

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**“DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA EN DIEZ ESPECIES  
VEGETALES A DIFERENTES TIEMPOS DE COCCIÓN”**

Por:

**ELVIA SAMPAYO HERNÁNDEZ**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener Título de:

Ingeniera en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Marzo de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

"Determinación de fibra cruda en diez especies vegetales a  
diferentes tiempos de cocción"

**TESIS**

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

**INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

**ELVIA SAMPAYO HERNÁNDEZ**

**APROBADA:**

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara  
**Presidente**

Dr. Antonio Aguilera Carbó  
**Sinodal**

Dr. Adalberto Benavides Mendoza  
**Sinodal**

Dr. Ramiro López Trujillo  
**Coordinador de la División de Ciencia Animal**

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Marzo de 2011

Universidad Agraria  
"ANTONIO NARRO"



COORDINACIÓN DE  
CIENCIA ANIMAL

## AGRADECIMIENTOS

Con infinito amor a **Díos** y agradecerle por haberme dado el maravilloso don de la vida, por permitirme ver el comienzo de un nuevo día y respirar el aire fresco de la mañana, por darme tu amor, consuelo, sabiduría, entendimiento y esperanza, las cuales hicieron de mí una persona firme llena de sueños y por tu inmensa paciencia hacia mí, porque siempre caminaste conmigo y no me abandonaste en los momentos de soledad, tristeza y alegría.

Gracias padre mío por darme un hogar en la que he vivido los mejores momentos de mi vida, y me has guiado y cuidado de mis hasta hoy.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** a mi **ALMA TERRA MATER** por permitirme superarme como profesionista como persona capaz de enfrentar los obstáculos que se me presenten en la vida.

Con gran respeto y amor a **mi familia** por la confianza y apoyo moral, que siempre me brindaron, porque en el transcurso de mi formación nunca me abandonaron y depositaron la confianza en mí gracias a cada uno de ustedes; a mis tíos **Lázaro, Carlos Alberto** a mi padre **Andrés** y a mi madre **María Margarita**, a mi hijo **David Yael** que es el motivo de mi superación de cada día de mi vida; por sus consejos y valores que hasta hoy me han inculcado.

Con mucho cariño y respeto a la **Líc. Laura Olívía Fuentes Lara** por su disposición y apoyo que me brindo para llevar a cabo este presente trabajo, por ser tan paciente, atenta conmigo en todos los momentos que lo necesite, es una excelente maestra y gran persona.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza** por su apoyo y colaboración para llevar a cabo el presente trabajo.

Al **Dr. Antonio Aguilera Carbó** por su valiosa participación en el presente trabajo.

Al **T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel** que dedico su tiempo, conocimientos y paciencia para llevar a cabo la realización del presente trabajo.

A la **M.C. Xóchitl Rúelas Chacon** por el gran apoyo, confianza, conocimientos y sus excelentes consejos que me brindo durante la estancia en la universidad y además su amistad.

Al **Q.F.B. Oscar Noé Reboloso Padilla** por compartirme sus conocimientos y por haberme brindado su amistad durante el tiempo transcurrido en la universidad.

A la **Dra. María Lourdes Morales Caballero** por el gran apoyo, confianza y sus buenos y excelentes consejos que me brindó durante la estancia en la universidad y además de su amistad incondicional.

A la **M.C. María Hernández González** por haberme brindado de sus concomimientos, durante mi estancia en la universidad, por su amistad incondicional.

A la **Líc. Dora Elía** que siempre me apoyo cuando más lo necesite, que fue como una madre para mí, por brindarme su amistad y por todos sus excelentes consejos siempre la recordare con cariño y respeto.

A la **Líc. Margarita Castillo** por brindarme su apoyo y confianza incondicional durante la estancia en la universidad y además de su amistad, le doy las gracias, con mucho cariño y respeto.

A cada uno de mis maestros del **Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos** que siempre contribuyeron con mi educación y fueron las personas más importantes que me ayudaron a mi formación como profesional.

A mis compañeros de generación de **ICTA** Ana Lilia, Diana Ivon, Claudia, Juana, María Cristal, Valentina, Antonio, Juan Octavio, Benjamín, Antonia, Anahí, María Elena, Gabriela, Dalía Amada, Yaribeth, Diego, Alfredo, Juan, Ana Lilia, Christopher, Susana, Candelaria Guadalupe,

Lorena, Isaac, Miguel Ángel, Marco Antonio, Mario Alberto, Eric Abigail, Octavio, Karina, Cyntia, Nallely del Rosario, Lilitiana, Ignacio Cristóbal, Tania, Martha Leticia, Lucia Janeth, Maria Luisa, por compartir buenos y malos momentos que pasamos juntos, por ser aquellos momentos inolvidables y por ser parte de mis logros y fracasos.

A mis amigos de la **Universidad** Diana Ivon, Ana Lilia, Antonio, Benjamín, Claudia, Juan Octavio, Berenice, María de Lourdes, Maritza, Alejandra, María de los Ángeles, María Cristal, Juana, Ulises, Marcos, Pedro César, Profesor Emmanuel, por compartir momentos de tristeza y felicidad, por abrirme las puertas de su corazón, escucharme en los momentos que lo necesite y brindarme su valiosa amistad.

A una persona muy especial **Carlos Alberto** porque siempre he encontrado confianza, apoyo y sobre todo tu cariño que me ha brindado hasta ahora, por ayudarme a cumplir este sueño tan importante en mi vida, de todo corazón gracias, eres una persona extraordinaria a la que quiero mucho, mil gracias tío. Te quiero mucho.

A una persona muy especial **Lázaro** porque siempre me brindo su apoyo incondicional, confianza, me ayudo a realizar este gran sueño de mi vida y sobre todo me dio mucho cariño y le doy gracias de corazón. Te quiero mucho tío.

## DEDICATORIAS

### AMIS PADRES

Hoy que estoy finalizando una etapa más en mi vida, quiero agradecerles por la confianza que han depositado en mí , por haberme dado las herramientas para construir este sueño, que presenta para mí, la mejor de mis herencias.

A mi padre **ANDRES SAMPAYO MONTIEL** eres el ser más maravilloso de la tierra que siempre está cuando más te he necesitado, que siempre me haya exigido, por ser mi gran amigo en las buenas y las malas , que hayas hecho de mí lo que soy hoy. **TE AMO.**

Mi madre **MARIA MARGARITA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ** que además de ser preciosa, es el ser más dulce que existe sobre la faz de la Tierra, y mi amiga por escucharme, por llorar conmigo, por consolarme en los momentos de tristeza y felicidad y darme palabras de aliento, por caminar conmigo en cada paso de mi vida y por tu gran apoyo en mis estudios y mis sueños, por tu gran amor y ser una excelente madre. **TE AMO.**

A mis hermanos **Fernando** y **Yessenia** que siempre han sido mis compañeros y mis hermanos y ese lugar que tienen en mi vida nadie se los quitará. Que este agradecimiento fluya a través de todo el Universo para que el Amor que

siento hacia ustedes llegue desde cualquier lugar y a todas las Dimensiones Existentes. **LOS AMO.**

A mi hijo **David Yael** que eres la razón de mí existir, la persona más importante en mi vida. Mil gracias porque muchas cosas de mí cambiaron con tu llegada. Ilusiones trajiste a mi vida y junto con ella la dicha para mí de saber el significado de la palabra "mamá". **TE AMO MI VIDA.**

A mis abuelitos **Amalia, Eugenia y Cirilo** porque a pesar de su edad nunca me han dejado de apoyar, convivir conmigo. Por sus consejos y regaños que siempre han sido un motivo para seguir luchando en esta vida y ponerme el ejemplo que se puede todo. Los quiero mucho.

A mis tíos (as), mis primos(as) y a mis sobrinos por que en algún momento compartieron momentos de felicidad y me dieron su gran apoyo me han brindado su amistad y regalarme muchas de sus sonrisas. Los quiero mucho

A **Diana Ivon** sabes que siempre has sido muy buena amiga, en la que siempre encontré confianza, apoyo y cariño; siempre estuviste en los momentos de tristeza y felicidad conmigo te quiero mucho amiga, eres una persona extraordinaria y quiero lo mejor para tí, sabes nunca te olvidare, gracias.

A **Ana Lilia** sabes que siempre has sido muy buena amiga, en la que siempre encontré confianza, apoyo y cariño; siempre estuviste en los momentos de

tristeza y felicidad conmigo, eres una persona muy buena y nunca voy a olvidar el primer día que llegamos a la UAAAN porque esa ocasión fue cuando te conocí te quiero mucho nunca me olvidare de tí.

A **Antonio** te doy las gracias porque siempre estuviste conmigo en los momentos tristes y felices por eso te quiero mucho amigo.

A **Octavio Regalado** que siempre conté con su apoyo incondicional, desde el primer momento que te conocí eres muy buena persona, siempre estuviste en las buenas y malas a mi lado, siempre me apoyaste en los momentos más difíciles de mi vida te quiero mucho amigo siempre te recordare.

A **Maritza** que siempre estuvo conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida, siempre me supo escuchar y por sus excelentes consejos que me dio, te quiero amiga.

Y una persona muy especial **Benjamín Bravo Roblero** por darme su amor, cariño y confianza, pero sobre todo por su apoyo incondicional que hasta hoy me ha dado. Por los bellos momentos que hemos vivido y compartido, por tus grandes consejos que han sido parte de mi superación personal, por ser mi mejor amigo, por estar en los momentos más difíciles y tristes de mi vida, porque en tí siempre encontré un hombro en donde desahogue mis tristezas, preocupaciones y problemas. Eres una persona extraordinaria. **TE QUIERO MUCHO.**

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENREAL.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xv</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivo específico.....	4
<b>1. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Descripción de vegetales.....	5
2.1.1 Nopal ( <i>Opuntia ssp., cactaceae</i> ).....	5
2.1.2 Coliflor ( <i>Brassicca oleracea var. Botrytis</i> L).....	7
2.1.3 Repollo ( <i>Brassica oleracea var. Capitata</i> ).....	10
2.1.4 Calabaza ( <i>Cucurbita pepo</i> L).....	13
2.1.5 Acelga ( <i>Beta vulgaris</i> L).....	14

2.1.6	Espinaca ( <i>Spinacia oleracea</i> L).....	16
2.1.7	Apio ( <i>Apium graveolens</i> ).....	17
2.1.8	Zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L).....	19
2.1.9	Brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> L).....	21
2.1.10	Chayote ( <i>Sechium edule</i> ).....	23
2.2	Características químicas de la fibra.....	26
2.3	Fuentes alimentarias y recomendaciones alimentarias.....	29
2.4	Propiedades de la fibra.....	30
2.4.1	Volumen de las heces.....	30
2.4.2	Velocidad del tránsito intestinal.....	30
2.4.3	Capacidad de absorber agua.....	30
2.4.4	Capacidad de absorber sustancias.....	31
2.4.5	Formación de ácidos grasos de cadena corta.....	31
2.5	Funciones de la fibra a nivel gastrointestinal.....	31
2.6	Benéficos de la fibra alimentaria a la salud.....	33
2.7	Problemas ligados al consumo .....	35
2.8	Métodos de cocción.....	36
2.9	Modificación en la composición de los vegetales con el tratamiento culinario.....	37
2.9.1	Tratamiento térmico.....	37
2.9.2	Ventajas y desventajas del pre cocido ó cocción de vegetales.....	38
2.10	Escaldado.....	42

2.10.1 Ventajas y desventajas.....	42
2.10.2 Efectos del escaldado en los alimentos.....	43
2.11 La fibra ayuda a tratar, prevenir o mejorar diferentes enfermedades.	44
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>5. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1.</b> Composición nutricional del nopal.....	6
<b>Cuadro 2.</b> Composición nutricional de la coliflor.....	9
<b>Cuadro 3.</b> Contenido nutricional del repollo.....	12
<b>Cuadro 4.</b> Valor nutritivo de la calabacita.....	14
<b>Cuadro 5.</b> Valor nutricional de acelga.....	15
<b>Cuadro 6.</b> Valor nutricional de la espinaca.....	17
<b>Cuadro 7.</b> Composición nutrimental de apio.....	19
<b>Cuadro 8.</b> Composición nutrimental de la zanahoria.....	21
<b>Cuadro 9.</b> Composición nutricional del brócoli.....	23
<b>Cuadro 10.</b> Composición nutrimental del chayote.....	25
<b>Cuadro 11.</b> Comparación de medias del porcentaje de fibra cruda de las diez especies vegetales.....	50
<b>Cuadro 12.</b> Comparación de medias en la variable tiempo de cocción de las diez especies vegetales.....	52
<b>Cuadro 13.</b> Interacción de vegetales vs tiempo de cocimiento.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Nopal ( <i>Opuntia ssp.</i> , <i>cactaceae</i> ).....	6
<b>Figura 2.</b> Coliflor ( <i>Brassicca oleracea</i> var. <i>Botrytis</i> L).....	9
<b>Figura 3.</b> Repollo ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Capitata</i> ).....	11
<b>Figura 4.</b> Calabaza ( <i>Cucurbita pepo</i> L).....	13
<b>Figura 5.</b> Acelga ( <i>Beta vulgaris</i> .L).....	15
<b>Figura 6.</b> Espinaca ( <i>Spinacia oleracea</i> L).....	16
<b>Figura 7.</b> Apio ( <i>Apium graveolens</i> ).....	18
<b>Figura 8.</b> Zanahoria ( <i>Doucus carota</i> L).....	20
<b>Figura 9.</b> Brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> L).....	22
<b>Figura 10.</b> Chayote ( <i>Sechium edule</i> ).....	24
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de fibra cruda en cada una de las especies vegetales.....	51
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de fibra cruda en diferentes tiempos de cocción....	53
<b>Figura 13.</b> Interacción vegetal vs tiempos de cocción.....	56

## RESUMEN

En la actualidad es de gran importancia dar a conocer a los consumidores que la fibra es uno de los principales componentes de los alimentos, ya que ayuda a tener una buena digestión, a prevenir o disminuir diversos desordenes metabólicos y gastrointestinales.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el contenido de fibra cruda en diez especies, ricas en fibra, a diferentes tiempos de cocción, 0, 3, 5 y 10 minutos, para verificar si por medio de la cocción esta se perdía, las cuales fueron analizadas en fresco, por métodos del A.O.A.C.1990.

