



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
ÁREA ACADEMICA DE QUÍMICA  
LICENCIATURA EN QUÍMICA EN ALIMENTOS

---

“ELABORACIÓN DE UN PAN CON SUSTITUCIÓN  
PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE  
BAGAZO DE NARANJA DESHIDRATADO, COMO  
FUENTE DE FIBRA”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIATURA EN QUÍMICA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A:

**WENDY MONTSERRATH DELGADILLO ÁVILA**



ASESOR: Dr. CARLOS ALBERTO GÓMEZ ALDAPA  
Pachuca de Soto, Hidalgo 2008.



El presente trabajo de investigación fue realizado en las instalaciones del Laboratorio 2 de Alimentos en el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, bajo la dirección del Dr. Carlos Alberto Gómez Aldapa.

---

*El mejor remedio para quienes sienten miedo, soledad o desconsuelo, es salir a algún sitio donde puedan estar a solas con el firmamento, con la naturaleza y con Dios. Porque solo entonces siente uno que todo es como debe ser, y que Dios desea ver a la gente feliz, rodeada de la sencilla belleza de la naturaleza. Mientras esto exista, y seguramente existirá siempre, yo sé que habrá consuelo para todas las penas, cualesquiera que sean las circunstancias, y estoy firmemente convencida de que la naturaleza brinda alivio a todos los pesares.*

*ANA FRANK*

---

## DEDICATORIAS

*A DIOS:*

*Quien me permitió terminar esto que para mí antes era como un sueño tal vez imposible de alcanzar.*

*A MI MAMÁ:*

*Porque gracias a todo el esfuerzo que pusiste en mí, a tus consejos y claro que desde luego que a tus regaños he podido llegar hasta aquí, porque eres una estupenda madre a quien quiero y admiro mucho por todo todo lo que has hecho por mí y por nuestra familia.*

*A MI PAPÁ:*

*Eres un gran ser humano de quien he aprendido muchas cosas, gracias por sacarme adelante bueno sacarnos adelante, es admirable todo lo que haces por nosotros papá. Y gracias a tus exigencias y consejos hoy termino una etapa muy importante para mí.*

*A IRMA Y BENNY:*

*A quienes quiero mucho, sólo puedo decirles que esto también es para ustedes por que están cuando los necesito, porque me ayudan y están conmigo en todo momento... y muy pronto también estarán escribiendo todo esto, primero Dios.*

*A WENDY MONTSERRATH:*

*Si aunque suene raro esto me lo dedico a mí...porque todo esto es gracias al esfuerzo, dedicación y empeño que puse desde el día que vi que acredite mi examen de selección para la uni, y desde entonces me propuse terminar esta carrera. Y ahora que estoy a punto de ser Lic. en Química en Alimentos me dedico todo este trabajo.*

---

## AGRADECIMIENTOS:

*A Dios quien me ha dado todo, una hermosa familia, porque me dio por amigos a grandes seres humanos, en fin por permitirme llegar hasta aquí.*

*A mis padres quienes con todo el esfuerzo, cariño, amor y dedicación han podido darme todo y más de lo necesario para salir adelante... ustedes son mi inspiración de que todo se puede en la vida; no tengo como agradecer todo lo que han hecho por mí. Gracias por apoyarme en todo lo que he decidido hacer. Los amo*

*A mis hermanos Irma y Benny, que están cuando necesito de ustedes, gracias por ser como son... aunque somos diferentes los tres... los quiero mucho.*

*A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por darme las herramientas necesarias durante mi formación profesional, las cuales utilizaré para desenvolverse en el mundo laboral.*

*Al doc. Aldapa, mi asesor de tesis; quien es una ser humano muy diferente a lo que muchos creen... mil gracias por el apoyo brindado y también por soportarme durante todo este tiempo ahí y ni crea que ya se deshizo de mí... no no ... ya nos veremos muy pronto otra vez. Solo puedo decirle gracias por todo doc.*

*A mi amiga dulce a la que quiero mucho en fin... y mejor no continúo porque tal vez y no me alcance el espacio... pero gracias por estar conmigo durante las clases y demás momentos ahí y tú tampoco te deshaces de mí, nos seguiremos viendo un ratotote todavía.*

*A mis demás amigos Juan Carlos por ayudarme en uno de los días mas difíciles que he pasado gracias amigo, Florencio, Yareli, Víctor, Leslie, Lupita, Beto, Fer; por soportarme todo este tiempo, fue muy padre conocerlos y compartir con ustedes momentos divertidos.*

*Y también a José Luis, Erick este par a quienes quiero mucho, aunque en ocasiones me desesperan gracias por sus consejos unos bueno y otros no tanto.*

*A todos mis profesores de la licenciatura, gracias por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias, me serán muy útiles durante mi siguiente paso.*

*A T.L.C Blanca Rosalia Cruz Martinez por su ayuda durante las ocasiones en que ocupe el texturómetro.*

*También a una persona muy especial para mí, quien logró que viera la vida de otra manera, quien ha estado conmigo en momentos felices pero también ha sabido estar en los más difíciles... con quien he compartido muchas cosas, gracias por todo el tiempo que hemos pasado juntos, eres un niño muy importante para mí. En fin sólo puedo decirte mil gracias por todo y te amo.*

---

## INDICE GENERAL

Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras.....	x
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. ANTECEDENTES.....	4
3.1 Cítricos.....	4
3.1.1 Origen.....	4
3.1.2 Usos.....	4
3.1.3 Importancia.....	5
3.2 Naranja.....	5
3.2.1 Origen.....	5
3.2.2 Importancia.....	6
3.2.3 Características generales.....	7
3.2.4 Morfología.....	7
3.2.5 Composición química.....	9
3.2.6 Aspectos nutricionales.....	11
3.2.6.1 Vitaminas y antioxidantes.....	11
3.3 Bagazo.....	12
3.4 Especies y variedades de naranja más importantes.....	13
3.5 Producción de naranja.....	13
3.5.1 Producción nacional.....	15
3.5.2 Producción en el estado de Hidalgo.....	15
3.6 Fibra.....	19
3.6.1 Metabolismo de la fibra.....	22

---

3.6.2 Tipos de fibra.....	22
3.6.2.1 Fibra soluble.....	22
3.6.2.2 Fibra insoluble.....	24
3.7 Diabetes.....	25
3.7.1 Definición.....	26
3.7.2 Clasificación.....	26
3.7.3 Factores de riesgo.....	27
3.8 Fibra en la diabetes.....	27
3.8.1 Metabolismo de la FD en la diabetes.....	28
3.9 Panificación.....	29
3.9.1 Definición de pan.....	30
3.9.2 Ingredientes básicos.....	30
3.9.2.1 Harina.....	30
3.9.2.2 Agua.....	30
3.9.2.3 Leche.....	31
3.9.2.4 Azúcar.....	31
3.9.2.5 Grasa.....	31
3.10 Análisis de textura.....	32
3.11 Análisis sensorial.....	32
3.11.1 Prueba de preferencia.....	33
4. OBJETIVOS.....	35
4.1 Objetivo general.....	35
4.2 Objetivos específicos.....	35
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
5.1 Material.....	36
5.2 Métodos.....	36
5.2.1 Obtención de harina de bagazo de naranja.....	36
5.5.2 Elaboración de los panes.....	37

---

5.2.3 Determinación de textura en los panes.....	37
5.2.4 Pruebas sensoriales de los panes.....	38
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
6.1 Determinación de textura de los panes.....	40
6.2 Análisis sensorial de los panes.....	47
7. CONCLUSIONES.....	49
8. BIBLIOGRAFÍA.....	50

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la naranja en 100 g de porción comestible.....	8
Tabla 2. Resultados del análisis proximal en base seca del bagazo de naranja deshidratado (g/100g de materia seca).....	14
Tabla 3. Principales países productores de naranja en el mundo.....	16
Tabla 4. Evolución en el cultivo de naranja.....	17
Tabla 5. Principales estados productores de naranja a nivel nacional.....	18
Tabla 6. Cultivo de naranja en el estado de Hidalgo.....	20
Tabla 7. Enfermedades relacionadas al bajo consumo de fibra.....	23
Tabla 8. Contenido de fibra en algunos alimentos.....	23
Tabla 9. Anova de un factor (nivel de sustitución).....	42
Tabla 10. Resultado del análisis estadístico de comparación de medias, en la prueba de textura.....	42
Tabla 11. Nivel de significancia de las diferencias encontradas entre las medias de los tratamientos obtenidos mediante la prueba de Duncan.....	45
Tabla 12. Aporte de fibra en gramos en cada una de las sustituciones.....	45
Tabla 13. Resultado de la prueba de preferencia de las galletas.....	48

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de un corte del fruto de un cítrico.....	10
Figura 2. Cuestionario típico de una prueba de preferencia.....	34
Figura 3. Curva de fuerza de compresión de los panques con un nivel de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja al 5 %.....	41
Figura 4. Gráfica del análisis de textura de panques sustituidos con harina de bagazo de naranja.....	43

