



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**LOS METABOLITOS SECUNDARIOS EN LOS ALIMENTOS  
VEGETALES COMO NUTRIENTES ESENCIALES EN LA  
ALIMENTACION DEL SER HUMANO**

**SEMINARIO DE TITULACIÓN  
TÓPICOS SELECTOS EN BIOLOGÍA**

**TESINA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**BIÓLOGO**

**PRESENTA**

**MA. ANGELES GUERRERO ALVAREZ**

**DIRECTORA DE TESINA**

**DRA. C. TZASNÁ HERNÁNDEZ DELGADO**

**OCTUBRE 2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO que hizo de mi una gran profesionalista y que gracias a su formación se me han abierto tantas puertas por lo que me siento muy orgullosa de ser parte de la familia UNAM.

“por mi raza hablará el espíritu”

A todos mis maestros que siempre me brindaron sus conocimientos y fueron forjando en mi el carácter necesario para ser una buena bióloga, gracias por su paciencia y por estar en mi camino.

A todos mis compañeros de generación con los que compartí momentos inolvidables al mismo tiempo que íbamos aprendiendo nos divertíamos, una etapa de mi vida que nunca olvidaré.

Al Dr. Sergio Cházaro por ser un extraordinario director, por abrir los seminarios de titulación por darme la oportunidad de poder titularme a pesar de todos los tropiezos que he pasado. Muchas gracias por su apoyo incondicional.

A todos los maestros del seminario por su paciencia, por animarnos a salir adelante y por compartir sus experiencias, gracias, aprendí mucho, me hicieron sentir muy orgullosa de ser bióloga. Gracias por su increíble motivación.

A la Dra. Tzasná Hernandez por ser una maravillosa directora de tesis, por compartir conmigo su tiempo y su entusiasmo por la vida. Nani, mil gracias por todo.

## **DEDICATORIAS**

**Papa:** No tengo palabras para describir todo lo que siento por ti, nunca acabaría de agradecer todas tus enseñanzas y todo lo que has hecho por mí, gracias por tu apoyo incondicional durante mis años de estudio y sobre todo por todo lo que hiciste para lograr terminar este reto y poder titularme.

**Mamá:** Nunca voy a olvidar cuando me hacías el desayuno para llevar, la comida que siempre tenías lista cuando llegaba de clases, gracias por prestarme tu cocina y toda la casa para mis experimentos y hasta aguantar esos malos olores. Agradezco más aún en esta última etapa el que me ayudaras tanto a cuidar a mis bebés y el ánimo que me dabas para lograr titularme, madre te amo demasiado y gracias por ser quien eres.

**Marcos:** Me siento sumamente afortunada por tener un hijo tan maravilloso como tú, gracias por contagiarme con toda tu energía, por darme fuerzas para no rendirme y poder levantarme cada vez que me sentía perdida. Gracias por llevarme al camión y recogerme en el aeropuerto y sobre todo gracias por tu mochila que me acompañó en todo momento como si tu estuvieras a mi lado, te amo con todo mi corazón, esta va por ti.

**Demián:** Te adoro con todas mis fuerzas, gracias por no quejarte porque siempre estoy trabajando, estudiando y viajando tanto, espero poder inspirarte a que seas un buen estudiante y así puedas desarrollar tu increíble creatividad, gracias por compartir tu inmensa imaginación, que siempre me recuerda que los sueños se pueden hacer realidad.

**Fam. Calvillo Ortiz:** Luz, gracias por tu ayuda incondicional y por todo tu cariño, eres muy especial para mí. Martha, gracias por prestarme tu cama para poder titularme, eres genial, te quiero mucho. Jesús, gracias por llevarme a Iztacala a tempranas horas de la mañana, Carlo, gracias por darme ánimos. Gracias por todo lo que hicieron por mí.

**Raúl y Larissa:** Gracias por recordarme que siempre se puede salir adelante, gracias por motivarme a titularme, más vale tarde que nunca, gracias por su cariño.

**Rosario:** Amiga, no sé que hubiera hecho sin tu ayuda, después de tantos intentos, por fin lo logramos, gracias por tu amistad, tu cariño y tu apoyo incondicional.

**Dr. Willman y Ninfa:** Agradezco con todo mi corazón todo el apoyo que me han brindado siempre, hasta en los momentos más difíciles de mi vida, y gracias por su entusiasmo que me animó a trabajar duro y titularme.

**Compañeros del seminario de titulación:** Gracias a todos por compartir sus experiencias, cada uno de ustedes me enseñó algo y eso nunca se olvida. Les deseo lo mejor, que tengan éxito en todo lo que hagan pero sobre todo que sean muy felices.

## **INDICE GENERAL**

Resumen .....	6
Introducción .....	6
Objetivo general .....	7
Objetivos particulares .....	7
Metodología .....	8
Capitulo I.	
Las plantas y los metabolitos secundarios .....	8
Terpenoides .....	10
Alcaloides .....	12
Compuestos fenólicos .....	12
Capitulo 2.	
Requerimientos nutricionales del ser humano .....	14
Nutrientes que aportan energía .....	14
Nutrientes que no aportan energía .....	15
Capitulo 3.	
Función de los fitonutrientes en el organismo humano .....	18
Capitulo 4.	
Recomendaciones de la ingesta de fitonutrientes en la dieta .....	22
Capitulo 5.	
Fuentes alimenticias y beneficios de fitonutrientes .....	26
Conclusiones .....	27
Bibliografía .....	29

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Biosíntesis de metabolitos secundarios	10
Figura 2.	El plato del bien comer	16
Figura 3.	Respuesta a la dosis de nutrientes	23

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.	Mecanismos propuestos para los fitonutrientes en la prevención del cáncer	19
Tabla 2.	Metabolitos primarios y secundarios de los vegetales con propiedades nutritivas	25

## **RESUMEN**

Existen miles de suplementos vitamínicos en el mercado y se promociona que se deben tomar todos los días para mejorar la salud, prevenir enfermedades y hasta retrasar el envejecimiento y contradictoriamente se ha demostrado que esta situación no favorece la buena nutrición, por el contrario se está asociando a daños orgánicos importante. Además desafortunadamente se ha relegado el consumo de alimentos frescos. es por esto que se debe empezar a promover el consumo de fuentes vegetales combinando todo tipo de frutas, verduras y granos enteros ya que los compuestos bioactivos que poseen hacen sinergia unos con otros dando excelentes beneficios a la salud y demostrando que pueden disminuir el estrés oxidativo especialmente después de los 40 años. El objetivo de esta tesina es determinar la naturaleza de los fitoquímicos comprobando que definitivamente se deben preferir los alimentos naturales sobre los productos industriales y farmacológicos.

## **INTRODUCCIÓN**

Desde civilizaciones muy antiguas, el ser humano ha utilizado a las plantas para curar enfermedades y aún en la actualidad la medicina tradicional sigue vigente étnicamente en el mundo y en nuestro país (Bruneton,1991).

Ya existe suficiente evidencia científica que ha estado suportando las prácticas de la herbolaria en donde se han aislado e identificando varios compuestos activos que tienen efectos curativos como antimicrobianos, antiinflamatorios, antihipertensivos, anticarcinógenos, en enfermedades de las vías respiratoria y urinarias, etc. De hecho los vegetales se han utilizado como fuente primaria para aislar fármacos utilizados en la medicina alópata. En la actualidad se está reconociendo la utilidad de las plantas medicinales, pero aún se debe definir como aprovecharlas óptimamente ya que se afronta el problema de que los compuestos activos que se presentan en las plantas medicinales se encuentran en mínimas cantidades (Casadesu et al,2002; DiSilvestr, et al 1999; Katz, 2001).