Encontrándose que el vegetal que presenta mayor porcentaje, fue el nopal con 1.150 % seguido por el apio con 0.857 % de fibra en fresco.

En cuanto a los tiempos de cocción a que se sometieron las diez especies vegetales, se obtuvieron resultados mayores nuevamente en el nopal, a los 0 min de cocción con un porcentaje de fibra de 0.902 y este mismo vegetal para los 3 min de cocción con un porcentaje de 0.757 ya que al someter por más tiempo el vegetal pierde el contenido de fibra y algunas características como son el color, olor y textura, por lo cual se recomienda consumir estos alimentos en fresco y a los 3 min de cocción ya que a este tiempo se mantienen los niveles de porcentaje de fibra.

**Palabras clave:** fibra cruda, especies vegetales, métodos de cocción.

## 1. INTRODUCCIÓN

EL presente es un trabajo de investigación orientado a evaluar el efecto del tratamiento térmico sobre los componentes estructurales de las células vegetales, a las cuales se les denomina de manera coloquial como fibras, más adelante se describen los principales componentes de estas.

Antes de entrar al tema central es necesario ahondar en algunos aspectos sociales que han cambiado los hábitos alimenticios de la población mexicana, en gran parte relacionado con cambios en los hábitos, que ha impactado en la manera de cocinar o comprar los alimentos, la oferta cada vez mayor de los alimentos fuera del hogar, así como menores oportunidades para preparar los alimentos en casa ya que se invierte más tiempo en el trabajo y en traslados relacionados con la actividad laboral.

Sin embargo, los cambios en la manera de disponer de los alimentos incrementa el consumo de grasas (alimentos fritos), carbohidratos simples (azúcares en bebidas carbonatadas) y los niveles de proteína y fibra han disminuido; ya sea por la compra de alimentos elaborados (comida rápida), comida preparada (para calentarse en microondas o freído).

Los efectos del cambio de hábitos alimenticios se manifiesta en el incremento de enfermedades crónicas como la obesidad ya que esta condición desencadena una serie de padecimientos crónico degenerativos, como la diabetes, cardiovasculares, hiperglucemia, gastrointestinales.

Si bien la globalización permite tener una mayor disposición de productos vegetales, es necesario que la sociedad tenga información sobre estos y se retome el consumo de productos endémicos o bien nuevos productos para cubrir los valores de ingesta diaria recomendada y reducir la incidencia de problemas de salud de la población mexicana.

En el presente documento se hace una revisión de los aspectos más importantes de los vegetales evaluados (nopal, coliflor, repollo, acelga, espinaca, zanahoria, chayote, brócoli, apio y calabaza), como condiciones agronómicas, producción en México, composición química o bromatológica.

Se describe la metodología empleada, los resultados y discusiones, finalmente las conclusiones obtenidas en la presente investigación.

## 1.1 Justificación

En la actualidad existen vegetales, frutas y cereales que entre sus componentes, principales se encuentra la fibra entre otros, que al ser consumidas benefician a nuestro cuerpo, estas reducen el riesgo de contraer enfermedades graves.

El trabajo que se presenta a continuación tiene como principal finalidad, la de difundir la información de algunos alimentos como son, los vegetales, los cuales son ricos en fibra cruda, como también recomendar el consumo de estos, y en segundo lugar confirmar que después de su cocción, la fibra no mantiene su porcentaje.

La fibra ayuda a evitar el estreñimiento, obesidad, cáncer del colon y *diabetes mellitus*, aunque está no puede digerirse directamente por nuestro organismo, algunas de sus ventajas son que absorben y retienen agua.

Actualmente, la vida es cada vez más rápida y estresante, deja poco tiempo para dedicar a la cocina y por este motivo cada vez son más comunes en los supermercados los platos precocinados, entre otras. Una vez superados los retos de la conservación, el consumidor cada vez más pide que los alimentos procesados sean: mejores nutritivamente, más naturales, adecuados y adaptados al actual estilo de vida rápida, que sean inocuos, sanitariamente seguros.

La nutrición se asocia actualmente a requisitos sanitarios más específicos, es por eso que se le debe ofrecer al consumidor alimentos con mayor contenido en fibra, bajo contenido en grasa y ausencia de aditivos y conservantes.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Cuantificar la cantidad de fibra cruda en diez especies vegetales.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar el porcentaje de fibra cruda en cada una de las especies vegetales.
- Verificar si se mantiene el mismo porcentaje de fibra al someterlos a los diferentes tiempos de cocción.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Descripción de vegetales

#### 2.1.1 Nopal (*Opuntia ssp.*, *cactaceae*)

Los nopales (*Opuntia ssp.*, *cactaceae*) son plantas xerofilicas, suculentas, espinosas y arborescentes, cuyos tallos son llamados cladodios o artículos. Las nopaleras son nativas de las zonas desérticas del noreste de México y del suroeste de los Estados Unidos (Knight, 1980). La planta fue llevada a Europa por los primeros colonos españoles establecidos en México y se han cultivado a lo largo de la costa mediterránea desde el siglo XVII (Retamal y col., 1987) citado por (Ramos- Gonzales., 2001).

La planta puede alcanzar una altura de 5 m y prefiere los suelos calcáreos y el clima semiárido, con temperaturas de 18 a 26 °C a la fruta se le conoce como “Tuna”, “hígado de barbarie” e “hígado indio”. Los frutos son bayas carnosas, ovoides o periformes de dimensiones variables (5-10 cm de largo y 4-8 cm de diámetro) con pequeñas espinas en su epidermis y con pulpa jugosa, de color blanco, amarillo rojo naranja o purpura, con numerosas semillas (Domínguez- López., 1995).

La planta requiere cuidados de cultivo mínimos. Es propagada principalmente por medios vegetativos (cladodios). La fructificación comienza a los 2 o 3 años y alcanza su óptimo a los 7 u 8 años. Una planta adulta puede rendir 100 a 200 frutas (Knight, 1980).

Debido a su hábitat xerofítico, la tuna no tiene problemas serios de parásitos y otras enfermedades. No obstante, en algunas áreas, la mosca de la fruta (*Ceratistis cerastitis*) causa algunos daños (Barbera y col. 1992; Lionakis, 1994).

Los cladodios de nopal y las tunas son útiles para una variedad de propósitos, incluyendo su uso como alimento humano (fruta fresca, puré, mermelada, ensalada y bebidas), como forraje (ganado vacuno, ovino), e industrial para la obtención de alcohol, jabón, pigmentos, pectinas y aceites (Lakshminarayana y col. 1980; Borrego y col., 1990; Hegwood., 1990) citado por (Ramos – Gonzales., 2001). Su cosecha se lleva a cabo a partir de 3 meses de efectuada la plantación (Hernández y col., 1980).



Figura 1. Nopal (*Opuntia ssp.*, *cactaceae*)

**Cuadro 1.** Composición nutricional del nopal por 100 g de porción comestible.

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Calorías	27 Kcal
Agua	91.91 g
Proteínas	1.7 g
Grasa	0.3 g
Carbohidratos	5.6 g
Fibra	1.5 g
Calcio	93 mg
Hierro	1.6 mg
Vitamina A	41 mg
Vitamina B1	0.03 mg
Vitamina B2	

**Fuente:** Instituto Nacional de Nutrición

### **2.1.2 Coliflor (*Brassicca oleracea* var. *Botrytis* L)**

La coliflor es muy importante desde el punto de vista económico a nivel mundial, ya que es de fácil manejo y rápido crecimiento. China es el país que más produce (6389118 toneladas) y Portugal es el menor productor con 35, 000 toneladas.

En el 2002 en México se produjeron 200, 000 toneladas. El producto que se cosecha de las crucíferas se destina principalmente al mercado de exportación, representando con esto una fuente importante de divisas y un incentivo para los productores. Estos cultivos revisten gran importancia social por la gran cantidad de mano de obra que utiliza en forma directa por las labores directa del cultivo e indirectamente por el personal que se ocupa durante el proceso, empaque y transporte, dentro de las empresas procesadoras que exportan el producto al mercado norteamericano (Hume, 1981).

La coliflor es una planta extraordinariamente exigente en cuanto a elementos nutritivos se refiere. Los métodos de fertilización deberán ser distintos según sea la naturaleza del suelo y la duración de ciclo vegetativo de la planta.

El buen abonado de las plantas influye no solo en su producción, sino también en su calidad. Los fertilizantes nitrogenados provocan una prolongación del ciclo de cultivo y dan lugar a una aparición de pelusilla en las inflorescencias, siendo esta una característica negativa; pese a lo cual, la administración del nitrógeno no debe descuidarse en ningún momento, porque la productividad de la planta está íntimamente relacionada con este elemento (Leñano, 1989).

En todas las especies del género *Brassica*, la coliflor es la más exigente; es una planta de rápido desarrollo, de ancho aparato foliar, de

fuerte poder de absorción la cual no solo aprovecha una amplia disponibilidad de elementos nutritivos (Leñano, 1989).

Existen bastantes diferencias en la firmeza de las pellas, encontramos variedades de grano muy apretado que son más resistentes a la subida de la flor, otras son de tipo medio o bien de grano casi suelto que forman una superficie menos granulosa, como afelpada, estas son de más difícil conservación y aprovechamiento (Leñano, 1989).

La forma de la pella en la coliflor presenta algunas diferencias que son interesantes para identificar las variedades:

**Esférico:** la forma de las pellas, es relativamente esférica, con base plana reducida, siendo el resto de forma redondeada hasta la cúspide.

**Abombado:** la base plana es más amplia que en el tipo esférico, la relación del diámetro a la altura es mayor y la forma de la superficie en su mitad superior es más amplia.

**Cónico:** los rudimentos florales forman aglomerados cónicos parciales, en conjunto toman la forma apuntada o cónica, especialmente apuntada en la cúspide de la pella.

**Aplanado:** la superficie superior de la pella es tan amplia como la base, siendo la relación diámetro - altura mayor que en el tipo abombado, resultando en conjunto una pella aplastada.

**Hueco:** es el tipo que forman las pellas más ramificadas interiormente.

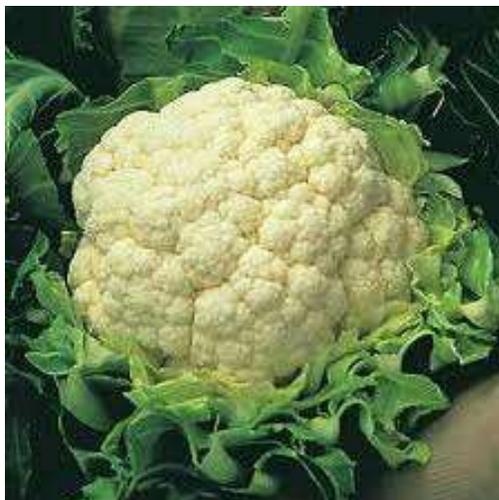


Figura 2. Coliflor (*Brassicca oleracea* var. *Botrytis* L)

La coliflor presenta un bajo contenido en calorías que puede variar dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. Sin embargo, son ricas en minerales y presentan elevados contenidos en glucosinolatos, especialmente isotiocianato de alilo y butilo, y/o vinil-tio-oxazilina (Leñano, 1989).