---

## 1. RESUMEN

El presente trabajo fue elaborar panes, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de bagazo de naranja, con el fin de obtener panes con sabor característico a naranja, dándole un uso alternativo a este subproducto y además aportando fibra, la cual podría reducir los índices glucémicos. La harina de bagazo de naranja se obtuvo mediante un proceso de deshidratación con aire forzado a una temperatura de 85°C por 6 h, una vez deshidratada, ésta fue sometida a una molienda. Se elaboraron los panques con diferentes niveles de sustitución (5, 10, 15 %) de harina de bagazo de naranja por harina de trigo. Una vez obtenidos los panes, se les midió la textura, empleando un textuómetro. Los resultados del análisis de textura (fuerza de compresión), indicaron que los panes con una sustitución del 5 y 10 % de harina de trigo por harina de bagazo de naranja, no presentaron estadísticamente diferencia significativa respecto al pan que se elaboró sólo con harina de trigo; mientras que el pan con una sustitución del 15 % de harina de trigo por harina de bagazo de naranja presentó una fuerza de compresión mucho mayor, por lo que se puede decir, que el nivel de sustitución de harina de bagazo de naranja deshidratado influye en la textura de los panes. Finalmente, se realizó una prueba sensorial de preferencia de los 3 niveles de sustitución. Los resultados en esta prueba, mostraron que los jueces no entrenados tuvieron una preferencia a los panes elaborados con una sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja al 10 %, debido a que éste pan presentaba un mayor sabor a naranja que el del 5 % de sustitución, y el pan con una sustitución del 15 % dejaba un regusto amargo, el cual era desagradable para los consumidores.

---

## 2. INTRODUCCIÓN

Las frutas constituyen un grupo de alimentos indispensables para el equilibrio de la dieta humana (Astiasarán y Martínez, 2005). Las frutas cítricas presentan un alto contenido de compuestos fenólicos, fibra dietética, ácido ascórbico y algunos minerales que son efectivos antioxidantes nutritivos (Rincón, 2005; Fox y Camerón, 2002).

En México la naranja es considerada como una de las más importantes, tanto por la superficie cultivada, el volumen y el valor de la producción, así como por el consumo *per cápita* de la misma. La naranja ocupa la tercera parte de la superficie sembrada y del volumen producido en el sector frutícola nacional (SAGARPA, 2006).

La naranja ha constituido desde tiempos remotos parte de la alimentación, la consumen directamente como fruta fresca y/o en jugo; una vez obtenido el jugo lo sobrante pasa a formar parte de un desecho que se cataloga como subproducto.

Cuando la naranja se procesa para obtener jugos, queda del 45 al 60 % del peso en forma de residuos, constituido principalmente por la cáscara y las semillas, lo cual genera una gran cantidad de residuos, que hasta el momento han sido poco utilizados, convirtiéndose en desechos, que son depositados en los basureros, donde siguen un proceso de descomposición natural (Domínguez, 1995).

La diabetes es una enfermedad caracterizada por niveles elevados de glucosa en sangre, debido a la falta de secreción de insulina o una alteración en la respuesta a esta hormona.

---

Dentro de los alimentos que consumimos diariamente, hay gran cantidad de productos vegetales y frutas que contienen un elevado contenido de fibra, a la cual se le han atribuido mucho de los efectos fisiológicos que se obtienen al consumir estos, por lo que han sido utilizados en la medicina tradicional para la prevención y el control de algunas enfermedades, tales como: hipertensión, obesidad y diabetes tipo 2 (DM2). Adicionalmente se sabe que, a través de los años en México se han utilizado un sin número de plantas y frutas como apoyo en el tratamiento de la diabetes, tal es el caso de la naranja.

La presente investigación surge de la necesidad de darle un uso alternativo al bagazo de naranja, a través de la elaboración de un producto panadero, donde la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de bagazo deshidratado podría ocasionar que personas con diabetes controlen sus niveles de azúcar en sangre y también que personas sanas no desarrollen este tipo de padecimientos crónico-degenerativos.

---

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1 Cítricos**

##### **3.1.1 Origen**

Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sureste asiático. Desde entonces y hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y a las hibridaciones tanto naturales como las producidas por el hombre (Haro, 2005).

Actualmente, la producción de cítricos es una actividad muy importante a nivel mundial, generándose 74 millones de toneladas anualmente, siendo Brasil, EUA y México los principales productores. En México son 23 los estados que practican el cultivo de cítricos (SAGARPA, 2007). Siendo el limón, la mandarina y la toronja los cítricos más cultivados en nuestro país.

##### **3.1.2 Usos**

Usualmente el consumo de cítricos es como frutos frescos, sin embargo, en las últimas décadas, la industria de obtención de jugo fresco o concentrado se ha conformado como una de las más importantes y comunes, lo cual ha generado un incremento en la cantidad de residuos, principalmente en forma de cáscara de bagazo (Mazza, 2000).

Los cítricos son utilizados como materia prima para la elaboración de refrescos, perfumes y líquidos de limpieza (Mazza, 2000). Otros subproductos obtenidos de la industria de los cítricos son, el aceite de las

---

semillas, las pectinas, el ácido cítrico, los colorantes y el alcohol etílico (Praloran, 1977).

### **3.1.3 Importancia**

Se ha comprobado que los productos derivados de los cítricos contienen numerosos componentes que sirven para la prevención o tratamiento de enfermedades y para el mantenimiento de la salud (Mazza, 2000).

Un aspecto importante asociado a los cítricos es el referente a su contenido de polisacáridos como la fibra y la pectina, cuyo consumo está relacionado con el mejoramiento de la tolerancia a la glucosa en pacientes diabéticos, ya que ayuda a aumentar el bolo fecal e impide la absorción de sustancias como el colesterol (Franco y col., 2002; Mazza, 2000).

## **3.2 Naranja**

### **3.2.1 Origen**

El naranja fue ignorado durante largo tiempo por chinos, hindúes, y árabes, quienes no pensaron en importarlo a la cuenca mediterránea. Su presencia en el continente Americano fue obra de los mercaderes genoveses hacía el año 1400, o de los portugueses en 1548. En apoyo a la importación por los genoveses hay dos documentos italianos de 1471 y 1472, así como la presencia, a partir de 1523 en Sicilia, Calabria y Liguria, y desde 1515 en España, de grandes huertos de naranja. En Córcega, la presencia del naranja es atestiguada antes de 1600 (Praloran, 1977).

---

El nombre de naranja tiene diferentes significados, pero todos están asociados con características propias de este fruto. Así, uno de ellos es el de "Aurintia", derivado del latín y asociado a su color, semejante al del oro, otro es el narang, que en persa significa "perfume interior" y está relacionado con la presencia de aceites esenciales en este fruto (Anónimo, 2007a).

### **3.2.2 Importancia**

La naranja, es considerada como una de las frutas de mayor importancia en México, tanto por la superficie destinada para su cultivo, como por la producción y el consumo (Mizrach y col., 1996). El consumo *per cápita* de naranja fresca en nuestro país es de 25.3 Kg/año y 3,24 Kg/año de naranja procesada (FAO, 1998).

Independientemente de su demanda, la importancia de este cítrico radica en el aspecto nutritivo (Fox y Camerón, 2002), como es el referente a su contenido de fibra. Entre los efectos benéficos asociados con la fibra se encuentran: el mejoramiento de tolerancia a la glucosa en pacientes diabéticos, ya que ésta al aumentar el bolo fecal, impide la absorción de sustancias como el colesterol (Franco y col., 2001).

Otro aspecto importante es el efecto antioxidante. Los flavonoides son compuestos polifenólicos con actividad antioxidante, los cuales tienen propiedades anticancerígenas y reducen también el riesgo de la aparición de enfermedades cardiovasculares (Simo y col., 2002).

También, como se ha mencionado anteriormente, uno de los aspectos que genera gran interés de los frutos cítricos es su alto contenido

---

en vitamina C y la naranja no es la excepción (Tabla 1; Mizrach y col., 1986).

### **3.2.3 Características generales**

El naranjo, árbol perenne de la familia de las rutáceas con la copa muy redondeada. Tallos ligeramente espinosos. Hojas coriáceas, elípticas, agudas y con el pecíolo provisto de alas estrechas. Flores de color blanco muy perfumadas con cinco pétalos y numerosos estambres (Chau y col., 2003). El naranjo es una planta subtropical y la altura que puede alcanzar oscila entre 6 y 9 m (Padilla, 1997).

El fruto (naranja) es un hesperidio formado por una piel externa más o menos rugosa y de color anaranjado, con abundantes glándulas que contienen un aceite perfumado y una parte intermedia adherida a la interior, blanquecina y esponjosa (fibra). Finalmente, posee una parte más interna y más desarrollada, dividida en una serie de gajos (Desrosier, 1986).

El color típico de las naranjas se debe a una mezcla compleja de carotenoides que están en el flavedo y en la pulpa (Yúfera, 1998), aproximadamente se han encontrado 115 carotenoides diferentes en las frutas cítricas, incluyendo una gran cantidad de isómeros (Gonder y col., 2001).

