacidad de diversificar la producción, lograr que el rédito y el valor agregado crezcan en una medida satisfactoria; y que las relaciones comerciales se desarrollen de manera equilibrada (Chávez & Rivas, 2005).

Para englobar los puntos que envuelven la producción y comercialización de la zarzamora se manejará como desarrollo comercial y desarrollo productivo, los cuales deben entenderse como el proceso mediante el cual se posicionan los productos y servicios en un mercado determinado, sobre todo, cuando son nuevos productos o servicios, o con el mismo producto o servicio, en nuevos nichos de mercado. El desarrollo productivo comprende mejoras en la producción de la zarzamora como la implementación de mejores sistemas de riego, fertilizado, maquinaria y equipo, etc.

En estos procesos intervienen varios componentes:

- Innovación y tecnología.
- Mano de obra calificada.
- Valor agregado.
- Gestión de la Calidad.
- Diversificación.
- Mercadotecnia.
- Investigación de mercados internacionales.
- Segmentación de mercados.
- Comportamiento del consumidor.
- Comercialización.
- Distribución.
- Calidad.
- Alianzas estratégicas.
- Logística.
- Infraestructura.

2. ANTECEDENTES

La frambuesa y zarzamora, conjuntamente con el arándano y la fresa, pertenecen al grupo de los llamados berries. Dado que en México existe escaso conocimiento de estos berries, hay una gran confusión en sus nombres y en la sinonimia que corresponde a los nombres usados en otros países; por ello resulta conveniente aclarar la equivalencia que existe entre las diversas denominaciones.

Los berries comprenden especies de cuatro géneros y constituyen la mayor parte de los comúnmente llamados frutales menores. Estos géneros son: *fragaria*, *Rubus*, *ribes* y *vaccinium* (Zueng, et al., 1993).

El género *Rubus* pertenece a la familia de las rosáceas y sus especies son las llamadas Brambles o Cane fruits en inglés y zarza o zarzamora en español (Muñoz y Juárez, 1995). Este género, *Rubus*, comprende alrededor de 500 especies distribuidas prácticamente por todo el mundo; pero las especies cultivadas por la calidad de sus frutos son tres: *R. idaeus*, *R. occidentalis*, *R. strigosus* y *R. fruticosus*. Todas estas especies han sido profusamente cruzadas entre sí, dando origen a variedades con características distintivas, por lo cual se han constituido grupos con sus respectivos nombres.

Los híbridos son el producto del cruzamiento entre varios *Rubus* de frutos nativos de Norteamérica y de Europa, con *Rubus idaeus*. Se les agrupa bajo el nombre de *blackberries* en inglés, *brombeeren* en alemán y zarzamora en México (Muratalla, 1993). La zarzamora se clasifica de acuerdo a su hábito de crecimiento: erecto, semierecto, postrado, ausencia y presencia de espinas, esta característica puede ser dada por la hibridación. De la combinación las características morfológicas antes mencionadas se tienen diversas variedades de zarzamora como: Cherokee, el dorado, Drarrow, Logan, Boisen y Olallie (FAO, 2006).

Entre la zarzamora erecta se encuentran variedades de boysenberries, loganberries, youngberries y, la más moderna de todas: tayberry (Tabla 4).

Tabla 4. Variedades de zarzamora

Género	Categoría
<i>Rubus ulmifolius y constrictus</i>	Zarzamora silvestre
<i>Rubus sp</i>	Zarzamora cultivada
<i>Rubus loganobaccus</i>	Boysenberries
<i>Loganberries</i>	Híbrido entre zarzamora y frambuesa

Fuente: Muñoz y Juárez, (1995)

El grupo de zarzamora postrada se caracteriza porque sus variedades tienden a desarrollarse arrastradas, son de hábito agresivo y poseen espinas. Esta fruta, crece en muchas zonas, llanuras, montañas, claros de bosques y sobre todo en pendientes y márgenes soleados, en terrenos húmedos y maduran durante los meses de verano y otoño. Es un fruto constituido por pequeños granos que se agrupan entre sí. Primero son de color verde, después rojas y cuando están maduras, adquieren un color negro brillante (SAGARPA, 2004).

Las zarzamoras, tienen distintas características cualitativas que las distinguen de otras frutas; son apreciadas por su color, aroma, sabor y la textura suave y/o crujiente que presentan (Charley, 1989).

La mayoría de los frutos consiste en un material comestible, pulposo, carnosos o jugoso que se desarrolla alrededor y se adhiere a la semilla después de que la planta ha florecido. En el caso de zarzamora, están formadas de material comestible alrededor de varios ovarios de una sola flor agrupados en un receptáculo en forma de racimo. Durante la maduración, en el fruto se observa un

aumento en crecimiento del receptáculo y como una consecuencia se conduce a una mayor separación de las drupeolas y la menor adherencia de éstas al receptáculo (Green, 1971). Estas frutas maduran de forma lenta y no tienen cambios bruscos en su aspecto y composición. Su contenido en almidón es mayor. La recolección se hace después de la maduración porque si se hace cuando están verdes luego no maduran, solo se ponen blandas.

La zarzamora es una fruta con un alto contenido de agua, es por eso que tiende a ser más jugosa que carnosas; dentro del jugo celular se encuentran disueltas una gran cantidad de sustancias, siendo las principales los azúcares y los ácidos orgánicos. Los azúcares constituyen uno de los componentes solubles de mayor predominancia y para la zarzamora se ha mencionado relaciones azúcar/ácido desde 2.8 hasta 7.1 (Green, 1971). El segundo componente de mayor presencia lo constituyen los ácidos orgánicos (Green, 1971); dentro de estos se han señalado como ácidos predominantes el málico y el isocítrico (Wrolstad, 2001). Con la maduración se presenta una disminución de la acidez de los frutos, dependiendo de las temperaturas que prevalecen durante el desarrollo. Sin embargo, lo que en realidad caracteriza a estas frutas es la abundancia de pigmentos naturales, antocianinas, de acción antioxidante (Jackman, 1996). En la alimentación humana, este tipo de frutas constituyen una de las fuentes más importantes de antocianinas y otros compuestos fenólicos los cuales pueden ser aprovechados como colorantes y/o ingredientes funcionales.

La calidad en frutos, tal como en otros productos hortofrutícolas, constituye una combinación de atributos que hacen que éstos sean apetecibles al consumidor. Uno de los aspectos que juega un papel importante en la calidad y que a su vez capta la primera atención del consumidor, permitiendo que el producto sea apetecible o no, lo constituye la apariencia, la que es evaluada en primera instancia por el color (Ryall y Pentzer, 1974). Sin embargo, la apariencia no siempre constituye un indicador del estado interno y mucho menos de los cambios que se suceden durante la maduración.

Estos mismos autores señalan que la zarzamora en el estado para el consumo en fresco debe presentar ciertas características que son atribuibles a un fruto de adecuadas condiciones de calidad, como es la presentación de un brillo del fruto.

3. JUSTIFICACIÓN

La salud humana en la actualidad depende en buena medida del acceso a una dieta equilibrada y diversificada, que comprenda carbohidratos simples y complejos, proteínas de diverso origen, lípidos, vitaminas, minerales y antioxidantes.

Actualmente se revalorizan antioxidantes, los cuales son moléculas nutrimentales con efecto modulador de la ingesta alimentaria y de la motilidad intestinal por lo que se puede conseguir un efecto de prevención de enfermedades crónicas como la obesidad, fenómenos pro-inflamatorios ligados a moléculas de ácidos grasos mediadoras de fenómenos celulares en las enfermedades crónicas.

Debido a que frutos del género *25sofl* han presentado altos niveles de compuestos fenólicos y un excelente potencial antioxidante desarrolladas en el estado de Michoacán, para sugerirlos como alimentos alternativos que aporten beneficios en la salud previniendo enfermedades crónico degenerativas.

A pesar de la gran importancia económica que tiene la zarzamora en el estado de Michoacán como generador de mano de obra e ingresos económicos, la investigación en este cultivo es escasa, especialmente en relación con aspectos fitosanitarios y calidad. Aunque previamente se han realizado esfuerzos para identificar y describir las variedades zarzamoras de mayor importancia, éstos han sido insuficientes, por lo que resulta muy necesario continuar generando conocimiento con la finalidad de buscar las alternativas más eficientes para su

manejo, alternativas de producción y brindar a los productores los elementos para el establecimiento de controles de calidad que contribuyan a la exportación del cultivo generando nuevos empleos, mayor competitividad y ofrecer una mejor alimentación a la población del país.

Por lo tanto el contar con alimentos funcionales dentro de la dieta humana permitirá aumentar el capital de salud a través de la dieta, para esto es necesario caracterizar de una manera cabal los componentes nutrimentales de los alimentos, por ello, a través de la determinación de la concentración de antioxidantes y contenidos en la zarzamora durante las etapas de su proceso de maduración.