Además de las funciones curativas ampliamente conocidas y utilizadas de las plantas, los vegetales forman parte esencial de la alimentación del ser humano porque son la fuente principal de las vitaminas y minerales que nuestro cuerpo requiere. Conjuntamente con

los estudios fitoquímicos, las ciencias nutricionales en sus investigaciones han observado que los alimentos vegetales aportan a la dieta diaria compuestos activos diferentes a las vitaminas y minerales, que al consumirlos no solo sustentan la vida sino que mejoran la salud, incrementan la eficacia del sistema inmune e inclusive pueden prevenir enfermedades causadas por el estrés oxidativo. Es así que los vegetales juegan un papel importantísimo en la prevención de enfermedades (Whitney et al, 2003).

La nutrición junto con otras disciplinas (genética, fitoquímica, medicina, etc.), están investigando y promoviendo el consumo de vegetales, frutas y granos enteros en combinaciones mixtas, tratando de evitar el consumo y abuso de alimentos industrializados y de suplementos vitamínicos. Nuevas funciones de los micronutrientes son estudiados tanto en las plantas étnicas tradicionales y extractos de hierbas como las frutas y verduras. Se piensa que son compuestos activos característicos contenidos en estos alimentos, a los que se les denomina en la actualidad “fitonutrientes” (Buchanan 2000; McKee, 2003, Mataix, 1999).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar el papel que juegan los metabolitos secundarios en la nutrición del ser humano.

### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

1. Describir la naturaleza de los metabolitos secundarios.
2. Asociar las propiedades de los metabolitos secundarios con las necesidades nutricionales del ser humano.
3. Determinar la función de los metabolitos secundarios dentro del organismo.
4. Confirmar que la mejor fuente nutricional de los metabolitos secundarios en la alimentación humana son los alimentos vegetales naturales.



## **METODOLOGÍA**

Se realizó una investigación bibliográfica que incluyó la búsqueda de artículos científicos de revistas especializadas, consulta de libros de texto así como una investigación sobre los temas tratados en internet. Se consultaron además los sitios web de organizaciones internacionales y nacionales para las recomendaciones nutricionales actuales. Se procedió a revisar toda la bibliografía para abstraer la información y poder cumplir con los objetivos planteados.

## **CAPITULO 1.**

### **LAS PLANTAS Y LOS METABOLITOS SECUNDARIOS.**

Durante toda su existencia el ser humano se a alimentado de productos vegetales, incluso han sido la base de la alimentación de muchas culturas. Es por tanto bien sabido que los alimentos vegetales son indispensables para el desarrollo, crecimiento y el mantenimiento de la salud de los seres humanos (Bruneton,1991).

Desde hace muchos años se conoce que las frutas y verduras nos aportan nutrientes esenciales como las vitaminas y minerales, mas adelante se incluyeron los productos de granos enteros y actualmente se ha estado hablando de otros compuestos, sustancias pequeñas (diferentes a las vitaminas y minerales), encontradas en las plantas que aportan importantes beneficios para la salud (Shils, 1999).

Se empezó a incluir estos compuestos activos de los alimentos naturales, en el grupo de vitaminas y minerales pero a raíz de estudios más profundos y específicos existe hoy en día, la tendencia de crear un nuevo grupo de nutrientes denominado “fitonutrientes” (Hasler,1998).

Para entender estas moléculas revisaremos, a grandes rasgos, el metabolismo de las plantas con el objetivo de determinar la naturaleza de los fitonutrientes.

El metabolismo de las plantas se divide en dos:

1. El metabolismo primario
2. El metabolismo secundario

El metabolismo primario se refiere a todas las rutas metabólicas que transforman y utilizan energía para que la planta pueda crecer, desarrollarse, mantenerse, reproducirse adecuadamente. Obviamente aquí se incluye la fotosíntesis, la síntesis de glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, poliaminas, citocromos, clorofilas, ácidos orgánicos, fitoesteroles y diversos intermediarios metabólicos de vías tanto anabólicas y catabólicas. Todos los productos del metabolismo primario participan directamente en el sustento de la vida de la planta (Buchanan et al., 2000).

En cuanto al metabolismo secundario se puede decir que es muy particular del reino vegetal. Las plantas al igual que los hongos, tienen la capacidad de producir sustancias que no son esenciales para su supervivencia. Estas sustancias son denominadas metabolitos secundarios. Estos compuestos no parecen participar directamente en el desarrollo y bienestar de la planta. Sin embargo, los metabolitos secundarios juegan un papel muy importante en la defensa de las plantas, involucradas en interacciones claves entre las plantas y su medio ambiente tanto abiótico como biótico (Facchini et al., 2000). Los metabolitos secundarios también pueden participar como agentes alelopáticos, que son sustancias que inhiben la germinación, es decir, permiten la competencia entre especies vegetales (Gibson, 2002).

Las células vegetales producen una vasta cantidad de productos secundarios, muchos de estos productos son tóxicos y generalmente se almacenan en vesículas específicas o en las vacuolas. Muchos estudios indican que este tipo de almacenaje de los productos secundarios sirven por un lado para que la planta se desintoxique por sí sola, generando por otro lado un reservorio de moléculas ricas en nitrógeno, es así, que por el contrario de los animales, las plantas no excretan sus desperdicios (Botany online, 2003). No todas las plantas producen y almacenan metabolitos secundarios, estos compuestos son específicos de ciertas familias, géneros o especies, es decir, se distribuyen en ciertos grupos taxonómicos (Buchanan, 2000).

El primer paso en la producción de metabolitos secundarios incluye la formación de una enzima en un punto clave de ramificación, la cual dirige cierta cantidad de metabolitos primarios hacia el metabolismo secundario (Edwards & Gatehouse, 1999). El metabolismo secundario requiere de pasos claves para oxidar una molécula. Las reacciones oxidan compuestos que son comúnmente catalizados por dioxigenasas, las cuales son enzimas del grupo hemo que utilizan el oxígeno y un grupo cetoglutarato en

las reacciones de oxidación liberando CO<sub>2</sub> y glutamato. Otro paso común en la biosíntesis del metabolismo secundario es la metilación de ácidos carboxílicos, grupos amino e hidroxilos los cuales pueden reaccionar espontáneamente y formar productos que no son deseados por la planta (Gibson, 2002). En base a las rutas metabólicas de las células vegetales de donde se derivan los productos secundarios (Figura 1), se clasifican en 3 grandes grupos:

1. Terpenoides
2. Alcaloides
3. Fenólicos

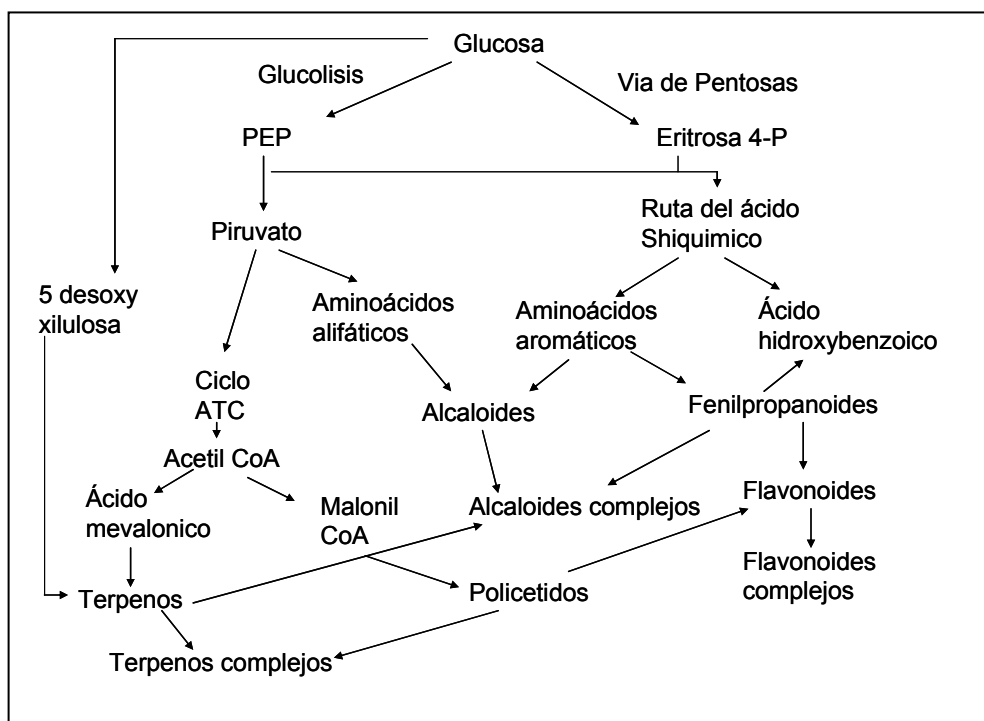


Figura 1. Biosíntesis de metabolitos secundarios (Gibson, 2002).