**Cuadro 2.** Composición nutricional de coliflor por 100 g de porción comestible.

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	25 Kcal
Agua	91.91 g
Proteínas	1.98 g
Grasa	0.21 g
Cenizas	0.71g
Carbohidratos	5.20 g
Fibra	2.5 g
Calcio	22 mg
Hierro	0.44 mg
Fósforo	44 mg
Vitamina C	46.4 mg

Fuente: web 3

### **2.1.3 Repollo (*Brassica oleracea var. Capitata*)**

La col, también conocida como repollo se encuentra entre las hortalizas más cultivadas, en forma de numerosas variedades y tipos que se distinguen por su aspecto, sabor y utilización. Se considera que dentro de los vegetales pertenecientes a la familia cruciferae, esta variedad es la de mayor consumo, tanto, en el ámbito nacional como internacional. Actualmente este cultivo se desarrolla con éxito en las áreas que presentan una temperatura fresca, con una elevación de hasta 800 msnm (Mortesen, 1967). Su antigüedad es cercana el 2000-2500 a.C., la cual puede reconocerse en el gran número de razas que existen y por las modificaciones profundas que se han sumado a los caracteres de las plantas primitivas.

La producción de col en nuestro país tiene como destino principal su venta en fresco. Con poco tratamiento post-cosecha la col tanto de Bruselas como la tradicional tiene una vida de anaquel corta un promedio de tres días después de ser cosechada y sin refrigeración lo que hace que el traslado y su venta tenga que hacerse de manera inmediata. En el caso de la col tradicional, se considera que el consumo es particularmente para el mercado nacional, de ahí que sea un cultivo que esté presente en ambos ciclos productivos, que permite tener una presencia en el mercado nacional durante todo el año (Nieuwof, 1969).

La col prospera mejor y produce las mejores cabezas a temperaturas entre 10 y 20°C. Así pues se obtienen buenos rendimientos en el sureste y soroeste de los Estados Unidos de América, durante el invierno y principios de primavera, y en el noroeste y medio oeste, en el verano (Edmond, 1984).

La col es importante por su fácil cultivo y rápido desarrollo, siendo una de las verduras más baratas, rica en proteínas, carbohidratos, sales minerales, vitaminas A y C.

En nuestro tiempo existen familias que tienen pequeñas parcelas y que se dedican al cultivo de pequeños huertos hortícolas, donde siembran diversos vegetales, siendo el repollo uno de los que más se prefiere y que tienen una mayor demanda en el mercado (Anónimo, 1957).



Figura 3. Repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)

Las hortalizas, en general, tienen una función importante en la dieta alimenticia debido a que contienen algunas sustancias nutritivas que no tienen otros cultivos, subiéndose desde luego, que poseen además una función neutralizadora de los compuestos ácidos producidos en el tubo digestivo durante la digestión de carne, queso y otros alimentos, además que actúan como material de lastre por que ayudan a la digestión, mantienen, además, las actividades normales del tracto intestinal, y son fuentes de minerales necesarios para el organismo humano, siendo el repollo una de las hortalizas especialmente ricas en Ca, Fe, carbohidratos, así como vitaminas A, B ó C. (Thomson, 1957).

El repollo es una hortaliza cuyas hojas son consumidas en ensaladas, sopas o cocidas con carne en Centroamérica (Gordon y Barden, 1984). El consumo per cápita de la col declina considerablemente de más de 7 kg en el último periodo.

Del grupo de las coles, el repollo es más ampliamente cultivado y el más comúnmente conocido (Edmond, 1984).

**Cuadro 3.** Contenido nutricional del repollo en 100 gramos de parte comestible

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Agua	92.15 g
Carbohidratos	5.43 g
Grasas	0.27 g
Proteínas	1.44 g
Fibra	2.3 g
Cenizas	0.71 g
Calorías	25
Calcio	47 mg
Fósforo	23 mg
Hierro	0.59 mg
Magnesio	15 mg
Potasio	246 mg
Tiamina	0.05 mg
Riboflavina	0.04 mg
Niacina	0.30 mg
Acido ascórbico	32.2 mg

**Fuente:** web 4.

#### 2.1.4 Calabaza (*Cucurbita pepo* L)

En México, Cucúrbita pepo es la única especie de calabaza que se cultiva a nivel comercial, destinándose gran parte de la producción para la exportación a los E.U. y Canadá principalmente. A nivel nacional ocupa el primer lugar por su superficie sembrada, así como su alta redituabilidad, fácil manejo, y gran demanda de mano de obra (Acerca, 1990).



**Figura 4.** Calabaza (*Cucurbita pepo* L)

El cultivo de la calabacita ha adquirido gran importancia desde algunos años, esto es debido a la poca inversión que se le hace al cultivo, a las características nutritivas de sus frutos, así como el alto grado de digestibilidad, sumándose a todo esto, los beneficios económicos que proporciona el agricultor en tan solo pocos meses. Cabe mencionar que la calabacita normalmente empieza a rendir utilidades entre 50 y 60 días después de la siembra, lo cual significa una pronta remuneración. Otro uso importante que se le da a este cultivo es el de aprovechar su alto contenido de minerales y de proteínas de los frutos (López, 1962).

**Cuadro 4.** Valor nutritivo de la calabacita en 100 g de parte comestible

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Vitamina A	0.3 µg
Agua	90.6 %
Proteínas	0.8 g
Carbohidratos	7.7 g
Calcio	14.0 mg
Fósforo	16.0 mg
Hierro	0.4 mg
Sodio	12.0 mg
Potasio	251 mg
Ácido ascórbico	23.0 mg
Tiamina (B1)	0.04 mg
Rivoflavina (B2)	0.03 mg

**Fuente:** (Valdez, 1998).

### **2.1.5 Acelga (*Beta vulgaris* L)**

La acelga ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo. Su introducción en Estados Unidos tuvo lugar en el año de 1806.

Pertenece a la familia Quenopodiáceas, de la especie *Beta vulgaris* L var. Cicla (L) es una planta bianual y de ciclo largo que no forma raíz o fruto comestible. Su sistema radicular: raíz bastante profunda y fibrosa. Las hojas constituyen la parte comestible y son de grandes de forma oval tirando hacia corazonada; tiene un peciolo o penca ancha y larga, que se prolonga en el limbo; el color varia, según variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro. Los peciolos pueden ser de color crema o blancos. Para que se presente a floración necesita pasar por un periodo de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 1.20 m la inflorescencia está compuesta por una larga panícula. Las flores son sésiles y hermafroditas pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es de color verdoso y está compuesto por 5 sépalos y 5 pétalos. Fruto: las semillas son

muy pequeñas y están encerradas en un pequeño fruto al que comúnmente se le llama semilla (realmente es un fruto), el que contiene de 3 a 4 semillas (Martínez 2006).



Figura 5. Acelga (*Beta vulgaris* L)

**Cuadro 5.** Valor nutricional de acelga en 100 g de producto fresco

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Vitamina A	6.500 U.I
Agua	91.1 %
Proteínas	1.9 g
Grasas	0.20 g
Fibra	1.2 g
Hierro	3.2 mg
Calcio	88 mg
Vitamina C	3.2 mg

**Fuente:** web 5

### 2.1.6 Espinaca (*Spinacia oleracea* L)

La espinaca (*Spinacia oleracea* L), es una de las hortalizas más reconocidas en el mundo por su alto valor nutricional. En el programa de altas tecnologías para la agricultura, del centro de investigación en química aplicada, se encuentra en desarrollo nuevas tecnologías agrícolas las cuales se validan y optimizan utilizando como modelo especies de importancia económica. Estas tecnologías se basan en los resultados de estudios de la biología y fisiología de la planta con el objetivo de obtener una mayor productividad y calidad de productos agrícolas (Serna 1994).

La espinaca es un cultivo propio para ser cultivado en climas fríos, húmedos y brumosos, que en los secos y calurosos, por desarrollarse en estos muy raquíticamente y arrojar tallos florales mucho antes de adquirir un máximo desarrollo. En los climas fríos o relativamente fríos, resiste temperaturas inferiores a los seis y siete grados centígrados bajo cero y en los muy fríos de mantenerse abrigada puede soportar las temperaturas de invierno y ofrecer en primavera una notable cosecha (Juscáfresa 1976).



Figura 6. Espinaca (*Spinacia oleracea* L)

**Cuadro 6.** Valor nutricional de la espinaca por 100 g de muestra comestible

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD DE MUESTRA CRUDA</b>	<b>CANTIDAD DE MUESTRA COCIDA</b>
Lípidos	0.35 g	0.26 g
Agua	89.6 %	91.0 %
Proteínas	2.86 g	2.97 g
Carbohidratos	3.5 g	3.75 g
Fibra	2.7 g	2.4 g
Calcio	99 mg	136 mg
Hierro	2.71 mg	3.57 mg
Magnesio	79 mg	87 mg
Fósforo	49 mg	56 mg
Potasio	558 mg	466 mg
Sodio	79 mg	70 mg
Vitamina C	28.1 mg	0.76 mg
Vitamina E	1.89 mg	9.8 mg
Vitamina B6	0.2 mg	0.955 mg

**Fuente:** (Fersini, 1976; Wattt et al., 1975)

### **2.1.7 Apio (*Apium graveolens*)**

El apio pertenece a la familia Umbelliferae; y su nombre científico es *Apium graveolens* var. Dulce. Graveolens significa de aroma fuerte; y dulce se refiere a las características de olor y sabor producidas por aceites volátiles localizados tanto en pecíolos, como en hojas y semillas (Martínez 2001).

Es una planta bianual, con raíz principal pivotante muy marcada y un sistema radicular secundario y adventicio muy abundante y superficial. Durante las primeras fases del cultivo, el tallo está reducido a un eje corto del que sale una roseta de hojas alternas con un pecíolo carnoso y ligeramente ensanchado en la base. Los limbos foliares son pinnados. El porte de esta planta puede alcanzar de 40 a 60 cm durante el segundo año de cultivo el tallo se alarga fuertemente, pudiendo alcanzar de 80 a 100 cm, rematándose

en una inflorescencia de umbelas compuestas pediceladas (Nonnecke ,1989). Los frutos son comúnmente llamados semillas, aunque las semillas son muy pequeñas y están contenidas dentro de los frutos (Maroto 1986).



Figura 7. Apio (*Apium graveolens* )

El apio junto con otros miembros de su familia, tiene una buena adaptación a un amplio rango de ambientes (Nonnecke, 1989).

Aparentemente se desarrollo de una maleza silvestre que se presenta en todas las regiones templadas de Asia y Europa (Maroto, 1986). Los griegos, romanos y antiguos chinos lo utilizaron como una planta medicinal. Se le atribuye la calidad de purificar la sangre. Fue hasta el siglo XVII que el apio se utilizo como alimento por los italianos y pobladores del norte de Europa. Conforme el apio fue domesticado, los pecíolos llegaron a ser más suaves y el marcado sabor amargo de su jugo gradualmente llego a ser dulce y agradable al paladar (Nonnecke, 1989).

El apio no es utilizado por sus pecíolos, sino que también por sus semillas, hojas y raíces. La variedad dulce es comúnmente cultivada por sus pecíolos. Las hojas de la variedad secalinum son utilizadas como saborizantes o con fines medicinales y la variedad rapaceum es utilizada por su alargada raíz y se cultiva predominantemente en Europa (Wolf, 1992).

**Cuadro 7.** Composición nutrimental de apio por 100 g de la porción comestible.

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Calorías	16 Kcal
Agua	94.64 g
Proteínas	0.75 g
Grasa	0.14 g
Cenizas	0.82 g
Carbohidratos	3.65 g
Fibra	1.7 g
Calcio	40 mg
Hierro	0.40 mg
Fósforo	25 mg
Vitamina C	7 mg

Fuente: web 4

### **2.1.8 Zanahoria (*Daucus carota* L)**

La zanahoria (*Daucus carota* L) tiene su centro de origen en el continente Asiático, ya que la mayoría de los autores coinciden en dar la misma opinión, aunque otros piensan que es originaria de Europa, y que algunas especies son nativas de Norteamérica.