Por lo que se pretende generar un estudio que aporte datos sobre la calidad de la zarzamora que comercializan en el municipio de Ziracuaretiro, Michoacán para que los productores tengan conocimiento sobre su producto.

4. OBJETIVO GENERAL

Determinación de las concentraciones de antioxidantes en zarzamoras (*27sofl fruticosus, variedad brassos*), en el municipio de Ziracuaretiro, Michoacán.

4.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- 4.1.1** Evaluar el efecto de las condiciones de extracción sobre la cantidad y agentes antioxidantes presentes en zarzamora.
- 4.1.2** Realizar la caracterización fisicoquímica de los compuestos extraídos.
- 4.1.3** Sustentar que la zarzamora de los productores del estado de Michoacán, México, puede ser un producto de calidad en base a este trabajo realizado.
- 4.1.4** Demostrar que la zarzamora contiene nutrimentos esenciales para el ser humano que son requeridos en la dieta.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Generalidades de la zarzamora.

La zarzamora (*Rubus fruticosus*) es un arbusto perteneciente a la familia de las rosáceas, cuyos frutos son apreciados por su color atractivo, aroma, sabor y la textura suave y crujiente que presentan, por sus propiedades antioxidantes, y por ser una fuente importante de pigmentos naturales; entre los principales compuestos antioxidantes en dicho alimento se encuentran los antocianinas, compuestos fenólicos (Sierra y Tikal, 2009). Actualmente Estados Unidos es el principal productor, exportador e importador de zarzamora fresca en todo el mundo, siendo México su principal proveedor. Alrededor del 90% de la zarzamora mexicana de exportación es producida en Michoacán y el 77% aproximadamente proviene de las regiones de Los Reyes, Ziracuaretiro y Tocuambo (SAGARPA, 2015).

5.1.1 Descripción Botánica.

Las zarzamoras son arbustos (figura 1) que presentan tallos leñosos con gran flexibilidad, semitrepadores, angulosos y provistos de espinas cortas curvadas, pubescencia variada, de pelos largos y cortos y a veces ausentes en tallos maduros; pudiendo presentar pequeñas glándulas rojas; mide de uno a cuatro metros de altura; son tallos bianuales que durante el primer año se desarrollan y durante el segundo florecen y luego mueren.

Figura 3 Representación de la Planta.



Fuente Elaboración Propia.

La planta posee hojas compuestas por cinco folíolos ovalados o lanceolados, con dientes irregulares, estipuladas, pecíolos pubescentes, espinosos y nervios bien marcados, de un brillante verde oscuro por el haz y envés con pilosidad blanquecina. Las flores son hermafroditas y autofértiles, tienen cinco pétalos y cinco sépalos con numerosos pistilos; se presentan en racimos de tres o más flores al final de las ramas, de hasta tres centímetros de diámetro, de color blanco o rosado y se desarrollan en los tallos de dos años. El fruto es un agregado constituido por pequeños frutos conocidos como drupelas, cada uno con una semilla, reunidas alrededor de un eje común, por lo cual al fruto se le denomina polidrupa; con tamaño de uno a dos centímetros de largo. Las drupelas suelen ser carnosas de color verde; a medida que maduran se tornan de color rojizo hasta llegar a un negro muy intenso y brillante, cuando están bien maduras tienen un agradable sabor dulce (Rzedowski y Calderón, 2005).

5.1.2 Clasificación taxonómica

La zarzamora pertenece a la familia de las Rosáceas, del género *30sofl* y variable en especies, resultado de la facilidad de hibridación que presentan.

Reino: *Plantae*

Phylum: *Pterophyta*

Clase: *Angiospermae*

Subclase: *Angiospermae*

Orden: *Rosales*

Familia: *Rosaceae*

Subfamilia: *Rosoidae*

Género: *30sofl*

Subgénero: *30sofl* (antes *eubatus*)

Especie: *30sofl fruticosus variedad brassos*

Fuente: CONABIO (2010)

5.1.3 *Zarzamora 30sofl fruticosus variedad brassos*

La *30sofl fruticosus variedad brassos* (figura 2) es una planta de tallos más o menos erectos, a menudo muy largos, que se arquean al primer o segundo año de crecimiento sin llegar a ser rastreros. Estos tallos son ligeramente angulares, con cuatro a cinco aristas. Las hojas están compuestas por cinco folíolos, son alternas compuestas, divididas, pentalobuladas, con bordes pronunciados y aserrados, con espinas en la nervadura central del envés. Las flores son grandes, compuestas, actinomorfas, hermafroditas, pentámeras, blancas o rosadas, terminales o axilares, forman inflorescencias en racimos, paniculares o solitarias. El cáliz es persistente, los estambres son numerosos y se presentan como corona en la base del hipanto. Las flores son auto-fértiles y se desarrollan en tallos de dos años (Farinango, 2010).

Figura 4 Representación del fruto de *rubus fruticosus* variedad *brassos*.



Fuente Elaboración Propia.

5.1.4 Usos de la zarzamora

Medicinalmente la zarzamora tiene diversos usos en la herbolaria tradicional, entre los que destaca la capacidad para curar heridas. Las hojas y tallos jóvenes sirven para remediar las heridas de la piel ya que contienen sustancias orgánicas, como el ácido ascórbico y ácido clorogénico, que le dan estas propiedades. Tiene propiedades antibacteriales y antiinflamatorias que ayudan a eliminar microorganismos presentes en las heridas y a disminuir la hinchazón. Los componentes que le otorgan estas propiedades son los ácidos ascórbico, clorogénico, ferúlico, málico, así como la arbutina, las hidroquinonas y los taninos. Las hojas tienen propiedades astringentes, ideales para curar la diarrea, antidiabéticas, y diuréticas; en infusión se emplean contra cistitis, desintería, hemorroides y desórdenes estomacales, dolor de garganta, boca y úlceras e inflamaciones de la lengua, laringe y encías (Cañigüeral, 2003).

5.1.5 Composición nutricional del fruto de zarzamora

La zarzamora es un fruto con características nutricionales importantes (Tabla 1).

La concentración de vitamina E la convierte en una fruta muy útil para el tratamiento y prevención de los problemas circulatorios, debido a su contenido en vitamina C, es considerado un buen antioxidante. Contiene varias vitaminas del grupo B como la niacina, tiamina y riboflavina. El fruto presenta de 7 hasta 16 % de azúcares, aproximadamente 80 % de agua, 3 % de compuestos nitrogenados. Otro componente importante es la fibra soluble, ya que ayuda a una mejor digestión de los alimentos (García, 2002). Es importante mencionar su contenido en manganeso, el cual interviene en el metabolismo de algunas vitaminas, así como también en el mecanismo de transmisión de impulsos nerviosos. Diversos estudios han demostrado que la zarzamora es una fuente importante de polifenoles, los cuales pueden contribuir significativamente en la prevención y disminución de enfermedades crónico degenerativas (Cuevas, 2010).

Tabla 1. Composición y valor nutritivo por 100 g de zarzamora.

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Energía(Kcal)	59.00	Vitamina A Equiv. Totales (µg)	39.000
Agua (g)	85.6	Vitamina B6 (mg)	0.061
Proteína (g)	0.700	Ácido pantoténico(mg)	0.150
Nitrógeno(g)	0.189	Vitamina C (mg)	21.00
Lípidos (g)	0.600	Sodio, Na (mg)	1.000
Carbohidratos (g)	12.600	Potasio, K (mg)	196.00
Fibra dietética (g)	2.700	Calcio, Ca(mg)	32.000
Cenizas(g)	0.500	Magnesio, Mg(mg)	22.000
Humedad (g)	82.200	Fósforo, P(mg)	21.000
Tiamina (mg)	0.029	Hierro, Fe(mg)	0.500
Riboflavina (mg)	0.046	Cobre, Cu (mg)	0.120
Niacina(g)	1.200	Manganeso, Mn (mg)	1.220

Fuente (FAO 2006).

5.2 Polifenoles

Los polifenoles, o compuestos fenólicos, son metabolitos secundarios de plantas involucrados en diversos mecanismos de defensa, como la protección contra la radiación ultravioleta o agresiones por parte de agentes patógenos entre otros; muchos son solubles en agua o en solventes orgánicos y se conocen cerca de 8000 moléculas diferentes (Martínez, Peragio y Ros (2000). Los frutos contienen concentraciones relativamente altas de derivados de quercetina, kaempferol, hesperetina y ácidos fenólicos entre ellos los derivados cinámicos. Existe una gran variedad de compuestos fenólicos, que se pueden clasificar en diferentes grupos atendiendo al número de anillos fenólicos que contienen.