### **3.2.4 Morfología**

La naranja es definida como el fruto redondo del naranjo, que presenta por lo general una cáscara lisa de color verde, amarilla o naranja rojizo de olor agradable, pulpa jugosa, dividida en gajos y cuyo sabor va

---

**Tabla 1.** Composición química de la naranja en 100 g de porción comestible. (Mizrach y col., 1996)

Agua	87.1 g
Proteínas	1 g
Lípidos	0.2 g
Hidratos de carbono	12.2 g
Calorías	49 Kcal.
Vitamina A	200 U.I.
Vitamina B1	0.1 mg
Vitamina B2	0.03 mg
Vitamina B6	0.03 mg
Ácido nicotínico	0.2 mg
Ácido pantoténico	0.2 mg
Vitamina C	50 mg
Ácido cítrico	980 mg
Ácido oxálico	24 mg
Sodio	0.3 mg
Potasio	170 mg
Calcio	41 mg
Magnesio	10 mg
Manganeso	0.02 mg
Hierro	0.4 mg
Cobre	0.07 mg
Fósforo	23 mg
Azufre	8 mg
Cloro	4 mg

---

del dulce al ácido (NMX-FF-027-SCFI-2007). La naranja presenta diferentes partes constitutivas que, a su vez, desempeñan funciones diversas (Norman, 1996).

El flavedo es el tejido exterior, en éste abundan vesículas que contienen lípidos, aceites esenciales y cromoplastos (Yúfera, 1998), estos últimos le confieren a la fruta el color verde, amarillo o naranja (Mazza, 2000).

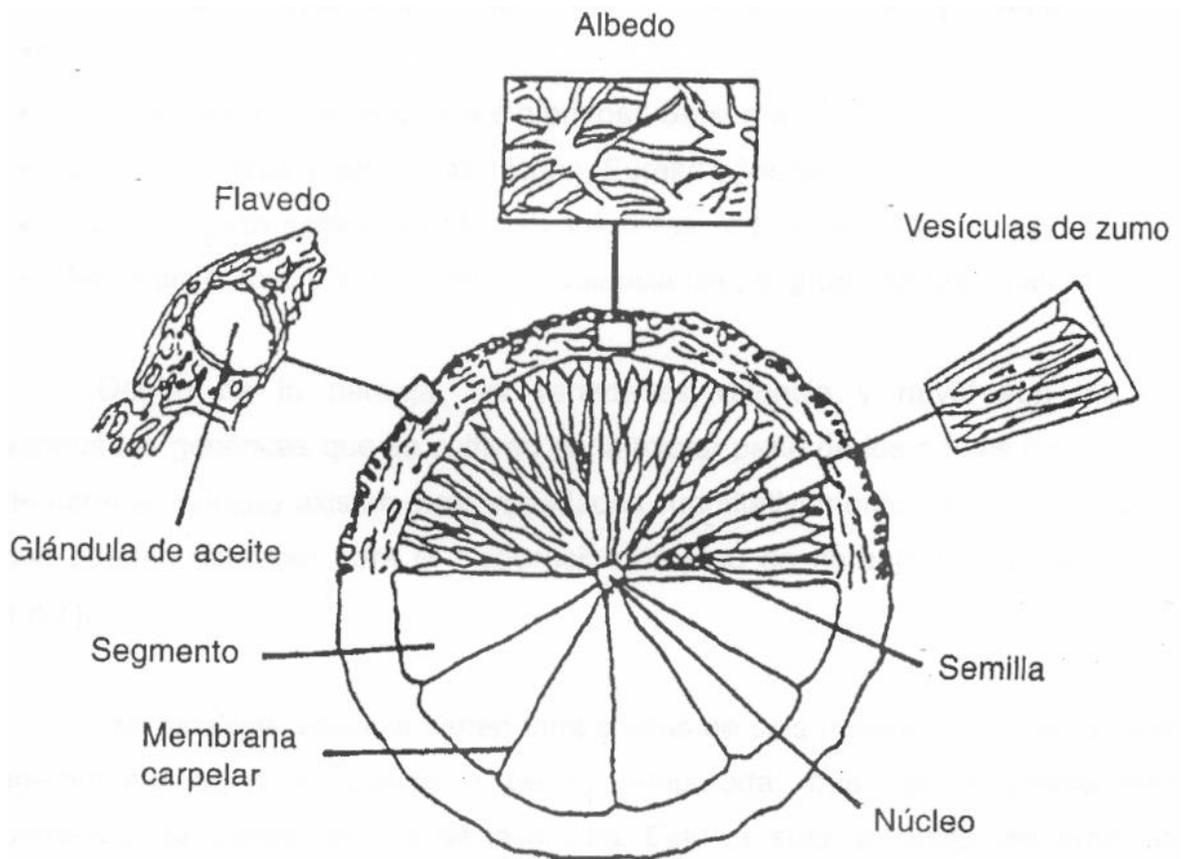
El albedo (mesocarpio) es un tejido formado por capas esponjosas de células de color blanco, el cual es rico en pectinas (Mazza, 2000) y constituye la mayor parte de la corteza. El mismo tejido forma el corazón o eje central del fruto y ambos contienen los vasos que proporcionan al fruto el agua y los materiales nutritivos (Yúfera, 1998).

El endocarpio es la parte comestible de los cítricos y está formado por los carpelos o gajos, separados por las membranas intercarpelares, los cuales están compuestos por vesículas, que contienen jugo (Figura 1, Yúfera, 1998).

Una separación manual de las partes de la naranja madura (*pineapple orange*) mostró la siguiente distribución en peso: flavedo y albedo constituyen 37%; vesículas de jugo 10%; membranas 19%; semillas 8% y jugo 26% (Braddock y Graumlich, 1981).

### **3.2.5 Composición química**

En la naranja, al igual que en la mayoría de los cítricos, el agua es el componente principal, siendo el causante de la sensación refrescante que



**Figura 1.** Representación esquemática de un corte del fruto de un cítrico (Mazza, 2000).

---

se percibe durante su degustación (Fox y col., 2002); sus características nutricionales ayudan al fortalecimiento de las defensas del organismo, debido a su contenido de vitaminas B1, B2, B3, B5, B6, E y principalmente C; sales minerales, ácidos orgánicos, pectina y propiedades anticancerígenas (tabla 1; Mizrach y col., 1996).

Las frutas cítricas poseen de 9-11% de fibra total y de esta cantidad la mitad es fibra soluble. La cáscara de naranja es rica en las fracciones de fibra soluble (FRF's) incluyendo la fibra insoluble, sólido insoluble en alcohol, y sólido insoluble en agua (476-515 g/Kg cáscara), se componen principalmente de sustancias pépticas y celulosa (Baker, 1994).

### **3.2.6 Aspectos nutricionales**

#### **3.2.6.1 Vitaminas y antioxidantes**

Los cítricos son ricos en vitamina C, particularmente en la capa blanca o albedo que se encuentra debajo de la cáscara (Fox y Camerón, 2002). El jugo de naranja sólo contiene del 20 al 30% de la vitamina C, mientras que más del 60% se encuentra en la cáscara (flavedo y albedo) (Mazza, 2000).

La falta de vitamina C en la dieta es causa de una enfermedad conocida como escorbuto, la cual se caracteriza por hemorragias debajo de la piel, encías hinchadas de las que se pueden aflojar fácilmente los dientes o caerse (Fox y Camerón, 2002).

La vitamina C se utiliza como aditivo alimentario debido a sus propiedades antioxidantes (Fennema, 2000), mismas que se ven

---

potenciadas por la presencia de compuestos fenólicos llamados “flavonoides”, que además ayudan a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Simo y col., 2002).

La acción antioxidante de la vitamina C es multifuncional al inhibir la autooxidación lipídica por varios mecanismos, entre ellos: a) secuestro del oxígeno singulete o b) reducción de los radicales libres con la formación de un radical menos activo, el semidehidroascorbato (Fennema, 2000).

Aun cuando el ácido fólico se encuentra en pequeñas concentraciones en la naranja, ésta contribuye de manera importante en el aporte de dicha vitamina en la dieta, dado el consumo que se tiene de este fruto (Mazza, 2000). El ácido fólico se ha asociado con diversos efectos benéficos, dentro de los cuales se puede resaltar la prevención de malformaciones congénitas del tipo defecto del tubo neuronal durante el primer mes de embarazo. De igual forma se ha establecido cierta relación entre la deficiencia de ácido fólico y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y neurovegetativas (Llera, 2003).

### **3.3 Bagazo**

Entre los numerosos subproductos agroindustriales que presentan interés para el aprovechamiento en el mundo entero, se encuentran las cáscaras y otros componentes residuales provenientes de la extracción de jugos (Kertenson y Braddock, 1973).

Los subproductos de la industria de zumos de frutas, bagazos de manzanas y albedos de cítricos (limón, naranja, toronja) constituyen básicamente las fuentes industriales de pectinas (Cruz y Velazco, 2005).