## TERPENOIDES

Son derivados de un precursor de 5 átomos de carbono, el isopentenil difosfato (IPP). Los terpenos incluyen un gran número de moléculas con estructuras muy diversas. Químicamente su estructura está conformada por la repetición de la fusión ramificada de unidades de 5 carbonos (esqueleto isopentano) llamado ISOPRENO (McKee,2003).

Los terpenos se clasifican según el número el número de unidades isopreno:

1. HEMITERPENOS, tienen sólo una unidad isopreno, el cual participa en la producción de ozono de la troposfera.
2. MONOTERPENOS, contienen 2 unidades isopreno (C<sub>10</sub>), son compuestos volátiles de las flores y los aceites esenciales de hierbas y especias.
3. SESQUITERPENOS, su estructura contiene 3 unidades isopreno (C<sub>15</sub>), se encuentran en aceites esenciales.
4. DITERPENOS, son moléculas con 4 unidades isopreno (C<sub>20</sub>), un ejemplo es el fitol que es el lado hidrofóbico de la clorofila.
5. TRITERPENOS, se producen por la unión entre cabezas de 2 sesquiterpenos (C<sub>30</sub>).
6. TETRATERPENOS, moléculas de 8 unidades terpeno (C<sub>40</sub>), incluyen pigmentos esenciales de la fotosíntesis.
7. POLITERPENOS, son todos los terpenos que contengan más de 8 unidades isopreno en su estructura, son moléculas grandes como la plastoquinona y la ubiquinona, que intervienen en rutas de transferencias de azúcares.

Es importante mencionar otro grupo en donde algunos alcaloides como el vincristino y el visblastino son anticarcinógenos que contienen fragmentos de terpenoides. Los terpenoides se asocian en la presencia de estructuras anatómicas muy especializada. Las plantas, las flores, almacenan y emiten terpenoides para inducir la polinización por insectos ([www.ific.org](http://www.ific.org)).

Dentro de los distintos tipos de terpenoides encontramos un grupo de metabolitos secundarios muy relacionados con la nutrición, estos son los esteroides, considerados fitonutrientes (Whitney et al, 2003).

Los esteroides vegetales se forman a partir del escualeno, igual que los esteroides animales. Los esteroides y estanoles vegetales son componentes esenciales de sus membranas celulares (McKee,2003). Los esteroides se encuentran en cantidades muy pequeñas en muchas frutas, vegetales, oleaginosas, semillas, cereales, leguminosas y aceites vegetales. Los estanoles se encuentran en cantidades todavía más pequeñas prácticamente en las mismas fuentes (Mattson,2008).

## **ALCALOIDES**

Los alcaloides son los únicos productos del metabolismo secundario de las plantas que contienen nitrógeno en su estructura. La biosíntesis de estas sustancias se basa casi siempre en el metabolismo de algunos aminoácidos como la ornitina, lisina, fenilalanina, tirosina, triptófano, histidina y ácido antranílico, los cuales pueden reaccionar con otros productos elementales del metabolismo general de las plantas (Bruneton, 1991).

Los alcaloides se han utilizado por cientos de años como drogas, purgativos, sedativos, para la tos, como fármacos entre otras utilidades. Se creó que los alcaloides juegan un papel muy importante en el papel de defensa química para las plantas. Existen dos grupos definidos muy bien estudiados: 1. Alcaloides pirrolizidínicos y 2. Alcaloides quinolizidínicos. Algunos ejemplos de alcaloides muy conocidos tenemos a la cafeína, cocaína, atropina, los opioides, esteroides, morfina, entre muchos más. Como fitonutriente solo se ha mencionado al grupo de los índoles (Zimmerman,1995; Buchanan, 2000).

Los índoles podrían intervenir en las relaciones planta-depredadores, protegiendo la integridad de la planta, además se creó que son formas de almacenamiento de nitrógeno y probablemente son productos de desecho (Bruneton, 1991).

## **FENOLICOS**

Los compuestos fenólicos se caracterizan por ser metabolitos aromáticos que contienen 1 o más grupos hidroxilo unidos al fenil aromático. Los fenilpropanoides derivan principalmente de las vías biosintéticas del shikimato o del malato/acetato. Se forman a partir de una ruta del fenilpropaoides y del acetato fenilpropanoides (McKee,2003). Este grupo de metabolitos secundarios abarca un gran número de moléculas muy variadas, la mayoría son constituyentes de las paredes celulares, muchos sirven para la protección de las plantas, dan la naturaleza de las maderas y participan en el color de las flores el sabor

y olor de muchas especies. Son esenciales para la supervivencia de las plantas (Bruneton,1991; Buchanan, 2000).

Los compuestos fenólicos son los responsables en gran parte del color, aroma y sabor de muchas especies vegetales (Sies,2007).

Los fenilpropanoides se clasifican principalmente: lignanos, ligninas, suberinas, flavonoides (con más de 4500 compuestos diferentes), cumarinas, furanocumarinas y estilbenos. Las ligninas refuerzan las paredes celulares, los lignanos y los flavonoides participan en la defensa contra patógenos, y como antioxidantes en flores, semillas, frutos, tallos, cortezas, hojas y raíces (Holst & Williamson,2008). Los flavonoides están presentes principalmente en las vacuolas de la mayoría de los tejidos vegetales y se encuentran en forma de monómeros, dímeros o grandes polímeros. También pueden presentarse como mezclas de compuestos oligoméricos/poliméricos coloreados. Además hay flavonoides que participan en la polinización y dispersión de semillas. Son responsables de proporcionar antocianinas en las vacuolas celulares, tales como las pelargonodinas (color naranja, salmón, rosa y rojo), las cianadinas (magenta y crisol), y las delphinidinas (púrpura, malva y azul). Las suberinas proporcionan una barrera protectora. Las cumarinas y los estilbenos protegen frente al ataque bacteriano y de hongos patógenos, repelen herbívoros e inhiben la germinación de las semillas (Metin & Donma, 2005; Casadesus,2002, Whitney, et al, 2003).

Otro grupo de compuestos mencionados como fitonutrientes son los fenoles ácidos, incluyendo los ácidos cinámicos y benzoicos con una distribución casi universal. En las plantas estos ácidos se encuentran en forma de ésteres o heterósidos (Bruneton, 1991).

Para finalizar este capítulo es importante mencionar que algunos de los compuestos considerados fitonutrientes no son metabolitos secundarios, sino que son parte del metabolismo básico o primario de las plantas. Entre ellos encontramos a los glucosinolatos (heterósidos azufrados) derivados del metabolismo de los aminoácidos. Son compuestos heterosídicos, aniónicos, responsables de olores fuerte (Bruneton,1991). Se conocen también como metabolitos órgano sulfuros: isotiocinatos, sulforafanos y sulfoides alíticos (Block,1992).