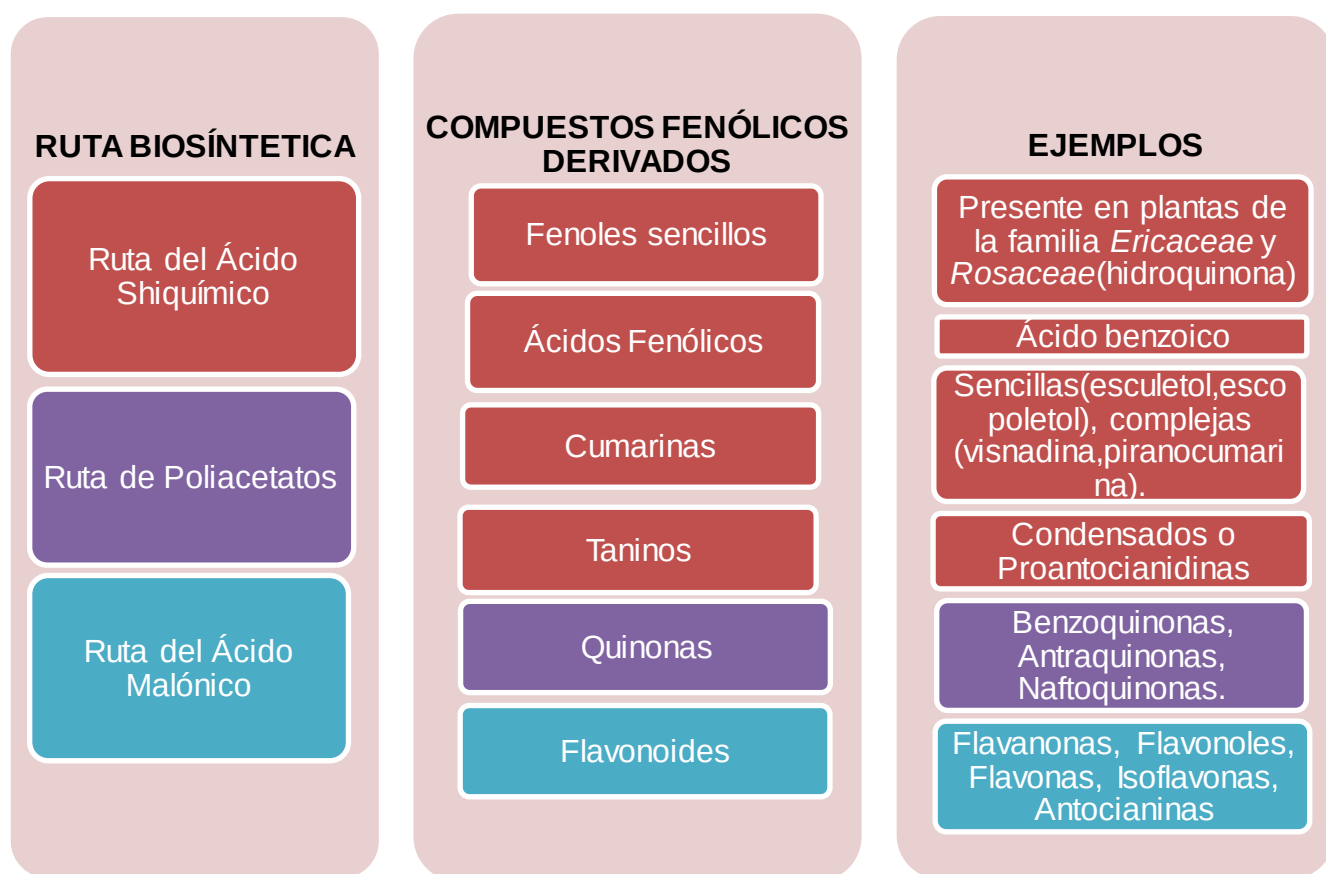


Tabla 2. Clasificación de polifenoles según su ruta biosintética

Fuente (www.portalfarma.com, Murcia et al. ,2003).

5.2.1 Estructura

Las moléculas fenólicas se caracterizan por poseer uno o más anillos bencénicos y por lo menos un sustituyente hidroxilo. Tienen gran capacidad de reacción, existen combinadas con un ácido orgánico o un azúcar (ácidos fenólicos, flavonoles y antocianinas), o con ellas mismas formando un polímero (Martínez et al. 2000).

A continuación se explican los distintos polifenoles:

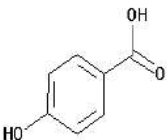
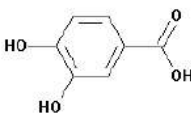
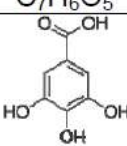
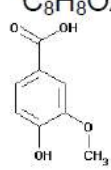
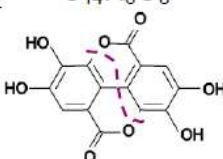
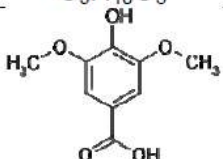
5.2.1.1 Ácidos fenólicos

- **Ácidos hidroxibenzóicos**

Los ácidos hidroxibenzóicos tienen una estructura básica C6-C1, se encuentran libres y ligados como los ésteres de ácido benzoico en muchas especies vegetales y animales. Los principales son los ácidos gálico, p-hidroxibenzoico, protocatecúlico, vanílico y siringico. Su contenido en plantas comestibles por lo general es bajo salvo en ciertas frutas rojas. Químicamente se trata de derivados del ácido hidroxibenzóico cuya estructura está formada por un anillo aromático unido a un carbono a partir de fenilpropanoides a los que se les deleccionan dos carbonos de la cadena propánica.

Los ácidos hidroxibenzóicos son componentes de estructuras complejas como los taninos hidrolizables (gallotaninos en mangos y elagitaninas en frutas rojas como las granadas, fresas y moras) (Manach, Scalbert, Morand, Rémésy y Jimenez, 2004). En la Figura 3 se muestran los ácidos hidroxibenzóicos

Figura 5 Estructura de los ácidos hidroxibenzóicos

Ácido 4- hidroxibenzóico	Ácido 3,4- dihidroxibenzóico	Ácido gálico
$C_7H_6O_3$	$C_7H_6O_4$	$C_7H_6O_5$
		
Ácido vanílico	Ácido elágico	Ácido siríngico
$C_8H_8O_4$	$C_{14}H_6O_8$	$C_9H_{10}O_5$
		

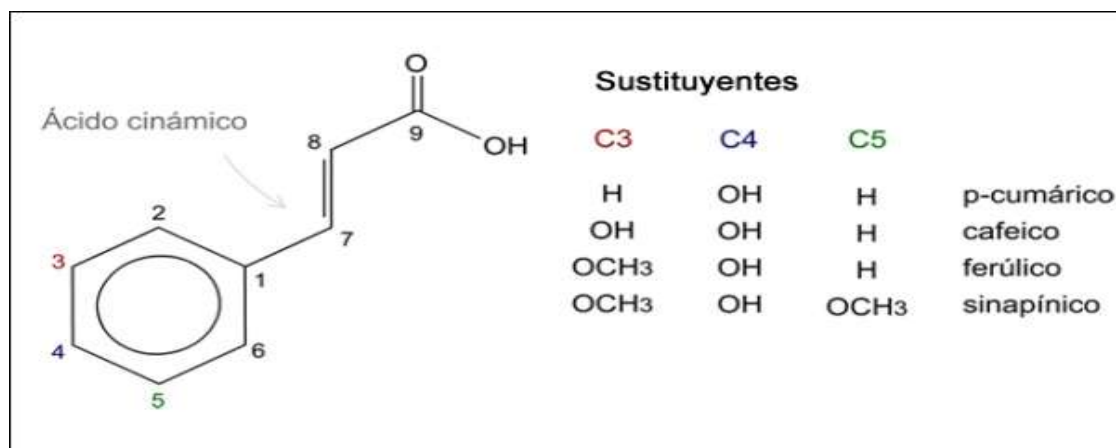
Fuente (Manach et al., 2004)

- **Ácidos hidroxicinámicos**

Los ácidos hidroxicinámicos son un grupo de compuestos presentes en la pared celular vegetal, cuyos principales representantes son el clorogénico, ácido ferúlico, p-cumárico, cafeico y sinápico, de los cuales el ácido ferúlico y p-cumárico son los de mayor abundancia en la naturaleza. Químicamente su esqueleto está formado por un anillo aromático, un grupo alifático y un ácido carboxílico en el extremo. Son denominados ácidos hidroxicinámicos por la sustitución del grupo -OH en el anillo aromático. Por lo general, este tipo de compuestos se encuentran esterificados en la pared celular vegetal, por lo tanto, poseen una baja solubilidad. Destacan por ser unos buenos agentes antioxidantes.