La zanahoria ha sido cultivada desde hace 2, 000 años o más ya que fue mencionada por Pliny 300 años a.C. (Hutcheson y Kipps, 1936).

Menciona que dentro de la familia de las umbelíferas, la zanahoria (*D. carota* L) es una hortaliza muy apetecida, de alto valor nutritivo y fácil de cultivar en los climas y suelos apropiados. La parte comestible es la raíz, la cual se consume cruda en ensaladas, licuada en jugos, o cocida en varias formas. Intensificándose su uso, tanto en regiones templadas donde se puede llevar como un producto de comercio, debido a su alto contenido de caroteno, ya que la provitamina A que provee, es una de las grandes deficiencias nutricionales (Hutcheson y Kipps, 1936).



Figura 8. Zanahoria (*Daucus carota* L.)

Desde el punto de vista de la nutrición humana, la zanahoria es una de las hortalizas más importantes. Debido a que su raíz agrandada contiene grandes cantidades de caroteno, siendo una magnífica fuente de vitamina A (Edmond 1984).

La importancia del cultivo de la zanahoria está dada por la gran demanda que tiene durante todo el año y la gran superficie que ocupa, así como por ser la más importante de las hortalizas de raíz; reportándose para 1987 una superficie de cerca de 4800 hectáreas, siendo los principales estados productores en nuestro país Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Nuevo León y Zacatecas, cultivándose principalmente en la región central del país, donde se siembra durante todos los meses del año, pudiéndose realizar la cosecha continuamente (Tiscornia 1989).

La zanahoria (*D.carota* L) Es una planta herbácea, bianual, de la familia de las umbelíferas, del genero *Daucus*, al cual pertenecen cerca de 560 especies. Las variedades actuales se originaron de las zanahorias silvestres que eran plantas anuales (Thompson y Kelly 1957).

**Cuadro 8.** Composición nutrimental de la zanahoria por 100 g de la porción comestible.

COMPUESTO	CANTIDAD DE MUESTRA CRUDA
Lípidos	0.2g
Agua	88.6 %
Proteínas	2.86 g
Carbohidratos	10.1 g
Fibra	3.0 g
Calorías	40 cal
Vitamina A	2.00 U.I
Vitamina B1	0.13 mg
Vitamina B2	0.06 mg
Vitamina B6	0.19 mg
Vitamina E	0.45 mg
Potasio	0.1 mg

**Fuente:** web 4

### 2.1.9 Brócoli (*Brassica oleracea* L)

Su origen está ubicado en el Mediterráneo oriental y concretamente en el próximo oriente. Los romanos ya cultivaban esta planta, pero hace unos 20 años que su consumo empezó a incrementar.

El brócoli pertenece a la familia Cruciferae y su nombre botánico es *Brassica oleracea* L. variedad *botrytis* subvar. *Cymosa* Lam. Es una planta similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y más erguidas, con peciolo generalmente desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y blancas; pellas claras o ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada, y constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos que suelen terminar en este tipo de formación en el ápice, en bastantes casos muy marcada. Es importante resaltar la posible aparición de brotes laterales en los bróculis de

pella blanca en contraposición a la ausencia de este tipo de brotes en la coliflor. La raíz es pivotante con raíces secundarias y superficiales.



Figura 9. Brócoli (*Brassica oleracea* L)

Las flores del brócoli son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal. Produce abundantes semillas redondas y color rosáceo (Martínez 2006).

El brócoli tiene un alto valor nutricional y medicinal que radica principalmente en su alto contenido de vitaminas, minerales, carbohidratos y proteínas.

**Cuadro 9.** Composición nutricional del brócoli por 100 g de porción comestible

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Calorías	28 Kcal
Agua	90.69 g
Proteínas	2.98 g
Grasa	0.35 g
Cenizas	0.92 g
Carbohidratos	5.24 g
Fibra	3 g
Calcio	48 mg
Hierro	0.88 mg
Fósforo	66 mg
Vitamina C	93.2 mg

**Fuente:** web 3

### **2.1.10 Chayote (*Sechium edule*)**

En México, este cultivo recientemente ha adquirido importancia comercial en los estados de Veracruz, Michoacán y México, con 190 hectáreas cultivadas durante el año de 1980, con una producción de 2728 toneladas (S.A.R.H- D.G.E.A. 1980, citado por Chávez, 1984).

El chayote es un cultivo alimenticio muy importante en algunas regiones tropicales y subtropicales del mundo. Se vende muy comúnmente en los mercados de América Latina donde algunas veces alcanza grandes volúmenes, siendo también importante como hortaliza de venta en la India y Sureste de Asia (Grubben, 1977, citado por Chávez 1984).

Los frutos y las raíces carnosas del chayote fueron importantes alimentos de los aztecas, mayas y algunos pueblos primitivos de la América central, quienes cultivaron esta planta desde tiempo muy remoto.



Figura 10. Chayote (*Sechium edule*)

El género *Sechium* hasta hoy en día es considerado mono típico, por lo que el chayote es el único representante. La concentrada ubicación geográfica y el escaso desarrollo como cultivo hacen que la diversidad existente se considere solo como formas o poblaciones de la especie, sin que se individualicen cultivarse propiamente. Solo se distinguen tipos de acuerdo a la forma de los frutos: blanco redondo, blanco periforme, verde agusanado, verde ancho y verde ovalado, estos tipos presentan una gran variación de tamaño (Salomón 2006).

**Cuadro 10.** Composición nutrimental del chayote por 100 g de muestra comestible

<b>COMPUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Calorías	26 – 31 Kcal
Agua	89.0 – 93.4 g
Proteínas	0.9 – 1.1 g
Grasas	0.1 – 0.3 g
Carbohidratos	3.5 – 7.7 g
Fibra	0.4 – 1.0 g
Cenizas	0.4 – 0.6 g
Calcio	12 – 19 mg
Fósforo	4.0 – 30 mg
Hierro	0.2 – 0.6 mg
Magnesio	14 mg
Sodio	4 mg
Potasio	150 mg
Ácido ascórbico	11 – 20 mg
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.04 mg
Niacina	0.4 – 0.5 mg

**Fuente:** web 3

## 2.2. Características químicas de la fibra

Las fibras cumplen la función de ser la parte estructural de las plantas y por tanto se encuentran en todos los alimentos derivados de las plantas como puede ser las verduras, frutas, cereales y legumbres. La mayoría de las fibras son consideradas químicamente como polisacáridos, pero no todos los polisacáridos son fibras (el almidón por ejemplo no es una fibra vegetal), las fibras se describen como polisacáridos no almidonados (polisacáridos no amiláceos): como pueden ser la celulosa, hemicelulosas, pectinas, gomas, y mucílago. Las fibras pueden incluir también algunos compuestos no polisacáridos como puede ser la lignina (son polímeros de varias docenas de moléculas de fenol un alcohol orgánico con fuertes lazos internos que los hacen impermeables a los enzimas digestivos), quitina y taninos. A medida que se han ido investigando las fibras se han ido añadiendo más componentes químicos (Vázquez y López 2005).

El principal componente de la fibra cruda es la celulosa (90%), hemicelulosa y lignina. La cantidad de lignina afecta la disponibilidad biológica de la celulosa y hemicelulosa para los microorganismos y de esta manera afecta el valor nutritivo de las sustancias vegetales.

Al valorar las características químicas de la fibra puede ser útil diferenciarlas en dos grupos, basándose en la solubilidad en agua:

### **Insolubles**

**Celulosa.** Es un polímero lineal de glucosa con enlaces glucosídicos  $\beta$ -1,4. Es el componente más abundante de las paredes de las células vegetales donde se encuentra asociado con la hemicelulosa y la pectina. Se encuentra en zanahorias, col, verduras, entre otros.

**Lignina.** Es el principal componente no carbohidrato de la pared celular de las plantas. Es un polímero del fenil-propano, siendo esta polimerización tan variada que no existe ningún método único para analizar químicamente todas las variedades de ligninas. Esto asociado al hecho de que sus efectos fisiológicos no son bien conocidos, hace que algunos autores se resistan a considerarla parte de la fibra. La mayoría de los alimentos contienen mínimas cantidades de lignina, pero esta actúa de forma determinante en su digestibilidad, y puede ser importante en los procesos de carcinogénesis. Tiene mínima capacidad para absorber agua. Se le encuentra principalmente en la cascarilla de los cereales y en la alfalfa (Vázquez y López 2005).

**Hemicelulosa.** Con este nombre se agrupa a una serie de moléculas formadas por polímeros de hexosas y/o pentosas, las cuales se hallan íntimamente asociadas a la celulosa (de ahí el nombre de hemicelulosa). Entre los más conocidos se encuentran los polímeros llamados xiloglucanos, arabinogalactanos y ramnogalacturonanos cuyos monosacáridos principales son: xilosa, glucosa, arabinosa, galactosa y en el último caso ramnosa y un ácido.

## **Solubles**

**Pectinas.** Son carbohidratos complejos formados por unidades repetidas de ácido galacturónico. La transformación en el laboratorio del grupo carboxilo del ácido galacturónico en metil ester, da lugar al polímero que recibe el nombre de ácido pectínico, siendo esta forma, la llamada pectina soluble, que se usa para hacer mermeladas y jaleas en combinación con adecuadas cantidades de fruta, ácido orgánico y azúcar. Las pectinas se encuentran en las paredes celulares y la porción carnosa de la fruta, verduras y plantas comestibles.

La parte carnosa blanca de la cáscara de cítricos como la toronja y naranja, así como en manzana, membrillo y tejocote; contienen abundantes cantidades de pectina (cerca del 20% de su peso seco).

**Beta-glucanos.** Son polímeros puros de glucosa con una estructura ramificada y de menor tamaño que la celulosa.

**Gomas.** Entre las cuales se encuentra la goma arábiga, son unidades repetidas de d-galactosa alternando con d-glucurónico, también contienen algo de arabinosa, ramnosa o manosa.

**Ceras epicuticulares.** Forman parte de la capa exterior de muchos frutos, hojas y semillas: están constituidas por hidroxiácidos de cadena larga. Se halla en manzanas.

**Mucílagos.** Son polímeros principalmente de ácidos urónicos. Tienen la capacidad de retener grandes cantidades de agua formando un gel muy viscoso y gelatinoso. Los más conocidos son los del nopal, sábila y *Plantago psillium* (Vázquez y López 2005).

## 2.3 Fuentes alimentarias y recomendaciones alimentarias

La fibra se encuentra en frutas, vegetales, frutos secos y cereales, pero la fuente más concentrada son los granos del cereal entero, son una parte muy importante de la dieta equilibrada, gracias a sus aportes de vitaminas, minerales, bajos en grasa y proporcionando a su vez color, sabor y textura. Varios estudios han demostrado que reducen el riesgo a padecer algunos tipos de cáncer, diabetes, obesidad, colesterol, gracias a sus altos contenidos de fibra y antioxidantes. (Peña, 2007).

La cantidad recomendada de fibra oscila entre 20-35 g/día, formada esta, tanto por la soluble como la insoluble (Vázquez y López 2005).

Actualmente, los la vida cada vez más rápida y estresante, deja poco tiempo para dedicar a la cocina y por este motivo cada vez son más comunes en los supermercados los platos precocinados, entre otras. Una vez superados los retos de la conservación, el consumidor cada vez más pide que los alimentos procesados sean:

- Mejores nutritivamente
- Más “naturales”
- Más adecuados y adaptados al actual estilo de vida rápida
- Inocuos, sanitariamente muy seguros.

La nutrición se asocia actualmente a requisitos sanitarios más específicos: el consumidor pide alimentos con mayor contenido en fibra, bajo contenido en grasa y ausencia de aditivos y conservantes (Peña, 2007).

## **2.4 Propiedades de la fibra**

La fibra vegetal ejerce su acción en la luz intestinal, principalmente en el intestino grueso. Algunas de sus acciones son producidas tras modificaciones de su molécula ocasionadas por flora bacteriana colónica (Cervera, 2004).

### **2.4.1 Volumen de las heces**

Tanto como su presencia como por su capacidad de retener agua, la fibra aumenta el volumen del contenido o residuo intestinal. Esta propiedad la hace útil contra el estreñimiento ya que, al aumentar el volumen del contenido colónico, provoca un aumento de su peristaltismo, facilitando su función evacuatoria (Cervera, 2004).

### **2.4.2 Velocidad del tránsito intestinal**

Los componentes no hidrosolubles de la fibra, como la celulosa, la mayor parte de la hemicelulosa y la lignina, aumentan la velocidad del tránsito intestinal. Los hidratos solubles (guar, pectinas y otras), en cambio, la disminuyen (Cervera, 2004).