## **CAPITULO 2.**

### **LOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN EL SER HUMANO**

El ser humano como todos los seres vivos depende de su entorno para sobrevivir. Como sistema abierto requiere obtener de su alrededor nutrientes y energía para su desarrollo, reproducción y supervivencia. En la actualidad se cuenta con años de estudios científicos, epidemiológicos y de todo tipo que han establecido las necesidades específicas de nutrientes y de energía no solo para sostener la vida sino para mejorar la salud y prevenir enfermedades (Casanueva et al,2001). La ciencia nutricional se enfoca no solo a las necesidades de sustancias químicas que el metabolismo requiere para su óptimo funcionamiento, sino que también involucra todos los procesos de aprendizaje acerca de los alimentos disponibles que son mejores para nutrir al organismo en las diferentes etapas de la vida con la finalidad de aportar las necesidades nutricionales para un adecuado crecimiento, para mantener una excelente salud y prevenir enfermedades (Mataix,1999). Por otro lado la nutrición debe analizar los hábitos dietéticos socio culturales de las diferentes culturas y modificar aquellos que estén lejos de aportar una buena nutrición y salud y que por el contrario pueden perjudicar al organismo. Se deben fomentar prácticas alimenticias para prevenir las enfermedades crónico-degenerativas como las cardiovasculares, la diabetes, la obesidad, osteoporosis, cáncer, entre otras, enfermedades que muestran una importante morbilidad y mortalidad a nivel mundial en la actualidad (Shils,1999; Katz, 2001).

Diversas organizaciones de alimentación en muchos países, la OMS e inclusive el Instituto Nacional de Nutrición, han establecido “Recomendaciones dietéticas sanas”, determinando las cantidades y tipos de alimentos que mejoren la salud de la población en general (Whitney et al,2003).

Dichas recomendaciones clasifica a los nutrientes en dos grandes grupos:

1. **NUTRIENTES QUE APORTAN ENERGÍA**, es decir, calorías (Kilocalorías ó Kilojules), también llamados **MACRONUTRIENTES**, ya que se deben consumir en mayores cantidades.

- a. **CARBOHIDRATOS.** Son la principal fuente de energía para el ser humano, incluyen alimentos como los granos enteros, papas, arroz, harinas y las frutas. Los carbohidratos producen ATP tanto vía aeróbica como anaeróbica y aportan 4 kilocalorías por gramo. La recomendación promedio a nivel mundial fluctúa entre 45 y 65% de la ingesta calórica total diaria.
- b. **PROTEÍNAS.** Los aminoácidos provenientes de los alimentos proteicos tanto vegetales como animales son monómeros indispensables para la síntesis proteica del cuerpo humano incluyendo la producción de hormonas, enzimas, proteínas transportadoras, neurotransmisores, inmunoglobulinas y todas las proteínas estructurales. A pesar de que aportan 4 kilocalorias por gramo, no es su prioridad participar en el metabolismo aeróbico, solo lo hacen en situaciones de estrés metabólico. La recomendación se establece entre 12 y 18% de la ingesta calórica diaria o en adultos 0.8 a 1 g. por kilogramo de peso al día.
- c. **LÍPIDOS.** Los ácidos grasos son los nutrientes esenciales que aportan los alimentos ricos en lípidos tanto animales como vegetales, aunque en las recomendaciones dietéticas se hace énfasis en consumir grasas vegetales. Los ácidos grasos también son una importante fuente de energía aeróbica pero también son indispensables en otras funciones como precursores de hormonas sexuales, síntesis de las membranas celulares y la vaina de mielina y como aislante para mantener la temperatura corporal. La recomendación de ingesta diaria es entre 25 y 30% del aporte calórico al día, de donde se recomienda consumir solo un 10% de grasas de origen animal. Cabe destacar que los ácidos grasos esenciales de las plantas (metabolitos secundarios) como el ácido linoleico, ácido linolenico y el ácido oleico, son nutrientes esenciales, es decir que el cuerpo no los producen y deben obtenerse de la dieta, si no se consumen hay severos daños a la salud que inclusive pueden ocasionar la muerte (Whitney et al, 2003; Casanuev et al, 2005, Pérez & Marvan, 2005).

## **2. NUTRIENTES QUE NO APORTAN ENERGÍA**

- a. **MICRONUTRIENTES,** se requieren en pequeñas cantidades, pero que son indispensables para la vida. Algunos de estos nutrientes se requieren en tan mínimas cantidades que se les denomina elementos traza u oligoelementos.



**VITAMINAS**, Se clasifican en dos grandes grupos:

1. **SOLUBLES**: Incluyen todas las vitaminas B's y la vitamina C, si bien no aportan energía, la se requieren como co-sustratos, co-factores y co-enzimas en el metabolismo energético.
2. **INSOLUBLES**: Tampoco aportan energía pero su función es variada actúan como hormonas (Vitamina D), participan en la coagulación (vitamina K), antioxidantes (Vitamina A y E) entre otras muchas funciones tanto anabólicas como catabólicas.

**MINERALES**, se clasifican en dos grandes grupos:

1. **MACROMINERALES**: Elementos que se requieren en cantidades diarias mayores de 100 mg. Que representa una Los proporción en el cuerpo mayor de 0.01 % del peso del mismo, macrominerales incluyen calcio, magnesio, fósforo, potasio y clorhidrato son cruciales en los requerimientos dietéticos.
2. **OLIGOELEMENTOS**: Son minerales que se encuentran en el organismo en pequeñas cantidades, cuya acción es primordial para el desarrollo normal de numerosas y complejas reacciones químicas que tienen lugar en el interior del cuerpo. En esta categoría se agrupan silicio, níquel, cromo, litio, molibdeno y selenio, hierro y muchos más, los cuales se encuentran en proporciones de 0.01% del peso corporal; sin embargo, su presencia es indispensable para el correcto funcionamiento del organismo.

**FITONUTRIENTES**: Son compuestos naturales, bioactivos específicos que se encuentran en las frutas y los vegetales trabajan en conjunto con otros nutrientes para proteger su salud. Se han encontrado hasta el momento más de 900 fitonutrientes diferentes en los alimentos orgánicos (Whitney et al, 2003; Sies, 2007; Liu,2004).

**AGUA**: Indispensable para la vida, el organismo contiene entre 55 y 60% de agua y se requiere para todo el trabajo metabólico. Para el adulto sano en clima templado sin actividad física el requerimiento es para hombres de 1.5 a 12lt. Diarios y para mujeres de 1 a 1.5lt (Guyton, 2005).

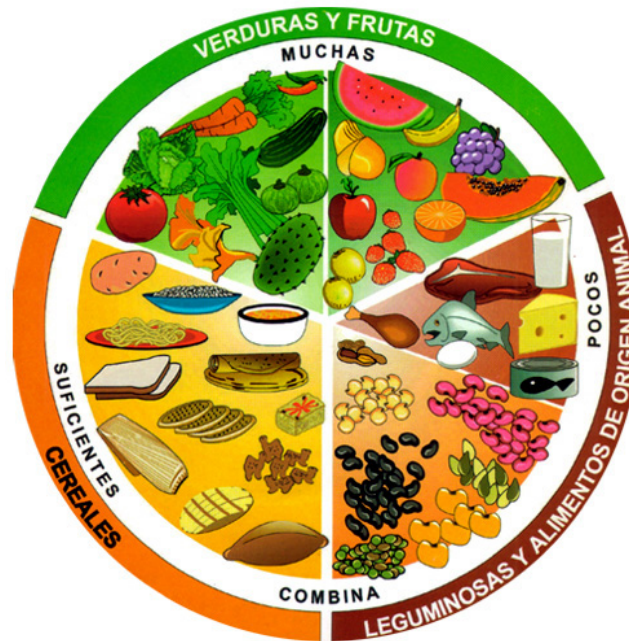


Figura 2. El plato del bien comer: Representación gráfica del proyecto de la Norma Oficial Mexicana para brindar orientación a la población ([www.fns.org.mx](http://www.fns.org.mx)).