La estructura de los ácidos cinámicos más representativos de este grupo se muestran en la figura 4.

Figura 6 Imagen de las estructuras de los ácidos cinámicos más representativos



Fuente (Martínez, 2005).

5.2.1.2 Flavonoides

Los flavonoides son un grupo de moléculas que son producidas por el metabolismo secundario que, al igual que otros principios activos vegetales, se originan mediante una ruta biosintética mixta (en el caso de los flavonoides, a través de la ruta del ácido shikímico y la ruta de la malonilcoenzima A) (Martínez, 2005). Son los antioxidantes más potentes presentes en los alimentos vegetales. En la Figura 5 se exponen las estructuras generales de los flavonoides.

Son compuestos fenólicos diaril-propánicos, es decir, su estructura es del tipo C6-C3-C6, con dos anillos aromáticos (bencénicos) unidos entre sí por una cadena de 3 átomos de carbono que forman un anillo heterocíclico oxigenado.

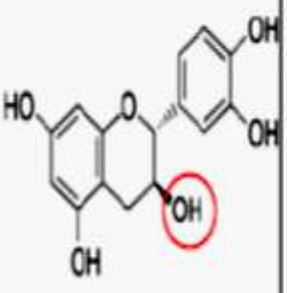
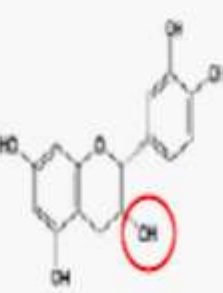
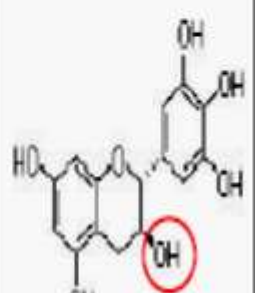
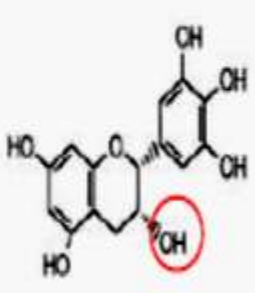
Los flavonoides se encuentran a menudo hidroxilados en las posiciones 3, 5, 7, 3', 4' y 5'. La principal clasificación de los flavonoides se consigue atendiendo a la presencia o ausencia de un grupo hidroxilo unido a la posición 3:

- 1.- Los flavonoides 3-hidroxiflavonoides (flavanoles, flavonoles, flavanones, leucoantocianidinas, antocianidinas, proantocianidinas o taninos condensados).
- 2.- Los flavonoides no hidroxilados en la posición 3 (flavonas, 37soflavonas, 37soflavona) (García-Alonso, 2005). Por lo general, dentro de las plantas los estudios han mostrado que los flavonoides se encuentran la mayoría de las veces, ligados a moléculas de carbohidratos. A este tipo de combinación núcleo flavonoide básico más una o varias unidades de carbohidratos, se les denomina GLICÓSIDOS, y cuando no tienen ligadas moléculas de carbohidratos se las denomina AGLICONAS FLAVONOIDES.

5.2.1.3 Flavanoles

Los flavanoles predominantes son la catequina y su isómero epicatequina, la galocatequina y su isómero epigalocatequina. Los flavanoles glicosilados son poco frecuentes (Iwashina, 2000). En la Figura 5 se presentan las estructuras de algunos Flavanoles.

Figura 7 Estructuras Flavanoles

Catequina	Epicatequina	Galocatequina	Epigalocatequina
$C_{15}H_{14}O_6$	$C_{15}H_{14}O_6$	$C_{15}H_{14}O_7$	$C_{15}H_{14}O_7$
			

Fuente (Iwashina, 2000)

5.2.1.4 Flavonoles

Los flavonoles se caracterizan por la presencia de un doble enlace en C2 y de un grupo hidroxilo en C3 en el heterociclo. Se conocen 450 tipos de agliconas y 900 tipos de glucósidos aproximadamente (Iwashina 2000), de los cuales la gran mayoría se presentan como O-glucósidos unidos en las posiciones 3 y/o 7. En la Figura 6 se muestran ejemplos importantes de agliconas: el quercetina, kaempferol, Miricetina e isorhamnetina.

Figura 8 Estructuras Flavonoles

Quercetina	Kaempferol	Miricetina	Isorhamnetina
$C_{15}H_{10}O_7$	$C_{15}H_{10}O_6$	$C_{15}H_{10}O_8$	$C_{16}H_{12}O_7$

Fuente (Iwashina, 2000).

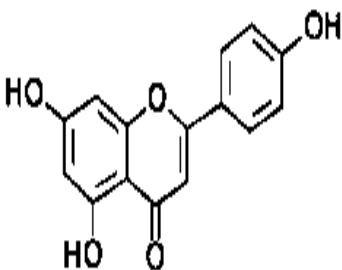
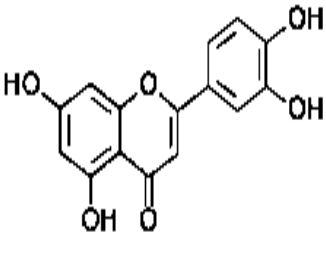
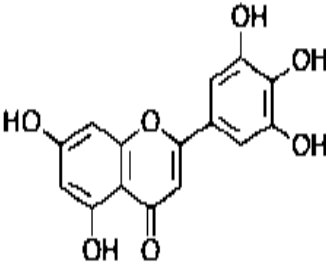
5.2.1.5 Flavonas

Las flavonas son amarillas y pueden estar en algunas flores, como en la prímula, dándoles un color amarillo a sus pétalos, o en frutos, como en la piel de las uvas, son las responsables del color amarillento de los vinos blancos. Se caracterizan porque tienen un doble enlace en el heterociclo en la posición 2 -3 y el carbono 4 es

un grupo carbonilo. El grupo hidroxilo del C3 de los grupos anteriores no se presenta en estas moléculas.

Hay tres flavonas importantes: la tricetina, presente en el polen de algunas plantas, la apigenina, presente en muchas plantas como la camomila, (*matricaria recutita*) o el espinillo blanco (*crataegus laevigata*), da un color marrón marfileño a las flores si se presenta sola; y la luteolina, de color amarillo, que incluso sirve para teñir lana y otros tejidos (García-Alonso, 2005). En la Figura 7 se muestran las estructuras de estas tres flavonas.

Figura 9 Estructuras Flavonas

Apigenina	Luteolina	Tricetina
$C_{15}H_{10}O_5$	$C_{15}H_{10}O_6$	$C_{15}H_{10}O_7$
		

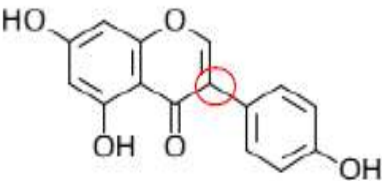
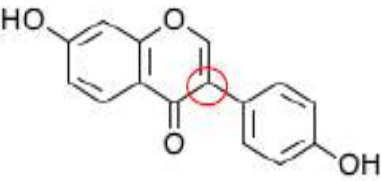
Fuente (García-Alonso, 2005).

5.2.1.6 Isoflavonas

Las 39soflavonas son sustancias diferentes a los esteroides endógenos humanos con capacidad de unirse a los receptores estrogénicos. Las más importantes son la genisteína y la daidzeína, sus estructuras se pueden ver en la Figura 8.

Las flavonas presentan un anillo fenólico en la posición 2 mientras que las 40soflavonas lo tienen sustituido en la posición 3. La doble actividad de las 40soflavonas (actuando a la vez como estrogénicas y antiestrogénicas), le confieren una serie de cualidades que permiten regular el balance hormonal en la mujer, pudiendo prevenir la osteoporosis y actuar como potentes antioxidantes que protegen frente al desarrollo de cáncer de mama y reducir los efectos de la menopausia. Las Isoflavonas causan esto al competir con el propio estrógeno del cuerpo por los mismos sitios receptores en las células. Algunas de las enfermedades por estrógeno excesivo pueden disminuirse de esta manera. La mejor manera de consumir las 40soflavonas es en la forma de soja. (Anupongsanugool, Teekachunhatean, Rojanasthien, Pongsatha, and Sangdee, 2005).

Figura 10 Estructuras Isoflavonas

Genisteína	Daidzeína
$C_{15}H_{10}O_5$	$C_{15}H_{10}O_4$
	

Fuente (Anupongsanugool et al., 2005).

