

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**Frutas de bayas cultivadas en México: potencial para la obtención de
elagitaninos y ácido elágico.**

**Por:
Gaspar Ruiz Pérez**

MONOGRAFÍA

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril del 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**Frutas de bayas cultivadas en México: potencial para la obtención de
elagitaninos y ácido elágico.**

**Por:
Gaspar Ruiz Pérez**

MONOGRAFÍA

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril del 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Frutas de bayas cultivadas en México: potencial para la obtención de elagitaninos y ácido elágico.

**Por:
Gaspar Ruiz Pérez**

MONOGRAFÍA

Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

MC. Antonio Francisco Aguilera Carbo

Asesor Principal

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Vocal

Dr. Heliodoro De la Garza Toledo

Vocal

**Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril del 2008

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida, por darme salud durante todos los días de mi vida por todo gracias.

A la **Virgen de Guadalupe** por haber cuidado no solo a mí, sino también a mi familia, el tiempo de mi estancia en Saltillo.

A **Mi alma mater** por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesionista.

Al **Mc. Antonio F. Aguilera Carbo** por su paciencia y el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara** por su valiosa cooperación para la presentación de este trabajo.

A **mis maestros** que durante mi estancia en la universidad contribuyeron a mi formación.

A **mis compañeros** de la generación Pollo(mex), Pollo (gto), Barrabas, Dino, Villada, Tafolla, Charal, Guiris, Magali, Romy, Memo, por ser buenos amigos en las buenas y en las malas, con quienes a lo largo de la carrera compartí momentos agradables.

A mis amigos, Pomposo, Vidal, Sabiel, Tapia, Chava, Juana Adriana, kuizo, Cruz, Pepito, Pillo, León, Tony, Ana, Magda, Marisol, Crespo, Momo, Pasas, Panda, Tavio, Leoncito, Damián, Amaro, Monaguillo, Pocholo, kako, Hueles, Marco, Carlos, Mary, Noe etc.

A **todas las personas** que siempre me ofrecieron su apoyo y me dieron su amistad y a todos aquellas personas que se me llegasen a olvidar.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

DEDICATORIAS

Este trabajo se lo dedico a las personas que me han hecho lo que soy **a mis queridos padres** sin la ayuda de ellos la verdad no se que seria, gracias son un ejemplo a seguir les tengo una gran admiración, lograron sacarme adelante tanto tiempo, que no tengo con que pagarles todo lo que me han dado gracias que Dios me los bendiga.

Juan Ruiz Resendiz
Adelina Pérez Piña

También dedico mi trabajo aquellas personas que quiero un buen “**mis hermanos**” gracias por su apoyo y confianza sobre todo confianza ya que muchas de las anteriores veces no demostraba la capacidad suficiente para seguir estudiando y sin embargo creyeron en mi, gracias por ser quienes son con quienes compartí muchas alegrías y grandes momentos, les deseo lo mejor.

Juan
Guadalupe
Gloria
Fernando
Maribel
Bertha
Diego
Julio Damián

De igual manera dedico mi trabajo a mis abuelitos aunque desafortunadamente algunos de ellos no los conocí, aun así gracias a ellos.

Filomena Resendiz +
Francisco Ruiz +

Margarita Piña
Refugio Pérez +

Además mi trabajo es dedicado a una persona quien fue para mi un amigo y abuelo a la vez supo ganarse el respeto y cariño mío y de mis hermanos gracias y que Dios lo tenga en su gloria.

Eduardo Vázquez +

Sin olvidarme también de mis cuñados grandes personas con quienes he vivido muchas alegrías y grandes momentos.

Norma Zea
Antonio Hernández

Y los que faltan.

A mis sobrinos quienes son un motivo más que la vida me da, para salir adelante para trabajar y luchando día a día gracias por existir.

Diana Laura Ruiz Zea

Juan Francisco Ruiz Zea

Luís Antonio Hernández Ruiz

Y los que vendrán.

Con todo cariño a mis demás familiares, tíos (as), primos (as) espero que sean felices y disfruten la vida gracias

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos.....	vi
i	
Dedicatorias.....	vii
Índice de figuras.....	vii
Índice de cuadros.....	vii
Índice de tablas.....	vii
Resumen.....	1
<u>CAPÍTULO 1</u>	
1.1 Introducción.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Justificación.....	4
<u>CAPÍTULO 2 Revisión de literatura</u>	
2.0 Generalidades de los elagitaninos y ácido elágico.....	6
2.1 Polifenoles.....	7
2.2 Importancia de los polifenoles en la alimentación.....	9
2.3 Tipos de polifenoles.....	11
2.3.1 Flavonoides.....	11
2.3.2 Ácido cafeico.....	13
2.3.3 Ácido ferúlico.....	14
2.3.4 Resveratrol.....	14
2.3.5 Antocianinas.....	15
2.3.6 Isoflavonoides.....	16
2.3.7 Antraquinona.....	17
2.3.8 Antocianidinas.....	18
2.3.9 Xantonas.....	20

2.3.10 Catequinas.....	20
------------------------	----

CAPÍTULO 3

3.0 Elagitaninos.....	22
3.1 Tipos de elagitaninos.....	22
3.2 Fuentes de elagitaninos.....	24
3.3 Procesos de extracción de elagitaninos y ácido elágico.....	25
3.3.1 Método de extracción de taninos hidrosolubles.....	27
3.3.2 Enzimas implicadas en la extracción de taninos.....	29
3.3.3 Métodos de separación e identificación.....	31
3.3.7 Mejor método de extracción.....	32
3.4 Propiedades benéficas de elagitaninos y ácido elágico de acuerdo a la baya.	
3.4.1 Fresa.....	33
3.4.2 Zarzamora.....	35
3.4.3 Nuez.....	36
3.4.4 Grosella.....	37
3.4.5 Arándano.....	37
3.4.6 Cerezas.....	38
3.4.7 Granada.....	39

CAPÍTULO 4

4.0 Fuentes potenciales de elagitaninos y ácido elágico.....	41
4.1 Generalidades sobre las bayas en México (producción por estado).....	41
4.2 Nuez.....	41
4.3 Uva.....	44
4.4 Frambuesa.....	47
4.5 Zarzamora.....	48

4.6 Fresa.....	48
4.7 Cereza.....	49
4.8 Arándanos.....	51
4.9 Reflexión sobre las fuentes potenciales de elagitaninos y ácido elágico.....	52
<u>CAPÍTULO 5</u>	
Conclusiones.....	53
<u>CAPÍTULO 6</u>	
Bibliografía citada.....	57
Apéndice A	
Glosario.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de los flavonoides.....	13
Figura 2: Estructura del ácido cafeico.....	14
Figura 3: Estructura del ácido ferúlico.....	14
Figura 4: Estructura del resveratrol.....	15
Figura 5: Estructura de las antocianinas.....	16
Figura 6: Estructura de los isoflavonoides.....	17
Figura 7: Estructura de la antraquinona.....	18
Figura 8: Estructura de antocianidinas.....	19
Figura 9: Estructura de las xantonas.....	20
Figura 10: Estructura de las catequinas.....	21
Figura 11: Estructura de un galotanino.....	23
Figura 12: Estructura de un elagitanino.....	23
Figura 13: Volumen de producción de Nuez en México en diferentes años.....	42
Figura.14: Volumen de producción de Uva en México en diferentes años.....	45
Figura 15: Volumen de producción de Frambuesa en México en diferentes años.....	47
Figura 16 Volumen de producción de Zarzamora en México en diferentes años.....	48
Figura 17 Volumen de producción de fresa en México en diferentes años.....	49
Figura 18 Volumen de producción de Cereza en México en diferentes años.....	52
Figura 19 Volumen de producción de Arándanos en México en diferentes años.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fuentes vegetales de elagitaninos y ácido elágico.....	24
Tabla 2: Otras fuentes potenciales de obtención de elagitaninos.....	25
Tabla 3: Sustancias para la extracción de elagitaninos.....	26
Tabla 4: Descripción de métodos físicos de separación.....	31

RESUMEN

En la presente investigación bibliográfica muestra los diferentes compuestos fitoquímicos que ocurren de manera natural en los frutos de bayas y otros de importancia económica en México y plantea la perspectiva de incrementar de la producción de estos potenciales cultivos, también se aborda el tema de los beneficios que proporciona cada productos, desde que se emplearon como remedios caseros para ciertas enfermedades o padecimientos. Se hace también una extensa revisión bibliográfica sobre los compuestos que proveen de estas propiedades “curativas”, desde los polifenoles en general, hasta los elagitaninos y el ácido elágico, estos compuestos se encuentra de principalmente en los frutos de bayas como la mora, zarzamora, grosellas, fresas y otros no cultivados en México, existen reportes sobre la presencia de estos compuesto en que en residuos agroindustriales como la cáscara de granada y la cáscara de nuez, los cuales son una alternativa de obtención de estos a bajo costo y de alto valor agregado.

El ácido elágico es una dilactona proveniente la hidrólisis de los elagitaninos, estas al igual que los taninos, le proveen a la planta un mecanismo de defensa contra virus, microorganismos, insectos y rumiantes. Además el ácido elágico y elagitaninos tienen un gran espectro dentro de diferentes rubros industriales, sobre todo en el área de alimentos para la clarificación de jugos y bebidas y más importante en la elaboración de alimentos nutracéuticos, otras aplicaciones de estas moléculas pueden ser en la industria cosmetológica para la elaboración de cremas aclaradoras y en la industria farmacéutica desde finales del siglo pasado se iniciaron investigaciones con estos compuestos encaminados a observar su efecto sobre virus, tal como el VIH, sobre la apoptosis celular de células cancerosas, y reducir el riesgo de cáncer el consumir productos nutracéuticos ricos en elagitaninos y ácido elágico.

El ácido elágico ha demostrado tener la capacidad de proteger al hígado frente a la toxicidad inducida por agentes químicos y ayudarle a restablecer sus funciones características. Además se cree que reduce los niveles de colesterol total. El ácido elágico también ha demostrado ser un potente anticancerígeno. Disminuye la actividad carcinogénica de productos como el benzopireno. El ácido elágico se une al ADN protegiéndolo del ataque carcinogénico, e inhibe las ADN topoisomerasas (cuando estas enzimas se inhiben, las células cancerígenas mueren).

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

La recopilación de información referente al tema de frutas de bayas mexicanas: potencial para la obtención de elagitaninos, ácido elágico y otros polifenoles de importancia en frutos como mora, fresa, frambuesa, cereza, grosella, arándano, granada y nuez, en el capítulo referente a revisión de literatura se hace una mención específica sobre el ácido elágico algunas propiedades que tiene como lo es su punto de fusión; así como los beneficios que puede aportar este antioxidante.

En cuanto a la producción de ácido elágico abordaremos temas relacionados como en que tipo de frutas se encuentra debido a que son la fuente principal para la obtención de ácido elágico.

OBJETIVO

Recopilar, analizar y sistematizar información sobre frutas de bayas mexicanas potencial para la obtención de elagitaninos y ácido elágico tales como, moras, fresa, frambuesa, cereza, arándano, granada y nuez.

JUSTIFICACIÓN

El siguiente trabajo se realizó con la principal finalidad de promover la producción de dichas bayas; las cuales constituyen o forman parte de nuestra dieta diaria, además de que las mismas constituyen una fuente rica en componentes nutracéuticos los cuales son de gran ayuda actuando como antioxidantes que nos protegen en contra de los radicales libres los cuales tienen un efecto perjudicial en el organismo además, de que son el principal detonante de enfermedades degenerativas. Por eso la importancia de producir y consumir estos frutos de bayas con componentes benéficos como el ácido elágico y los polifenoles.

México al ser un gran productor de frutas posee las cualidades necesarias para extraer elagitaninos y ácido elágico desafortunadamente la mayoría de las frutas están destinadas a la exportación, de ahí la necesidad de promover las frutas ya sea para extraer ácido elágico o bien para consumo; frutas como el arándano y la frambuesa que requieren un clima especial se podría dirigir experimentos en caminados a la obtención de variedades resistentes, para que se

adapten al clima mexicano, o bien se podrían emplear lugares climatizados para su producción, estas acciones tendrían beneficios sobre los productores, así como, para las industrias que se dediquen a la extracción de fitoquímicos ya sea para emplearlos como suplemento alimenticio o bien en otras áreas industriales.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN DE LITERATURA

2.0 Generalidades de los elagitaninos y ácido elágico.

Los elagitaninos y ácido elágico se han estudiado principalmente por su efecto positivo sobre la salud humana y por sus propiedades fisiológicas tales como anti-tumoral (Feldman *Et al.* 1999; Wang *et al.* 1999; Talcott *et al.* 2003), la lucha contra la peroxidación (Okuda *et al.* 1993), anti-viral (Uchiyumi *et al.* 2003; Ruibal *et al.* 2003; Notka *et al.* 2004), Antioxidante (Tan *et al.* 1991; Da Porto *et al.* 2000; Gil *et al.* 2000; Anderson *et al.* 2001 2003; Fukuda *et al.* 2003; Olsson *et al.* 2004), anti-por alimentos Patógenos (Aguilera-Carbo *et al.* 2005), y la antimutagénico (Tatsuo *et al.* 1999). Además, los elagitaninos se consideran como activadores para el transporte de la glucosa (Hayashi *et al.* 2002), y de agentes quelantes Metales. Industrialmente, ellagitannins y ácido elágico se utilizan En cremas, aguas para tocador y otros productos cosméticos que tienen un efecto de la limpieza de la piel. Sin embargo, en la industria de la alimentación estos compuestos no se han abordado.