### **2.4.3 Capacidad de absorber agua**

Es una propiedad común a las fibras, mayor en la goma guar, en el Konjac y en algunas hemicelulosas que en la celulosa. Ya se ha mencionado la facultad de las pectinas para formar gelatinas. Como consecuencia de la absorción de agua, se produce un aumento de la masa en cuyo seno se encuentra la fibra. Para utilizar, esta propiedad, es imprescindible ingerir la fibra vegetal junto a cantidades elevadas de agua (Cervera, 2004).

#### **2.4.4 Capacidad de absorber sustancias**

Entre las mallas de la fibra vegetal pueden quedar retenidas algunas sustancias en la luz intestinal. De este modo quedan secuestrados partes del colesterol, ácidos biliares y diversas sustancias tóxicas que se introducen con los alimentos (Cervera, 2004).

#### **2.4.5 Formación de ácidos grasos de cadena corta**

Por la fermentación de la fibra hidrosoluble en el colon, especialmente de la inulina y los fructooligosacáridos, se originan ácidos grasos de cadena corta en (butírico, propiónico, etanoico) sustancias no presentes en los alimentos que son nutrientes muy importantes de la mucosa colónica, principalmente, en el curso de diversas enfermedades (Cervera, 2004).

### **2.5 Funciones de la fibra a nivel gastrointestinal**

Los efectos de la fibra sobre el tracto digestivo son diferentes según sus características físicas, su capacidad de fermentación y el sitio considerado. Las fibras muy fermentables, solubles y viscosas (guar y pectinas entre otras), estimulan la salivación y retrasan el vaciamiento gástrico. Las fibras poco fermentables, es decir, las insolubles y poco viscosas, no poseen este efecto gástrico e incluso pueden tener efectos opuestos. Independientemente de sus efectos sobre el vaciamiento gástrico, la fibra ralentiza la velocidad de absorción de nutrientes en el intestino delgado; especialmente la fibra fermentable, que al aumentar la viscosidad del bolo alimenticio disminuye la interacción de los nutrientes con las enzimas digestivas y retrasa la difusión a través de la capa acuosa (García *et al*, 2007).

En el colon es donde la fibra ejerce sus máximos efectos: además de diluir el contenido intestinal, sirve de sustrato para la flora bacteriana, capta agua y fija cationes.

Debido a su capacidad para retener agua, la fibra, en especial la insoluble o poco fermentable, produce un aumento del bolo fecal, con heces más blandas que disminuyen la presión intraluminal del colon. Al mismo tiempo, el hinchamiento del bolo fecal aumenta el peristaltismo, reduciendo el tiempo de tránsito intestinal; es, por tanto, fundamental en la prevención y el tratamiento del estreñimiento (García *et al*, 2007).

La fibra insoluble presente en el salvado de los cereales actúa fundamentalmente en el tránsito intestinal. Ello es debido a que la celulosa que contiene el salvado y las plantas verdes posee un efecto laxante superior al de la fibra soluble (M. Noakes 1996).

La propiedad de la fibra de incrementar el tránsito intestinal le confiere la propiedad de prevenir el cáncer de colon, porque elimina rápidamente sustancias cancerígenas que pueden entrar en contacto con las paredes intestinales y dañar las mucosas (M. Noakes 1996).

Los efectos fisiológicos de la fibra en el sistema digestivo son:

- **En el estómago:** La fibra desencadena un aumento de la salivación porque necesita más tiempo de masticación y causa, por tanto, un retraso en el vaciado gástrico. La fibra soluble se puede utilizar en dietas para adelgazar porque aumenta el volumen del bolo alimenticio y produce sensación de saciedad.
- **En el intestino delgado:** El aporte de fibra en la alimentación activa las vellosidades intestinales e incrementa su tamaño. De esta manera, disminuye o retrasa la absorción de materias orgánicas e inorgánicas. Esta cuestión es importante en el metabolismo de la glucosa (fibra soluble) y del colesterol (fibra soluble y lignina).

- **En el intestino grueso:** La fibra acelera el tránsito en el intestino grueso porque aumenta la masa fecal y a su vez, estimula la propulsión de las heces (Noakes, 1996).

## **2.6 Beneficios de la fibra alimentaria a la salud**

A la fibra se le atribuye un papel beneficioso en la prevención de las llamadas enfermedades degenerativas, dentro de las que se encuentran las cardiovasculares, la diabetes y las neoplasias de colon (M. Noakes 1996).

Una teoría más reciente descrita a finales del siglo XIX planteó que la flora intestinal descomponía los residuos proteicos presentes en las heces y los convertía en compuestos tóxicos. El médico francés Charles Bouchard declaró que la persona con estreñimiento está trabajando para su autodestrucción, hace intentos de suicidarse por intoxicación. Por su parte, el cirujano de origen inglés Sir William Lane a partir de observaciones planteó que el estreñimiento es un mal de civilizaciones industrializadas (Manisha *et al*, 2000).

Los cereales, verduras, hortalizas y frutas frescas son las fuentes de fibra más importantes. La producción de fibras de fuentes diferentes a los cereales, como los residuos de frutas, y la elaboración de nuevos productos con éstas, es de gran interés para la industria alimentaria, debido a su aplicación tecnológica e innovación y a la utilización de las fibras de frutas como materia prima. Estas fibras se caracterizan mediante análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial (Gutiérrez y Col, 2002).

La fibra, especialmente la soluble, arrastra colesterol y con ello disminuye su absorción. Por otra parte, los ácidos biliares que normalmente son reabsorbidos por el organismo son retenidos por las fibras solubles y eliminados. Esa provocada disminución de ácidos biliares por el efecto de la fibra da lugar a la conversión de colesterol en nuevas moléculas de ácidos biliares. Ese mecanismo logra la disminución significativa de colesterol del organismo (Manisha *et al*, 2000).

La fibra soluble que se encuentra en las leguminosas es beneficiosa para los diabéticos porque logra la absorción lenta de los hidratos de carbono en el intestino delgado. Ello evita una elevación brusca del nivel de glucosa en sangre.

Por estas razones y por asociarse con alimentos ricos en vitaminas y minerales se recomienda para ser empleados en dietas con diferentes fines, tanto estéticos como terapéuticos.

Todos los alimentos ricos en fibras necesitan ser masticados más tiempo y con ello se remueven las partículas que pueden quedar retenidas entre los dientes. Ello provoca además una mayor secreción de saliva, factores que evitan la formación de caries.

La fibra además equilibra la flora del colon. Como la fibra no es digerida en el estómago ni en los intestinos pasa directamente al colon. Ella le sirve de alimento a un gran número de bacterias que forman parte de la flora microbiana que habita en él, lo que favorece su multiplicación en detrimento de microorganismos patógenos y de sustancias tóxicas generadas como atributos de su virulencia (Manisha *et al*, 2000).

## **2.7 Problemas ligados al consumo**

Se ha comprobado que el consumo habitual de alimentos ricos en fibra, principalmente celulosa, aumenta la excreción intestinal de algunos elementos químicos esenciales, como el Calcio, tanto por quedar éste incluido en las mallas de fibra como por la presencia de fitatos, con los que el conforma sales insolubles. Actualmente se cree que este hecho no tiene consecuencias prácticas, siempre que la ingesta de éste o de otros elementos (Fe, Zn, entre otros) sea recomendada (Cervera, 2004).

Algunos tipos de fibra están contraindicados en diversas enfermedades digestivas, ya sea por su carácter de irritantes físicos de las mucosas dañadas, ya sea por su capacidad de provocar diarreas en ciertos estados. Téngase presente, no obstante, que en esto no existen marcadas diferencias entre unos alimentos y otros, así como que, en general, los alimentos fuentes de fibra vegetal, consumidos en crudo ejercen su acción con mayor intensidad que hervidos. Existen sin embargo diferentes variaciones individuales en este respecto (Cervera, 2004).

La fermentación bacteriana de la fibra en el colon, con formación de gases (meteorismo), origina molestias a algunas persona, que por este motivo disminuyen o eliminan el consumo de ciertos vegetales (Cervera, 2004).

## 2.8 Métodos de cocción

Algunos alimentos es mejor comerlos recientemente cosechados, sin preparación o cocción adicional. Algunas hortalizas, como lechuga, tomate, entre otras. Su sabor y textura característicos se aprecian mucho mejor cuando se comen frescos y crudos; la cocción solo deteriora dichas cualidades. No obstante, la mayor parte de los alimentos mejoran bastante con la cocción, misma que si se lleva a cabo en forma apropiada realza la apariencia, el sabor, la textura y la digestibilidad de los alimentos. Asimismo, la cocción promueve la seguridad y las cualidades de conservación de los alimentos al matar hongos, levaduras y bacterias que son patógenos o causan el deterioro. Es preciso distinguir, sin embargo, entre la cocción y el uso del tratamiento térmico para conservar los alimentos (Brian y Allan, 2004).

**La cocción se puede sencillamente** definir como el tratamiento térmico de los alimentos con el fin de mejorar sabor, digestibilidad y seguridad. La cocción implica transferencia tanto de calor como de masa (Griswold, 1980).

**Transferencia de masa.** Aparte de la transferencia de calor, la cocción incluye la transferencia de masa, principalmente la transferencia de agua a través del alimento conforme avanza la cocción. Durante la cocción, el agua se mueve del centro del alimento a la superficie donde se evapora. Los nutrientes solubles y los sabores se mueven también con el agua, y en los métodos de cocción con calor húmedo se pueden perder al pasar de la superficie del alimento al agua de cocción, un proceso conocido como arrastre (Brian y Allan, 2004).

**Efectos generales de la cocción.** La transferencia de calor y de la masa produce muchos de los cambios de color, sabor, textura, volumen, digestibilidad que tienen lugar durante la cocción. El arte de cocinar consiste en promover los cambios deseables al mismo tiempo que se reducen los indeseables. Además de los cambios mencionados, hay también cambios en el valor nutritivo durante la cocción. Algunos efectos específicos pueden ser benéficos; por ejemplo, la destrucción por el calor de la sustancia que inhibe la actividad enzimática de la tripsina en muchas legumbres crudas (Brian y Allan, 2004).

## **2.9 Modificación en la composición de los vegetales con el tratamiento culinario**

### **2.9.1 Tratamiento térmico**

Cocción en agua: el objetivo principal del cocinado de los vegetales es ablandar los tejidos de la planta y gelatinizar el almidón que puedan contener, para que sean más fácilmente digeridos. El calor determina otras modificaciones físicas y químicas que mejoran el aroma, el sabor y la digestibilidad del alimento, al producir la solución parcial de las pectinas que cimentan las uniones entre las células y la desestructuración de la celulosa de la pared de celular, liberando las sustancias nutritivas intracelulares (Vázquez y López 2005).

En la preparación se producen pérdidas de nutrientes por los siguientes factores:

1. Por oxidación. Se pierde sobre todo vitamina C, bien por el contacto con el aire previo a la cocción, tras el pelado y troceado del producto, o bien por la acción de enzimas (oxidasas) presentes en los propios tejidos vegetales.

2. Por la difusión u osmosis de los nutrientes al medio de cocción, que depende a su vez de la temperatura, la cantidad de agua y la duración de cocción:

2.1. Temperatura: si el agua esta fría al añadir la verdura, se pierde por difusión alrededor del 35% de los glúcidos, vitaminas hidrosolubles y sales minerales que se pasan al liquido de cocción, sobre todo cuando el alimento esta troceado y se prolonga el tiempo de cocción. Se producen también perdidas por acción de las oxidasas de los tejidos vegetales.

Si el agua esta hirviendo cuando se sumerge el alimento, las perdidas por difusión son menores.

2.2. Los nitratos presentes en las verduras se pierden por difusión en el agua de cocción, por lo que se recomienda la cocción de las espinacas, zanahorias, acelgas, repollo y verduras de hojas, que tienen importantes niveles de nitratos, con mucha agua.

2.3. Las pérdidas por calor de los componentes termolábiles aumenta cuanto más tiempo dure la cocción (Vázquez y López 2005).

### **2.9. 2 Ventajas y desventajas del pre cocido ó cocción de vegetales:**

Lo mejor del hervido (sólo con agua) es quizás que no hacen falta grasas para cocinar, y nos queda una elaboración ligera.

También al hervir se provoca la pérdida de muchos nutrientes de los alimentos, sobre todo las vitaminas hidrosolubles (8 del complejo B y la vitamina C), fibra y los minerales, que se quedan en el líquido de cocción. Entre más tiempo que se dejan hirviendo mas pérdida de fibra existe en las verduras. Pero siempre puedes aprovechar ese líquido para sopas (Vázquez y López 2005).