5.2.2 Biosíntesis

Los polifenoles de las plantas son biosíntetizados por dos rutas metabólicas: la del ácido shiquímico y la ruta del ácido malónico. La vía del ácido shiquímico es la ruta por la que se producen la mayoría de los polifenoles de las plantas superiores, utilizando como sustrato la eritrosa-4-fosfato, de la vía de las pentosas fosfato, y el ácido fosfoenolpirúvico proveniente de la glucólisis (Figura 9). Uno de los productos de esta vía es la fenilalanina, aminoácido esencial sintetizado en el

metabolismo primario de las plantas, entra al metabolismo secundario cuando la enzima fenilalanina amonio liasa (PAL) cataliza la eliminación de un amonio, convirtiendo a la fenilalanina en ácido cinámico (Figura 10). La vía del ácido malónico es la vía por la cual hongos y bacterias forman polifenoles. En plantas superiores también existe sin embargo no es tan utilizada. Su sustrato es el acetil-CoA (Taiz y Zeiger, 2006).

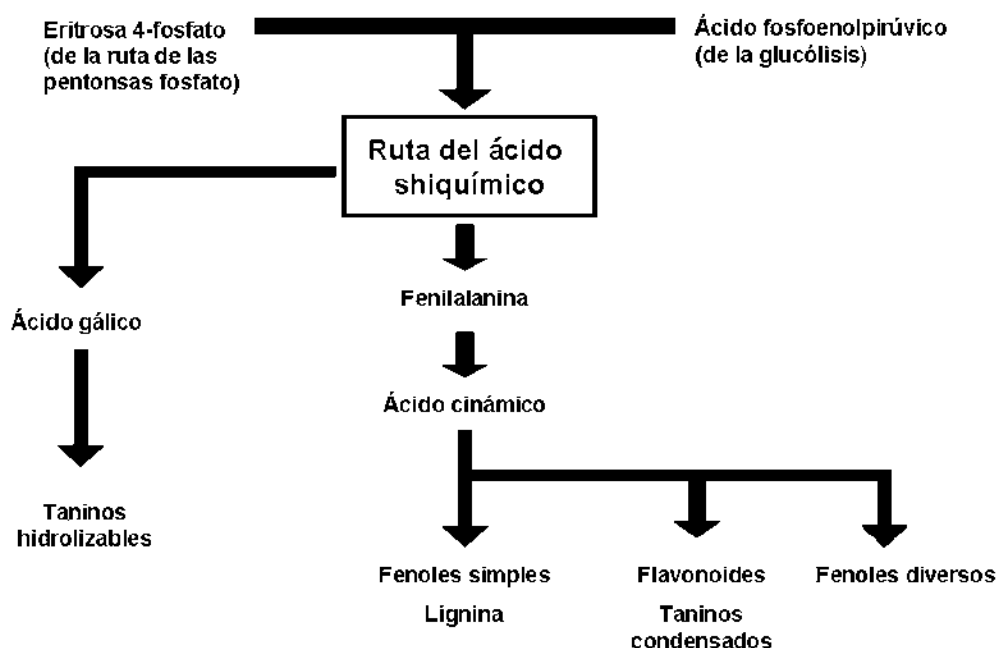


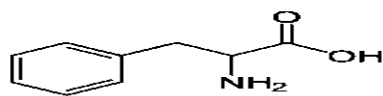
Figura 11 La mayoría de los compuestos fenólicos derivan de la fenilalanina, un producto de la ruta del ácido shiquímico.

Fuente (Murcia, Parras, Jiménez, Vera, Martínez y Ruggieri (2003).

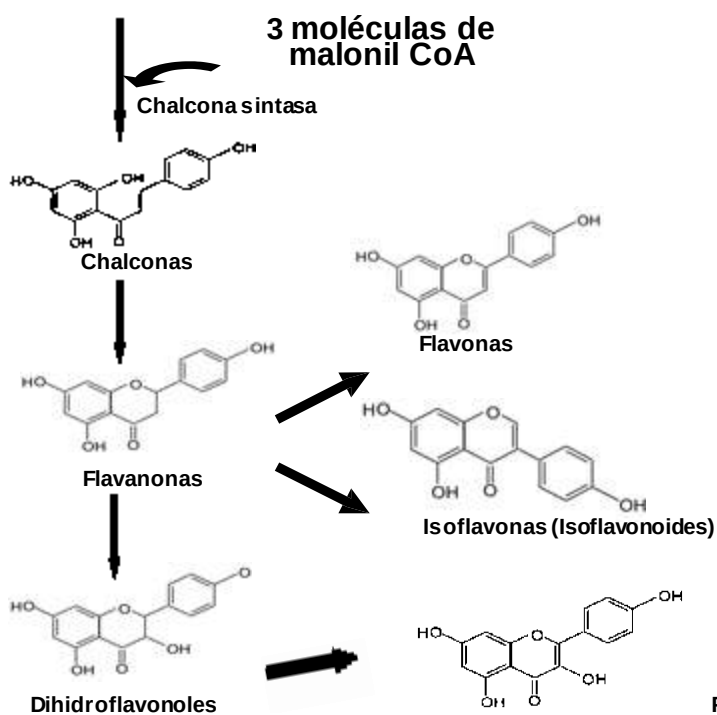
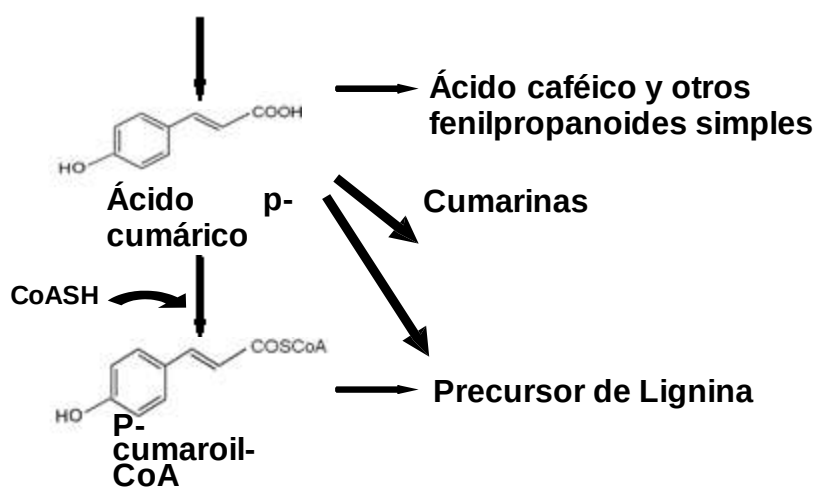
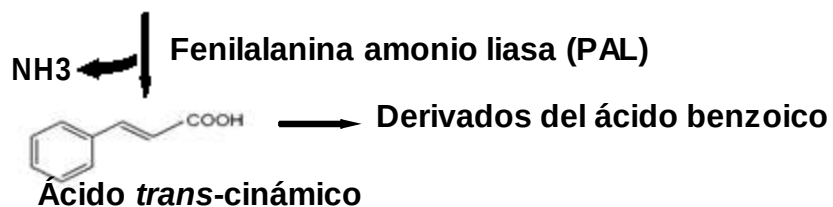
5.2.3 Clasificación

Debido a las numerosas clasificaciones que existen de los polifenoles, se hará referencia sólo a la clasificación según la ruta biosintética (Figura 10).

Figura 12 Biosíntesis de polifenoles a partir de la fenilalanina.



Fenilalanina



ninas
Taninos condensados

Fuente (Muratalla, 1993).

5.2.4 Funciones en plantas

Los polifenoles tienen diversas funciones en las plantas los que generalmente son inducidos por activación oxidativa, las condiciones ambientales controlan la oxidación y así generan la variación en la actividad ecológica de los polifenoles. En plantas los polifenoles tienen las funciones de reconocimiento por los insectos polinizadores, protección contra la agresión de herbívoros, insectos, hongos, bacterias y virus y reducir la competencia entre plantas (Vivianco, Cosio, Loyola y Flores (2005).