El ácido elágico es producto de la hidrólisis de elagitaninos, los cuales se encuentran naturalmente en muchas especies de plantas de importancia económica, especialmente en frutas y nueces. Los elagitaninos son compuestos fenólicos solubles en agua de alto peso molecular que se encuentran en las vacuolas de las células vegetales de las plantas antes mencionadas. La hidrólisis de estos elagitaninos producen ácido hexahidroxidifénico, el cual espontáneamente sufre un reacomodo en su estructura, lo cual genera el ácido

elágico. El interés en este fitonutriente se ha incrementado en los últimos años debido a su potencial uso como componente alimenticio, ya que posee propiedades benéficas para la salud, incluyendo prevención de enfermedades. El ácido elágico, como otros ácidos fenólicos, ha mostrado actividad antioxidante y posibles efectos antimutagénicos y anticarcinogénicos. Se han realizado muchos esfuerzos en el aspecto de mejorar los hábitos en la dieta para minimizar el riesgo de cáncer. Además, la identificación de anticarcinogénicos y antimutagénicos presentes en la dieta se ha convertido en un asunto de gran importancia (Williner y col., 2003).

2.1 POLIFENOLES

Los Polifenoles ó compuestos polifenolicos son un gran grupo de compuestos presentes en la naturaleza que poseen anillos aromáticos con sustituyentes hidroxilos. Estos compuestos son en su mayoría potentes antioxidantes por su estructura química (donador de H⁺ o electrones) necesarios para el funcionamiento de las células vegetales; que se encuentran en frutas y verduras, por ejemplo, manzanas y cebollas, y en bebidas como té y vino.

Son responsables de los pigmentos brillantemente coloreados de muchas frutas y vegetales, protegen a las plantas contra enfermedades y ayudan a prevenir el daño a las semillas por la luz ultravioleta hasta que germinan.

La clase más importante de polifenoles desde el punto de vista nutricional, son los flavonoides, que se encuentran en los alimentos vegetales e incluyen:

- Taninos (plantas musáceas, té verde, etc.)
- Catequinas (té, uvas, vino)
- Ligninos (nueces, cereales enteros de granos)
- Proantocianinas (uvas, corteza del pino)
- Antocianinas /Antocianidinas (frutas, vegetales brillantemente coloreados)
- Isoflavonas (soja)
- Quercetinas (uvas, cebollas))
- Naringenina /Hesperidina (Frutos cítricos)

Se encuentran en vacuolas de las células vegetales, y son puestos en libertad tras el ataque de diversos microorganismos, incluyendo virus, bacterias y hongos, evitando así una posible infección de los tejidos de las plantas (Lettinga 1992a; Silva *Et al.* 1997). Además, al poseer propiedades astringentes. Detiene la infestación de insectos (Goldstein y Swain 1965).

Además, los taninos ofrecen protección contra los rumiantes, debido a la formación de complejos entre taninos y las proteínas de la lengua, principalmente sobre el aminoácido hidroxiprolina que se presenta en las proteínas salivales y de la lengua de los rumiantes. La formación del complejo provoca una sensación de sabor astringente y pérdida de la sensibilidad para percibir los sabores en las papilas gustativas, generando una desagradable sensación que disuade a los posibles depredadores (Edelmann y Lendi 2002).

Moléculas presentes en las plantas que son susceptibles a la degradación microbiana, como aquellas que poseen proteínas y polisacáridos como reserva,

han evolucionado generando un mecanismo de defensa para resistir el ataque y esta vinculada a la producción de taninos (Betnoit *et al.* 1968; Aguilar y Gutiérrez-Sánchez, 2001).

Los polifenoles actúan como inhibidores de crecimiento para muchos microorganismos. Incluyendo bacterias, levaduras y hongos. Son por lo tanto, recalcitrantes a la degradación enzimática por la mayoría de los microorganismos (Campo y Lettinga 1992b; Silva *et al.* 1997). Los taninos condensados son más resistentes al ataque por microorganismos que los taninos hidrolizables y son más tóxicos para patógenos de los alimentos (Aguilera-Carbo *et al.* 2005).

2.2 Importancia de los polifenoles en la alimentación

Los polifenoles que consumimos a través de nuestra dieta, en alimentos y bebidas como frutas, verduras y vino, se absorben en nuestro organismo apareciendo en la sangre y en los tejidos. Simultáneamente, asociado a su consumo se detecta un aumento de la capacidad antioxidante en la sangre, lo que sustenta la acción antioxidante de los polifenoles *in vivo*. Estos bloquean la formación de carcinógenos; protegen al ADN, a las membranas lipídicas y en general a todas las macromoléculas biológicas de daño oxidativo; y potencian el sistema inmune. Su acción protectora se debe probablemente, a la acción conjunta de muchos agentes antioxidantes. El daño oxidativo al material genético va acumulando a través de la vida, contribuye significativamente al desarrollo de la degeneración de las células, especialmente los relacionados con el envejecimiento, y la dieta constituye el recurso de oro para su prevención.

Los polifenoles son poderosos antioxidantes que protegen a las LDL (Low Density Lipoprotein) del daño oxidativo, y su acción como antioxidante está relacionado no sólo con su estructura química sino que también con su localización en la partícula. Pueden actuar como potentes inhibidores de la oxidación de las LDL por varios mecanismos:

- Como antioxidantes, actuando como atrapadores de radicales libres. Los distintos polifenoles tienen distinta especificidad por las distintas especies oxidantes que se generan en el organismo.
- Por su capacidad de inhibir, activar o proteger enzimas específicas en el organismo. Los distintos polifenoles tienen cada uno actividades particulares. Por ejemplo, se ha observado que el consumo de, quercetina y vino tinto preservan la actividad de la paraoxonasa, enzima, asociada a las HDL o colesterol “bueno”, que puede hidrolizar y regenerar lípidos oxidados en las LDL. Otros polifenoles inhiben oxigenasas celulares y por tanto la producción de especies oxidantes del oxígeno y del nitrógeno dentro del cuerpo humano. Quercetina y sus glicosidos inhiben la oxidación de las LDL inducida por lipoxigenasa. epicatequina, epigallocatequina, epicatequin galato y epigallocatequin galato inhiben la producción de radicales libres por inhibición de la xantina oxidasa hepática.
- Cada polifenol actuará por uno o más de estos mecanismos según sus propiedades particulares. En contraste con muchas frutas y verduras, cada una rica en uno o dos polifenoles en particular, en el vino hay muchos polifenoles diferentes.

Dados los beneficios que estos aportan, en varios países se tiene un régimen de ingesta, existe información disponible de las cantidades de polifenoles que se consumen diariamente en el mundo. En 1976 Kuhnau calculó que el consumo dietético de flavonoides en los Estados Unidos fue de aproximadamente de 1.0 gramo diario y consistió en lo siguiente: flavonoles, flavonas y flavononas 16%, antocianinas 17%, catequinas 20% y biflavones 45%.

En Italia, la ingesta diaria oscila de 5.0 a 125.0 mg, y el valor promedio fue de 35.0 mg diarios. El consumo de antocianinas fue estudiado solamente en Finlandia, donde se ingieren grandes cantidades de zarzamora, y se encontró que el promedio diario fue de 82.0 mg, sin embargo, algunos consumos exceden los 20.0 mg por día. El consumo de soya en países asiáticos es aproximadamente de 10.0 a 35.0 g. por día, lo cual equivale a un consumo diario de isoflavonas de 25 a 40 mg, con un consumo diario máximo de 100 mg. diarios (Coward y col., 1993; Adlercreutz y col., 1991; Kimira y col., 1998). En España, el consumo total de catequinas y proantocianidinas (principalmente dímeros y trímeros) ha sido estimado de 18 a 31 mg diarios, y las principales fuentes son manzanas, peras, uvas y vino tinto (Pascual y col.; 1999). El consumo de monómeros de flavonoides en Holanda es significativamente alto, (50 mg por día), y la principal fuente de estos compuestos son el té, chocolate, manzanas y peras (Arts y col.; 2000).

2.3 Tipos de polifenoles

2.3.1 Flavonoides

Los principales flavonoides presentes en los alimentos son la catequina y el kaempferol (Macheix y col.; 1990). Los flavonoides se encuentran presentes en tomates, en algunas plantas aromáticas como la menta, también se encuentran presentes en grandes concentraciones en los cítricos (Dao y col.; 1992). Dentro del grupo de los flavonoides se encuentran las isoflavonas, las cuales tienen una estructura similar a los estrógenos. Son sensibles al calor y frecuentemente son hidrolizados a glucósidos en algunos procesos industriales, como en la producción de leche de soya (Kodou y col.; 1991).

Los flavonoides son compuestos fenólicos constituyentes de la parte no energética de la dieta humana. Se encuentran en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza. Se han identificado más de 5.000 flavonoides diferentes. Aunque los hábitos alimenticios son muy diversos en el mundo, el valor medio de ingesta de flavonoides se estima como 23 mg/día, siendo la quercitina el predominante con un valor medio de 16 mg/día. En un principio, fueron consideradas sustancias sin acción beneficiosa para la salud humana, pero más tarde se demostraron múltiples efectos positivos debido a su acción antioxidante y eliminadora de radicales libres. Aunque diversos estudios indican que algunos flavonoides poseen acciones prooxidantes, éstas se producen sólo a dosis altas, constatándose en la mayor parte de las investigaciones la existencia de efectos antiinflamatorios, antivirales o antialérgicos, y su papel protector frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer y diversas patologías.

Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante. Por ello, desempeñan un papel esencial en la protección frente a los fenómenos de daño oxidativo, y tienen efectos terapéuticos en un elevado número de patologías, incluyendo la cardiopatía isquémica, la aterosclerosis o el cáncer.

Sus propiedades anti-radicales libres se dirigen fundamentalmente hacia los radicales hidroxilo y superóxido, especies altamente reactivas implicadas en el inicio de la cadena de peroxidación lipídica y se ha descrito su capacidad de modificar la síntesis de eicosanoides (con respuestas anti-prostanoide y anti-

inflamatoria), de prevenir la agregación plaquetaria (efectos antitrombóticos) y de proteger a las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación (prevención de la placa de ateroma), Además de sus conocidos efectos antioxidantes, los flavonoides presentan otras propiedades que incluyen la estimulación de las comunicaciones a través de las uniones en hendidura, el impacto sobre la regulación del crecimiento celular y la inducción de enzimas de detoxificación tales como las monooxigenasas dependientes de citocromo P-450, entre otras.

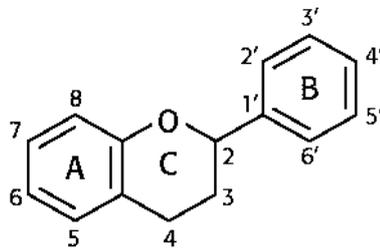


Figura 1. Estructura de los flavonoides

2.3.2 Ácido cafeico

El ácido cafeico es un producto de la hidrólisis del ester del ácido tartárico (Frankel, 1995). Un estudio reciente sugiere que los niveles de ácido cafeico son dependientes de la exposición al sol que induce a la hidrólisis del ácido caftarico (Price, 1994).

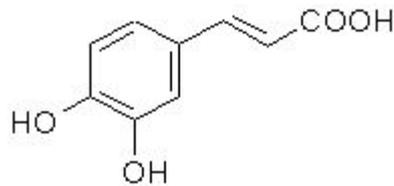


Figura 2. Estructura del ácido cafeico

2.3.3 Ácido ferulico

El ácido ferúlico, es un derivado del ácido cinámico extremadamente abundante en la naturaleza. Se encuentra presente en frutas, vegetales, granos de maíz, trigo, frijón, nueces, pastos, flores y otros tipos variados de vegetación. Es muy abundante en cereales como el maíz (1g/Kg) y el trigo (0.5 g/Kg). En el maíz, se puede aislar del pericarpio obtenido en los procesos de molienda húmeda, con un rendimiento de alrededor del 2% (p/p).

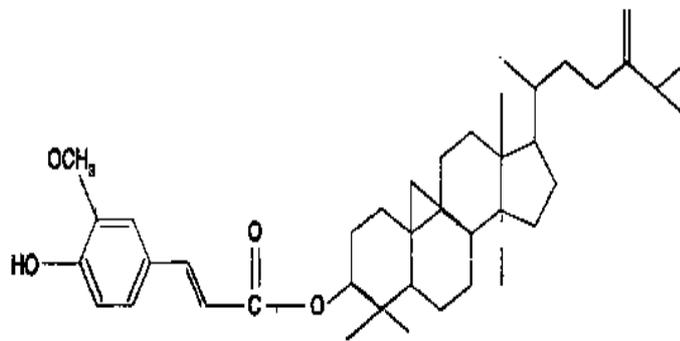


Figura 3. Estructura del ácido ferulico

2.3.4 Resveratrol

El resveratrol es una [fitoalexina](#) presente en las [uvas](#) y en productos derivados como [vino](#), [mosto](#), etc., y en otros alimentos como el [maní](#) y las [nueces](#). Posee propiedades [antioxidantes](#) y anticancerígenas. Por tanto, los alimentos y bebidas que contienen esta sustancia se consideran como saludables o recomendables para la salud.