---

Debido a las dificultades que presenta su almacenamiento (Cruz y Velazco, 2005), estos productos generalmente son desechados, provocando así un problema de contaminación ambiental (Kertenson y Braddock, 1973).

González (2007), determinó el contenido de fibra en la harina de bagazo de naranja, en el cual encontró un alto porcentaje de fibra soluble (59.84%), y un porcentaje bajo de fibra insoluble (3.12%), en cuanto a la composición química se refiere (Tabla 2); quien concluyó que la harina de bagazo de naranja en la preparación de alimentos puede ser una buena fuente de fibra (González, 2007).

### **3.4 Especies y variedades de naranja más importantes**

Dentro de la naranja, las variedades valencia y navel son las dos variedades genéricas que se cultivan en la mayor parte de los países productores de naranja (Arthey y Ashust, 1997).

Las naranjas valencia tienen temporadas de seis meses y producen un jugo ligeramente agrio al comienzo de la temporada, que va progresivamente perdiendo su acidez, al final de la misma, la variedad de naranja navel genera un jugo, no sólo agrio, al comienzo de la temporada, sino amargo debido a su contenido en limonina (Arthey y Ashust, 1997).

### **3.5 Producción de naranja**

Los cítricos son el principal tipo de fruta tropical y subtropical cultivada en el mundo, siendo la producción anual unos 74 millones de toneladas (SAGARPA, 2007). Así Brasil, Estados Unidos, México, India e Italia

---

**Tabla 2.** Resultados del análisis proximal en base seca del bagazo de naranja deshidratado (g/100g de materia seca) (González, 2007).

<b>Componente químico</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Desviación estándar</b>
Proteína	15.14	3.90
Extracto etéreo	8.01	1.8
Cenizas	3.7	0.14
Carbohidratos	10.15 <sup>a</sup>	-----
Fibra soluble	59.84	-----
Fibra insoluble	3.12	-----

<sup>a</sup>Calculados por diferencia a 100 de los otros componentes.

---

son los países con mayor producción (tabla 3), contribuyendo al 70% de la producción mundial (FAO, 2005). México ocupa el tercer lugar a nivel mundial en producción de naranjas (SAGARPA, 2007).

### **3.5.1 Producción nacional**

La naranja ocupa la tercera parte de la superficie sembrada y del volumen producido en el sector frutícola nacional (Padilla, 1997). En los últimos años en México ha ocurrido un incremento en el cultivo (superficie sembrada, cosechada, volumen de producción y valor de producción) de naranja (Tabla 4). De acuerdo a los datos reportados por la SAGARPA en el 2006, los estados que aportan mayoritariamente a la producción nacional de naranja son Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León y Puebla (Tabla 5).

Las principales variedades de naranja cultivadas a nivel nacional son Valencia, Washington y Navel; siendo la primera la que más contribuye a la producción, debido a las características de facilidad de adaptación, siguiéndole en producción la variedad Washington y Navel (Arthey y Ashust, 1997).

### **3.5.2 Producción en el estado de Hidalgo**

Aun cuando el estado de Hidalgo ocupa el onceavo lugar a nivel nacional en producción de naranjas (SAGARPA, 2006), la naranja es uno de los principales cultivos perennes en dicho Estado, junto con el aguacate, la chirimoya, el durazno, la frambuesa, la granada, la guayaba, el higo, la lima, el limón, el mamey, la mandarina, el mango, la pera y el plátano (SAGARPA, 2003); obteniendo así una producción en cuanto a

**Tabla 3.** Principales países productores de naranja en el mundo (FAO, 2005).

<b>País</b>	<b>Producción (millones de toneladas)</b>
Brasil	17804600
Estados Unidos de América	8266270
México	3969810
India	3100000
Italia	2533535
China	2412000
España	2149900
Republica Islámica de Irán	1900000
Egipto	1789000
Indonesia	1311703
Turquía	1250000
Pakistán	1169000
Sur de África	992718
Grecia	962000
Marruecos	810000
Argentina	770000
Viet Nam	550000
Australia	500000
Cuba	490000
Republica de Siria	427000

**Tabla 4.** Evolución en el cultivo de naranja en México (SAGARPA, 2006).

<b>Año</b>	<b>Superficie sembrada (miles de hectárea)</b>	<b>Superficie cosechada (miles de hectárea)</b>	<b>Volumen de producción (miles de toneladas)</b>	<b>Valor de la producción (millones de pesos)</b>
1990	240	176	2220	943
1995	328	273	3572	1992
1996	343	313	3985	2774
1997	322	307	3944	2331
1998	330	306	3331	2589
1999	324	313	3520	3833
2000	337	324	3813	3028
2001	340	327	4035	2441
2002	349	335	4020	2844
2003	345	332	3846	3417
2004	349	335	3977	3120

---

**Tabla 5.** Principales estados productores de naranja a nivel nacional (SAGARPA, 2006).

<b>Estado</b>	<b>Producción obtenida (toneladas)</b>
Veracruz	1658756
Tamaulipas	481071.9
San Luis Potosí	326022.8
Nuevo León	194827.5
Puebla	175205
Hidalgo	51051.3

---

naranja se refiere de 51051.3 toneladas al año (SAGARPA, 2006).

En el estado de Hidalgo se observa que aproximadamente 3000 hectáreas son siniestradas, lo que representa pérdidas a los productores y también una fuente de contaminación al medio ambiente y, a pesar de que se cuenta con una extensa superficie sembrada con naranjos, la superficie cosechada sólo corresponde al 62% (Tabla 6; SAGARPA, 2006).

### **3.6 Fibra**

La fibra dietética (FD) se origina de paredes celulares de tejidos vegetales comestibles de la dieta humana (Mongeau y col., 1999), los cuales son resistentes a la digestión por las enzimas del tracto digestivo de los seres humanos (Lampe, 1999), es decir, corresponde a la suma de los polisacáridos no digeridos por las enzimas digestivas (Franco y col., 2001), pero en el intestino grueso, es descompuesta por las bacterias que habitan en el mismo y es convertida parcialmente en ácidos grasos de cadena corta, principalmente acético, propiónico y butírico que son absorbidos por el torrente circulatorio y pueden ser utilizados como fuente de energía (Fox y Camerón, 2002).

Hasta hace poco, se consideraba que la fibra no aportaba energía. Sin embargo, dada la característica de que ésta puede ser fermentada por la flora bacteriana del colon (40 a 80% fibra insoluble y 100% fibra soluble), el valor energético atribuido a la fibra dietética que se fermenta en el colon, es alrededor de 2 Kcal/g (Franco y col., 2001).

Algunas de las propiedades que aporta la fibra son:

**Tabla 6.** Cultivo de naranja en el Estado de Hidalgo (SAGARPA, 2006).

<b>Superficie sembrada (Ha)</b>	<b>Superficie cosechada (Ha)</b>	<b>Superficie siniestrada (Ha)</b>	<b>Producción obtenida (Ton)</b>	<b>Rendimiento obtenido (Ton/Ha)</b>
8600.0	5357.0	3004.0	51051.3	9.530

- 
- *Aumento del volumen de heces.* Tanto por 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 (Cervera y col., 1999).
  - *Aumenta la velocidad del tránsito intestinal.* Los componentes no hidrosolubles de la fibra, como la celulosa, hemicelulosas y la lignina, aumentan la velocidad del tránsito intestinal (Cervera y col., 1999).
  - *Reduce la velocidad de absorción intestinal.* Las fibras hidrosolubles (pectinas, goma guar) tienen la propiedad de disminuir la velocidad de absorción intestinal de la glucosa, probablemente debido a que el vaciamiento gástrico resulta más lento (Cervera y col., 1999). Disminuye el tiempo de vaciamiento gástrico que influye en la velocidad de absorción de los nutrientes, entre ellos la glucosa, mejorando así la curva de tolerancia a la glucosa en pacientes diabéticos (Barbosa y Vega, 2000).
  - *Aumenta la capacidad de absorber sustancias.* Entre las mallas de la fibra quedan retenidas sustancias en la parte del intestino. De este modo quedan absorbidos el colesterol, los ácidos biliares y sustancias tóxicas que se introducen con los alimentos (Cervera y col., 1999).
  - *Aumenta la capacidad de absorber agua.* La facultad de las pectinas para formar geles, como consecuencia de la absorción de agua, produce un aumento de la masa en cuyo seno se encuentra la fibra. Para utilizar esta propiedad, es necesario ingerir agua junto con la fibra (Cervera y col., 1999).

---

Algunos epidemiólogos piensan que las dietas carentes de fibra son responsables de la incidencia del cáncer de colon en el Reino Unido y en Estados Unidos (Desrosier, 1986). En la Tabla 7 se presentan algunas enfermedades relacionadas con un bajo consumo de fibra y en la Tabla 8 el contenido de fibra de algunos alimentos.

La Asociación Americana de Diabetes (ADA) sigue recomendando un consumo de fibra entre 20-35 g/día tanto soluble como insoluble para mantener un mejor control glucémico e insulínico (ADA, 2006).