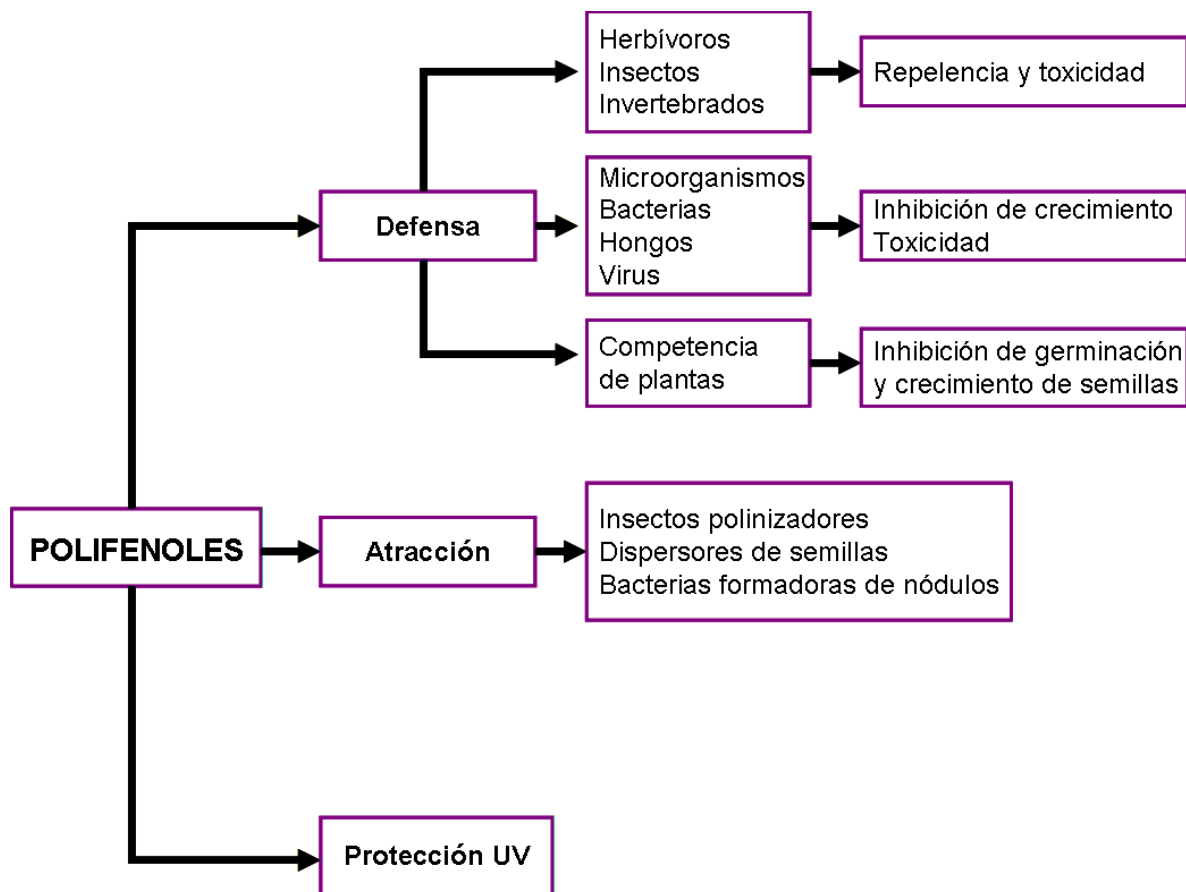


Figura 13 Las principales funciones de los polifenoles en plantas.

Fuente (Murcia et al. 2003)

Otra función importante es la de servir como protección para la planta contra la radiación UV. Las plantas requieren la luz del sol para fotosintetizar, sin embargo los rayos ultravioleta de la luz solar son componentes potencialmente peligrosos ya que pueden dañar directamente el DNA y desencadenar severos procesos fisiológicos. La mayoría de los polifenoles son pigmentos que funcionan como señales visuales para los insectos polinizadores, por lo general, plantas que requieren de insectos polinizadores para efectuar la polinización poseen flores con pétalos de colores brillantes. Muchos de estos pigmentos pertenecen a los flavonoides, principalmente las antocianinas, que se biosintetizan en un lugar y en un periodo específico en la planta y se encuentran en cantidades importantes dentro de flores y frutos. Las antocianinas son acumuladas principalmente en la epidermis de los pétalos y la actividad y la mayor acumulación de estas coincide en el periodo justo antes de la apertura del botón floral (Vivianco et al. (2005).

5.2.5 Funciones en humanos (efectos biológicos)

Además de las importantes funciones que los polifenoles ejercen en las plantas algunos como fenoles sencillos y ácidos fenólicos se les han atribuido actividades farmacológicas y médicas relacionadas con la prevención y el tratamiento de ciertas patologías ya que poseen actividades anticancerígenas, antiinflamatorias, estimuladoras de la respuesta inmune, antialérgicas, antivirales y en general todas las enfermedades en donde el estrés oxidativo esté implicado (Han, Shen y Lou, (2007).

5.2.6 Actividad anticancerígena

Se ha comprobado que la acción antioxidante de los polifenoles interviene en distintos niveles en la oncogénesis y la progresión tumoral (Tabla 3), demostrándose el efecto preventivo de los polifenoles sobre el cáncer. Un ejemplo es el té verde, que ha demostrado efectos anticarcinogénicos en distintos órganos como piel, pulmones, cavidad oral, esófago, estómago, hígado, páncreas, colon y

próstata. En estudios *in vitro*, se ha comprobado que los polifenoles afectan rutas de transducción de señales, causando inhibición del crecimiento tumoral, reduciendo el comportamiento invasivo y disminuyendo la angiogénesis.

Los polifenoles son considerados agentes quimiopreventivos por que inducen las enzimas de la fase II (fase de metabolización de xenobióticos o detoxificación, ver apartado 2.3.5.2).

La fase II facilita la eliminación de agentes carcinógenos. Por otro lado polifenoles como la diadzeina y genisteína (isoflavonas) frecuentemente encontrados en leguminosas han presentado función como fitoestrógenos, regulando la carcinogénesis vía hormonodependiente en modelos animales (Duthie, Duthie y Kyle 2000).

5.2.7 Prevención de enfermedades cardiovasculares

De todos los polifenoles, el grupo de los flavonoides es el más extendido en la naturaleza, son los antioxidantes que se consumen en abundancia en la dieta humana y una tercera parte de la ingesta total de polifenoles corresponde a ácidos fenólicos, por lo que estudios epidemiológicos han demostrado que una ingesta rica en polifenoles se relaciona con un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares y se ha observado que actúan a diferentes niveles (Tabla 3).

Tabla 3. Actividades biológicas de los polifenoles relacionadas a la prevención del cáncer y enfermedades cardiovasculares.

Preservación del ciclo normal de las células
Inhibición de la proliferación de tumores e inducción de apoptosis
Inhibición de la invasión tumoral y angiogénesis
Disminución de la inflamación

Disminución de la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL)

Disminución de la agregación plaquetaria

Fuente (Keevil, Osman, Reed y Folts, 2000).

5.3 Antioxidantes

Los antioxidantes son un conjunto heterogéneo de sustancias formadas por vitaminas, minerales, pigmentos naturales (carotenoides, polifenoles, etc.), otros compuestos vegetales y enzimas, que bloquean el efecto dañino de los radicales libres. El término antioxidante significa que impide la oxidación perjudicial de otras sustancias químicas, ocasionadas en las reacciones metabólicas o por factores exógenos. Se conocen tres tipos principales de antioxidantes; los primeros conocidos por la acción de prevenir la formación de nuevos radicales libres convirtiéndolos en moléculas menos dañinas antes de que puedan reaccionar, como ejemplos se encuentran enzimas como la superóxido dismutasa (SOD) y glutatión peroxidasa (GPx). También existen algunas proteínas unidas a metales que limitan la disponibilidad del hierro necesario para formar el radical OH, estos tipos de antioxidantes se encuentran de forma endógena en el organismo.

El segundo tipo de antioxidantes agrupan a los que capturan los radicales libres evitando la reacción en cadena; entre ellos se encuentran los adquiridos a través de la dieta como los polifenoles, vitamina E, α -tocoferol, vitamina C y β -caroteno y los endógenos como estrógenos, ácido úrico, ubiquinol-10 y bilirrubinas, principalmente (Rosado y Mendoza, 2007).

El tercer tipo de antioxidantes son los que reparan las biomoléculas dañadas por los radicales libres; algunos ejemplos son las enzimas reparadoras de DNA y la metionina sulfóxido reductasa encontradas de forma endógena en el organismo (Ferrer, Jorge, Cutiño, García y Arce, 1999).

5.3.1 Funciones de los antioxidantes

Son capaces de retardar o prevenir la oxidación de un sustrato oxidable, actuando como donador de electrones (agente reductor).

El antioxidante al chocar con el radical libre, cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre débil no tóxico.

Todos los seres vivos que utilizan el oxígeno para obtener energía, liberan radicales libres, lo cual es incompatible con la vida a menos que existan mecanismos celulares de defensa que los neutralice. A estas defensas se les denomina Antioxidantes. Los niveles bajos de los mismos, o la inhibición de las enzimas antioxidantes causan estrés oxidativo y pueden dañar o matar las células.