El hervido también le resta sabor a muchos alimentos, pero podemos evitarlo en parte limitando el tiempo de cocción a lo justo y necesario. Además así también evitamos parte de la pérdida de nutrientes.

El hervido también afecta al color y a la textura de los alimentos como las son las siguientes:

➤ **Color**

Las verduras y hortalizas verdes, como las acelgas, las espinacas, los guisantes o el brócoli son verdes porque en sus tejidos contienen moléculas de un pigmento llamado clorofila, que es el más abundante del reino vegetal, es de color verde, y se parece mucho a la hemoglobina humana, salvo que en lugar de un átomo de hierro en el centro de la molécula tiene un átomo de magnesio (Mc Gee, 1986).

La decoloración de las verduras, esa pérdida más o menos intensa del color al cocerlas, se debe a una alteración o a una destrucción de las moléculas de clorofila. Con el calor facilitamos que el átomo de magnesio sea reemplazado por átomos de hidrógeno de los propios ácidos del vegetal (la mayoría de las verduras tienen carácter ácido) o del agua de cocción si es ligeramente ácida. Lo lógico sería pensar que si el agua en el que cocemos las verduras es un poco más alcalina, no se produciría la alteración de la molécula, y así es, pero si añadimos bicarbonato al agua afectará negativamente a la textura de las verduras y les dará un sabor raro (Mc Gee, 1986).

Así que la solución es añadir las verduras verdes poco a poco (para que el agua no deje de hervir) sobre gran cantidad de agua ya hirviendo, mantener la cacerola o la olla destapada los primeros minutos y no dejarlo cocer más de 8 ó 10. Es imprescindible que sea con gran cantidad de agua

porque ese gran volumen provoca un efecto de dilución que disminuye la acidez y minimiza la destrucción de la clorofila (Mc Gee, 1986).

Cuanto menor sea el tiempo de cocción, menor será el riesgo de decoloración. Si es necesario, trocé las verduras para disminuir el tiempo de cocción. Y una vez en la olla, cuécelas lo suficiente para que queden tiernas, pero no blandas ni deshechas (Mc Gee, 1986).

### ➤ **Textura**

Al hervir las verduras y las hortalizas, sobre todo si nos pasamos del tiempo de cocción, podemos obtener una textura poco deseable (demasiado blanda).

La textura de los vegetales depende de la naturaleza de sus tejidos celulares y del agua que almacenan. Si se cuecen demasiado pierden la hemicelulosa, que es su “cemento”, y se ablandan.

Está bien que las verduras se ablanden, porque muchas son difíciles de masticar crudas, pero tienen que ablandarse hasta cierto punto, hasta que estén tiernas, con buen color y buena textura. Por eso hay que cortar el proceso de cocción en ese momento y no después, y procurar no mezclar vegetales de naturaleza muy distinta, o agregarlos poco a poco durante el proceso de cocción. Por ejemplo, las acelgas tienen hojas que necesitan menos tiempo de cocción que los tallos. Si queremos hervirlo todo tendremos que cortarlas y cocer hojas y tallos por separado, o bien agregar las hojas al final de la cocción de los tallos (Mc Gee, 1986).

Como la pérdida de hemicelulosa aumenta con la alcalinidad, podríamos acidificar el agua de cocción para que tuviesen una textura magnífica, pero tendrá efectos negativos si se tratase de verduras u hortalizas verdes.

Lo mejor que podemos hacer es, como en el caso de la cocción de verduras verdes, utilizar abundante agua para conseguir el efecto regulador del pH por dilución y añadirlas troceadas al agua ya hirviendo para disminuir el tiempo de cocción (Mc Gee, 1986).

### ➤ Olor

Hay verduras y hortalizas que conocemos bien por el color que desprenden al cortarlas y al cocinarlas. Es el caso de la cebolla y la coliflor. La cebolla contiene un compuesto órgano-sulfurado derivado de la cisteína que no es irritante por sí mismo, sino que al ser volátil y soluble en agua, llega a la lágrima, se descompone por hidrólisis produciendo azufre, que se transforma en ácido sulfuroso y nos provoca picor (Mc Gee, 1986).

La coliflor y todos sus parientes, como el brócoli, también contienen órgano-sulfurados como la cebolla, además de una enzima llamada mirrosina que es inactiva en el medio ácido de los tejidos celulares, pero que se activa cuando troceamos la verdura, y provoca la transformación de esos órgano-sulfurados en isotiociantos, que a su vez con el calor se descomponen en mercaptanos, amoníaco y sulfhídrico (el mismo responsable del olor a huevos podridos), y éstos reaccionan de nuevo formando trisulfuros, con ese olor realmente desagradable. Además, en lugar de acabarse, cada 5 minutos de cocción se duplica la cantidad de compuestos malolientes (Mc Gee, 1986).

## **2.10 Escaldado**

El escaldado es un tratamiento térmico corto que involucra la exposición de los tejidos vegetales a alguna forma de calor, usualmente por exposición a vapor o agua caliente por un tiempo predeterminado a una temperatura específica (Luh y Lorenzo, 1988; Barret y Theerakulrait, 1995). Este proceso consiste en elevar la temperatura de la materia prima, exponiéndola a un medio calórico húmedo (generalmente entre 70°C - 100°C), mantener dicha temperatura por un tiempo determinado y luego enfriar el producto rápidamente a una temperatura cercana a la ambiental, para así evitar que el producto alcance la pre cocción y en algunos casos la cocción (Fellows, 1988; Achondo, 1991).

### **2.10.1 Ventajas y desventajas**

- Inactivación enzimática antes de lo procesos ya que las temperaturas utilizadas en estos procesos resultan insuficientes para la inactivación de las enzimas. Si el alimento no se escalda se produce durante su almacenamiento cambios indeseables sobre su valor nutritivo y sobre las características organolépticas.
- Reducción del número de microorganismos presentes en el alimento con el consiguiente aumento del defecto conservador de operaciones como pasteurización, esterilización. Puesto que los efectos letales de calor son acumulativos, el escaldado elimina los gérmenes sensibles al calor y sensibiliza a los termoresistentes.
- Posibilitar un mejor aprovechamiento de los recipientes al disminuir el tamaño de la materia prima como consecuencia de la coagulación forzada de las proteínas y contracción por la liberación de agua.
- Expulsar los gases (aire) ocluidos en los espacios intercelulares de las hortalizas evitando, por lo tanto, el aumento de la presión desarrollada en las conservas durante el procesamiento debido a la

expansión de los gases presentes (Shams y Thompson, 1987; Ress y Bettison, 1993; es decir se previene la reducción del vacío

- Incremento de textura en algunas verduras, atribuido a la activación de la pectinmetilesterasa, que cataliza la conversión de la pectina en ácidos pectínicos de naturaleza iónica, que facilita su interacción con iones bivalentes como el calcio, que aumenta la rigidez de las estructuras (Fennema, 1993).
- Disminución del tiempo de cocimiento del producto final (Poulsen, 1986).

### **Desventajas**

- Pérdidas de nutrientes por disolución de elementos tales como minerales y vitaminas hidrosolubles.
- Cambios en la textura, fundamentalmente ablandamiento de los tejidos, así como cambios dureza, rigidez y cohesión.
- Cambios en el color y sabor (Juan Ignacio. 2008).

### **2.10.2 Efectos del escaldado en los alimentos**

Los tejidos vegetales son materiales vivos y manifiestan frescura, dependiendo en gran cantidad de la ordenación estructural y composición química de la pared celular de los espacios intercelulares donde las sustancias pecticas son las principales constituyentes. El calentamiento dado durante el escaldado ocasiona rompimiento de la célula y reducción de sustancias pecticas y además causa cambios irreversibles en la estructura celular y en las características físicas del tejido vegetal (Juan Ignacio. 2008).

**Perdida de nutrientes.** Pérdida de minerales, vitaminas y otros componentes hidrosolubles debido al efecto del lavado, termo destrucción y en menor medida de oxidación.

**Cambios de color.** La temperatura y tiempo de escaldado influyen en los pigmentos de los alimentos.

**Cambios en el aroma.** Un escaldo insuficiente conduce al desarrollo de aromas extraños durante almacenamiento de alimentos. Sin embargo, si el escaldado se realiza correctamente, la mayoría de los alimentos no sufren cambios significativos ni en su aroma ni en su sabor.

**Cambios en la textura.** Las condiciones de tiempo – temperatura necesarias para lograr la inactivación enzimática provocan alteraciones de la textura excesivas en algunos alimentos (Juan Ignacio. 2008).

## **2.11 La fibra ayuda, previene o mejora diferentes enfermedades**

La fibra alimentaria se asocia a efectos beneficiosos demostrados no sólo para el funcionamiento del tracto gastrointestinal, sino para la prevención y el tratamiento de numerosas enfermedades entre las que destacan el cáncer de colon, la diabetes y la hiperlipemia (Olmo y Martínez, 2004). Estos cambios se han producido fundamentalmente por el avance en el conocimiento del papel de las fibras soluble e insoluble, y por el progreso tecnológico, que permite utilizar distintos tipos de fibra sin alterar la estabilidad ni la viscosidad de las fórmulas.

Aún disponiendo de esta amplia variedad de productos, no existe suficiente evidencia científica que demuestre que la fibra es beneficiosa en alimentación natural. Algunos autores recomiendan la utilización de fórmulas sin fibra ya que con fibra suelen ser más caras que las fórmulas sin residuo. Otros autores, por el contrario, son partidarios de usar fibra de forma sistemática (Olmo y Martínez, 2004).

**Estreñimiento:** es un desorden en el movimiento del intestino que hace que el tránsito de las heces sea más lento y en consecuencia éstas se endurezcan dificultando su paso a través del intestino. La fibra aumenta el volumen de las heces al crear residuo sólido y absorber agua lo que produce unas heces más voluminosas y menos consistentes (Mataix, 2002).

Con la prevención del estreñimiento se evita la formación de hemorroides y se favorece la circulación de retorno, eliminando uno de los riesgos de padecer de varices.

**Obesidad:** en los últimos años ha cobrado gran interés el empleo de fibra en el tratamiento de la obesidad, tanto con alimentos ricos en fibras naturales, como con preparados comerciales derivados de la pectina, del glucomanano o de las gomas. Los mecanismos de acción de la fibra para reducir peso son la producción de saciedad, ya que disminuye el vaciamiento gástrico, la mejoría del estreñimiento y la disminución del contenido calórico total de la dieta, puesto que la fibra suele sustituir la ingesta de otros alimentos, como grasas y otros alimentos calóricos (Rodríguez, 2000).

**Cáncer de colon:** una ingesta alta en alimentos ricos en fibra se asocia con un menor riesgo de cáncer colorectal. El efecto protector de la fibra tiene una etiología multifactorial. En primer lugar, al disminuir el tiempo de tránsito intestinal, se reduce el tiempo de exposición a diversos carcinógenos en el colon; en segundo lugar, la fibra incrementa la excreción de ácidos biliares por las heces; en tercer lugar, la fermentación colónica de la fibra disminuye el pH a ese nivel, pudiendo frenar el desarrollo del tumor. El ácido butírico es el ácido graso de cadena corta que más se ha implicado en estos procesos (García *et al*, 2007).

**Diabetes *mellitus*:** Es un proceso crónico que afecta a un gran número de personas, siendo un problema individual y de salud pública de enormes proporciones, que se va incrementando progresivamente. Incluye un grupo heterogéneo de patologías, cuya característica es la hiperglucemia (elevación

de la glucosa en sangre), resultante de defectos en la síntesis, secreción y/o acción de la insulina.

La hiperglucemia crónica de la diabetes *mellitus* se acompaña de alteraciones del metabolismo proteico y lipídico, pudiendo provocar complicaciones agudas y crónicas multiorgánicas, afectando fundamentalmente a ojos, riñones, nervios, corazón y vasos sanguíneos.