### **3.6.1 Metabolismo de la fibra**

La fibra actúa sobre el tránsito intestinal e interviene en el metabolismo glucídico y lipídico. Algunas moléculas son parcialmente digeridas por las enzimas de las bacterias de la microflora del colon (Linden y Lorient, 1996).

La fibra se elimina por la vía rectal sin ninguna modificación. Si bien es cierto que los potentes fermentos gástricos o pancreáticos no la digieren, en el colon tiene lugar una cierta hidrólisis de sus moléculas, con formación de gases, debido a la acción de las bacterias saprofitas (Cervera y col., 1999).

### **3.6.2 Tipos de fibra**

#### **3.6.2.1 Fibra soluble**

Tipo de fibra que forma una dispersión en agua, la cual conlleva a la formación de geles viscosos en el tracto intestinal, que tienen la propiedad

**Tabla 7.** Enfermedades relacionadas al bajo consumo de fibra (Linden y Lorient, 1996).

<b>Enfermedad</b>	
Gastrointestinales	Estreñimiento, síndrome de intestino irritable, enfermedad funcional del intestino, cáncer de colón, hemorroides, apéndices.
Cardiovasculares	Hipercolesteremia, cálculos de colesterol.
Otras	Toxemias del embarazo, obesidad, diabetes mellitus

**Tabla 8.** Contenido de fibra en algunos alimentos (Fox y Camerón, 2002).

<b>Alimento</b>	<b>Contenido de fibra en alimentos (g/100g)</b>
Cacahuates	6
Avellanas	4.32
Col	3.32
Zanahorias	2.3
Manzanas	1.83
Pasas	1.7
Naranja	2
Tomates	1.68
Plátanos	3.4
Lechuga	0.93
Arroz	0.5

---

de retardar la evacuación gástrica, esto hace más eficiente la digestión y la absorción de los alimentos (Lajolo y col., 2001).

La solubilidad en el agua es por los glicanos, debido a las funciones del grupo hidroxilo, capaz de interactuar a nivel intramolecular con las moléculas de agua. Las cadenas lineales de estructura regular se ensamblan fácilmente mediante enlaces intermoleculares fuertes (Linden y Lorient, 1996).

Las fibras solubles retardan el paso del alimento desde el estómago al intestino delgado, influyen en la absorción de algunos nutrientes como la glucosa (S.E.D.C.A., 2005), además disminuyen el colesterol total, colesterol LDL y aumentan lo que comúnmente se conoce como colesterol bueno HDL o colesterol protector (Franco y col., 2001).

La fibra soluble comprende gomas, pectinas y algunas hemicelulosas (Lajolo y col., 2001). Algunos alimentos que contienen fibra soluble son las leguminosas, la avena, la cebada y ciertas frutas (Franco y col., 2001).

### **3.6.2.2 Fibra insoluble**

Esta fibra no se disuelve en agua (Lajolo y col., 2001), presenta resistencia a la fermentación por las bacterias del colón, incrementando el volumen fecal mediante la retención de agua (Mazza, 2000). Como consecuencia, este tipo de fibra facilita la evacuación además de que previene y ayuda a eliminar el estreñimiento (Franco y col., 2001).

---

Estudios sugieren que el consumo habitual de fibra insoluble (fibra de cereales) está asociado con una reducción del riesgo a desarrollar diabetes tipo II y enfermedades cardiovasculares (Mazza, 2000).

La fibra insoluble incluye a la celulosa, hemicelulosa y lignina, este tipo de fibra se encuentra en el salvado de trigo, granos integrales y verduras (Anónimo 2006a).

### **3.7 Diabetes**

En el mundo existen 20,8 millones de personas que tienen diabetes. Con diagnóstico: 14,6 millones de personas; sin diagnóstico: 6,2 millones de personas y con pre-diabetes: 41 millones de personas (ADA, 2006).

En México, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2000 existía una prevalencia de 2,179, 000 de individuos con diabetes y para el año 2030 se estima que existirán 6,130, 000 individuos con diabetes. La mayor parte de este aumento estará conformado por individuos de edades de entre los 45 y 64 años, con mayor incidencia en las mujeres que en los hombres (King y col., 1998).

La mortalidad por diabetes en México, ha mostrado un incremento sostenido durante las últimas décadas. Actualmente 49,855 personas mueren al año por esta causa, es decir, cada hora mueren en México cinco personas a causa de la diabetes y sus complicaciones (Frenk, 2003). En un estudio sobre mortalidad por diabetes realizado en el IMSS, la Diabetes Mellitus 2 fue considerada como la principal causa de mortalidad en México (Moreno, 2001).

---

### 3.7.1 Definición

La diabetes es un trastorno crónico del metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas. Su característica es la deficiencia parcial o total de la respuesta de secreción de insulina, que se traduce en una alteración del metabolismo (glucosa) y en la consiguiente hiperglucemia (Kumar y col., 2004).

### 3.7.2 Clasificación

DIABETES TIPO 1 (DM1): Dependiente de la insulina. Como el cuerpo no produce insulina, las personas con diabetes del tipo 1 deben inyectarse insulina para poder vivir. Menos del 10% de los afectados por la diabetes padecen el tipo 1. A veces se le llama diabetes juvenil, porque normalmente comienza durante la infancia, aunque también puede ocurrir en adultos.

DIABETES TIPO 2 (DM2): El cuerpo sí produce insulina pero, o bien, no produce suficiente, o no puede aprovechar la que produce. La insulina no puede escoltar a la glucosa al interior de las células. Este tipo suele ocurrir principalmente en personas a partir de los cuarenta años de edad.

DIABETES GESTACIONAL (DMG): Es una forma de intolerancia a la glucosa que se diagnostica a algunas mujeres durante el último trimestre de embarazo. Las mujeres que han tenido diabetes gestacional tienen entre un 20-50% de probabilidad de desarrollar diabetes en los 5-10 años siguientes. El 70% de las mujeres que tuvieron DGM desarrollarán DM2 en algún momento de su vida (ADA, 2006).

---

### 3.7.3 Factores de riesgo

Factores que producen en una persona, una mayor vulnerabilidad a padecer diabetes (ADA, 2006).

- ❑ Antecedentes familiares de diabetes
- ❑ Diabetes gestacional o parto macrósomico (4Kg)
- ❑ Edad > 45 años
- ❑ Grupos étnicos (afroamericanos e hispanoamericanos)
- ❑ Niveles de colesterol en la sangre > 200 mg/dL
- ❑ Niveles de triglicéridos en la sangre > 300 mg/dL
- ❑ Obesidad IMC > 27
- ❑ Presión sanguínea 140/90 mmHg (ADA, 2006)

### 3.8 Fibra en la diabetes

Se tiene la impresión de que la fibra no tiene significado en la nutrición humana, cuando en realidad juega un papel importante (Lloyd y col., 1982). Diversos estudios han demostrado que dietas elevadas en fibra soluble y bajas en grasas, especialmente saturadas, pueden ser útiles en el control de la glucosa y de lípidos en sangre (Liu y col., 2000; Vuksan y col., 1999).

Algunos investigadores refieren los efectos benéficos del elevado consumo de fibra soluble con posibles efectos positivos, tales como la disminución de las glucemias en ayuno y posprandial. Aún no se conoce con precisión el mecanismo exacto por medio del cual la fibra soluble actúa para reducir y normalizar el metabolismo de la glucosa y la resistencia a la insulina. Sin embargo, se conoce que la fibra soluble retarda

---

la absorción de glucosa en el intestino (Liu y col., 2000; Chandalia y col., 2000).

En estudios realizados por Jeankis y col. (1978), se observó que el consumo de polisacáridos, los cuales son los constituyentes principales de la fibra dietética en frutas y vegetales, proporciona importantes beneficios en el tratamiento de pacientes con diabetes y enfermedades cardiovasculares; ya que las fibras tienen la propiedad de disminuir los niveles de glucosa sanguínea y colesterol sérico (Jeankis y col., 1978).

Así mismo, se ha confirmado con estudios científicos, los hallazgos previos de que el consumo prolongado de dietas elevadas en fibra es benéfico para individuos con diabetes y que dicha fibra puede estar presente en los alimentos de manera natural o en alimentos a los que se les haya agregado (Hoebler y col., 1998; Vuksan y col., 1999; Chandalia y col., 2000).

### **3.8.1 Metabolismo de la fibra dietética en la diabetes**

Los mecanismos de acción por los cuales actúa la fibra dietética siguen siendo cuestión de conjetura, como ocurre en la absorción retardada de los carbohidratos y como ésta puede actuar en última instancia para mejorar la sensibilidad de la insulina en individuos con diabetes; hasta la fecha, tres mecanismos distintos han sido propuestos para explicar cómo los alimentos que contienen elevadas cantidades de fibra dietética pueden actuar mejorando el metabolismo de la glucosa en la ingestión subsecuente de alimentos. El primer mecanismo propuesto fue que la fibra dietética aumenta la viscosidad en el intestino delgado y obstaculiza la difusión de glucosa; el segundo mecanismo fue que la fibra

---

dietética atrapa a la glucosa y disminuye la concentración de ésta, disponible en el intestino delgado; el tercer mecanismo propuesto fue que la fibra dietética podría retardar la acción de la enzima alfa-amilasa, a través de encapsular al almidón y así inhibir la actividad de la enzima, eliminando el sustrato (Cavallero y col., 1994).