5.3.2 Antocianinas

Las antocianinas, pigmentos flavonólicos, tienen una estructura química adecuada para actuar como antioxidantes, pueden donar hidrógenos o electrones a los radicales libres o bien atraparlos y desplazarlos en su estructura aromática. Estos compuestos producen colores de plantas que se extienden de anaranjado y rojo hasta azul y púrpura. Han ganado interés como compuestos colorantes de alimentos funcionales debido a que existen restricciones en el uso de colorantes sintéticos en alimentos, esto ha conducido al interés en su uso potencial como un colorante alimenticio en bebidas, jarabes, jugos de frutas, gelatinas, mermeladas, helados y yogures.

La cantidad y calidad de las antocianinas en los frutos dependerá de su fase de desarrollo. En especies como la zarzamora, la cantidad de antocianinas es invariable tanto en frutos maduros como en inmaduros (Vargas, Soto, Rodríguez, 2002).

Los pigmentos contenidos en zarzamora son extraídos y purificados. Existen distintos métodos para la extracción de antocianinas, el carácter polar de la molécula de la antocianina permite su solubilidad en diversos disolventes tales como alcoholes, acetona y agua. El método debe maximizar la recuperación del pigmento con una degradación mínima o alteración del estado natural.

Los extractos de antocianinas pueden estar disponibles en concentrado líquido o en polvo. Su usan principalmente en bebidas, alimentos (jaleas, confitería, preparaciones dulces) y productos farmacéutico.

5.3.3 Daño oxidativo en la salud humana

Si bien el oxígeno es imprescindible para el metabolismo y las funciones del organismo, existen algunos efectos tóxicos que éste genera. Dentro del organismo, el oxígeno se encuentra de forma estable como O_2 , de esta manera es poco reactivo; sin embargo ya sea por reacciones químicas, acciones enzimáticas o por efecto de las radiaciones ionizantes, se pueden producir especies químicas prooxidantes (radicales libres altamente reactivos) las cuales reaccionan con otros compuestos que se encuentran normalmente en el organismo, llegando a producir daño celular (Venereo, 2002).

El daño oxidativo es un proceso bioquímico caracterizado por un desequilibrio entre la producción de radicales libres y los mecanismos encargados de eliminarlos; lo que ocasiona alteraciones en cualquier órgano, sistema o grupo celular especializado. Estas alteraciones comúnmente se relacionan con mecanismos fisiopatológicos de más de 100 enfermedades crónico-degenerativas, entre las que destacan la arteriosclerosis, cáncer, artritis reumatoide, enfermedad de Alzheimer y diabetes mellitus (Rosado y Mendoza, 2007).

5.3.4 Radicales libres

Un radical libre es una molécula que puede ser de origen orgánico o inorgánico, en general es extremadamente inestable y por consiguiente posee gran poder reactivo; debido a que tienen una configuración electrónica de capas abiertas por lo que llevan al menos un electrón no apareado que es muy susceptible de crear un enlace con otro átomo o molécula, éste puede estabilizarse tomando el electrón que requiere de biomoléculas cercanas a él, si esto sucede, se puede afectar la fisiología de las células al oxidar los lípidos de la membrana, a los carbohidratos, proteínas, así como las enzimas transportadoras de iones a través de las membranas y también el DNA. En el hombre se ha descrito la presencia de los radicales anión superóxido ($O_2^{\bullet-}$), hidroxilo ($OH^{\bullet}$) y óxido nítrico (NO), considerados como moléculas muy reactivas (Ferrer et al, 1999).

Sin embargo, los radicales libres no deben considerarse dañinos, ya que son producto del metabolismo celular, el proceso de respiración, se generan en la fagocitosis, en reacciones enzimáticas y como respuesta del organismo a condiciones exógenas como la exposición a los rayos UV, radiaciones ionizantes, contaminación ambiental, tabaquismo, ejercicio excesivo e ingesta de aceites refinados, entre otros (Ferrer et al, 1999).

6. METODOLOGÍA

6.1 Lugar de investigación

La presente investigación se llevó a cabo en:

Laboratorio de Neurobiología de la Facultad de Químicofarmacobiología.

6.2 Obtención de la materia prima

La selección de frutos de zarzamora con la que se trabajó fue aportada por la productora Zarzamich, el cual reside en el municipio de Ziracuaretiro en la comunidad de Patuán. La cual nos proporcionó 4 muestras de 600g cada una en etapa de proceso.

Las muestras fueron divididas en 4 partes iguales aproximadamente, se refrigeró a -50°C con la finalidad de conservar sus propiedades hasta el momento de su uso en las pruebas pertinentes.

6.3 Lavado

Se atemperan los frutos zarzamoras de temperatura de refrigeración a temperatura ambiental y se lavan con agua libre coliformes totales y coliformes fecales así como de hongos y levaduras, regulando una temperatura de 20 a 25°C .

6.4 Prensado

Por medio de tubos a base de prensado se separa el jugo de los frutos del resto del exocarpio, pulpa y semillas, obteniendo el jugo el cual se filtra con filtros de un

diámetro de retención 200 micras, el cual es trasvasado a matraz Erlenmeyer para su congelación.

6.5 Centrifugado

Extracción etérea (Método Soxhlet NMX-089-1978)

La finalidad de la extracción no fue la de cuantificar por diferencia de peso el contenido de grasa de la muestra, si no, la de extraer la grasa de la muestra para analizarlo en el Cromatógrafo de gases, por eso se modificó el método de James (1999).

- Se pesó 2 g. de cada muestra anteriormente centrifugada y posteriormente secada.
- Se vertió cada muestra en un cartucho de celulosa y se tapo con algodón.
- Se conectó el matraz al extractor, donde se encontraba el cartucho con la muestra, y posteriormente se le agregó 125 ml del solvente (éter etílico de J.T. Baker).
- Se conectó el refrigerante.
- Se hizo circular el agua en el refrigerante y se calentó en baño maría hasta que se obtuvo una frecuencia de 2 gotas por segundo, (la temperatura del baño fue de 40°C).
- Se efectuó la extracción durante 6 horas. Se suspendió el calentamiento y se retiró el extractor del matraz, se recuperó la grasa extraída con una cantidad mínima de solvente y se vertió en frascos de cristal para su transportación.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el uso de éter, en polifenoles totales y capacidad antioxidante sobre el extracto de zarzamora, se obtuvo que el método de extracción soxlet usando un tamaño de muestra de 4g de zarzamora.

La biodiversidad de nuestro país, ofrece aún campos inexplorados para la ciencia y tecnología de alimentos, lo cual debe aprovecharse para responder a las nuevas y crecientes necesidades de una sociedad comprometida con la salud.

8. CONCLUSIONES

8.1 Conclusiones

Actualmente, se han estandarizado metodologías para aislar con lo que es posible hacer un análisis de forma sencilla de compuestos en diferentes variedades de frutas. Gracias a esto se puede obtener datos para correlacionar el contenido del tipo y el poder antioxidante de los extractos.

La zarzamora es una fruta rica en compuestos fenólicos, de acuerdo a las pruebas realizadas en esta investigación, presenta un gran contenido de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante.

Los resultados obtenidos permiten recomendar a la zarzamora como fruta para una producción dirigida a ser comercializada en la industria, debido a su elevado contenido de compuestos benéficos para la salud y por ser una fuente de pigmentos para la industria farmacéutica y de nutraceúticos.

El consumo de frutos frescos y en pocos casos extractos acuosos, de los géneros *rubus*, sigue siendo el acceso a los compuestos químicos con actividad antioxidante pero con la problemática degradación de los compuestos debido a su fotosensibilidad.

La importancia de elaboración de las cápsulas soluciona problemas tales como: consumo principal en la temporada de producción, almacenamiento, inversión de energía, riesgo de contaminación en la cadena de producción y distribución y posible degradación de los compuestos fenólicos y antioxidantes los cuales son generalmente fotosensibles, gracias a que el proceso de liofilización permite eliminar el agua conservando estables los compuestos antioxidantes sólidos asegurado la calidad.

9. BIBLIOGRAFÍA

Chávez, J., & Rivas, L. (2005). Competitividad de la Agroindustria del Estado de Mechoacán-México. *Revsita del Centro de Investigación Universidad La Salle*, 93-107.

SAGARPA, 2006. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural y pesca. Aumento en producción de zarzamora y frambuesa en México. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2006/enero/B020.pdf>.

Sierra Berdones, Tikal Susaeta, (2009). *Enciclopedia Plantas Silvestres*. (1ªed) Colombia: Grupo Latino Editores, páginas 142-145.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2015). *SAGARPA*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2015, de <http://www.sagarpa.gob.mx/>

Rzedowski J y Calderón RG (2005). *Rosaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes*, Fascículo 135, Co-edición entre el Instituto de Ecología, A.C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Morelia Michoacán pp 123-143.

Farinango Taipe 2010. Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de Castilla (*rubus glaucus*) y de la mora *variedad brassos* (*rubus sp.*). Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO). Disponible en: www.conabio.gob.mx (Consultado el 09 de febrero de 2016).