Hoy sabemos que una gran parte de las complicaciones asociadas a la diabetes *mellitus* se pueden prevenir; para ello es imprescindible el diagnóstico precoz de la enfermedad, un estricto control sobre los niveles de glucemia y una alta implicación del paciente. Los síntomas de una hiperglucemia marcada son: poliuria, polidipsia, pérdida de peso, en ocasiones con polifagia, y adelgazamiento. Las consecuencias más graves, potencialmente fatales, de la diabetes *mellitus* incontrolada son la hiperglucemia con cetoacidosis y el síndrome hiperosmolar no cetósico (Rodríguez, 2000).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Localización del sitio experimental**

La determinación de fibra cruda se realizó en el Laboratorio del Departamento de Nutrición Animal que pertenece a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Las muestras que se analizaron fueron adquiridas en los centros comerciales: Merco, Bodega Aurrera y la frutería la Milpa. Todos localizados en la ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

#### **Materiales**

- Vaso de Berzelius de 600 ml
- Filtros de tela de lino
- Embudos de vidrio
- Balanza analítica (AND)
- Aparato de reflujo Labconco (ESEICON)
- Crisoles de porcelana
- Pinzas
- Desecador
- Estufa (THELCO)
- Mufla (THERMOLYNE)

## **REACTIVOS**

- Solución de ácido sulfúrico 0.255 N ó al 25%
- Solución de hidróxido de sodio 0.313 N ó al 25 %
- Agua destilada caliente para los lavados
- Agua fría para enjuagar los vegetales

## **Determinación de fibra cruda por método A.O.A.C. 1990**

- Lavar el vegetal.
- Se utilizo agua purificada, la cual se sometió a ebullición.
- Se puso el agua a hervir.
- Se sometió el vegetal a diferentes tiempos de cocción que fueron: 0, 3, 5 y 10 minutos.
- Se enjuago con agua purificada fría
- Se procedió a moler en una licuadora.
- Se pesaron 2 g de la muestra en fresco
- Poner la muestra en un vaso de Berzelius.
- Agregar 100 ml de solución de ácido sulfúrico 0.225 N.
- Conectar al aparato de reflujo por un período de 30 minutos contados a partir de cuando empiece a hervir. Bajar la temperatura, para que se mantenga en ebullición suave.
- Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de una tela de lino y lavar con 3 porciones de 100 ml de agua destilada caliente. Para eliminar la reacción ácida.

- Pasar la fibra (residuo que quedo en la tela de lino) al vaso de Bercelius con 100 ml de solución de hidróxido de sodio 0.313 N y conectar al aparato de reflujo por 30 minutos.
- Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de una tela de lino y lavar con 3 porciones de 100 ml de agua destilada caliente. Para eliminar la reacción alcalina.
- Escurrir el exceso de agua presionando la tela de lino.
- Extender y retirar la fibra con una espátula y depositarla en un crisol de porcelana, previamente identificado. a 100 - 103°C, por 12 horas en la estufa.
- Transcurrido el tiempo, sacar de la estufa, enfriar y pesar.
- Preincinerar la muestra en parrillas y meter en la mufla a 600°C por tres horas.
- Transcurrido el tiempo, sacar, enfriar y pesar.
- Calcular.

$$\%F.C = \frac{\text{Peso del crisol con fibra seca} - \text{peso del crisol con cenizas}}{\text{g de muestra}} * 100$$

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) donde se determinó el porcentaje de fibra cruda en diez especies vegetales. El paquete estadístico analizado fue el Statistica for Windows v. 6.1 (StatSoft, Inc.). Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

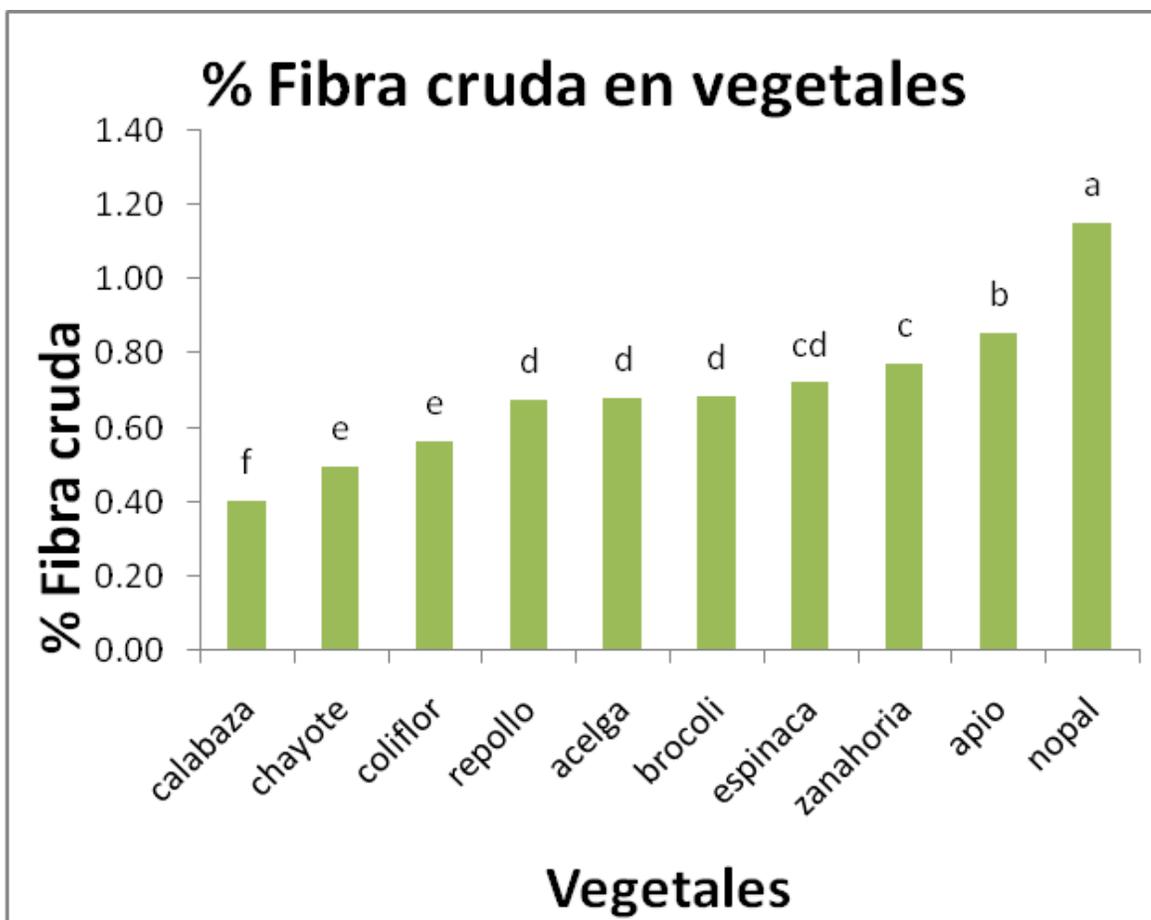
4.1 Determinación del análisis químico. Resultados del análisis químico de las muestras analizadas.

##### 4.1.1 Cuantificación de fibra cruda

**Cuadro 11.** Comparación de medias del porcentaje de fibra cruda de las diez especies vegetales

<b>Especie</b>	<b>Fibra cruda %</b>
Calabaza	0.40 f
Chayote	0.49 e
Coliflor	0.56 e
Repollo	0.67 d
Acelga	0.67 d
Brócoli	0.68 d
Espinaca	0.72 cd
Zanahoria	0.77 c
Apio	0.85 b
Nopal	1.15 a <sup>¥</sup>

¥ Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ )



**Figura 11.** Porcentaje de fibra cruda en cada una de las especies vegetales.

Las literales sobre las barras de la gráfica indican las diferencias entre medias según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ).

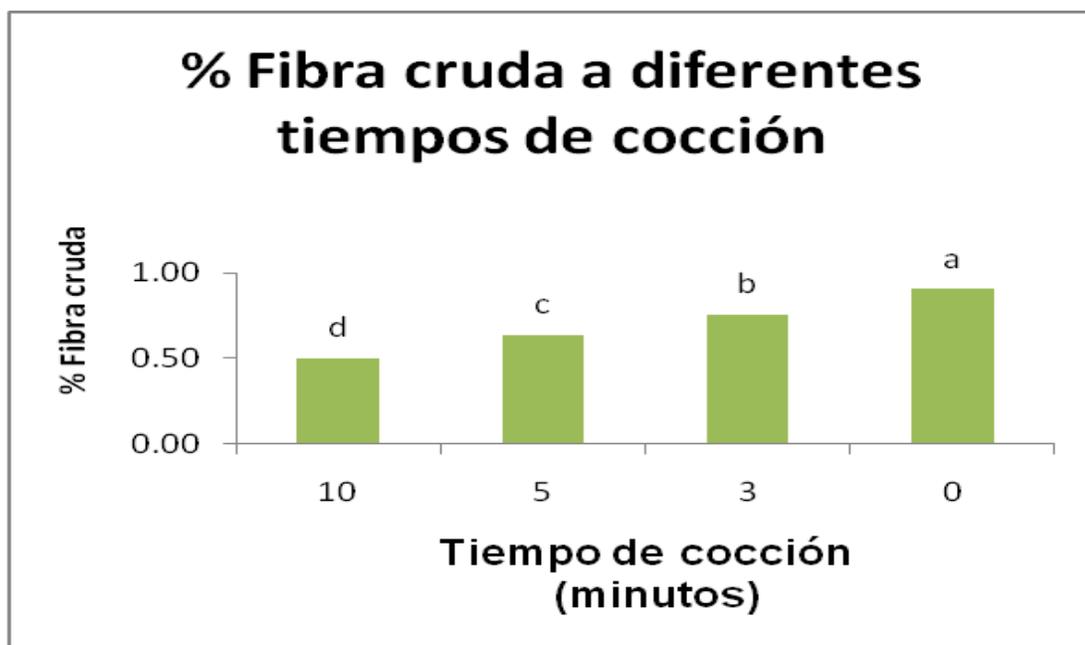
Los resultados obtenidos del contenido de fibra se presentan en la figura 11, correspondientes al porcentaje de fibra cruda, algunos de los resultados de fibra cruda coinciden con el trabajo de (Brian y Col, 2004). En donde además se recomienda consumirlos en fresco. Como se puede observar el nopal obtuvo un porcentaje de fibra de 1.15%, siendo este significativo en comparación con las otras especies, seguido por el apio que obtuvo 0.857 %, por lo que estos dos vegetales se recomienda consumirlos por su alto porcentaje de fibra. Por consiguiente se puede observar que los

vegetales zanahoria y espinaca no son estadísticamente iguales, en lo que respecta al brócoli, acelga y repollo, son estadísticamente iguales pudiera deberse a que dos de ellos son verdes con alto contenido de clorofila. En cuanto a la coliflor y chayote, son vegetales que presentan poca fibra y por último se encuentra la calabaza con menor porcentaje de 0.402 de fibra, pero con otras cualidades en su composición, como lo es, la cantidad de calcio, en cada una de las especies analizadas se encuentra un cierto porcentaje de fibra cruda.

**Cuadro 12.** Comparación de medias en el variable tiempo de cocción de las diez especies vegetales

<b>Tiempo de cocimiento (min)</b>	<b>Medias F.C. (%)</b>
10	0.50 d
5	0.63 c
3	0.75 b
0	0.90 a <sup>‡</sup>

‡ Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ )



**Figura 12.** Porcentaje de fibra cruda a diferentes tiempos de cocción.

Las literales sobre las barras de la gráfica indican las diferencias entre medias según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ).

Como se puede observar en la figura 12, en la variable tiempo de cocción, todos los tiempos son estadísticamente diferentes, para el porcentaje de fibra cruda en el cual, nos muestra que a medida que aumenta el tiempo de cocción disminuye el porcentaje de fibra, coincide con (Vázquez y López 2005). En donde se menciona que al aplicar tratamientos térmicos disminuye la firmeza aun más en los vegetales de hoja, debido a su elevado número de estomas, lo cual favorece la transpiración (Cristóbal Aguilar, María de la Luz, Heliodoro de la Garza y Juan C. 1999).