La fibra dietética disminuye el metabolismo de los carbohidratos, se ha demostrado que afecta el índice y grado de degradación del almidón. Particularmente, la fibra soluble ha demostrado reducir la digestión del almidón y alterar el índice de absorción de la glucosa. La fibra parece alterar la estructura de los alimentos y, por tanto, la accesibilidad de las enzimas alfa-amilasa a los gránulos de almidón. En la degradación *in vitro* del almidón, se ha demostrado que la adición de fibra, tienen un efecto en la reducción de la cantidad de glucosa liberada después de la digestión con la enzima alfa-amilasa (Pereira y col., 2005). Por tal motivo, el aumento en el consumo de fibra dietética, particularmente soluble, se considera parte importante de un tratamiento dietético efectivo (Liu y col., 2000; Chandalia y col., 2000).

Los productos de la fibra han demostrado mejorar el metabolismo de la glucosa e insulina en pacientes con diabetes mellitus 2 (Chandalis y col., 2000; Jeankis y col., 2002), así mismo la fibra dietética puede tener un impacto reduciendo el índice de la absorción de la glucosa evitando un exceso de la glucosa en el cuerpo, es decir, limita la entrada de carbohidratos simples, evitando los picos de glucosa (Lyly y col., 2004).

### **3.9 Panificación**

El pan es uno de los alimentos más antiguos consumidos por el hombre, ha sido un producto tan popular dado que para su fabricación

---

sólo se requieren utensilios sencillos y es un alimento altamente nutritivo (Serna, 2001).

### **3.9.1 Definición de pan**

El pan es el resultado de transformaciones físicas, reacciones químicas y actividades biológicas muy complejas, que se producen en el seno de una mezcla de harina, agua, grasa, leche, azúcar y en ocasiones de otros ingredientes (aditivos), bajo la acción de energía mecánica y térmica controladas (Feillet, 2000).

### **3.9.2 Ingredientes básicos**

#### **3.9.2.1 Harina**

La harina es el principal componente y es responsable de la estructura del pan e interviene en la formación de una masa viscoelástica capaz de retener gas, afecta la funcionalidad y las características del producto terminado, dictamina parámetros de procesamiento y requerimientos de algunos otros ingredientes (Hoseney, 1998; Serna, 2001).

#### **3.9.2.2 Agua**

En cantidad, el agua es el segundo ingrediente en el pan y es el menos costoso. El agua es fundamental para solubilizar los ingredientes de panificación, hidrata e hincha a los gránulos de almidón y sobre todo es el agente necesario para el desarrollo y formación del gluten una vez que la harina hidratada es amasada. La cantidad de agua determina la consistencia de la masa (Sluimer, 2005; Serna, 2001).

---

### **3.9.2.3 Leche**

La adición de leche contribuye al sabor, color, formación de la corteza y al volumen del pan, más específicamente, la leche entera contribuye al sabor, aroma y valor nutricional del pan (Sluimer, 2005).

### **3.9.2.4 Azúcar**

Los azúcares más utilizados son la sacarosa, los edulcorantes invertidos y el jarabe de maíz (glucosa y fructosa), estos carbohidratos aportan sabor al pan.

Los azúcares también son responsables del color típico del pan vía reacción de Maillard o de pardeamiento no enzimático, que es una reacción entre aminoácidos o péptidos y azúcares reductores, una vez que son expuestos a las altas temperaturas del horno (Serna, 2001; Sluimer, 2005).

### **3.9.2.5 Grasa**

La adición de manteca vegetal hidrogenada y/o de manteca animal tiene una gran influencia sobre las propiedades de la masa y las características del pan, las cuales han sido referidas como el “lard effect” (efecto graso). La grasa actúa como agente lubricante mejorando el comportamiento de la masa durante el mezclado, la masa es más flexible disminuyendo principalmente el problema de pegosidad. Sin embargo su principal función es mejorar la textura del pan produciendo una miga más fina y de textura más suave, debido a que la grasa forma pequeñas

---

películas entre la red de gluten y los otros constituyentes, interfiriendo con el fenómeno de retrogradación del almidón (Serna, 2001; Sluimer, 2005).

### **3.10 Análisis de textura**

La textura es la característica sensorial del estado sólido o reológico de un producto, cuyo conjunto es capaz de estimular los receptores mecánicos de la boca durante la degustación (Sancho y col., 2002).

La textura de los alimentos está relacionada con sus propiedades físicas y químicas, percibidas por vía ocular antes de ser consumidos, por el sentido del tacto al manejar el alimento, por distintos receptores sensoriales de la boca durante el consumo y por el sentido del oído (Lewis, 1993).

La dificultad en las medidas de textura ha obligado a diseñar aparatos experimentales (texturométros) que permitan estimar objetivamente esta característica, su funcionamiento se basa en la medición de aspectos tan diferentes como son la deformación, la compresión, la resistencia a la tracción y la fuerza al corte o de cizalla (Sancho y col., 2002).

### **3.11 Análisis sensorial**

El análisis sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Estas sensaciones dependen tanto de la persona como del entorno, de ahí la dificultad de obtener resultados objetivos y confiables a partir de datos subjetivos (Sancho y col., 2002).

---

La evaluación sensorial es un instrumento de análisis fiable, a condición de que se respeten los principios y los métodos. Permite medir la calidad de los alimentos en función de un conjunto de atributos. Por otra parte, cumple con una función tanto preventiva como complementaría de los análisis fisicoquímicos (Fortín y Desplancke, 2001).

### **3.11.1 Prueba de preferencia**

Son pruebas utilizadas para expresar la preferencia de los consumidores por un producto u otro (Fortín y Desplancke, 2001). El objetivo de esta prueba es ordenar, según las opiniones de un grupo de consumidores, un par o serie de muestras de acuerdo con un aprecio personal o una preferencia (Pedrero y Pangborn, 1996). La prueba es muy sencilla y consiste nada más en pedirle al juez que diga cuál de las muestras prefiere. En la Figura 2 se presenta un cuestionario típico para este tipo de prueba.

Debido a que la naranja se utiliza principalmente para la obtención de jugos, lo cual ocasiona una alta generación de residuos sólidos, los cuales son un foco de contaminación; la utilización de estos residuos es factible en la obtención de un producto deshidratado, emplearlo en la elaboración de un producto de panificación, al cual se le sustituirá un porcentaje de harina de trigo por la harina de bagazo de naranja deshidratado. El producto además de ser un alimento nutritivo, podría ayudar a controlar los niveles de glucosa en personas diabéticas, debido a que en estudios con ratas diabéticas ha mostrado ser efectivo para controlar los niveles de glucosa en sangre por efecto de su alto contenido de fibra dietética (Hernández, 2007), la cual ha demostrado en diversos estudios tener una acción reguladora sobre los niveles de glucosa.

**PRUEBA DE PREFERENCIA**

Nombre: \_\_\_\_\_

Instrucciones.

Frente a usted hay una charola con cuatro muestras. Pruebe las muestras de izquierda a derecha, indique con el número correspondiente el orden de su menor (=1) a mayor (=4) preferencia por cada muestra y circule la que más le agrade. No se permiten empates.

Muestra :	240	011	085	100
Preferencia	_____	_____	_____	_____

Por favor indique las razones de su elección.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Figura 2.** Cuestionario típico de una prueba de preferencia.

---

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Elaborar un pan sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de bagazo de naranja y evaluar sus características de textura y de preferencia por el posible público consumidor; como fuente de fibra.

### **4.2 Objetivos específicos**

Obtener harina de bagazo de naranja.

Elaborar panes con diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja deshidratado.

Evaluar el impacto del nivel de sustitución de la harina de bagazo de naranja sobre la dureza de los panes elaborados.

Llevar a cabo pruebas de preferencia de las diferentes formulaciones de panes con los posibles consumidores.

---

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Material

Materia prima: bagazo de naranja (corteza, semillas y gajos), deshidratado, harina de trigo, mantequilla, azúcar, bicarbonato, huevos, vainillina y leche.

Equipo de laboratorio: tamiz, cuchillo eléctrico home essentials, black Decker. Estufa para secado oven series 9000, thermolyne. Charolas de acero inoxidable con perforaciones, texturometro TA-XT2i, Texture Analyser; texture technologies corp. Batidora stand mixer.

### 5.2 Métodos

#### 5.2.1 Obtención de harina de bagazo de naranja

Para la obtención del bagazo de naranja, se utilizaron naranjas procedentes de la central de abastos de la ciudad de Pachuca, Hidalgo. Para eliminar el jugo se exprimieron manualmente las naranjas. El bagazo de naranja fue obtenido, fue cortado con un cuchillo eléctrico a fin de disminuir el tamaño de partícula y facilitar su secado. Para ello fue colocado en charolas de aluminio y secado en una estufa a 85 °C por 6 h. El bagazo de naranja deshidratado se molió en una licuadora, se tamizó para obtener un tamaño de partícula uniforme, y finalmente se almacenó en bolsas de plástico.