La dieta tiene un impacto significativo en la salud, bienestar y calidad de vida de los seres humanos en todas las etapas de la vida. Aún con fundamento de los bien definidos macro nutrientes por científicos, autoridades y la público en general, un porcentaje importante de la población a nivel mundial sufre de deficiencias severas de los grupos de nutrientes principales, mientras que otro buen porcentaje de personas se ven afectadas por enfermedades relacionadas a la sobrealimentación de nutrientes, específicamente lípidos y carbohidratos (Holst & Williamson, 2008).

Las investigaciones nutricionales tradicionales, han definido los requerimientos nutricionales, identificando y corrigiendo deficiencias nutricionales y controlando alimentos contaminados por químicos o microbios para asegurar la seguridad del consumo de alimentos (Figura 2). En contraste, la ciencia nutricional moderna investiga un enfoque nuevo, enfatizando el desarrollo de alimentos funcionales que promuevan mejores estados de salud dando recomendaciones dietéticas a nivel preventivo, mejorando la salud y la calidad de vida del individuo (Holst & Williamson, 2008).

Dentro de esta nueva línea de investigación, se ha dado mucha atención a la investigación de los constituyentes más pequeños de la alimentación, las vitaminas, los oligoelementos y los fitonutrientes, además de los fungoquímicos y bacterioquímicos (formados durante la fermentación de los alimentos y por la flora intestinal), (Hasler, 1998).

Dentro de estos micronutrientes, las vitaminas han sido bien conocidas por mucho tiempo como esenciales para el organismo humano. Algunas vitaminas han sido propuestas como las responsables de aportar beneficios a la salud, más allá de su función elemental, y por tanto se señalan a las frutas y vegetales como alimentos sanos e indispensables (Shils, 1999, Pérez & Marvan, 2005).

En los últimos 10 años y con mayor énfasis en los últimos 5, se ha demostrado que las frutas y verduras tienen un fuerte potencial en el mejoramiento de la salud y la prevención de enfermedades crónico-degenerativas. Por lo tanto se ha incrementado las campañas de un mayor consumo de frutas y verduras ([www.cincoaldia.com](http://www.cincoaldia.com)), la evidencia científica demuestra sustancias bioactivas involucradas en estas propiedades diferentes a las vitaminas y minerales, los llamados fitonutrientes (Escott-Stump, 2008).

Estudios epidemiológicos sugieren que el consumo habitual de frutas, verduras y granos enteros reducen drásticamente las enfermedades cardiovasculares y el cáncer entre otras enfermedades (Inserra et al., 1999), se ha observado que el aporte debe ser de alimentos vegetales naturales por la sinergia nutricional que ofrecen entre sus vitaminas, minerales y fitonutrientes (Holst & Williamson, 2008; Liu 2008). En el siguiente capítulo se describirán las propiedades nutritivas de los fitonutrientes.

### **CAPITULO 3:**

#### **FUNCIÓN DE LOS FITONUTRIENTES EN EL ORGANISMO HUMANO.**

Los fitonutrientes no son esenciales ni indispensables para el crecimiento, el desarrollo ni el sustento de la vida del ser humano, sin embargo, son esenciales para un excelente estado de salud y bienestar especialmente para la adultez y la tercera edad ( Cadwell, 2001; Casadesus et al, 2002).

Los fitonutrientes son en su mayoría metabolitos secundarios de las plantas (descritos en el capítulo 1). Cuando estos se consumen en la dieta diaria, puede reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con la edad, específicamente las crónico-degenerativas. Durante varios años de investigaciones se han determinado ciertas funciones de los fitonutrientes dentro del organismo (De Kok, 2008):

1. Disminuyen las concentraciones de colesterol, específicamente LDL.
2. Disminuyen el riesgo coronario
3. Disminuyen el riesgo de padecer cáncer\*
4. Pueden retrasar la aparición de osteoporosis
5. Mejoran los síndromes menstruales
6. Son excelentes antioxidantes
7. Pueden ser antihipersensitivos
8. Ayudan a prevenir infecciones urinarias

En los últimos años se han aislado e identificado compuestos bioactivos y su beneficio potencial a la salud evaluando efectos positivos en estudios tanto *in vitro* como en estudios *in vivo* (De Kok, 2008).

Tabla 1. Mecanismos propuestos por medio de los cuales los fitonutriente pueden prevenir el cáncer (Modificado de Liu et al,2004).

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE**

- Capturando a los radicales libres reduciendo el estrés oxidativo
- Inhibición de la proliferación de células
- Inducción de la diferenciación celular
- Inhibición de la expresión de oncogenes
- Inducción de la expresión del gen supresor de tumores
- Inducción del arresto de la célula cíclica
- Inducción de la apoptosis
- Inhibición de las vías de señalización de transducción

**INDUCCIÓN ENZIMÁTICA Y AUMENTO DE LA DESINTOXICACIÓN**

- Enzimas de fase II
- Glutación peroxidasa
- Superóxido peroxidasa.

**INHIBICIÓN ENZIMÁTICA**

- Enzima fase I (bloqueando la activación de carcinógenos)
- Ciclooxygenasa-2
- Nitro oxidasa sintetasa inducible
- Xantino oxidasa.

**AUMENTO EN LAS FUNCIONES INMUNOLÓGICAS Y DE SUPERVIVENCIA****INHIBICIÓN DE LA INFLAMACIÓN****ANTIANGIOGENESIS****INHIBICIÓN DE LA ADHESIÓN CELULAR Y SU INVASIÓN****INHIBICIÓN DE LA NITROSACIÓN Y NITRACIÓN****PREVENCIÓN DE FORMACIÓN DE LA ADUCCIÓN DEL ADN Y SU INTERLOCAIÓN****REGULACIÓN DEL METABOLISMO DE LA HORMONA ESTEROIDEA****REGULACIÓN DEL METABOLISMO ESTROGÉNICO****EFFECTOS ANTIBACTERIANOS Y ANTIVIRALES.**

De estos beneficios observados, no se tienen todavía claros los mecanismos de acción, pero el mecanismo asociado con estos compuestos más estudiado y entendido es su propiedad de ser poderosos antioxidantes (Sies, 2007).

La oxidación es la pérdida de un electrón como parte del resultado de las distintas vías metabólicas que en ocasiones pueden producir sustancias reactivas conocidas como radicales libres las cuales ocasionan “estrés oxidativo” el cuál daña severamente la integridad de la célula (Mattson, 2008). Los antioxidantes, por su naturaleza, son capaces de estabilizar a los radicales libres antes de que puedan causar daño, del mismo modo también colaboran en la estabilización del pH. La oxidación es un proceso natural que siempre está ocurriendo dentro de las células, por lo tanto siempre debe de haber biodisponibilidad para neutralizarlos y mantener la salud (McKee, 2003).

El organismo humano posee sus propios mecanismos para contrarrestar el estrés oxidativo, pero dicho mecanismo va siendo menos efectivo durante la adultez y empeora hacia la tercera edad, al no poder contrarrestar a los radicales libres empieza la oxidación celular la cual se ha visto que está fuertemente asociada con enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, disfunción cognitiva, enfermedad de Alzheimer, disfunción inmunológica, cataratas y degeneración macular (Sies, 2007).