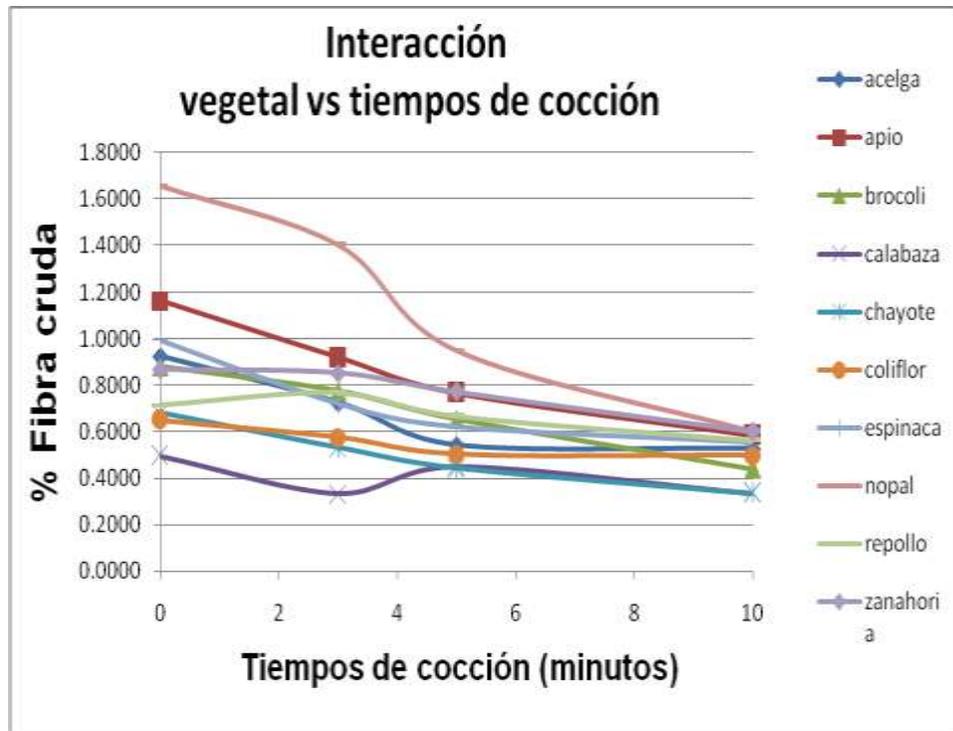
Se pierden nutrientes fácilmente en el agua de cocción y más aún si el tiempo de cocción es prolongado. Como se observa en la figura 12, en el tiempo de 0 minutos, que presentó 0.90% de fibra, superando a todas las especies vegetales de este estudio.

**Cuadro 13.** Interacción vegetal vs tiempo de cocción

<b>Vegetal</b>	<b>Tiempo de cocimiento (min)</b>	<b>% Fibra Cruda</b>
Calabaza	3	0.33 q
Calabaza	10	0.33 pq
Chayote	10	0.33 pq
Brócoli	10	0.43 opq
Chayote	5	0.44 opq
Calabaza	5	0.44 opq
Calabaza	0	0.49 nopq
Coliflor	10	0.49 nopq
Acelga	10	0.52 mnop
Chayote	3	0.53 lmno
Coliflor	5	0.53 klmno
Acelga	5	0.54 klmno
Espinaca	10	0.55 klmno
Coliflor	3	0.55 klmno
Repollo	10	0.56 klmno
Apio	10	0.58 jklmno
Zanahoria	10	0.59 jklmno
Nopal	10	0.59 jklmno
Espinaca	5	0.62 jklmno
Brócoli	5	0.65 jklmn
Coliflor	0	0.66 ijklmn
Repollo	5	0.66 ijklmn

Chayote	0	0.67 hijlmn
Repollo	0	0.71 ghijklm
Espinaca	3	0.71 ghijkl
Acelga	3	0.72 fghijk
Apio	5	0.76 efghij
Repollo	3	0.76 efghij
Zanahoria	5	0.77 efghij
Brócoli	3	0.77 efghij
Zanahoria	3	0.85 defghi
Zanahoria	0	0.86 defgh
Brócoli	0	0.87 defg
Apio	3	0.91 def
Acelga	0	0.92 de
Nopal	5	0.94 de
Espinaca	0	0.99 cd
Apio	0	1.16 c
Nopal	3	1.40 b
Nopal	0	1.65 a <sup>¥</sup>

¥ Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ )



**Figura 13.** Interacción vegetal vs tiempos de cocción

En el figura 13. Se presentan los resultados de interacción vegetal vs tiempo de cocimiento, donde se observa que el nopal es altamente significativo en comparación con las otras especies, con un porcentaje de fibra de 1.65 % con 0 y 3 minutos de cocción, así como un porcentaje de 1.403 respectivamente. Seguidos por el brócoli, zanahoria, repollo y apio, los cuales son estadísticamente iguales, pero en diferentes tiempos de cocción, 3 y 5 minutos, por último se encuentra la calabaza que es diferente a todos los vegetales estudiados con 0.33 % coincidiendo con (Vázquez y López 2005) donde menciona que a mayor tiempo de cocción disminuye el porcentaje de fibra, de igual manera (Mc Gee, 1986), donde expresa que cuando se someten los vegetales a cocción pierden fibra, además cambian sus características como; el color, sabor, textura. Disminuyendo el color, en el cual es debido a una alteración o destrucción de moléculas de clorofila, ya que con el calor, el átomo de magnesio se reemplaza por átomos de hidrógeno de los propios ácidos del vegetal. La textura de los vegetales depende de la naturaleza de sus tejidos

celulares y del agua que almacenan. Si se someten por mucho tiempo a cocción pierden la hemicelulosa y se ablandan.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye:

- Se cuantificó el porcentaje de fibra cruda en las diez especies vegetales, encontrándose que el nopal supera a los otros nueve vegetales en el contenido de este componente.
- Se determinó el porcentaje de fibra cruda en cada una de las especies vegetales, siendo el nopal el que presenta un mayor porcentaje de fibra cruda de 1.15%, seguido por el apio con 0.857 %, y en menor porcentaje la calabacita.
- Los resultados indicaron que en los diez vegetales el mayor tiempo de cocción disminuye el porcentaje de fibra cruda.

## 5. LITERATURA CITADA

1. **Aguilar** N. C, Reyes María, de la Garza Heliodoro, Contreras Juan. 1999. Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB- TL y la textura del vegetal procesados.vol. 43, numero 002.
2. **Anónimo**. 1957. Ensayo de variedades de la col. Agronomía instituto tecnológico de estudios superiores de Monterrey.
3. **ACHONDO**, J.P. 1991. Equipos utilizados en el proceso de escaldado. En: Curso: Aspectos relevantes en la congelación de productos hortofrutícolas. Fundación Chile. Santiago.
4. **A.O.A.C.** 1990. Métodos oficiales de Análisis. Décimo cuarta edición. Association of official Analytical chemists. Washington, D.C.
5. **Aserca**. Diciembre de 1999.Revista de publicación mensual. No. 76. Claridades Agropecuarias.
6. **Brian** A. Fox; Allan G. Cameron. 2004. Ciencia de los alimentos Nutrición y Salud. Limusa Noriega Editores. México España.
7. **Barret**, D.M y Theerakulrait, C. 1995. Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables. Food Tech. 49 (1): 62-65.
8. **Vázquez** A. I. de C. C y López-Nomdedeu C. 2005. Alimentación y Nutrición. Madrid- Buenos Aires, ediciones Díaz Santos, S.A.
9. **Cervera** Pilar y Claplés Jaume. 2004. Alimentación y dieto terapia. Cuarta edición. Mc GRAW – HILL. Interamericana.

10. **Chávez**, S.B. 1984. El cultivo de chayote *Sechium edule* (Jacq.) Swartz. Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
11. **Salomón Rojas I.** 2006. Caracterización del hongo causante de la mancha del chayote *Sechium edule* (Jacq). Tesis.
12. **Edmon**, J.E. 1984. Principios de horticultura. Cia. Editorial Continental. S.A. de C.V. Séptima impresión. México, D.F.
13. **Fellows**, P. 1988. Food processing thecnology: principles and practice. Ellis Horwood. Chinchester.
14. **Fennema**, O. 1993. Química de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
15. **Gandarias Serrano Juan I.** 2008. Guía para el control de tratamientos térmicos. Secretaria General del mar de Dirección General de ordenación pesquera. 19:25-29.
16. **García Peris y C. Velasco Gimeno.** 2007. Unidad de Nutrición, Clínica y Dietética. Hospital general universitario Gregorio Marañón. Madrid España.22 (supl.2): 20-5.
17. **Gordon**, Halcrafe R. y J. A.Barden. 1984. AGT Editores, S.A. Primera Edición. México, D.F.
18. **Griswold**, R.M. 1980. The experimental study of foods, 2<sup>nd</sup>. Edition contable, Londres.
19. **Gutiérrez EL, Medina MG, Román MO, Flórez O, Martínez OL.** 2000Obtención y cuantificación de fibra dietaría a partir de residuos de algunas frutas comunes en Colombia. Vitae.
20. **Hume**, W.G. 1981. Producción general de coliflores y coles de Bruselas. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
21. **Hutcheson Wolfe and Kippis.** 1936. Production of field crops; production of field crops; Mc Graw Hill publications in the agricultural sciences.

22. **Leñano**. F. 1989. Como se cultivan las hortalizas de hoja. Editorial Devenchi. Barcelona, España.
23. **Luh**, B.S. y Lorenzo, M.C. 1988. Freezing of vegetables. In: Commercial vegetable processing. Luh, B.S. and Woodroof, J.G. (eds). Van Nostrand Reinhold, New York.
24. **Manisha** Chandalia, M.D., Abhimanyu Garg, M.D. Beneficial Effects of High Dietary Fiber Intake in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus", NEJM; Volume 342:1392-1398; May 11, 2000).
25. **Maroto** J.V. 1986. Horticultura herbácea especial. Mundiprensa. Madrid, España.
26. **Martínez** Alvarado M. 2001. Cultivo de calabacita (*cucúrbita pepo L*) en México. Monografía. Ingeniero Agrónomo en producción. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
27. **Martínez** Flores Jezabel. 2006 Manejo y producción de vegetales en huertos familiares. Tesis.
28. **Martínez** O. L, A. María O. Román M, Gutiérrez E. Gilma B. Medina M. Cadavid Margarita C, Flórez O. A. 2008. Preparation on evaluation of a milk dessert with orange fiber. Volumen 15 número 2. Págs. 219-225.
29. **Mataix** Verdú, José. 2002. Nutrición y alimentación humana II. Situaciones fisiológicas y patológicas". Madrid: Editorial Ergon.
30. **McGee**, H. 1986. On food and cooking. Allen Unwin, Londres (Un interesante y poco convencional libro sobre las características físicas y químicas de la cocción).
31. **Nieuwhof**, M. 1969. Las coles (botánica, el cultivo y su utilización). Primera edición. Mc-Graw-Hill. Londres.
32. **Noakes** M. Effect of high-amylose starch and oat bran on metabolic variables and bowel ction in subjects with hypertriglyceridemia", nd coauthors, American Journal of Clinical Nutrition 64. 1996).

33. **Nonnecke** I.L. 1989. Vegetable production. Van Nostrand Reinhold. U.S.A., New York.
34. **Olmo** D. T. López del Val, P. Martínez de Icaya, P. de Juana. 2004. Sección de Endocrinología y Nutrición, Servicio de Farmacia. Hospital Severo Ochoa. Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Madrid. (3): 167-174.
35. **Poulsen**, K.P. 1986. Optimization of vegetables blanching. Food tech.(6)
36. **Pérez** Hernández M. 2007. Estudio del efecto de la temperatura de coccion en la calidad nutricional y la textura en un producto de V gama esterilizado apartir de judia verde (*phaseolus vulgaris var. perona*).págs. 4-5.
37. **Rees**, J.A.G y Bettison, J. 1993. Enlatado. En: Manual de industrias de los alimentos. Ranken, M.D. (ed). Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
38. **Rodriguez** Panos. 2000. The prevalence of diabetes mellitus and its association with other cardiovascular. The Vascular Disease Group of Albacete. Aten. Primaria.
39. **Román** MO, Martínez OL, Gutiérrez EL, Medina GB, Flórez OA. (2002) Diseño de un producto como buena fuente de fibra dietaria total. (Memorias). 1º. Coloquio Internacional y II Nacional de Investigación en Alimentación y Nutrición. Perspectivas en Nutrición Humana.
40. **Serna** Galicia Raúl. Productividad de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) con tres dosis de azufre agrícola y potasio con acolchado plástico de suelo.
41. **Shams**, M.A. y Thompson, D.R. 1987. Quantitative determination of pea losses asaffected by convectional water blanching. J. Food Sc.
42. **Thompson**, H.C y W.C. Kelly. 1957. Vegetablecrops. McGraw Hill Book Company. New York.
43. **Wolf** E. A. And B. Scully. 1992. Floribelle M9n: an autum celery cultivar for Florida. Hortscience. U.S.A

44. **Wolf.** E. A. J. M. White, R.S. Stubblefield and .B. scully. 1993. nFlorida Slobolt M68n: a spring celery cultivar. For Florida. Hortucience. U.S.A. 28.

- **Web 1.** <http://www.infoagro.com/hortalizas/broccoli2.asp>
- **Web 2.** FAO revista agricultura urbana &#8220; cuestiones de la agricultura urbana&#8221;
- **Web 3.** [http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut\\_search.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl)
- **Web 4.** USDA [http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/list\\_nut.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/list_nut.pl)
- **Web5.** <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2>.