Estudios recientes han revelado que esta sustancia es también beneficiosa en el tratamiento de la [obesidad](#).

En cuanto a su papel como sustancia ergogénica en el deporte, se ha demostrado en animales de experimentación que mejora la capacidad física de los animales sometidos a dieta enriquecida con este producto (López-Lluch 2007), no obstante son necesarios estudios en humanos para aclarar su verdadero papel en la fisiología y nutrición deportivas.

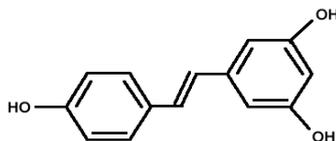


Figura 4. Estructura del Resveratrol

2.3.5 Antocianinas

Las antocianinas, las cuáles son pigmentos presentes en algunas flores y frutas, y les imparten colores rosas, rojos, azules y morados, existen en diferentes formas químicas, y pueden presentar o no color, dependiendo el pH. La mayoría de las estructuras que forman a los TC (taninos condensados), tienen un núcleo del grupo benzopiran 4-ona, se caracterizan por tener una sustitución aromática en el carbono 2, y estos, de forma colectiva se les conoce como flavonoides.

Las antocianinas son pigmentos que se encuentran en algunos frutos que van del color rojo al azul o morado como en los arándanos, las frambuesas, las cerezas, las coliflores moradas, las uvas o las ciruelas. Su labor fundamental es la protección de los capilares de la retina, desempeñando un papel fundamental en la conservación de la buena vista. Además parecen tener propiedades antivirales, hemostáticas por lo que pueden desempeñar un papel positivo en las infecciones y en la detención del sangrado, protegen el corazón de las enfermedades cardiovasculares y tienen como el resto de los flavonoides un valor antioxidante.

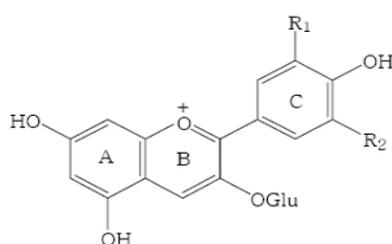


Figura 5. Estructura de las antocianinas

2.3.6 Isoflavonoides

Los **isoflavonoides** son una clase de [flavonoides](#) (metabolitos secundarios de las plantas que se sintetizan en principio por la "vía biosintética de los flavonoides") que sólo son encontrados en las [leguminosas](#) y unas pocas plantas no leguminosas. Están implicados en los mecanismos de defensa de la planta ante el herbivorismo, y también funcionan como señales químicas en la [fijación de nitrógeno](#).

Los isoflavonoides tienen variadas funciones en las legumbres. Algunos, como los rotenoides, poseen una fuerte acción insecticida, otros tienen efectos anti-estrogénicos. Por ejemplo, las ovejas que pastan en tréboles ricos en isoflavonoides suelen volverse infértiles. El sistema de anillos de los isoflavonoides tiene una estructura tridimensional similar a la de los esteroides, lo

que permite a estas sustancias unirse a receptores de estrógenos. Los isoflavonoides pueden también ser responsables de los beneficios anticancerígenos de la comida preparada con soja.

En la década del 2000 los isoflavonoides se han vuelto conocidos por su papel como "[fitoalexinas](#)", compuestos antimicrobianos sintetizados por las legumbres en respuesta a la infección por bacterias y hongos, que ayudan a limitar la difusión del patógeno invasor.

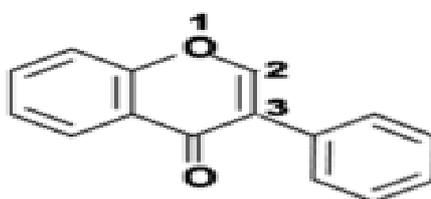


Figura 6. Estructura de los isoflavonoides

2.3.7 Antraquinona

La antraquinona se encuentra en forma natural en algunas plantas ([Ruibarbo](#), [Espino Cerval](#) y el género [Áloe](#)), [hongos](#), [líquenes](#) e [insectos](#), donde sirve como esqueleto básico para sus pigmentos.

Los derivados naturales de la antraquinona son [glucósidos](#) con acción [laxante](#) y [purgante](#) sumamente potente. En la terapéutica farmacológica, la antraquinona pertenece a la categoría de [catárticos](#) y se usan en la terapia contra el [estreñimiento](#). Se encuentran en las hojas, vainas, raíces y semillas de diversas plantas como el [sen](#), el [ruibarbo](#) y la [frángula](#).

Un derivado de la antraquinona, la [antralina](#) es un irritante utilizado en [dermatología](#) para combatir la [psoriasis](#).

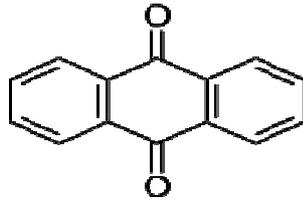


Figura 7. Estructura de la antraquinona

2.3.8 Antocianidinas

Las antocianidinas son pigmentos hidrosolubles presentes en las bayas de algunas frutas, especialmente en las que presentan un color azul-púrpura como en el mirtilo, la uva negra, el arándano y la grosella entre 200 más, aunque en estos últimos se encuentra en menor concentración.

Las antocianidinas favorecen la síntesis del colágeno y los mucopolisacáridos, componentes principales de la estructura del tejido conectivo, ofreciendo enormes beneficios a la piel, los vasos sanguíneos, las articulaciones, el aparato respiratorio y los intestinos. (Se aconseja su uso en casos de varices, hemorroides, problemas circulatorios, trastornos cardíacos, heridas externas e internas, edema, artritis y artrosis).

Como antioxidante, su efecto de neutralizar los radicales libres, es de 15-20 veces mayor que la vitamina E. Este es un dato de especial interés, ya que la vitamina E es un nutriente esencial y por lo tanto, necesario para cumplir otras específicas funciones dentro del cuerpo además de ser un antioxidante. (Suplementando con las antocianidinas permite optimizar su acción sobre la circulación y la salud cardiaca).

Las antocianidinas protegen la vitamina C dentro del organismo facilitando su asimilación. Ayudan a optimizar el beneficio de esta vitamina esencial,

actuando al mismo tiempo como antioxidante y en la formación del tejido conectivo. Al usar ambas conjuntamente, se pueden notar, a los pocos días de empezar a tomarlas, los beneficios producidos sobre la piel. El extracto de Semilla de Uva se puede disfrutar de mayores beneficios, cuando se combinan las antocianidinas del mirtilo y del arándano junto con el extracto de semilla de uva, el cual contiene otros pigmentos hidrosolubles de la misma familia de flavonoides, las proantocianidinas, con similares acciones. Por otro lado, su efecto antioxidante es 50 veces mayor que la vitamina E y 20 veces mayor que la vitamina C, impresionante si consideramos el enorme "ahorro" de estas vitaminas para que puedan ser utilizadas para otros fines nutricionales. Cuando uno piensa que los radicales libres son asociados con 80-100 enfermedades y que son la causa más común del envejecimiento, realmente vale la pena tomar medidas preventivas. Al mismo tiempo, un sencillo suplemento de un extracto de antocianidinas que aporta tantos beneficios para la salud y para la mejora estética, parece ser una ideal elección e inversión para una larga vida sana.

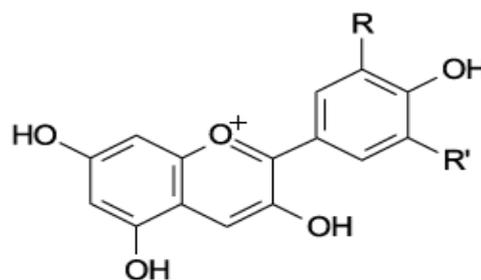


Figura 8. Estructura de las antocianidinas

2.3.9 xantonas

Químicamente hablando, son moléculas de carbono de seis planos en un sistema conjugado de anillos que se forma a partir de una estructura molecular y

varios grupos químicos adjuntos a ella. La estructura está formada por dos anillos de benceno conectados mediante un grupo carbonilo y oxígeno. Cada anillo se conecta en una formación conjugada que no permite la rotación libre alrededor de las uniones carbono-carbono. Esta estructura única, junto con el tipo y la ubicación de los grupos químicos anexos define las funcionalidades (propiedades) específicas de las xantonas. poseen numerosas capacidades bioactivas, tales como propiedades antioxidantes.

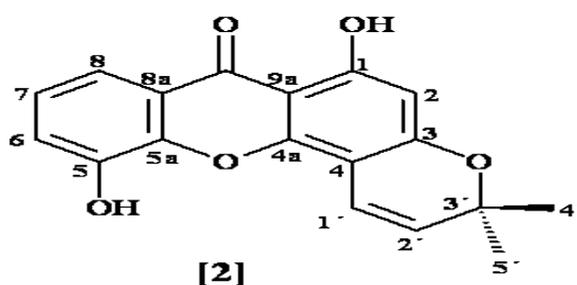


Figura 9. Estructura de las xantonas

2.3.10 Catequinas

Son llamados también flavonoides, son metabolitos vegetales polifenólicos con actividad antioxidante, también se les llaman flavan-3-ol. Se encuentra en numerosas plantas.

Al calentar la catequina sobrepasando su temperatura de punto de descomposición, libera pirocatecol, lo cual explica el origen común de los nombres de estos compuestos.

Epigalocatequina y galocatequina contienen un grupo fenólico hidroxilado adicional, cuando se comparan con catequina y epicatequina, similar a la diferencia en el pirogalol comparado con el pirocatecol. Pueden encontrarse catequin galatos, los cuales son ésteres de ácido gálico con catequina.

Epigallocatequin-3-galato posee la capacidad de proteger a la piel de daños por la radiación UV y de la formación de tumores.

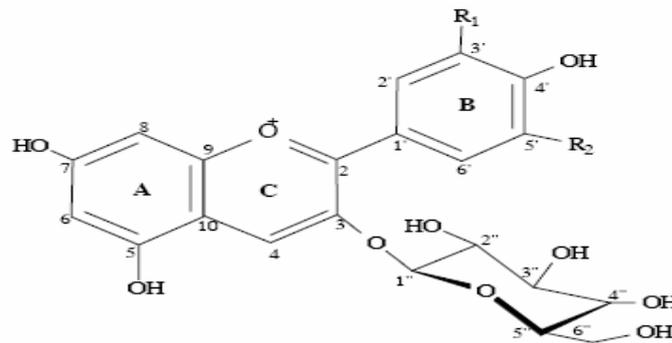


Fig. 10. Estructura de catequina

CAPÍTULO 3

3.0 ELAGITANINOS.

Los elagitaninos son compuestos fenólicos solubles en agua de alto peso molecular que se encuentran en las vacuolas de las células vegetales de las plantas antes mencionadas. La hidrólisis de estos elagitaninos producen ácido hexahidroxidifénico, el cual espontáneamente sufre un reacomodo en su estructura, lo cual genera el ácido elágico.

Formados por radicales de ácido hexahidroxidifénico (este compuesto, son dos moléculas de ácido gálico unidas por un enlace carbono – carbono), unidas a un núcleo poliólico de igual manera que los galotaninos (galotaninos por el acoplamiento oxidativo de por lo menos dos unidades galoil, rindiendo una unidad HHDP axialmente quiral) Se denominan hidrolizables debido a que son fácilmente

hidrolizados por enzimas o por acción del agua bajo ciertas condiciones. La enzima responsable de la hidrólisis de los TH es la enzima tanin acil hidrolasa, la cual cataliza la hidrólisis de los enlaces ester, dando como productos, moléculas de glucosa y ácido gálico. Este fenómeno ocurre en las moléculas de galotaninos. La presencia del grupo HHDP es característica de los elagitaninos.

3.1 Tipos de elagitaninos:

a) Taninos hidrolizables se clasifican en dos clases :

1.-Galotaninos: Son compuestos que consisten de una molécula de glucosa, la cual se encuentra rodeada por unidades de ácido gálico. La fuente más famosa de Galotaninos es el ácido tánico de origen vegetal, el cual tiene una molécula de D-glucosa y de 5 a 9 unidades de galoilos ligados a uno de los centros del núcleo de azúcar. Es fácilmente hidrolizable por la acción de la enzima tanasa (Sánchez; 2001).

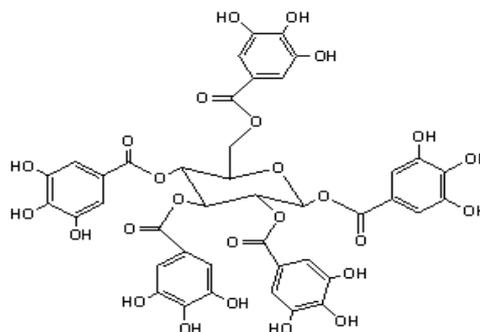


Figura 11. Estructura de un galotanino

2.-Elagitaninos: Son compuestos derivados del pentagalolilglucosa por reacciones de oxidación entre las unidades de ácido gálico (Mueller-Harvey; 2001). Por hidrólisis se libera ácido elágico o sus derivados, como el ácido hexahidroxidifénico, y un azúcar

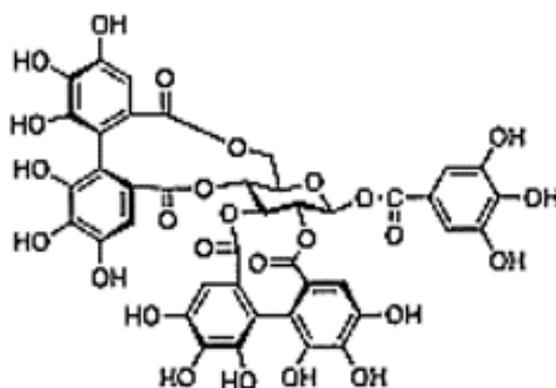


Figura 12. Estructura de un elagitanino.