En algunos estudios se ha concluido que la actividad antioxidante está asociada con los fitoquímicos de los alimentos vegetales, y una de las explicaciones que se ha dado es que existen interacciones muy específicas entre el nutriente y los genes (Tucker, 2007). Esta teoría sostiene que un posible mecanismo antioxidante ofrece protección de la oxidación al ADN y su posible daño y mutación, especialmente en personas de la tercera edad (Smith et al., 1999). Por otro lado un estudio reportó que una baja ingesta de fitonutrientes tiene un efecto adverso disminuyendo las concentraciones séricas de antioxidantes y por tanto la defensa ante el estrés oxidativo en poblaciones mayores a 60 años (DiSilvestro et al., 1999).

Las recomendaciones nutricionales se están enfocando a promover el consumo de frutas, verduras y granos enteros para proporcionar no solo nutrición sino una manera de prevenir las enfermedades relacionadas o provocadas por el estrés oxidativo entre otras muchas enfermedades. Una reciente revisión de la literatura conducido por el Instituto de tecnología de alimentos (Institute of Food Technologist, [www.ift.org](http://www.ift.org)), sugiere que el consumo de los alimentos vegetales combinados tienen un efecto sinérgico en las actividades antioxidantes para disminuir la probabilidad de padecer enfermedades crónico-degenerativas.

De Kok et al en 2008 mencionaron en su artículo que los polifenoles y las vitaminas antioxidantes dietéticas también presenta una acción inhibitoria sinérgica en la peroxidación de los lípidos y una co-acción con los antioxidantes de los alimentos. En el contenido estomacal estimulado, se demostró que los fitonutrientes pueden prevenir la síntesis de productos lipídicos oxidados y la destrucción de la vitamina E y el B-caroteno. Los autores sugieren que la red de antioxidantes en el estómago puede entonces disminuir las concentraciones de hidroperóxidos y otros compuestos citotóxicos, y al mismo tiempo se incrementa la absorción de los antioxidantes al torrente sanguíneo. Esta explicación puede estar relacionada con los efectos beneficiosos de las dietas mediterráneas y japonesa en donde una compleja combinación de polifenoles y otros antioxidantes se incluyen en sus hábitos alimenticios (De Kok, 2008)

## **CAPITULO 4.**

### **RECOMENDACIÓN DE LA INGESTA DE FITONUTRIENTES EN LA DIETA**

Las recomendaciones actuales a nivel internacional y nacional hacen mucha énfasis en el consumo de frutas y verduras (5 o más porciones al día), esta recomendación promueve a que la población en general se alimente más sanamente con menos grasas y también debido al alto contenido de fibra en estos alimentos (por ejemplo la lignina un metabolito secundario), pero en realidad poco se ha establecido claramente acerca de las recomendaciones específicas de los fitonutrientes (Whitney et al, 2003).

A nivel investigación son muchos estudios que apuntan a que los metabolitos secundarios no tienen las mismas propiedades si se aíslan a que si se consumen combinados junto con las vitaminas y minerales de los vegetales. Los metabolitos secundarios purificados no aportan necesariamente los mismos beneficios para la salud como cuando se encuentran combinadas como en los alimentos naturales, inclusive su efecto es aún mayor que en los suplementos farmacéuticos (Liu, 2004). Es así, que a pesar de ingerir una alta dosis de un solo compuesto bioactivo puede aportar efectos beneficiosos para la salud, las propiedades quimiorreceptivas de las interacciones entre los diversos ingrediente de una dieta saludable potencializan las actividades de los compuestos individuales de los alimentos. Esto se observa mejor en los efectos preventivos en numerosos estudios epidemiológicos (De Kok, 2008).

Un estudio reciente de meta-análisis concluyó que altas dosis farmacológicas de una sola vitamina antioxidante no aporta ningún beneficio para la salud, por el contrario puede incrementar el riesgo de padecer ciertas enfermedades en algunos grupos de edad. Aparentemente esta controversia tiene que ver con las altas dosis utilizadas afectan la biodisponibilidad de los antioxidantes (Holst & Williamson, 2008).

La mayor parte de los beneficios de los microutrientes en la dieta son muy específicos, si hay deficiencia afectan la salud pero también si son excesivas las dosis (Figura 3).

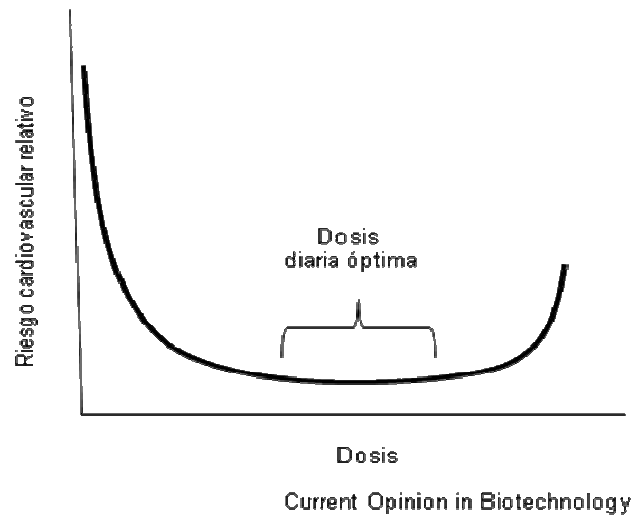


Figura 3. La respuesta a la dosis de nutrientes en general y los fitonutrientes en particular no es lineal. A bajas concentraciones se observan deficiencias, seguida de una dosis fisiológica óptima que puede ser pequeña, terminando con dosis que pueden tener efectos dañinos (De Kok, 2008).

La tendencia actual de la nutrición hace aún más énfasis sobre la promoción del consumo de alimentos naturales y es así que surge el término “alimentos funcionales” este término fue primeramente introducido por Hasler (1998) y los definió como alimentos específicos y sus funciones fisiológicas activas determinadas por sus componentes. Durante la última década el término alimentos funcionales se aplica a los alimentos con diferentes connotaciones ya que proveen un beneficio fisiológico adicional más allá de los requerimientos nutricionales básicos. Actualmente la IOM/FNB define a los alimentos funcionales como cualquier alimento ó ingrediente de un alimento que pueda proveer un beneficio a la salud más allá de los contenidos nutricionales tradicionales (Food Tech, 1998).

Debido a que la fitonutrientes se requieren en muy pequeñas cantidades es ha sido difícil su estudio y más aún el establecimiento de la recomendación de ingesta diaria de estos compuesto. De hecho, como se explicó, es poca la cantidad que nuestro organismo requiere de estos nutrientes y a pesar de que podemos consumirlos en todos los alimentos naturales, la biodisponibilidad de estos es crítica. La biodisponibilidad de los alimentos funcionales y por consiguiente de fitonutrientes es mucho menor que los nutrientes clásicos, y como son críticos para una buena salud se debe hacer hincapié en que forma debemos consumirlos para asegurar una óptima biodisponibilidad (Holst & Williamson, 2008).



La biodisponibilidad se define como la proporción y extensión a la cual se absorbe la mínima dosis terapéutica y puede volverse disponible para efectuar su acción ([www.fda.org](http://www.fda.org)). En cuanto a los oligoelementos como los metabolitos secundarios es un reto científico definir las cantidades biodisponibles para el humano. Existen muchos factores que afectan la biodisponibilidad de los elementos traza: factores exógenos como la naturaleza, complejidad y preparación de alimentos, la estructura química de cada compuesto así como la cantidad ingerida; los factores endógenos incluyen la masa de mucosa intestinal, la velocidad del tránsito intestinal, el vaciamiento gástrico y la extensa conjugación de las proteínas transportadoras en la sangre y los tejidos (Holts & Williamson, 2008).