Cañigueral S (2003). Fitoterapia: vademécum de prescripción. Ed. MASSON. Cuarta edición. España. p 291-292.

Garcia Nava M. A., 2002. Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extractos naturales. Universidad Autónoma de Querétaro, (online). Disponible en: http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias2007/56_1UAQGarciaNava.pdf.

Cuevas-Rodríguez, 2010, Dia VP, Yousef GG, García-Saucedo PA, López Medina J, Paredes-López O, Gonzalez de Mejia E y Lila MA (2010) Inhibition of proinflammatory responses and antioxidant capacity of Mexican blackberry (*rubus* spp.) extracts. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58(17): 9542-9548.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2006. Tabla de composición de alimentos de América Latina.

Martínez-Valverde I, Peragio MJ y Ros G (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 50 (1): 5-18.

Vivianco JM, Cosio E, Loyola-Vargas VM y Flores HE (2005). Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Investigación y Ciencia* 341 (2): 68-75.

Han X, Shen T y Lou H (2007). Dietary polyphenols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences* 8: 950-988.

Duthie GG, Duthie SJ y Kyle JAM (2000). Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutricional antioxidants. *Nutrition Research Reviews* 13:79-106.

Keevil JG, Osman HE, Reed JD y Folts JD (2000). Grape juice, but not orange juice or grapefruit juice, inhibits human platelet aggregation. *Journal of Nutrition* 130 (1): 53-56.

Rosado-Pérez J y Mendoza-Núñez VM (2007). Mini-revisión: inflamación crónica y estrés oxidativo en la diabetes mellitus. *Bioquímica* 32 (2002): 58-69.

Ferrer VD, Jorge FC, Cutiño CI, García RR y Arce GD (1999). Radicales libres y su papel en la homeostasia neuronal, *Medisan* 3 (3): 5-11.

Vargas, G., Soto, R., Rodríguez, M. 2002. Análisis preliminar de antocianinas en fruto de Icaco. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. Chapingo, 25:261-264.

Muratalla L.1993. El cultivo de la zarzamora y la frambuesa en México. Fundación Salvador Sánchez Colín. CITLAMEX. S.C. Coatepec de Harinas, México.

Murcia MA, Parras P, Jiménez AM, Vera AM, Martínez-Tomé M y Ruggieri S (2003). Polifenoles y flavonoides: su importancia en la prevención de enfermedades. *Nutrición y Salud Nuevos Alimentos para Nuevas Necesidades*: 121-142.

Muñoz, M., Juárez, M. 1995. El mercadomundial de la frambuesa y zarzamora. Chapingo, México.

Venereo GJR (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar* 31(2):126-33.

Prior RL, Wu X y Schaich K (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 4290-4302.

Wrolstad, R. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. Current protocols Food Analyticalchemistry.

Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario. Rural, Forestal y Pesquero (FND). (Febrero de 2015). Financiera Nacional de Desarrollo, www.financiera.rural.gob.mx

Jackman, R. 1996. "Anthocyanins and betalains" en Natural Food Colorants. Ed. Por G.A.F.Hendry. Blackie Academic and professional, Escocia.

Charley, H. 1989. Tecnología de alimentos. LIMUSA. México, 652-655 pp.

Pérez, J. (2007). La nueva tributación de las personas físicas 2007. España: La Ley.

PROMÉXICO (2015). www.promexico.gob.mx/

Iwashina T. (2000). The structure and distribution of the flavonoids in plants. Journal Research.113, 287-99

Green, A. 1971. Soft Fruits. In: Hulme, A.C. (Ed) The biochemistry of fruit and their Products. Vol. 2. Academic Press, New York pp 375-410.

Sánchez, P. (2009). Nutrición de Zarzamora.

García-Alonso, F.J 2005. Evaluación in vitro e in vivo de la funcionalidad de un producto rico en antioxidantes. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Ryall Lloyd, A. and Pentzer, W. T. 1974. Handling, Transportation and storage of fruits and vegetables. Avi publishing company. Westport, Connecticut pp 519- 547.

Sudzuki, F. 1985. Cultivo de frutales. Editorial Universitaria.Santiago de Chile.

E. Anupongsanugool, S. Teekachunhatean, N. Rojanasthien, S. Pongsatha, and C. Sangdee. BMC Clin Pharmacol. 2005 Mar 3;5(1):2 Pharmacokinetics of isoflavones, daidzein and genistein, after ingestion of soy beverage compared with soy extract capsules in postmenopausal Thai women.

Manach, C.; Scalbert, A.; Morand, C.; Rémésy, C. y Jimenez, L.; (2004) Polyphenols: food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition; 79, 727- 747.

Zueng, Henri; Barret, Philippe y Beau, Chistophe. 1993. Nuevas especies. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.

10. ANEXOS

NMX-F-089-S-1978. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO SOXHLET) EN ALIMENTOS. FOODSTUFF-DETERMINATION OF ETHER EXTRACT (SOXHLET). NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma participaron los siguientes Organismos:

Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche.
Productos Pesqueros Mexicanos.
Empacadora Brenner, S.A.
Diconsa.
Secretaría de Salubridad y Asistencia
Dirección General de Control de Alimentos, Bebidas y Medicamentos
Laboratorio Nacional de Salubridad
Instituto Nacional del Consumidor.
Laboratorio Central de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
Elías Pando, S.A.

AVISO AL PÚBLICO

Con fundamento en lo dispuesto en los Artículos 1º, 2º, 4º, 23, inciso C y 26 de la Ley General de Normas y de Pesas y Medidas, publicada en Diario Oficial de la Federación con fecha 7 de abril de 1961, esta Secretaría ha aprobado la siguiente Norma Oficial Mexicana "DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO SOXHLET) EN ALIMENTOS" NOM-F-89-S-1978.

0. INTRODUCCIÓN

El método Soxhlet utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter que se encuentran en el alimento.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece el procedimiento para la determinación de ácidos grasos (extracto etéreo) por el método de Soxhlet en todos los alimentos sólidos, excepto los productos lácteos.

2. REACTIVOS Y MATERIALES

- Éter etílico anhidro (véase A.1.1).
- Material común de laboratorio.

3. APARATOS E INSTRUMENTOS

- Extractor Soxhlet.
- Cartucho de extracción de tamaño adecuado para el extractor (véase A.1.2)

- Parrilla eléctrica de placa con termostato.
- Estufa (100 – 110°C) con termostato y termómetro.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.

4. PROCEDIMIENTO

Transferir 2.0 g de muestra finamente dividida en el cartucho o dedal; cubrir con una porción de algodón.

Colocar el cartucho dentro del extractor Soxhlet. En la parte inferior ajustar un matraz con cuerpos de ebullición (llevados previamente a peso constante por calentamiento a 100 – 110°C). Colocar el refrigerante.

Añadir éter por el extremo superior del refrigerante en cantidad suficiente para tener 2 ó 3 descargas del extractor (alrededor de 80 ml).

Hacer circular el agua por el refrigerante y calentar hasta que se obtenga una frecuencia de unas 2 gotas por segundo.

Efectuar la extracción durante 4 a 6 horas. Suspender el calentamiento, quitar el extractor del matraz y dejar caer una gota de éter del extractor a un papel o vidrio de reloj, si al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa, ajustar el Soxhlet de nuevo al matraz y continuar la extracción.

Evaporar suavemente el éter del matraz y secar a 100°C hasta peso constante.

5. CÁLCULOS

$$\text{Porcentaje de Extracto Etéreo} = \frac{P - p}{M} \times 100$$

Donde:

P = Masa en gramos del matraz con grasa.

p = Masa en gramos del matraz sin grasa.

M = Masa en gramos de la muestra.

APÉNDICE A

A.1 Observaciones

A.1.1 Precaución: El éter es extremadamente inflamable. Se pueden formar peróxidos inestables cuando se almacenan mucho tiempo o se expone a la luz del sol.

Puede reaccionar con explosión cuando está en contacto con el óxido de cloro, litio o con agentes fuertemente oxidantes. Por ello es recomendable el empleo de extractores efectivos de vapores y evitar la electricidad estática.

A.1.2 Se puede emplear papel filtro en lugar del cartucho de extracción.

6. REPORTE DE PRUEBA

En el reporte de esta determinación se debe indicar el tiempo de extracción.

7. BIBLIOGRAFÍA

Técnicas para el análisis físicoquímico de alimentos de la Dirección General de Investigación en Salud Pública y de la Dirección General de Control de Alimentos, Bebidas y medicamentos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Fecha de aprobación y publicación: Noviembre 03, 1978. Esta Norma cancela a la: NMX-F-089-1964.