Estos taninos como su denominación indica se hidrolizan con facilidad tanto por ácidos y álcalis como por vía enzimática y son generalmente de formación patológica. Se localizan en algunas Dicotiledóneas especialmente en *Fagaceae*, *Anacardiaceae* y *Leguminosae*. Se encuentran en este grupo los taninos gálicos propiamente dichos que son polímeros del ácido gálico, ésteres de un poliol, generalmente de la glucosa con varias moléculas de ácido gálico y los taninos elágicos o elagitaninos también ésteres pero en este caso del ácido hexahidroxi difénico y sus derivados. El ácido hexahidroxi difénico se forma por acoplamiento oxidativo de dos moléculas de ácido gálico. Encontrándose en esta clasificación los galotaninos (están compuestos de radicales de ácido gálico unidos a un núcleo polihidroxílico (pueden ser moléculas de azúcar, glucosa generalmente) por medio de enlaces ester)

3.2 Fuentes de elagitaninos

La principal fuente de obtención de elagitaninos y ácido elágico es la vegetal, principalmente en las hojas, ramas, raíces, tallos, frutos y cortezas, como por ejemplo el roble y el castaño (Lei, 2001). Se sabe también que los árboles arbustivos o árboles de bayas son también una fuente importante de elagitaninos y ácido elágico, como por ejemplo, el arándano, la frambuesa y la granada

(Clifford y Scalbert, 2000. Vatter y Shetty, 2003. Seeram, 2005). En la tabla 1, se presentan algunas de las principales fuentes de obtención de elagitaninos y ácido elágico.

Tabla 1. Fuentes vegetales de elagitaninos y ácido elágico.

Nombre científico	Nombre común	Ácido elágico (mgg⁻¹)
<i>Quercus robus y alba</i>	Roble	19.0-63.0
<i>Juglans regia</i>	Nuez americana	28.9
<i>Castanea sativa</i>	Castaña	89.0
<i>Fragaria ananassa</i>	Fresa	0.4-0.6
<i>Rubus idaeus</i>	Arándano	1.2-1.5
<i>Rubus occidentalis</i>	Zarzamora	1.5-2.0
<i>B ertholletia excelsa</i>	Nuez de Brasil	0.59
<i>Carya illinoensis</i>	Nuez común	0.33
<i>Punica granatum</i>	Granada	0.78

Fuentes: Bianco y col; 1998., Clifford y Scalbert, 2000 y Seeram, 2005).

Sin embargo estas no son las únicas fuentes de obtención de elagitaninos y ácido elágico, existen otras fuentes vegetales cuyos contenidos de elagitaninos y ácido elágico no han sido cuantificados, solamente cualificados. Dichas fuentes se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Otras fuentes potenciales de obtención de elagitaninos

Material vegetal	Nombre común
<i>Pistacio vera</i>	Pistache
<i>Mangifera indica</i>	Mango
<i>Corylus avellana</i>	Avellana
<i>Psidium guava</i>	Guayaba
<i>Pimenta officinalis</i>	Pimiento
<i>Prunas persica</i>	Durazno
<i>Camelia sinensis</i>	Manzanilla

Vitis vinifera

Uva

Ribes grossularia

Grosella

Fuente: Clifford y Scalbert, 2000.

3.3 Procesos de extracción de elagitaninos y ácido elágico

Existen puntos clave para que la extracción de taninos sea efectiva, las extracciones se deben llevar a cabo en corto tiempo, ya que las extracciones largas a temperaturas altas pueden conducir a la degradación y pérdida de fenoles; la preparación del extracto fresco debe ser usado para el análisis de taninos inmediatamente, debido a que los taninos son sensibles a la luz (Lindroth, Hsai and Scribe, 1987, mencionados por Mercado-Martínez, 2006).

Los elagitaninos pueden ser extraídos de muestras de plantas frescas, congeladas, secas o liofilizadas (Hagerman, 2002). Básicamente la extracción de elagitaninos se lleva a cabo con procesos en los cuales se involucran distintos solventes polares como el etanol, metanol, la acetona, entre otros, y el agua, todo esto en diferentes proporciones. En algunos casos se utiliza también la adición de ácidos a algunos de los solventes mencionados para llevar a cabo la extracción de estas sustancias. Generalmente se emplean estas sustancias en la extracción de elagitaninos aprovechando sus características químicas, como la polaridad que poseen entre otras. En la siguiente tabla se muestran algunas de las sustancias empleadas en la extracción de elagitaninos.

De igual manera se puede extraer elagitaninos por métodos biotecnológicos, es decir empleando microorganismos productores de enzimas capaces de catalizar la hidrólisis de los elagitaninos para la obtención del ácido elágico.

Tabla 3. Sustancias para la extracción de elagitaninos.

Sustancias empleadas en la extracción	Referencia
Agua a régimen de contracorriente	Ruibal, 2003
Agua (30%) y acetona (70%)	Terril y col. 1994
Agua (20%) y etanol (80%)	El-Toumy, 2002
Acetato de etilo	Maata y col. 2004
Agua (25%) y metanol (75%)	Hakkinen, 2000
Agua y metanol (proporción 1:1)	Cadahía, 2001
Agua (30%) y metanol (70%)	Bianco y col. 1998
Metanol (50%)	Mueller-Harvey, 2001
Metanol y ácido clorhídrico (0.1%)	Mullen, 2002

Fuente: Ascacio- Valdes Juan Alberto 2007

Existen varios estudios sobre éste aspecto, en los cuales, se involucra el empleo de hongos en la acumulación de ácido elágico después de haber sido puestos en contacto con un sustrato rico en elagitaninos, tal es el caso del trabajo realizado por (Shi y colaboradores 2005) en el cual emplearon *Aspergillus niger* y *Candida utilis* para la degradación de elagitaninos y la acumulación de ácido elágico.

3.3.1 Método de extracción de taninos hidrosolubles TH (cáscara de nuez)

En esta etapa se muestran los resultados de la evaluación de metanol 70%, acetona 70% y agua como agentes extractores de polifenoles a 60°C.

Los resultados obtenidos demostraron la mayor acumulación de TH se encuentra a las 12 horas empleando metanol al 70%, se observo que desde las 6 horas se liberaron gran parte de los TH, bajo esas condiciones, se obtienen a las 12 horas hasta 54.3 mg de TH por g de cáscara de nuez, aunque hay una extracción considerable de taninos a las 3 horas con acetona al 70%, de igual manera se observa que la acetona 70% y el agua extraen hasta 46.58 y 39.98 mg/g de cáscara respectivamente, cualquiera de los 3 pueden ser usados efectivamente para la extracción de taninos hidrolizables de cáscara de nuez.

Markom y col. (2007), reportan extracciones de taninos hidrolizables por diferentes métodos y solventes, tales como extracción a presión con agua, fluidos supercríticos y con el método Soxhlet, este último se asemeja a la metodología que se llevó a cabo en el presente proyecto (reflujo), reportan el uso de varios solventes, como son n-hexano, éter de petróleo, diclorometano, cloroformo, acetonitrilo, ácido fosfórico, acetona, metano, y etanol, mencionan que n-hexano y éter de petróleo no ejercen extracción de taninos sobre la hierba que usaron (*Phyllanthus niruri Linn*), solo grasas y glicósidos,. diclorometano y cloroformo, solo trazas de taninos así como lignanos de baja polaridad y glicósidos. Sus resultados demuestran que los mejores agentes para la extracción son el agua, metanol y etanol fueron los mejores para la extracción de TH, esto es atribuido a la polaridad de los últimos solventes y al realizar ellos mezclas de solventes con agua, se obtienen mejores resultados de extracción; en el presente trabajo se utilizaron 3 de esos solventes (agua, metanol al 70% y acetona al 70%), los cuales presentaron mejores resultados que el agua donde el método del Soxhlet fue el mejor para la extracción de fenoles. Los polifenoles, al tener grupos hidroxilo y ácidos carboxílicos, interaccionan de mayor manera con solventes polares, además de que la presencia de agua en el metanol 70% y acetona 70%, por el momento dipolar del agua, favorecen la extracción. Se puede deducir que los compuestos que contengan ácidos carboxílicos y grupos hidroxilo, son extraídos por el agua a través de puentes de hidrógeno. Los ácidos carboxílicos, los grupos cetona y ester tienen habilidad nucleofílica (capacidad para donar electrones) en el grupo carbonilo, y puede reaccionar con alcoholes y agua, además, ya que los taninos tienen más de un grupo funcional, cada compuesto es selectivamente soluble en un medio que comprende al agua y etanol. En los

resultados de la figura 15, como se ha mencionado, hay más extracción en los sistemas con metanol 70% y acetona 70%, ya que como se reporta, debido a las características mencionadas anteriormente de los solventes con grupos funcionales, podrían extraer diferentes tipos de taninos, ya sean galotaninos o elagitaninos, debido a las diferentes polaridades de los solventes favorecen la liberación de los taninos de los demás componentes estructurales de la cáscara de nuez.

Aguilera Carbó (2007) reporta la producción ácido elágico por cultivos fúngicos a partir de extractos de granada (*Punica granatum*), ya que estos contiene elagitaninos en mayor proporción; a diferencia de los extractos de cáscara de *Carya Illinoensis* (nuez) que contiene mas TC (taninos condensados), los extractos de esta podría utilizarse para la producción de la oxigenasa responsable de la liberación de catequina (Contreras-Domínguez y col., 2007), ya que las cepas a utilizarse posteriormente, tienen la capacidad de degradar taninos, entonces deben de ser capaces de producir las enzimas responsables de la degradación de taninos.

3.3.2 Enzimas implicadas en la biodegradación microbiana de taninos

Tanasa. Es quizás la enzima más estudiada hasta el momento en la biodegradación de taninos. Esta enzima puede ser de origen vegetal, animal y microbiano; su acción catalítica es diferente dependiendo de su origen (Bhat y col., 1998). La tanasa es referenciada como tanin acil hidrolasa y cataliza la hidrólisis de los enlaces ésteres de ácidos benzóicos de los galotaninos para generar ácido gálico y glucosa. Entre las tanasas de origen microbiano, la tanasa de levaduras es efectiva solo para degradación de galotaninos y débilmente actúa sobre compuestos de alto peso molecular (Deschamps, 1989). La tanasa

bacteriana puede degradar tanto galotaninos como elagitaninos (Deschamps and Lebeault, 1984; Deschamps, 1983, 1980). Mientras que la tanasa fúngica bastante versátil y actúa eficientemente sobre diferentes tipos de taninos (Bhat y col., 1998).

Fenoloxidasas. Son enzimas oxidativas como las lignasas, las manganeso-peroxidasas, las lacasas y las tirosinasas. Éstas pueden guiar a la degradación de polímeros o la polimerización de sustratos fenólicos (Higuchi, 1986). La lacasa o p- difenol oxígeno reductasa , juega un papel importante en la unión oxidativa de los monómeros de los elagitaninos para la formación de derivados diméricos y triméricos (Tour, 1995). Los primeros intentos por aclarar el mecanismo bioquímico que envuelve la transición de la penta-galoil-glucosa a elagitaninos, usando lacasas, peroxidasas y un extracto crudo inespecífico de *Cornus capitata*, dieron como resultados oxidaciones intramoleculares de C-C formando ácido elágico libre (Niemetz and Gross 2003b; Fröhlich y col., 2002). Otro dato encontrado fue la unión de dos moléculas de telimagradina II para formar un elagitanino dimérico (cornusina E), mediante la catálisis de una lacasa tipo fenoloxidasa oxígeno dependiente de las hojas *Tellima grandiflora* (Niemetz and Gross, 2003a).

Descarboxilasas. La ácido gálico descarboxilasa puede catalizar la descarboxilación del ácido gálico a pirogalol (Brune and Schink, 1992). Esta enzima es muy inestable dado a su alta sensibilidad al oxígeno por eso hasta el momento no ha sido purificada. Algunas bacterias como *Selenomonas gallolyticus* y *Escherichia coli* descarboxilan el ácido gálico a pirogalol pero no transforman el pirogalol más adelante. La razón no es muy clara aunque es probable que el pirogalol sea menos tóxico que el ácido gálico o que la producción de éste sea

termodinámicamente más favorable, posiblemente este ligado con la generación de energía a través del bombeo de protones (Odenyo y col., 2001).

3.3.3 Métodos de separación e identificación.

Anteriormente se ha referenciado la importancia de los taninos en el sector salud y la necesidad de su biodegradación. Mediante la medicina tradicional, se conocen las propiedades curativas de algunas de las plantas nativas mexicanas, sin embargo, es muy vaga la información sobre los compuestos activos que les confieren éstas cualidades terapéuticas. Consecuentemente es necesario purificar, caracterizar e identificar los compuestos polifenólicos presentes en este tipo de especímenes vegetales, en el cuadro siguiente (Cuadro 3), se describen algunos métodos físicos de separación y purificación (López y col., 2005).