La biodisponibilidad de los macronutrientes es alta, pero la de los minerales y fitonutrientes no. La absorción de estos oligoelementos incluye mecanismos de transporte activo pero este es mucho menos específico que el de los macronutrientes, es el caso de la absorción de los cationes los cuáles transportan muchos minerales únicamente en forma de cationes libres (Fox, 2003).

La bioaccesibilidad es todavía más crítica ya que puede limitar la absorción tanto de minerales como de metabolitos secundarios al compartir los mismos receptores presentes en el tracto digestivo. La biodisponibilidad de los oligoelementos se da bajo estricto control homeostático. La ingesta de una dieta normal aporta varios gramos de fitonutrientes al día sin embargo, debido a las enormes diferencias estructurales de estos compuestos, la absorción y biodisponibilidad es mínima y la presencia de los mismos en los tejidos es relativamente baja, en un rango micromolar. La baja biodisponibilidad de algunos fitonutrientes se debe al inadecuado reconocimiento y manejo dentro del cuerpo procesados como xenobióticos (compuestos cuya estructura química es poco frecuente y el organismo no los reconoce). La biodisponibilidad de los fitonutrientes disminuye aún más durante su digestión en las reacciones de biotransformación de la fase II produce conjugados y metabolitos que generalmente disminuyen su actividad biológica (Mattson, 2008). Posteriormente para los micronutrientes en general, en partículas los fitonutrientes, el metabolismo en el intestino delgado y su transporte puede estar significativamente disminuido, lo cual o puede explicarse por las propiedades moleculares tales como el tamaño y polaridad del compuesto. Los fitonutrientes no absorbidos pueden ser activos en el estomago y el intestino, existen efectos locales que

pueden afectar los parámetros de salud de forma indirecta pero significativamente. Los fitonutrientes al llegar al colon son descompuestos por la microflora en una gran variedad de productos, posiblemente estos sean los responsables de algunos beneficios de los fitonutrientes (Fox, 2003).

El impacto de los fitonutrientes (Tabla 2) en la salud necesita manejarse con cuidado para evitar sobredosis como la que se observa en el alto consumo de suplementos vitamínicos que potencialmente pueden dañar la salud. Antes de definir las recomendaciones de ingesta diaria de estos compuestos se requiere un mayor conocimiento de su biodisponibilidad, bioeficiencia y efecto. Mientras tanto, la mejor recomendación es consumir alimentos vegetales combinados para asegurar un óptimo aporte de fitonutrientes que pueden ayudar a mejorar la salud (Liu, 2002; Whitney et al, 2003; Pérez & Marvan, 2005).

Tabla 2. Metabolitos primarios y secundarios de los vegetales con propiedades nutritivas para el ser humano.

<p><b>METABOLISMO PRIMARIO</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. GLUCOSINOLATOS<ol style="list-style-type: none"><li>a. Organo sulfuros: Isotiocinatos, sulforafano y Sulfoides alíticos</li></ol></li></ol> <p><b>METABOLITOS SECUNDARIOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. TERPENOIDES<ol style="list-style-type: none"><li>a. Carotenoides : Betacarotenos, Luteina, Zeaxantina y Licopeno</li><li>b. Ácidos Fíticos</li><li>c. Lignanos</li><li>d. Monoterpenos: Limoneno</li><li>e. Fitoesteroles: Genisteina y Diadzenina</li><li>f. Coumarinas</li></ol></li><li>2. ALCALOIDES<ol style="list-style-type: none"><li>a. Indoles</li></ol></li><li>3. FENILPROPANOIDES<ol style="list-style-type: none"><li>a. Flavonoides: Flavones, Flavonoides, Isoflavonoles y Catequinas</li><li>b. Ácidos Fenólicos</li><li>c. Taninos</li><li>d. Resveratrol</li><li>e. Fenoles</li></ol></li></ol>
---

## CAPITULO 5.

### FUENTES ALIMENTICIAS DE FITONUTRIENTES Y LOS BENEFICIOS ENCONTRADOS EN ELLOS.

#### GLUCOSINOLATOS

COMPUESTO QUÍMICO	FUENTES ALIMENTICIAS	BENEFICIO POTENCIAL
<b>1. ISOTIOCINATOS</b>		
• Sulforafano	Coliflor, brócoli, coles de brucas, calabaza, col verde, lechuga, rábano.	Incrementa la desintoxicación celular, actúan como antioxidantes.
<b>2. SÚLFIDOS Y TIOLES</b>		
• Dialsulfoide, alil metil sulfoide	Ajo, cebollas, poro, cebollines.	Desintoxicación celular, puede mejorar la salud del corazón y mejora la función inmunológica.
• Ditioniones	Crucíferas, brócoli, calabaza, calabaza, col china, lechuga.	Mantiene una optima función inmunológica.

#### TERPENOIDES

COMPUESTO QUÍMICO	FUENTES ALIMENTICIAS	BENEFICIO POTENCIAL
<b>1. CAROTENOIDES</b>		
• Beta-caroteno	Vegetales amarillos, naranjas y rojos, jitomate, perejil, col verde, lechuga, naranjas, toronja rosa, espinacas entre otros.	Neutralizan radicales libres y mejoran las defensas antioxidantes de la célula.
• Luteina y Zeaxantina	Espinacas, cítricos, maíz,	Pueden contribuir en la salud de la vista
<b>2. LIMONOIDE</b>		
	Cascara de las frutas cítricas.	Parece ofrecer protección al tejido pulmonar, es efectivo en descongestionar a los pulmones.
<b>3. FITOESTEROLES</b>		
	Vegetales amarillos y verdes, semillas y leguminosas (soya).	Facilita el metabolismo del colesterol, impiden la absorción del colesterol, puede prevenir la osteoporosis y mejora síntomas en la menopausia.
<b>4. ÁCIDO LIPOICO Y UBIQUINONAS</b>		
		Antioxidantes

## ALCALOIDES

COMPUESTO QUÍMICO	FUENTES ALIMENTICIAS	BENEFICIO POTENCIAL
1. INDOLES		Interactúa como antioxidante con la vitamina C, anticarcinógeno, mejora la desintoxicación de la célula.

## FENÓLICOS

COMPUESTO QUÍMICO	FUENTES ALIMENTICIAS	BENEFICIO POTENCIAL
• Antocianinas	Moras, cerezas, uvas rojas	Incrementa la defensa antioxidante de la célula y puede contribuir a la salud del cerebro.
• Flavonoles: Catequinas, Epicatequinas y procianidinas	Té, cocoa, chocolate, manzanas y uvas	Puede contribuir al mantenimiento de la salud del corazón
• Flavanonas	Cítricos	Neutralizan a los radicales libres, y mejora las defensas antioxidantes de la célula.
• Flavonoides	Cebollas, manzanas, te, brócoli	Neutralizan a los radicales libres, y mejora las defensas antioxidantes de la célula.
• Proantocianadinas	Arándano, cocoa, manzanas, fresas, uvas, vino tinto, cacahuates, canela	Pueden contribuir a la salud del tracto urinario y la salud del corazón.
• Ácido cafeico y felúrico	Manzanas, peras, cítricos, frutas azules, rojas, violetas, uvas y berenjena.	Mejora la defensa oxidativa de la célula, puede contribuir a la salud de la vista y del corazón

## CONCLUSION

Es un considerable número de fitonutrientes encontrados en frutas, verduras y granos enteros, y se cree que hay más, estos compuestos han demostrado poseer propiedades antioxidantes, antialérgicas, antiinflamatorias, antivirales, antiproliferativas y diferentes mecanismos anticancerígenos. En diversos estudios se ha concluido que estos compuestos en alimentos vegetales pueden reducir la incidencia de enfermedades

crónico-degenerativas. Por otro lado se ha demostrado durante años que la suplementación de un solo compuesto antioxidante (por ejemplo la Vit. E) puede no ser tan saludable como se dice, sugiriendo que la mejor opción es consumir combinaciones lo más variadas posibles de estos fitonutrientes de fuentes naturales, no farmacológicas. Basándose en esta evidencia, parece plausible asumir que existe una compleja interacción de muchas sustancias en los alimentos vegetales que son mucho más efectivas y menos costosos que la innumerable variedad de suplementos encontrados en el mercado.