---

### 5.5.2 Elaboración de los panes

Los panes se elaboraron de acuerdo a una receta tradicional.

Para la elaboración de estos panes se emplearon 120 g de harina de trigo; harina de bagazo de naranja (5, 10, 15%); 20 g mantequilla; 100 mL de leche; 2 g bicarbonato; 1 mL de vainillina; 1 huevo y 30 g de azúcar.

#### **Procedimiento.**

Primero se cernió la harina de trigo y de bagazo de naranja. Se batió la mantequilla hasta obtener un aspecto cremoso, se adicionó el azúcar, el huevo, la vainillina y el bicarbonato; se continuó batiendo para integrar los ingredientes en la mezcla; finalmente se adicionó la harina de trigo y de bagazo de naranja en las proporciones correspondientes y la leche, se mezcló y se colocó en moldes de acero inoxidable y se hornearon los panes a una temperatura aproximada de 200 °C por 25 min, en un horno para pan comercial.

### 5.2.3 Determinación de textura en los panes

Para la determinación de la fuerza compresión de los panes se utilizó:

1. Texturometro TA-XT2i, Texture Analyzer; Texture Technologies Corp.
2. Zonda esférica P/0.5 S.
3. Pesa de calibración de 5 Kg, para texturometro.

---

## **Procedimiento.**

1. Se calibró el texturometro de acuerdo al manual de usuario, utilizando para ello una pesa de 5 Kg.
2. Se colocó la zonda esférica P/0.5 S en el texturometro.
3. Una vez que estaba montado el equipo, se procedió a indicar en el software, las medidas que debía determinar el equipo en los panques, dichas medidas fueron: fuerza máxima de compresión a una distancia de 4 mm y una velocidad de 2 mm/s.
4. Posteriormente se colocó el pan en la superficie del texturometro, y se procedió a realizar el análisis.
5. El análisis de cada muestra se hizo por triplicado.

### **5.2.5 Pruebas sensoriales de los panes**

Se realizaron pruebas de preferencia con consumidores. La evaluación sensorial de los panques, con sustitución de harina de bagazo de naranja (0, 5, 10, 15%) por harina de trigo, se realizó a personas mayores de 50 años aproximadamente en las afueras de algunos supermercados, de acuerdo a la metodología descrita por Pedrero y Pangborn (1996).

---

## **Procedimiento.**

1. Se realizó una invitación a toda persona de aproximadamente 50 años o mayor para realizar una prueba de preferencia de los panes elaborados.
2. Las muestras de los panes se colocaron en charolas individuales. Las muestras se rotularon con números aleatorios, para evitar que los consumidores se dejaran influenciar por dicha numeración.
3. Se les entregó también un cuestionario como el que se muestra en la Figura 2.

---

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Determinación de textura de los panques

En la figura 3, se muestran la curva del análisis de textura del pan con un nivel de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja deshidratado al 5 %, en la cual se pueden identificar los parámetros del perfil de textura tales como la fuerza de compresión (pico máximo), el área (zona sombreada en rojo); de igual manera se aprecia el tiempo de penetración en la muestra, el cual es una medida indirecta de la distancia recorrida por la sonda de prueba durante el análisis de textura.

En la Tabla 9 se presenta el análisis de varianza de una sola vía para el factor de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja sobre la fuerza de compresión de panes elaborados. En esta Tabla se observa que el nivel de sustitución tuvo un efecto estadísticamente significativo directo sobre la fuerza de compresión ( $P < 0.0009$ ).

En la Tabla 10 se muestran los valores medios y el error estándar de la fuerza de compresión, obtenidos para las cuatro formulaciones analizadas y en la Figura 4 se muestran la tendencia de los valores y los intervalos de confianza de las diferencias estadísticas observadas entre los tratamientos evaluados. En estos resultados se puede apreciar que los panes con un porcentaje del 5 y 10 % de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja deshidratado, no presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al pan elaborado con harina de trigo, mientras que la fuerza de compresión encontrada en el pan con una sustitución del 15 % fue diferente estadísticamente



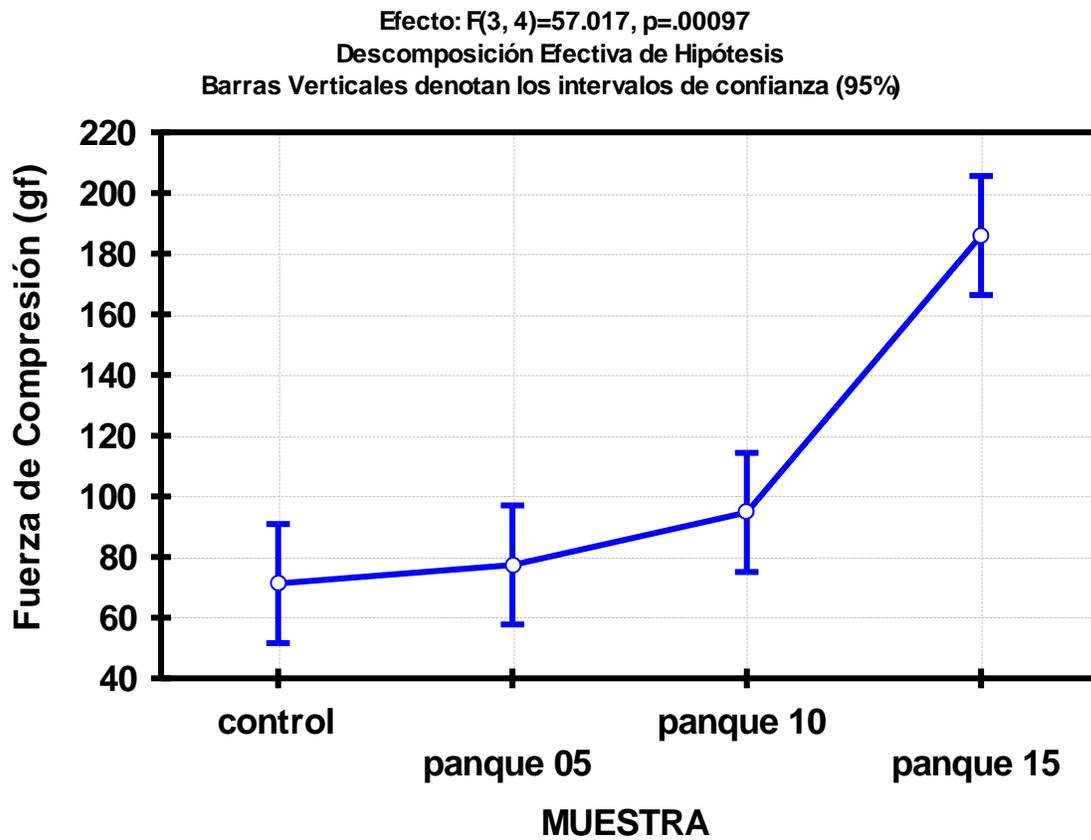
**Tabla 9.** Anova de una sola vía del nivel de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja sobre la fuerza de compresión de panes.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	p
INTERCEPTO	<b>92175.65</b>	<b>1</b>	<b>92175.65</b>	<b>922.67</b>	<b>0.000007</b>
MUESTRA	<b>17088.15</b>	<b>3</b>	<b>5696.05</b>	<b>57.02</b>	<b>0.000972</b>
ERROR	399.60	4	99.90		

**Tabla 10.** Resultados del análisis estadístico de comparación de medias, en la prueba de textura.

Muestra	Media*	Error Estándar
CONTROL	71.2595 <sup>A</sup>	0.90850
PANQUE 05	77.3990 <sup>A</sup>	2.23600
PANQUE 10	94.7100 <sup>A</sup>	8.21600
PANQUE 15	185.9930 <sup>B</sup>	11.24600

\* Letras distintas en las columnas, indican que existe diferencia significativa estadísticamente.



**Figura 4.** Gráfica del análisis de textura de panes sustituidos con harina de bagazo de naranja.

---

significativa con respecto este último y también fue diferente respecto a los panes elaborados con el 5 y 10 % de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja (Tabla 11). Estos resultados nos indican que el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja deshidratado mayores al 10 % afecta negativamente la textura que puede ser percibida por los consumidores, ya que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución los panes elaborados se vuelven más duros.

González (2007), elaboró galletas horneadas con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja deshidratado y determinó la resistencia a la fractura en las galletas, encontrando que el valor de la resistencia a la fractura se vio influenciado por el nivel de sustitución de harina de trigo por la harina de bagazo de naranja, explicando los resultados obtenidos por ella en función al efecto de reforzamiento que tiene la fibra sobre la estructura desarrollada por el almidón durante el proceso de gelatinización. En el caso de los resultados obtenidos en el presente estudio, la explicación del aumento de la fuerza de compresión observado en función de la concentración de harina de bagazo de naranja deshidratado añadido puede explicarse en base al mismo fenómeno, con la excepción de que la estructura que se ve reforzada por el efecto de la concentración de fibra presente es la desarrollada por el gluten presente en el trigo durante el proceso de elaboración del pan.