Tabla 4. Descripción de métodos físicos de separación	
<i>Técnica</i>	<i>Descripción</i>
Filtración	Consiste en retener partículas sólidas suspendidas en un líquido o un gas forzando la mezcla a través de una barrera porosa.
Decantación	Se fundamenta en separar componentes que tienen diferentes fases siempre que exista una diferencia significativa entre las densidades de las fases. Aplicable a líquidos inmiscibles o mezclas de sólidos y líquido.
Destilación	Sirve para purificar mezclas de líquidos volátiles tomando en cuenta la diferencia que hay entre los puntos de ebullición de los componentes de la mezcla. Consta de dos fases una de vaporización y condensación.
Extracción	Se basa en la diferencia de solubilidad de los componentes de una mezcla frente a un disolvente adecuado. Es aplicable a muestras sólidas, líquidas y gaseosas.
Sublimación	Separa los componentes de la muestra mediante su punto de sublimación. Se entiende por sublimación el paso de un sólido a un gas o viceversa sin pasar por el estado líquido. Para que un componente sublime se necesita que la presión de vapor sobre el sólido sea igual a la presión externa.
Cristalización	Consiste en la disolución de un sólido impuro en la menor cantidad posible del disolvente adecuado caliente. En éstas condiciones se genera una disolución saturada que al enfriarse se sobresatura produciendo la cristalización. Útil para purificar compuestos orgánicos sólidos.
Cromatografía	Radica en separar mezclas de compuestos mediante la exposición de dicha mezcla a una fase estacionaria de gran área superficial que será recorrida por una fase móvil.

3.3.4 De acuerdo a la literatura cual es mejor método.

Es importante aplicar las mejores técnicas de extracción de elagitaninos y ácido elágico. El paso clave de la extracción Proceso es la selección de los disolventes y sus mezclas. Los Mejores resultados se han encontrado utilizando metanol / agua o Acetona / agua. Lei (2002) informó de una comparación de los Mezclas y llegó a la conclusión de que la mezcla de acetona / agua en Un ratio de 7:3 es la mejor condición en la que los más altos rendimientos Se llegó.

Es importante utilizar una temperatura de 60 °C y evitar la luz durante el proceso de extracción con constante agitación. La cantidad de muestra seca se recomienda un por 10 ml de disolvente.

Después de 12 o 24 horas de la extracción, las muestras se filtran Para eliminar los contaminantes, tales como fibras, pigmentos, y otros Compuestos. Se disuelven, luego se elimina por Evaporación. El extracto acuoso obtenido es congelado y Liofilizado para producir la muestra seca, que se considera Como polifenoles totales. A partir de esta muestra de fraccionamiento Diferentes taninos se lleva a cabo en función de las técnicas Y el equipo disponible.

3.4 Propiedades benéficas de elagitaninos y ácido elágico en el humano de acuerdo a la baya

3.4.1 FRESA.

Diuréticas y antirreumáticas: Si nos tomamos de tres a cuatro tazas diarias de la infusión de las hojas y las raíces nos ayudaran contra el ácido úrico, gota y artritis.

Colesterol: La gran cantidad de ácido ascórbico, así como de lecitina y pectina contenida en sus frutos la hacen ideal para disminuir el nivel de colesterol de la sangre.

Antiinflamatorias: Tomaremos una infusión de las hojas para las **inflamaciones del intestino** la cocción de las raíces nos ayudará a disminuir las inflamaciones artríticas.

Mineralizantes: Sus frutos, muy ricos en vitamina C, tienen virtudes antianémicas y reconstituyentes. Resultan muy adecuados en la época de crecimiento.

Anticancerosas: Ricas en vitamina C, ácido elágico, linoleico y alfa-linoleico son capaces de inhibir aquellas sustancias cancerígenas que pueden atacar a las células sanas. Resulta muy útil comer estas frutas como postre de tanto en tanto. Una dieta depurativa con este alimento puede ser una buena manera de eliminar las toxinas del cuerpo.

Administración de la dieta de 400 p.p.m. Ácido elágico durante 16 semanas inhibió la incidencia de hepatocelular Los tumores inducidos en ratas por A¹-2 por fluorenylacetamide 70% (de 100 a 30%)

(Ahn Y COL. 1996)

ANTIDIABETES. La fresa al poseer el azúcar levulosa, no sacarosa. La levulosa se metaboliza con mucha más facilidad en el organismo, por lo que esta fresa es muy bien tolerada por personas que sufren [diabetes](#).

3.4.2 ZARZAMORA

Hemorroides: la decocción de las hojas y brotes de zarza se aplica localmente en baños de asiento o compresas, para desinflamarlas y evitar que sangren.

Diarreas, gastroenteritis y colitis: por su notable efecto astringente. Las hojas y brotes lo son más que los frutos, pero suelen consumirse juntos para potenciar sus efectos y aprovechar el sabor de los frutos. Para los niños con diarrea se administra el jugo de moras a cucharaditas, o el jarabe que con él se prepara.

Enfermedades febriles: el jugo de los frutos (moras) es refrescante y tonificante, por lo que resulta muy apropiado para los enfermos febriles o debilitados.

Heridas, úlceras de la piel y furúnculos: se aplican lavados o compresas con la decocción, o cataplasmas con las hojas machacadas en mortero. Ayudan a curar y cicatrizar.

Infecciones bucofaríngeas: tanto la decocción de las hojas y brotes, como los brotes tiernos y los frutos, tienen un efecto beneficioso sobre las aftas (llagas) bucales, gingivitis (inflamación de las encías), estomatitis (inflamación de la mucosa bucal), faringitis y amigdalitis.

Regulación hidro-salina y diuresis: La presencia de elevadas cantidades de potasio en su composición ayuda a mantener el equilibrio hidrosalino del organismo. Esto le confiere a la zarzamora propiedades diuréticas, favoreciendo la eliminación de agua y sales a través de los riñones. Además, el jarabe de zarzamoras es eficaz para calmar la sed de los pacientes con fiebre. Se le atribuyen también propiedades astringentes, purificadoras y laxantes.

3.4.3 NUEZ

Diarrea: Las hojas, por su contenido en taninos, son astringentes y pueden utilizarse para combatir la diarrea (Decocción de una cucharadita de hojas secas desmenuzadas por vaso de agua durante 10 minutos. Tomar un par de vasos al día).

Hipotiroidismo: Las nueces, especialmente las nueces verdes, contienen componentes que estimulan la producción de las hormonas tiroideas. (Decocción de 4 nueces por litro de agua durante 20 minutos. Beber dos tazas diarias. Comer nueces frescas o utilizar el aceite de nuez crudo en ensaladas)

Sudor: Esta misma preparación puede utilizarse para tratar el exceso de sudor.

Tenias o solitarias:El aceite de nogal se ha utilizado para expulsar estos parásitos del intestino. (En la comida de la noche, aliñar un plato de patatas hervidas con 60 g de aceite de nogal).

Cardiovasculares: debido a su contenido en ácidos grasos omega-3 y omega-6.

3.4.4 GROSELLA

La fruta posee propiedades diuréticas, y resulta beneficiosa para los gotosos y reumáticos. También es adecuada para curar afecciones cutáneas. Las hojas del grosellero, así como la corteza, en infusión, se administran en los casos de diarrea y ausencia de apetito.

Sistemas inmunitario y nervioso central más fuertes, por ejemplo. Para las mujeres, alivio contra posibles síndromes premenstruales, entre los cuales se encuentran las migrañas y los calambres menstruales. También fortalece el corazón y mejora la circulación sanguínea en ambos sexos, reduciendo los niveles del colesterol malo en la sangre que podrían obstruir arterias importantes.

Probablemente, a esto se debe que los esquimales coman tantas bayas como las grosellas con sus variedades de carnes grasosas.

3.4.5 ARÀNDANO

Varios estudios han demostrado que el fruto del arándano tiene la capacidad de proteger y fortalecer las paredes de los pequeños vasos sanguíneos conocidos como capilares. Esto lo hace útil en el tratamiento y la prevención de venas varicosas, flebitis y hemorroides, al igual que en la prevención de problemas de la visión causados por la ruptura de pequeños vasos sanguíneos en los ojos.

Además del sabor especial del arándano, (al que están muy habituados en el hemisferio norte), la composición nutricional de su fruta es progresivamente más atrayente debido a la tendencia a consumir alimentos naturales, sanos y nutritivos. El valor nutricional del arándano, según la estandarización de la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos, está definido entre bajo a libre de grasas y sodio, libre de colesterol, rico en fibras y en vitaminas.

Como su contenido en calorías es muy bajo tiene gran importancia en las dietas, además reducen el azúcar en la sangre.

El arándano contiene, además, unas sustancias conocidas como antocianidinas que ayudan a fortalecer el colágeno.

Es hiposódico e hipocalórico (se encuentra entre los alimentos caloría negativos, es decir que demandan más energía para digerirlos, que las que aporta su consumo) y al ser rico en fibras, beneficia además la regulación intestinal.

3.4.6 CEREZAS

Las cerezas constituyen un gran desinfectante, un poderoso depurativo, son energéticas, laxantes y regeneradoras de los tejidos orgánicos gracias a su contenido en fibra, agua y potasio.

Las cerezas, por consiguiente, deben tomarse en los casos de obesidad, arteriosclerosis, artrismo, reumatismo, estreñimiento y trastornos gástricos.

Su gran proporción de azúcar la hace fácilmente asimilable y es aconsejable para los niños y ancianos, pudiendo ser tomada, siempre con permiso del médico, por los diabéticos.

Las Cerezas son ideales ante la desmineralización de los huesos por su aporte en Hierro, Calcio y vitamina C, siendo aconsejable en la pre-menopausia.

Las cerezas, asimismo, son muy diuréticas, depuradoras de la sangre y eliminadoras del ácido úrico.

Las cerezas, tomadas en ayunas, cortan la diarrea y otros trastornos intestinales.

Según el famoso naturista, profesor Capp, medio o un kilo de cerezas por comida, en combinación con un poco de pan tostado, miel y nata, es la mejor cura para el estreñimiento.

3.4.7 GRANADA

Corteza de la raíz y tronco: antihelmíntico, sobre todo tenífugo (según la dosis produce parálisis o muerte de la tenia).

La corteza de la raíz, y en menor proporción la del tronco y de las ramas, contienen diversos alcaloides, el más importante de los cuales es la pelletierina; así como tanino; glucósidos de acción astringente; y bromuros. Su propiedad fundamental es la vermífuga: Hace expulsar los gusanos que parasitan el intestino humano, con especial efectividad en el caso de la tenia o solitaria.

La corteza del granado, especialmente la de su raíz, debe su acción a los alcaloides que contiene. Pero si se administran aisladamente estos principios activos, se producen efectos tóxicos sobre el organismo, similares a los que produce la nicotina o el curare: temblores musculares y parálisis; los mismos

efectos que deben producir sobre los gusanos, permitiendo así su expulsión por el ano. En cambio, resulta interesante comprobar que esos mismos alcaloides, mezclados con el tanino y el resto de sustancias que forman la corteza del granado, son bien tolerados, y sus efectos tóxicos resultan insignificantes. Este mismo fenómeno ocurre con muchas otras plantas, por lo que se prefiere, siempre que sea posible, administrar la planta completa y no únicamente los extractos de las sustancias que se creen más activas.

La acción curativa de las plantas, se debe a la sabia combinación de sus componentes, y no a un principio aislado. La corteza de los frutos y sus tabiques internos también proporcionan cierta acción vermífuga, aunque menor que la de la corteza de la raíz o del árbol. Se ha dado el caso de una persona que al día siguiente de haber comido unas cuantas granadas con sus tabiques, expulsa una lombriz intestinal sin pretenderlo ni esperarlo. Las flores y la corteza del fruto (granada) son astringentes y levemente diuréticas.

En estudios realizados *por Mary Ann Liebert, Inc. and Korean Society of Food Science and Nutrition* se encontró que el sumo de la granada posee potentes inhibidores de células de cáncer.

El jugo de granada puede ayudar a revertir enfermedades cardíacas. Cuando hay acumulaciones de placas en las arterias, las arterias se endurecen (arterosclerosis). Al disminuir el espacio arterial el flujo sanguíneo también disminuye. Esto aumenta el riesgo a tener un ataque cerebral. En los estudios el jugo de granada disminuyó el endurecimiento de las arterias surgido de elevados niveles de colesterol.

Otros estudios han demostrado cómo el jugo de granada puede ayudar a prevenir y tratar el cáncer de próstata y la osteoartritis. Seguramente los investigadores descubrirán pronto muchas otras razones para disfrutar de esta fruta.

CAPÍTULO 4

4.0 Fuentes potenciales de elagitaninos y ácido elágico en México.

Durante la sección se presentarán las principales fuente potenciales de elagitaninos y ácido elágico, de acuerdo a la producción nacional reportado por diversas fuentes gubernamentales y organismos y revistas del sector agrícola de México.

4.1 Generalidades sobre las bayas en México

La producción de las bayas en México es buena en algunas y en otras casi nula la mayoría de las bayas que se producen en México la mayoría esta destinada a la exportación teniendo poco consumo de bayas, en otros cultivos como la frambuesa la producción es poca debido a que necesita clima especial por lo que en México se implementan lugares climatizados para que se pueda producir esta baya en el caso de la grosella no se encuentra información de que se produzca en México debido a el clima que esta necesita.