Comparando con otros nutrientes, los fitonutrientes han estado sujetos a un relativo pequeño número de investigaciones científicas, sin embargo existen ya suficientes estudios que claramente sugieren que los metabolitos secundarios de las plantas ofrecen beneficios nutricionales que mejoran la salud y previenen enfermedades.

El impacto de los fitonutrientes en la salud necesita ser estudiado más a fondo y con mucho cuidado para evitar ser tomados o utilizados como suplementos vitamínicos. Debido a esto se está desarrollando cada vez más el concepto de los alimentos funcionales promoviendo el consumo de dietas ricas en alimentos vegetales variados.

Lo que se concluye al momento es que los fitonutrientes son esenciales para el organismo humano ya que mejora su estado nutricional y son sustancias que el cuerpo no puede sintetizar deben obtenerse al combinar alimentos vegetales de todos los colores ya que hacen sinergia con vitaminas y minerales para una mejor nutrición y definitivamente esta es una mejor elección que consumir suplementos farmacológicos.

Además en esta investigación bibliográfica se observó que se necesitan más estudios de los fitonutrientes, su identificación y determinación de sus propiedades alimenticias.

## **BIBLIOGRAFÍA**

American Dietetic Association [www.eatright.org](http://www.eatright.org).

American Cancer Society [www.cancer.org](http://www.cancer.org)

American Heart Association [www.americanheart.org](http://www.americanheart.org)

Block E. The organosulfur of the genus Allium - Implications for the organic chemistry of sulfur. *Angew Chem. Int. Edn. Engl* 1992; 31:1135-1178.

Botany Online: The secondary metabolism of plants: Secondary defense compounds. 2003. Disponible en URL: <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e20/20.htm>

Buchanan B, Gruissen W, Lones, R. *Biochemistry & Molecular Biology Plants*. American Society of Plant Physiologists, 2000.

Bruneton J. *Elementos de fitoquímica y de farmacognosia*. España: Acribia, 1991.

Caldwell R. Oxygen radical absorbance capacity of the phenolic compounds in plant extracts fractionated by high-performance liquid chromatography. *Analytical Biochem* 2001; 293:232-238.

Casadesus G, Shukitt-Hale B and Josepg JA. Qualitative versus quantitative caloric intake: are they equivalent paths to successful aging? *Neurobiol. Of Aging*, 2002; 23:747-769.

Casanueva E, Kaufer M, Perez A y Arroyo P. *Nutriología Médica*. 2a ed. México; Panamericana, 2001.

De Kok TM, Van Breda SG and Manson MM. Mechanisms of combined action of different chemopreventive dietary compounds: A Review. *Eur J Nutr*. 2008; 47 (Suppl 2):51-59.

DiSilvestro RA, Blostein-Fuji A and Watts B. Low phytonutrient, semipurified liquid diets depress plasma total antioxidant status in renal dialysis patients. *Nut Res* 1999; 19(8):1173-1177.

Escott-Stump S. *Nutrition and diagnosis related care*. 6a ed USA: Lippicot Williams & Wilkins, 2008.

Food and Drug Administration [www.fda.gov](http://www.fda.gov)

Fox S. *Fisiología humana*. 7ª ed México: Mc Graw Hill, 2003.

Gibson S. Plant secondary metabolites. *Pl Scie* 2002; 416. Disponible en URL: [http://www.usask.ca/agriculture/plantsci/classes/plsc416/projects\\_2002/gibson/secondary\\_metabolism.html](http://www.usask.ca/agriculture/plantsci/classes/plsc416/projects_2002/gibson/secondary_metabolism.html)

- Guyton A and Hall J. Medical Physiology. 10<sup>th</sup> ed. USA: WB Sanders company, 2005.
- Hasler CM. Functional foods: Their role in disease prevention and health promotion. Food and Tech 1998; 52(2):57-62.
- Holst B and Williamson G. Nutrients and phytochemicals: From bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants. Purr. Opinion in Biotech 2008; 19:73-82..
- Inserra PF, Shuguang J, Solkoff D, Lee J, Zhang Z, Xu M y cols. Immune function in elderly smokers and nonsmokers improves during supplementation with fruit and vegetable extracts. Integrative Med 1999; 2(1):3-10.
- International Food Information Council Foundation. Functional food fact sheet: Antioxidants 2006. Disponible en URL: <http://www.ific.org>
- International Food Information Council Foundation. Functional food fact sheet: Plant stanols and sterols 2007. Disponible en URL <http://www.ific.org>
- Institute of Food Technologists [www.ific.org/nutrition/functional](http://www.ific.org/nutrition/functional).
- Institute of Medicine Food and Nutrition Board [www.iom.edu](http://www.iom.edu)
- Katz D. Nutrition in clinical practice. USA: Lippicott Williams & Wilkins, 2001.
- Liu RH. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: Mechanism of action. J Nutr 2004; 134:3479S-3485S.
- Mataix J. Nutrición y alimentación Humana. España: Oceano, 2002.
- Mattson MP. Dietary factors, hormesis and health. Ageing Res Rev 2008; 7:43-48.
- McKee T. Bioquímica: Las bases moleculares de la vida. 3<sup>a</sup> ed México: Mc Graw Hill, 2003.
- Metin Donma M and Donma O. Phytonutrients and children: The other side of the medallion. Food Res Int 2005; 38:681-692.
- Murphy Cowan M. Plant products as antimicrobial agents. Clin Microbiol Reviews 1999; 12(4):564-582.
- Perez E. y Marvan. Manual de Dietas Normales y Terapeuticas. 5a ed México: La Prensa Médica, 2005.
- Shils M, Olson J, Shike M y Ross C. Nutrición en salud y enfermedad. 9<sup>a</sup> ed México: Mc Graw Hill, 1999.
- Sies H. Total antioxidant capacity: appraisal of a concept. J Nutr 2007; 137:1493-1495.

Smith MJ, Inserra PF, Watson RR, Wise JA and O'Neal KL. Supplementation with fruit and vegetables extracts may decrease DNA damage in the peripheral lymphocytes of elderly population. Nut Res 1999; 19(10):1507-1518.

Steinmetz KA and Potter JD. Vegetables, fruit and cancer I. Cancer Causes Control 1991a; 2:325-357.

The Dietary Guidelines for Americans [www.healthierus.gov/dietaryguidelines](http://www.healthierus.gov/dietaryguidelines)

Tucker G. P4-Nutrition Genomis, P4.1 Phytonutrients, In Society for experimental biology annual main meeting 31<sup>st</sup> March-4<sup>th</sup> April 2007. Comp. Biochem and Physiol 2007; Part A 146:5243-5253.

Whitney C, Cataldo K and Rolfes S. Understanding normal and clinical nutrition. 6a ed. USA: Wadsworth, 2003.

[www.cincoaldia.com](http://www.cincoaldia.com)

Zimmerman CN. Phytonutrients & Nautraceuticals: Overview. 1995. Disponible en URL: <http://www.realtime.net/anr/phytonu.html>.

MA. ANGELES GUERRERO ÁLVAREZ

No. CUENTA 086523257

TEL. 01 (33) 36423919