4.2 Producción por estado

4.2.1 NUEZ

México es uno de los principales productores de la nuez pecanera (*Carya illinoensis*), además el estado de Coahuila ocupa el segundo lugar en la producción de esta a nivel nacional. Las industrias que procesan al nogal, aprovechan casi la mayor parte del árbol, desde su madera hasta sus frutos, de esta industria se desprende un enorme residuo del cual no se le da ningún uso que aumente su valor. La cáscara de la nuez; esta representa mas del 50% del fruto del nogal, además de poseer altos contenidos en taninos, siendo estos compuestos poseedores de actividad antioxidante, la cual representa una fuente rica en este tipo de compuestos y le da un potencial poco explotado a las cáscaras de la nuez. Existen estudios sobre el perfil polifenólico de la nuez (*Villarreal-Lozoya, 2006*), donde reporta que la cáscara es una fuente importante de antioxidantes.

La nuez en nuestro país, ha seguido un camino bastante interesante, ya que a pesar de mostrar un decremento durante los últimos años en superficie sembrada, en lo que respecta a superficie cosechada, rendimiento y producción registró incrementos notables.

La producción de nuez es prácticamente una actividad de la región norte del país, concentrándose en los estados de Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León y Durango, los cuales contribuyen con el 95% de las áreas sembradas y el 90% de la producción. Sin embargo, en los últimos años algunas entidades de la zona centro del país, sobresalen principalmente por sus altos rendimientos tanto

en zonas de riego como de temporal, lo que indica experiencias interesantes que habría que tener en cuenta.

El sector nogalero del norte del país, es prácticamente un sector que pertenece a pequeños propietarios (85%), los cuales han realizado esfuerzos por mantener sus huertas en épocas de sequía o con problemas de financiamiento, comercialización, organización, etc.; por lo que generar apoyos en este rubro, es un buen comienzo para reorganizar nuestro campo.

El rendimiento de nuez en nuestro país, señala un crecimiento durante el periodo analizado del 20%, al pasar de 0.885 ton/ha en 1989 a 1.066 ton/ ha En 1994, con un crecimiento promedio anual de 3.55%.

Analizando estos datos positivos por año, señalaríamos lo siguiente:

1) Durante los años de 1989 a 1993, el rendimiento mostró una tendencia ascendente; como lo muestran los datos de dicho periodo: 0.885, 0.979, 1.112, 1.170 y 1.237 ton/ha.

2) Para el año de 1994, la situación fue contraria, ya que el rendimiento bajó a 1.066 ton. /ha., lo que representa un 18.32% con respecto al año anterior. El resultado negativo, se debió principalmente a la caída que mostró el principal estado productor de nuez, que es Chihuahua; el cual disminuyó su rendimiento a 0.974 ton/ha, que comparado con 1.265 ton/ ha. Del año anterior, señala Un decremento del 23%; como consecuencia del impacto que tuvo para este año la sequía, que afectó de acuerdo a datos aportados por la Unión Agrícola de Nogaleros del Estado de Chihuahua, alrededor del 60% de las huertas de dicho estado(chihuahua).

3) La diferencia de rendimiento, entre las superficies de temporal, frente a las de riego, señalan una enorme desigualdad, ya que para los primeros, el rendimiento promedio del periodo fue 0.715 ton/ha.; mientras que para los segundos, llega a alcanzar una productividad de 1.134 ton./ha; tomando como base el promedio de mayor rendimiento, habría una diferencia del 58%.

4) Si señalamos a las entidades que tienen mayores rendimientos, curiosamente encontramos que no se ubican dentro de los cinco principales estados productores que hemos apuntado, sino más bien en la zona centro del país. De esta forma hallamos al estado de Querétaro como el de mayor productividad, con un rendimiento promedio de 4.663 ton/ha.

La siguiente grafica muestra la producción de nuez del 2000 al 2006 teniendo un porcentaje menor para el 2006 de lo producido en el año 2000 la mayoría de las veces se debe principalmente a la escasez de agua o disminución por ataque de plagas.

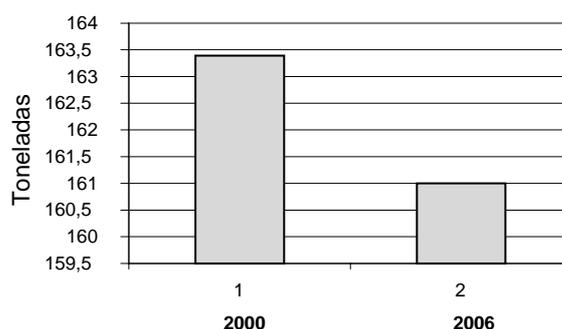


Figura 13 Volumen de producción de Nuez en México en diferentes años

4.2.2 UVA

La producción nacional de uva fresca de mesa, principalmente en su variedad Thompson Seedles conocida como la reina de las uvas por su excelente calidad y aceptación, se destina en su gran mayoría al mercado de la Unión Americana. La práctica habitual de exportación de uva a ese mercado, es dejar el producto en frontera en manos de intermediarios comercializadores. En este sentido falta mostrar mayor agresividad y tratar de penetrar el mercado norteamericano con menor intermediarismo, probando la comercialización directa y obtener así mejores ingresos. Igualmente, se requiere desplegar en los mercados de interés, campañas de publicidad para difundir las bondades de la uva mexicana.

Es importante tomar en cuenta lo anterior, dado que existe un amplio mercado externo para el producto, pues mercados como Estados Unidos y la Unión Europea, están considerados como demandantes potenciales de uva. Con ello se contribuye al incremento en la captación de divisas para el sector agropecuario nacional, particularmente en estos momentos en que se vive una etapa de modernización de los sectores productivos ante la inminente globalización de las economías.

Ha llegado el momento de cumplir y consolidar los objetivos estratégicos del sector agropecuario en materia de productividad, y en particular del vitícola, dado que a través de esta labor se ponen en marcha las políticas necesarias para estimular la producción de uva. Además de ello, se hace necesario trabajar con bajos costos de producción, requisito indispensable para conquistar los mercados externos, pero a la vez se deben mantener los estándares de calidad, exigidos por los países compradores.

El cultivo y producción de uva en nuestro país, se ubica sobre todo en cuatro grandes regiones, que señalan el grado de especialización que han alcanzado, cada una de ellas, en el uso de los volúmenes generados.

a) La zona de Baja California. Ésta es quizá la región más antigua en el cultivo de la vid. Las zonas vinícolas de esta región son el Valle de Calafia y Guadalupe, Tecate, El Valle de Santo Tomás (donde se ubica la instalación vinícola más antigua del país), San Vicente y el Valle de Mexicali. En esta entidad han prosperado las empresas que producen los mejores vinos del país, tanto de vinos tintos como blancos. El destino de la cosecha es fundamentalmente para la generación de vinos con el 48.9% de la producción del estado. Le sigue la generación de uva pasa con 27.6%, la destilación para la producción de aguardientes con 14.9% y uva de mesa con 8.5%.

b) La zona de Sonora. Su cultivo es relativamente reciente, ya que data de la primera mitad de los años sesenta y en la actualidad es la entidad que mayor número de superficies dedica a este fruto. Las zonas vitícolas de esta región se dividen en dos: la costa de Hermosillo y Caborca, produciéndose en ambas, especies de vinos blancos y tintos. Con respecto a Hermosillo, el principal destino de la producción es el abastecimiento de las necesidades de la industria de la destilación, ya que de la producción total de dicha zona, el 79 % tiene como fin este uso, 19% como uva de mesa, siendo tan sólo un 2% para la producción de pasa. En el caso de Caborca, las cifras suelen ser distintas, ya que a la generación de uva pasa le corresponde el 42.7% de la producción total de la zona, siguiendo la destilación con 39.6 % y la uva de mesa con 17.7%.

c) Zona de la Laguna. Su zona productora se ubica en la conocida Región Lagunera, que abarca municipios tanto de Durango como de Coahuila. Al igual que en las otras regiones, se producen blancos y tintos. Aquí, el destino de la producción total de la zona se concentra en dos usos; para la destilación y la generación de uva de mesa, siendo los porcentajes de 74.8 % y 25.2%, respectivamente.

d) La zona central del país. Esta zona abarca los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Querétaro. Aunque su cultivo es muy antiguo, ya que data del año de 1505, su desarrollo ha sido limitado. La entidad de Querétaro marca el límite sur de la viticultura en México. Produce también vinos blancos como tintos. El 80% de la producción de la zona se utiliza para la industria de la destilación, 13% para uva de mesa y 7% para la generación de vinos. Al tratarse de un cultivo geográficamente tan amplio, se han originado un gran número de variedades y sub-variedades. Tan sólo entre las europeas se cuentan más de un centenar, las que difieren por un conjunto de características y propiedades, dependientes en gran medida del ambiente de cultivo. México no es la excepción, ya que se cultiva, una gran diversidad de variedades a lo largo de las diferentes regiones, con épocas de cosecha distintas, así como blancos y tintos. En términos generales, podemos señalar que el cultivo de uva, en nuestro país, no ha tenido un proceso homogéneo; por el contrario, la diferencia de variedades, climas y usos.

En la siguiente grafica se muestra la producción de uva teniendo mayores rendimientos en los años 2000 y 2006.

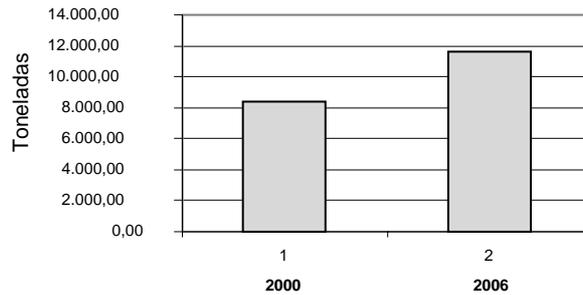


Figura.14 Volumen de producción de Uva en México en diferentes años.

4.2.3 FRAMBUESA

Los berries o frutillas, grupo al que pertenecen la zarzamora y la frambuesa, son productos agrícolas que han venido registrando un incremento sostenido en su cultivo, y una muestra es que en los primeros cuatro años de esta administración la producción de frambuesa prácticamente se triplicó, al pasar de mil 138 toneladas, en el año 2000, a tres mil 44 toneladas, en el 2004.

En todo el país, se estimó, tienen sembrada una extensión de 620 hectáreas de frambuesa y 450 hectáreas de fresa, aunque han incursionado con mayor fuerza en cultivos como zarzamora y arándano. La gran mayoría de los cultivos es bajo un esquema de agricultura convencional y en un plazo de cinco años tendrán un porcentaje del 25 por ciento de producción orgánica. En 2006 en Jalisco se han sembrado ocho hectáreas de frambuesa con este sistema. Los productores de esta variedad de “berrys” han desarrollado infraestructura y tecnología que les ha permitido ganar competitividad en el mercado.

Actualmente la asociación estratégica de los inversionistas y productores del campo en los estados de Michoacán, Jalisco, Baja California y Baja California Sur,

donde se ubican sus cultivos, les ha permitido exportar el 90 por ciento de su producción anual.

El Gerente de Producción de Berrymex en Jalisco, Hugo de la Garza, explicó que tan sólo la producción de fresa el año pasado fue de tres millones de kilogramos, y cuatro millones de kilogramos de frambuesa.

En la siguiente tabla muestra la producción de frambuesa el cual muestra únicamente producción para el año 2006.

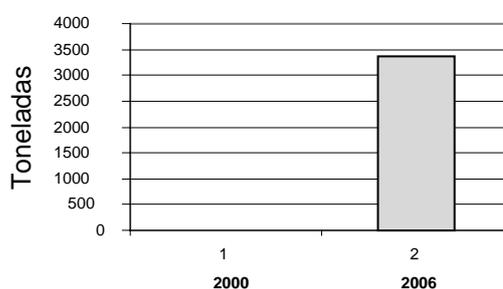


Figura 15 Volumen de producción de frambuesa en México en diferentes años

4.2.4 ZARZAMORA

Por su parte, la producción de zarzamora prácticamente se duplicó en este periodo, al pasar de 13 mil 534 toneladas, en el 2000, a 26 mil 696 en el 2004, siendo los estados de Michoacán, México, Guanajuato e Hidalgo los principales productores.

La calidad y el buen manejo fitosanitario ha permitido que la zarzamora de Michoacán se consolide en los mercados internacionales; de una producción superior a las 30 mil toneladas anuales, la tercera parte, cerca de 10 mil toneladas, se envían a los mercados de Estados Unidos, Inglaterra, Holanda, Italia, Alemania, Francia, entre otros, generando importantes divisas para los productores.

En los últimos cinco años la superficie sembrada en Michoacán ha aumentado en un 100 por ciento, en tanto la producción lo ha hecho en 180 %. En el 2000 era de 12 mil 985 toneladas, y en el 2005 fue de alrededor de 31 mil toneladas.

En Michoacán actualmente se siembran las variedades Brazos, Cerote, Comanche, Cheyene y Shawnee en una superficie de dos mil 872 hectáreas, principalmente en los municipios de Uruapan, Los Reyes, Ziracuaretiro, Ario de Rosales y Tacámbaro.

En la tabla siguiente muestra la producción de zarzamora el cual al igual que la frambuesa muestra producción solo en el año 2006.

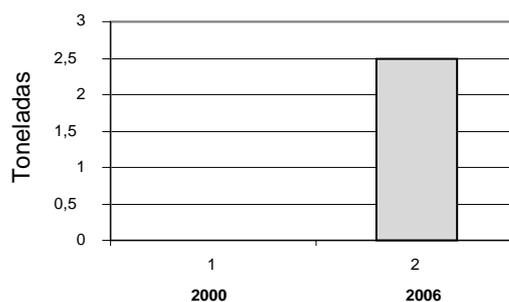


Figura 16 Volumen de producción de Zarzamora en México en diferentes años

4.2.5 FRESA

El principal estado productor de fresa es Michoacán, seguido de otras regiones del país, principalmente en Baja California y Guanajuato, que incursionan con éxito en la producción de esta hortaliza que tiene un futuro promisorio en el mercado norteamericano.

La producción de fresa en el país tuvo un incrementó de cerca del 400 por ciento al registrar dos mil 402 toneladas en el ciclo Otoño-Invierno 2005-2006,

avance significativo en comparación con lo cultivado el mismo periodo pero del 2004- 2005, que fue de 532 toneladas de esta hortaliza.

México pasó del lugar 9 en el 2000 al lugar 6 en el 2004 a nivel mundial de 72 países productores. Del 2001 al 2004 la superficie sembrada disminuyó porque se ha venido quitando superficie que han sido sembradas año con año y que su potencial productivo ha disminuido sobre todo en el estado de Guanajuato.

El incremento en el volumen de producción se debió principalmente a la planeación de la producción y el uso de agricultura por contrato con los comercializadores y exportadores con el compromiso de utilizar tecnología de punta que va desde el manejo del agua hasta el control de plagas y enfermedades conforme a normas internacionales, en los Estados de Baja California, Baja California Sur y en un 30% de la Superficie del estado de Michoacán. Otro factor es el incremento en el rendimiento por hectárea que pasó de 22.9 a 29.7 ton/ha.

La tabla muestra la producción de fresa el cual tiene diferencias en producción habiendo disminución para el año 2006.

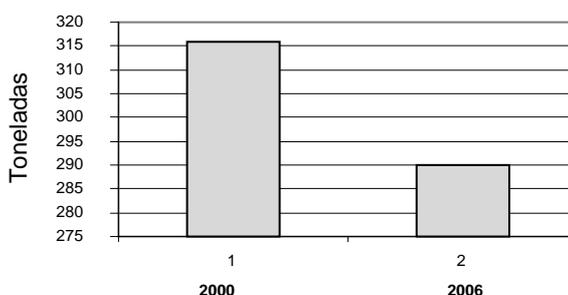


Figura 17 Volumen de producción de Fresa en México en diferentes años

4.2.6 CEREZA

En México se produce cereza y existen algunos árboles de guinda, sin embargo los huertos no aparecen reportados en los anuarios estadísticos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, por lo pequeño de las explotaciones y lo disperso de las mismas.

En la parte norte del país existen 30 hectáreas en producción y ocho en vías de entrar en producción, con rendimientos muy bajos de alrededor de 2 a 4 ton/ha. De las hectáreas en producción, más de veinte son árboles de 9 a 10 años y el resto son viejos, de más de 25 años.

En la parte central del país existen no más de 7-8 hectáreas, con bajos rendimientos y, aunque los árboles son relativamente jóvenes, no son explotados adecuadamente. No se encuentran agrupados en huertos, o en grupos de árboles. Los malos resultados obtenidos en estas áreas se deben, principalmente, a una mala planeación, patrones y variedades no adecuados, malos manejos en los huertos, material vegetativo de dudosa calidad, baja densidad de árboles por hectárea, polinizadores desfasados de las variedades básicas. En resumen, falta de estudios profesionales sobre la biología del cerezo y condiciones agroclimáticas.

Es claro que existen zonas de microclimas en diferentes estados del país, que reúne los requisitos para la explotación y desarrollo de huertos de cereza; estas zonas tienen diversas ventajas y desventajas.

Debe tenerse en cuenta que la elección de la zona para la producción de cereza, tiene que reunir los requisitos más importantes: más de 900 horas frío, una primavera cálida, con poco riesgo de heladas, sin lluvias en el verano (ya que la fruta se revienta), con suelos que no son arcillosos y tampoco arenosos, con PH neutro o poco ácido, nunca alcalino, rico en nutrientes, con patrones adecuados al tipo de suelo, y bajos requerimientos de horas frío, en lo general. Sin embargo la problemática es más compleja, y las condiciones ideales no se dan en la totalidad, por lo que la decisión de instalar huertos de cereza debe ser con base en estudios, análisis y experiencia del profesionalista, a fin de que los riesgos sean abatidos al mínimo.

El riesgo más grave en el cultivo de la cereza, y que puede llegar a comprometer más del 60% de la producción, es el relacionado a las condiciones climáticas durante la polinización, y el desfase entre los polinizadores y las variedades básicas.

Este riesgo se refiere a que, por ser el cerezo un árbol que necesita, para la formación de frutos, de polinización por abejas (entomofílico), de árboles diferentes al de la flor femenina, el proceso de la fecundación está directamente relacionado con las condiciones climáticas, y por capacidad de las abejas o insectos para lograr una buena producción; sin embargo, estas condiciones son cambiantes y ponen en grave riesgo la producción. Así, si llueve, hay frío, viento o niebla en el corto tiempo que dura la floración, las abejas disminuyen sus salidas, y por ende se reduce la producción.

Si a causa de las altas temperaturas se presenta una floración masiva, las abejas pueden no darse abasto para hacer la fecundación de las flores con vida activa del polen, y poner en riesgo la producción. Igualmente puede existir la posibilidad de que los árboles polinizados no florezcan al mismo tiempo que los

de la variedad básica, ocasionando retrasos en la polinización de uno o más días, y consecuentemente una considerable disminución en la producción.

La tabla de producción de cereza muestra únicamente producción de cereza para el año 2000 no muestra valores para el 2006 no se tienen reportes según la fuente siacon.

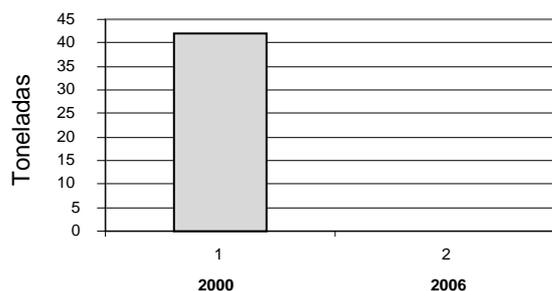


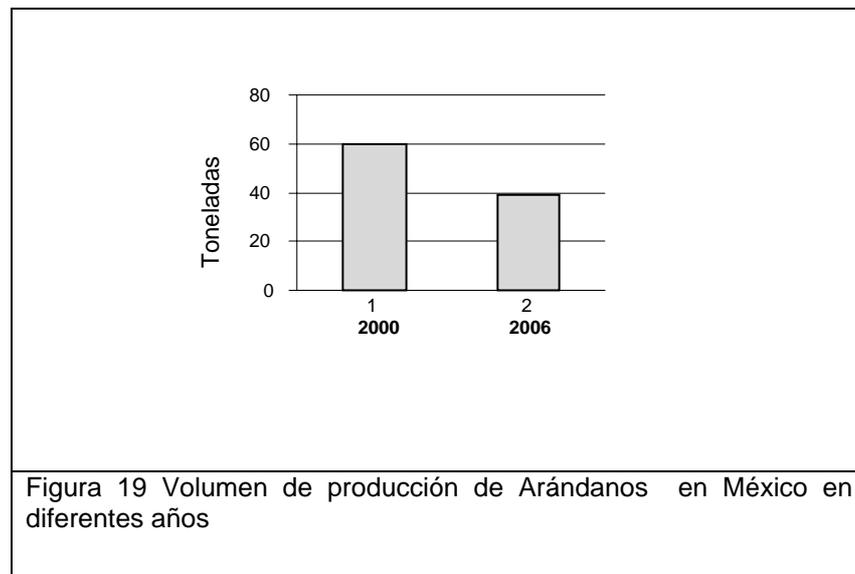
Figura 18 Volumen de producción de Cereza en México en diferentes años

4.2.7 ARÁNDANOS

La promoción del cultivo de arándanos en el campo jalisciense va en serio, tanto, que en noviembre próximo se pretende poner en marcha un vivero en la población de Usmajac (cerca de Sayula) de este cultivo de gran demanda en el mercado internacional. Este será el primer instrumento de un ambicioso programa para establecer cuatro mil hectáreas de esta fruta en la entidad, buscando participar con 12 por ciento de la oferta mundial.

Actualmente hay pequeñas plantaciones de arándano en forma experimental en los municipios de Tuxpan, Zapotiltic y Jocotepec, en éste último de parte de la empresa Berrymex y que se venden con la marca de Driscolls.

La tabla siguiente muestra la producción del arándano el cual tiene poca producción teniendo su producción básicamente en Jalisco donde se están instalando programas para su producción.



4.2.8 Reflexión sobre las fuentes potenciales de elagitaninos y ácido elágico

De acuerdo a lo anteriormente descrito existen una buena cantidad de fuentes de elagitaninos es necesario remarcar que es necesario hacer algunas modificaciones genéticas tal es el caso de la frambuesa, el arándano y la grosella que requieren otro tipo de clima al que tenemos aquí, para las demás frutas se requerirá mas que nada conocimientos sobre sus cuidados que estas requieren debido a que algunas bayas no son cultivadas para producir sino que estas crecen solas tal es el caso de la mora y en algunos casos la cereza En resumen, falta de estudios profesionales sobre la biología del cerezo y mora y condiciones agroclimáticas, lo que es de gran importancia otras se cultivan con el propósito principal de exportación como la fresa y la uva; poca es la producción que se contempla para el consumo nacional dándosele la mayor importancia a la exportación lo cual es el punto clave para la producción de tales bayas.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

De las bayas anteriormente mencionadas el cultivo del arándano se cultiva muy poco en México siendo Jalisco el único estado que menciona tener pocos avances en cuanto a la producción de arándano un cultivo que es atractivo para producción teniendo un valor monetario viable ya que 150 gramos de esta fruta puede llegar a tener un precio alrededor de 4 dólares de ahí la necesidad de cultivar este fruto pero no solo por el valor que puede llegar a adquirir en el mercado si no por su valor nutricional y/o preventivo que este llegase a tener, otro cultivo que tiene problemas es el de la frambuesa este debido a su clima, las otras bayas se encuentran distribuidas en varias regiones del país estas bayas no son la única fuente de elagitaninos hay otras fuentes como los son fuentes vegetales cuyos contenidos de elagitaninos y ácido elágico no han sido cuantificados, solamente cualificados los estudios se han enfocado más a bayas que a vegetales por lo que no se ha visto cantidades de ácido elágico solo si estas contienen elagitaninos o no.

México posee condiciones favorables para la producción de frutas sin embargo las que produce las exporta, muy poca es para el consumo humano, no se tiene conocimiento de los beneficios que estas aportan realmente, solo se consumen por el agrado hacia las frutas.

Según los estudios que se han hecho sobre elagitaninos y ácido elágico demuestran que son parte importante de las frutas que consumimos localizada en la pared celular estos compuestos han demostrado ser benéficos teniendo importancia principalmente por ceder electrones lo cual acapara los radicales libres el cual toma protegiéndolo de esta manera en contra de enfermedades tales como cáncer, colesterol (LDL), enfermedades cardiovasculares, gastrointestinales, enfermedad de Parkinson entre otras. El ácido elágico para poder ser asimilable deber de ser sintetizado primero por la planta combinado con glucosa.

En cuanto a la extracción esta debe de hacerse en corto tiempo con temperaturas bajas ya que de hacerse a temperaturas altas y en corto periodo de tiempo pueden perderse debiendo tener en cuenta también el estado de maduración de la fruta; Así como los métodos empleados para la extracción e inclusive el método de conservación ya que si se conservó en refrigeración por un buen tiempo estas tienen perdidas en el contenido de ácido elágico.

GLOSARIO

1. **Bayas.-** son pequeñas, jugosas, y de un color brillante que se pone en contraste con su fondo para hacerlos más sensibles a los animales que los dispersan ayudando así a dispersar las semillas de la planta.
2. **Diuresis.-** formación y [excreción](#) de la orina.
3. **Reumatismo.-** enfermedad que se manifiesta generalmente por inflamaciones dolorosas en las partes musculares y fibrosas del cuerpo.
4. **Colesterol.-** es un [lípid](#) que se encuentra en los tejidos corporales y en el [plasma sanguíneo](#) de los [vertebrados](#). Se presenta en alta concentraciones en el [hígado](#), [médula espinal](#), [páncreas](#) y [cerebro](#).
5. **Cáncer.-** el cáncer tiene características como son la alteración morfológica y funcional seguida de la proliferación descontrolada no siempre acelerada de las [células](#) de un [tejido](#) que invaden, desplazan y destruyen, localmente y a distancia, otros tejidos sanos del organismo. En otras palabras, cáncer es la palabra que se emplea para definir un grupo de enfermedades con un denominador común: la transformación de la célula normal en otra que se comporta de manera muy peligrosa para el cuerpo humano.
6. **Diabetes.-** es un desorden del metabolismo, el proceso que convierte el alimento que ingerimos en energía. La insulina es el factor más importante en este proceso. Durante la digestión se descomponen los alimentos para crear glucosa, la mayor fuente de combustible para el cuerpo. Esta glucosa pasa a la sangre, donde la insulina le permite entrar en las células. (La insulina es una

hormona segregada por el páncreas, una glándula grande que se encuentra detrás del estómago). En personas con diabetes, una de dos componentes de este sistema falla:

1.- El páncreas no produce, o produce poca insulina.

2.- Las células del cuerpo no responden a la insulina que se produce.

7. **Gastroenteritis.**- es una inflamación del estomago o de los intestinos.
8. **Hemorroides.**- son venas que están en el ano y que cuando se dilatan se convierten en varicosidades (similares a las varices en las piernas), pueden molestar.
9. **Colitis.**- es la infección o inflamación del colon, que con frecuencia se extiende al intestino delgado.
10. **Furúnculos.**- Los Furúnculos son un problema de la piel que se inicia como una prominencia ligeramente roja y muy dolorosa, después crece y se acentúan los síntomas. Los Furúnculos se llenan de pus amarillenta ocasionando dolor hasta que se expulsa el centro mismo.
11. **Enfermedad febril.**- es la elevación de la temperatura corporal de forma anormal, que se acompaña de escalofríos, malestar general.
12. **Psoriasis.**- La psoriasis no es una enfermedad contagiosa. Afecta tanto a piel como a mucosas, y en ocasiones se asocia a [artritis](#). Su amplia variabilidad de lesiones hace necesaria una clasificación con fines docentes, pronósticos y terapéuticos.
13. **Fitoalexinas:** sustancia producida por las plantas como mecanismo de defensa natural para combatir infecciones. Las Fitoalexinas son sustancias tóxicas para las bacterias y hongos.

CAPÍTULO 6

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. **Adzet T, Camarasa J, Laguna JC.** Hepatoprotective activity of from *Crataegus monogyna Jacq.* on different acute inflammation models in rats and mice. Leucocyte migration and phospholipase A-2 inhibition. *J. Pharm. Pharmacol.* 1997, 49(3):329-331.
2. **Aguilera-Carbo, A.; García-Agustince, C.A.; Belmares, R.E. y Aguilar, C.N.** (2005). Efecto inhibitorio del ácido elágico obtenido de cáscaras de granada (*Punica granatum*) y gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre diferentes microorganismos patógenos. **Congreso Internacional de Inocuidad Alimentaria**. Biblioteca Magna "Raúl Rangel Farias". Universidad Autónoma de Nuevo León 12-14 octubre, 2005-11-06, Monterrey, NL, México.
3. **Aherne SA y O'Brien NM.**: Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. *Nutrition*, 2002, 18:75-81.
4. **Ali Shtayeh MS, Gheib SIA** Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes. *Mycoses* 1999, 42(11-12):665-72.
5. **Alberto, M. R., Gomez-Cordovés, C., Manca de Nadra, M., C.** (2004) Metabolism of Gallic acid and Catechin by *Lactobacillus hilgardii* from wine. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6465-6569
6. **Amakura Y. and Okada M.** 2000. Determination of phenolic acids in fruits juices by isocratic column liquid chromatography. *Journal of chromatography A.* (891) 183-188.
7. **Ascacio-Valdes Juan Alberto** 2007. obtencion de acido elagico de Fuentes no convencionales 1-69
8. **Bahorun T et al.** Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung/Drug-Research* 1996 46(11):1086-1089.
9. **Barret B, Vohmann M, Calabrese C.** Echinacea por upper respiratory infection. *J. Farm. Pract.* 1999, 48(8):628-35.
10. **De Vos, R.** ' Increased antioxidant activity of high flavonol tomatoes '. En: Nutritional Enhancement of Plant Foods in Europe (NEODIET) Meeting, Murcia, Febrero 1999.
11. **Benigni, R; Capra, C; Cattorini, P.** Piante Medicinali. Chimica, Farmacologia e Terapia. Milano: Inverni & Della Beffa, 1962, pp. 931-6.
12. **Bézanger-Beauquesne, L; Pinkas, M; Torck, M.** Les Plantes dans la Therapeutique Moderne. 2^a. Paris: Maloine, 1986, pp. 353-4.
13. **Bézanger-Beauquesne, L; Pinkas, M; Torck, M; Trotin, F.** Plantes Médicinales des Regions Tempérées. Paris: Maloine, 1980, pp. 222.
14. **Bhandari U, Sharma JN, Zafar R.** The protective action of ethanolic ginger (*Zingiber officinale*) extract in cholesterol fed rabbits. *J. Ethnopharmacol.*, 1998 61(2): 167-71.

15. **Bhat T. K., Singh B. and Sharma O. P.** (1998). Microbial degradation of tannins – A current perspective. *Biodegradation* 9: 343-357.
16. **Bravo L.** Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev.* 1998 Nov; 56(11):317-33.
17. **Brune, A. and Schink, B.** (1992). Phloroglucinol pathway in the strictly an aerobic *Plelobacter acidigallici*: fermentation of trihydroxybenzenes to acetate via triacetic acid. *Arch. Microbiol.* 157: 417-424.
18. **Clifford M. N. and Scalbert A.** 2000. **Review:** Ellagitannins-nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci Food Agric* (80) 1118-1125.
19. **Clifford AJ, et al.** (1996) Delayed tumor onset in transgenic mice fed an amino acid-based diet supplemented with red wine solids. *Am J Clin Nutr* 64:748; ElAttar TMA, Virji AS (1999) the Effect of Red Wine and its Components on Growth and Proliferation of Human Oral Squamous Carcinoma Cells.
20. **Contreras-Dominguez, M., Guyot S., Marnet, N., Le Petit, J., Perraud-Gaime, I., Roussos, S., Augur, C.** (2006) Degradation of Procyanidins by *Aspergillus fumigatus*: Identification of a novel aromatic ring cleavage product. *Biochimie.* 88: 1899-1908
21. **Cruz-Hernandez, M., A.** (2002). Aislamiento y caracterización de cepa(s) fúngica(s) degradadora(s) de Polifenoles. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Coahuila, México. pp 22-25.
22. **D'Mello, J.P.F.** ' Toxic compounds from fruit and vegetables '. In *Phytochemistry of Fruit and Vegetables*; Tomás-Barberán, F.A., Robins, R.J., Eds.; Clarendon Press: Oxford, 1997. p. 331-351.
23. **Deschamps, A. M.** (1989). Microbial degradation of Taninns and related compounds. In Lewis, N. G. and Paice, M. G (eds) *Plant Cell Wall Polymers Biogenesis and Biodegradation*. American Chemical Society, Washington, D. C. pp 559-566.
24. **DePrimo SE, Shinghal R, Vidanes G, Brooks JD:** Prevention of prostate cancer. *Hematol Oncol Clin North Am* 2001;15:445-457. Schmitz-Drager BJ, Eichholzer M, Beiche B, Ebert T: Nutrition and prostate cancer. *Urol Int* 2001;67:1-11.
25. **Fröhlich, B., Niemetz, R., Gross, G. G.** (2002). Gallotannin biosynthesis: two new galloyltransferases from *Rhus typhina* leaves preferentially acylating hexa- and hepta-galloylglucose. *Planta.* 216: 168-172.
26. **Griffiths CE, Barker JN.** Pathogenesis and clinical features of psoriasis. *The Lancet* 2007 Jul 21; 370(9583): 263-71.
27. **Hagerman A.** 2002. Tannin chemistry ("tannin handbook). Miami University Oxford, USA.
28. **Hayashi, T.; Maruyama, H.; Kasai, R.; Hattori, K.; Takasuga, S.; Hazeki, O.; Yamasaki, K.; Tanaka, T.** (2002) Ellagitannins from *Lagerstroemia speciosa* as Activators of glucose Transport in Fat Cells. *Planta Med.* 68:173-175.
29. **Higuchi, T.** (1986). Catabolic pathways and role of lignases for the degradation of lignin substrates models by white-rot fungi. *Wood Res.* 73: 58-81.
30. **Le Floch, E.** Contribution a une Etude Ethnobotanique de la Flore Tunisienne. Imprimerie Officielle de la République Tunisienne, 1983, pp.170-1.
31. **Lei Z.** 2001. Use of methanolysis for the determination of total ellagic and gallic acid contents of woods and food products. *J. Agric. Food chem.* (49) 1165-1168.
32. **López, S. M., Triana, M. J., Pérez, G. F. J., Torres, P. M. E.** (2005). Métodos Físico de separación y purificación de sustancias orgánicas. 1ª Ed. Universidad Las Palmas de Gran Canaria. pp 4-23.

33. **Khanbabaee, K., van Ree, T.** (2001). Tannins: Classification and definition. *Nat. Prod. Rep.* 18: 641-649.
34. **Medina Morales.** producción de antioxidantes de residuos de nuez pecanera bajo condiciones de fermentación fúngica en medio solido y sumergido 2007, pp. 81
35. **Makkar, H. P. S., Becker K.** (1997). Adaptation of cattle to tannins: role of proline-rich proteins in oak feed cattle. *Anim Sci.* 67: 277-281.
36. **Mercado-Martínez D.** Cambios en el contenido de polifenoles presentes en plantas del semidesierto Mexicano utilizando cepas de *Aspergillus niger* y su evaluación *In vitro* como posible alimento para el ganado. Tesis licenciatura U. A. de C.
37. **Niemetz, R., Gross, G. G.** (2003b). Oxidation pentagalloylglucose to the ellagitannin, tellimagrandin II, by a phenol oxydase from *Tellima grandiflora* leaves. *Phytochem.* 62: 301-306.
38. **Notka, F.; Meier, G.; Wagner, R.** (2004). Concerted inhibitory activities of *Phyllanthus amarus* on HIV replication in vitro and ex vivo. *Antiviral Research.* 64:93-102.
39. **Odenyo, A. A., Bishop, R., Asefa, G., Jamnadass, R., Odongo, D., Osuji, P. O.** (2001). Characterization of tannin-tolerant bacterial isolates from east African ruminants. *Anaerobe* 7: 5-15.
40. **Ruibal J. I.** 2003. Inhibición de la replicación del virus de inmunodeficiencia humana por extractos de taninos de *Pinus caribaea morelet*. *Revista Cubana de Farmacología.* (2) 37p.
41. **Seeram N. and Lee R.** 2005. Rapid large scale purification of ellagitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry. Separation and purification technology. (41) 49-55.
42. **Seeram N. P.; Aronson W. J.; Zhang Y. ; Henning S. M.; Moro A. ; Lee R. ; Sartippour M. ; Harris D. M.; Rettig M. ; Suchard M. A.; Pantuck A. J.; Bellegrun A. ; Heber D. J.** *Agric. Food Chem* Pomegranate Ellagitannin-Derived Metabolites Inhibit Prostate Cancer Growth and Localize to the Mouse Prostate Gland. (2007); 55(19); 7732-7737.
43. **Skibola, C.F.; Smith, M.T.** ' Potential health impacts of excessive flavonoid intake '. *Free-Radic-Biol-Med* 2000, 29,375-383.
44. **Steinmetz, K.A.; Potter, J.D.** ' Vegetables, fruit, and cancer prevention: A review '. *J.Am.Diet.Assoc.* 1996, 96,1027-1039.
45. **Tour, U., Winterhalter, K., Fiechter, A.** (1995). Enzymes of white-rot fungi involved in lignin degradation and ecological determination for wood decay. *J. Biotechnol.* 41: 1-17.
46. **Vattem D. A. and Shetty K.** 2003. Ellagic acid production and phenolic antioxidant activity in cranberry pomace (*Vaccinium macrocarpon*) mediated by *Lentinus edodes* using a solid-state system. *Process Biochemistry.* 39:367-379.
47. **Vattem D. A. and Shetty K.** 2003. Solid-state production of phenolics antioxidants from cranberry pomace by *Rizhopus oligosporus*. *Food biotechnology* (3) 189-210.
48. **Villarreal-Lozoya, J. E., Lombardini, L., Cisneros-Zevallos, L.** (2007) Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecanera [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. *Food Chemistry.* 102: 1241-1249.
49. **Villareal, A. M., Dominguez, X. A.** (1988). Citlaltirione, a new diterpene from *Jatropha dioica* var. *Sessiliflora*. *Natural Products.* 51(4): 749-753.

50. **Williner, M. R., Pirovani, M. E., Güermes, D. R.** (2003) Ellagic acid content in strawberries of different cultivars and ripening stages. *J. Sci. Food Agric.* 83: 842-846
51. <http://es.wikipedia.org/wiki/Flavonoides>
52. <http://es.wikipedia.org/wiki/Antraquinona>.
53. <http://www.geocities.com/mylamberts/COLLADEEN.html>
54. <http://www.xango.com.mx/learn/xanthones.html>
55. <http://www.botanical-online.com/medicinalescatequinas.htm>
56. http://www.google.com.mx/search?q=metodo+de+hplc+en+acido+elagico&hl=es&lr=lang_es&start=10&sa=N
57. <http://www.sagarpa.gob.mx>
58. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/>
59. www.chapingo.mx/ciestaam
60. http://www.cibernetia.com/tesis_es/CIENCIAS_TECNOLOGICAS/TECNOLOGIA_INDUSTRIAL/1
61. www.zonadiet.com/alimentacion/antioxidantes-naturales.htm
62. www.wikipedia.org/wiki/antioxidante
63. <http://www.hipernatural.com/es/pltgranada.htm> (2 of 4)09/02/2005 05:59:23 a.m. GRANADA (*Punica granatum*)
64. <http://www.casapia.com/informaciones/Fitoquimicos-Nutrientes-Futuro/Fenoles.htm>
65. http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/lb/ara/2002/ago_02.pdf