La cantidad de fibra que aporta cada formulación de los panes elaborados se muestra en la Tabla 12, estos valores fueron calculados de acuerdo a lo reportado por González (2007), donde los panes con una

**Tabla 11.** Nivel de significancia de las diferencias encontradas entre las medias de los tratamientos obtenidos mediante la prueba de Duncan.

<b>MUESTRA/ MEDIA</b>	71.260	77.399	94.710	185.99
control		0.572450	0.083047	<b>0.000443</b>
pan 05%	0.572450		0.158501	<b>0.000545</b>
pan 10%	0.083047	0.158501		<b>0.001013</b>
pan 15%	<b>0.000443</b>	<b>0.000545</b>	<b>0.001013</b>	

**Tabla 12.** Aporte de fibra en gramos en cada una de las sustituciones.

<b>Sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja</b>	<b>Fibra que aporta el bagazo de naranja por cada 100 g de pan</b>	<b>Fibra que aporta la harina de trigo por cada 100 g de pan</b>
0 %	0.0 g	1.81 g
05 %	1.9 g	1.72 g
10 %	3.8 g	1.45 g
15 %	5.7 g	1.27 g

---

sustitución del 5, 10, y 15 % aportan alrededor de 2, 4, y 6 g de fibra dietética, respectivamente. Según la revista consumer (2008) en cuanto a la cantidad de fibra de estos productos, pueden clasificarse en dos grupos: "alimentos con un alto contenido en fibra" (más del 6% de fibra), en el segundo grupo "alimentos fuente de fibra" (más del 3% de fibra, pero menos de 6%). Por lo que los panes con una sustitución del 5 y 10 % se encuentran en alimentos fuentes de fibra; mientras que los panes con una sustitución 15 % se consideran alimentos con un alto contenido de fibra. Según la NOM-086-SSA1-1994 los productos adicionados de fibra: son aquellos en los que el contenido de fibra es igual o mayor de 2,5 g/porción en relación al contenido del alimento original o de su similar, con lo cual el pan con una sustitución del 10 y 15 % de harina de trigo por harina de bagazo de naranja deshidratado son considerados alimentos adicionados de fibra.

Cabe mencionar de igual manera que el contenido de humedad de todos los panes elaborados fue menor al 33 %, estos resultados se encuentran dentro del rango reportado para pan menor de 38 %, ya que si el contenido de humedad es mayor a este porcentaje es más favorable para la aparición de mohos; en el contenido de humedad del pan influyen la cantidad de agua adicionada en el amasado, el tiempo y la temperatura de cocción, así como la temperatura de enfriamiento del producto horneado, la cual fue aportada en este estudio solo por la cantidad de leche añadida durante el proceso de amasado. De igual manera influye para la retención de la humedad durante el proceso de horneado y de enfriamiento la composición química del producto, la cual en este caso varía de acuerdo a la cantidad de harina de bagazo de naranja deshidratado añadido, principalmente por la concentración de

---

fibra dietética presente en el bagazo, cuya fracción principal es soluble en agua.

## **6.2 Análisis sensorial de los panes**

En la Tabla 13 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de preferencia realizada. Para interpretar los resultados del análisis, se utilizó una prueba de dos colas con un nivel de significancia del 5%.

Para interpretar los resultados estadísticamente se utilizaron las Tablas reportadas en la literatura por Anzaldúa-Morales (1994), para esto se localizó en dichas Tablas el número de jueces que intervinieron en la prueba, en este caso el número de jueces empleados fue de 30.

De acuerdo a las tablas, teniendo la intervención de 30 jueces, el número mínimo de jueces que debieron haber preferido una cierta muestra para que en realidad exista preferencia significativa es de 21 jueces, como se puede observar en la Tabla 13 la muestra que tenía un 10% de sustitución fue aceptada por 23 jueces, con lo que se puede determinar que dicha muestra fue preferida significativamente con respecto a las otras dos muestras.

---

**Tabla 13.** Resultado de la prueba de preferencia de los panes

<b>Nivel de sustitución en los panes</b>	<b>No. de jueces que aceptaron la muestra</b>
5 %	7
10 %	23
15 %	0

---

## 7. CONCLUSIONES

La fuerza de compresión en las diferentes sustituciones de harina de trigo por harina de bagazo deshidratado presenta efecto sobre la fuerza de compresión. Siendo los panes con una sustitución del 5 y 10 % los que estadísticamente presentaron la misma textura que los sólo elaborados con la harina de trigo.

Los panes que fueron significativamente preferidos por los jueces, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis sensorial, fueron los panes con el 10% de sustitución ya que, aunque son muy parecidos en cuanto a textura, los jueces reportaron que estos panes tenían un mayor sabor a naranja, mientras que los panes con una sustitución del 15 %, presenta un regusto amargo, el cual no fue percibido en los panes con una formulación del 5 y 10 %.

---

## 8. BIBLIOGRAFÍA

**ADA, 2006.** American Diabetes Association. 2006. <http://www.diabetes.org/about-diabetes.jsp>. Fecha de consulta: 16-04-08.

**Anzaldúa- Morales A., 1994.** La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Ed Acriabia, S.A. Zaragoza, España. p 87.88

**Anónimo, 2007 a.**

[www.uib.es/servei/concunicacio/sc/projectes/arxiu/nousprojectes/fibra/fibracast.pd](http://www.uib.es/servei/concunicacio/sc/projectes/arxiu/nousprojectes/fibra/fibracast.pd) fecha consultada 26-09-07.

**Anónimo, 2008 b.**

[http://www.mexicodesconocido.com/espanol/cultura\\_y\\_sociedad/actividades\\_economicas/detalle.cfm?idcat=3&idsec=17&idsub=81&idpag=2966](http://www.mexicodesconocido.com/espanol/cultura_y_sociedad/actividades_economicas/detalle.cfm?idcat=3&idsec=17&idsub=81&idpag=2966). Pagina consultada: 20-03-08.

**Anónimo, 2008 c.**

<http://revista.consumer.es/web/es/20070501/actualidad/analisis1/71568.php>.

**Arthey D. y Ashust P.R. 1997.** Procesado de Frutas. Zaragoza España.

**Baker R., 1994.** Potencial Dietary Cenefits of Citrus Pectin and Fiber. Food Technology. p 133-139.

**Barbosa C.G.V. y Vega M.H., 2000.** Deshidratación de Alimentos. Zaragoza España.

---

**Braddock R. y Graumlich T., 1981.** Composition of Fiber from Citrus Peel, Membranes, Juice Vesicles and Sedes. *Lebensmitte wissenschard Und Technology, Zurich.* p 14, 229-231.

**Cavallero E., Dachez C., Neufcour D., Wirquin E., Mathe D. y Jacotot B., 1994.** Postprandial Amplification of Lipoprotein Abnormalities in Controlled type II Diabetic subjects: Relationship to Postprandial Lipemia and C-peptide/glucagon levels. *Metabolism.* p 270-278.

**Cervera P., Clapes J. y Rigolfas R., 1999.** Alimentación y Dietoterapia. México D.F.

**Cruz J. y Velazco B., 2005.** Obtención de pectina apartir de cáscara de naranja. *Rev. Div. Cíent. Ins. Tec. Sup. Teziutlán* [www.itsteziutlan.edu.mx/h.pec.htm](http://www.itsteziutlan.edu.mx/h.pec.htm). Fecha consultada: 13-05-08.

**Chandalia M., Garg A., Lutjohann D., Bergman K., Gruñid S., y Brinkley L., 2000.** Beneficial Effects of High Fiber Dietary Fiber intake in Patients with type 2 Diabetes Mellitus. p 1392-1398.

**Chau C. y Huang L., 2003.** Comparision of Chemical Composition and Physicochemical Properties of Dietary Fibers Prepared from the Peel of Citrus Sinensis L. p 2615-2618.

**Chi-Fai C., Ya-Ling H. Y Mao-Hsiang L., 2003.** In vitro Hypoglycemic Effects of Different Insoluble Fiber-rich Fractions Prepared from the Peel of Citrus Sininsis L. p 6623-6626.

---

**Desrosier N.W., 1986.** Conservación de los Alimentos. México. D.F. p 23, 24.

**Desrosier N.W., 1996.** Elementos de Tecnología de Alimentos México. D.F. p 271-279.

**Domínguez P.L., 1995.** Pulpa de Cítricos en la Alimentación de Cerdos. 2:2. Instituto de investigaciones Porcinas Gaveta postal #1, Punta Brava. C. Habana, Cuba.

**FAO, 1998.** Organization Agriculture and Food. Extractado del Proyecto Inteligencia de Mercados. Convenio Ministerio de Agricultura CCI. FAO Intergovernmental group on citrus.

**Feillet, 2000.** La pâte: Formation et Développement. In la Panification Francaise. France, 1991. p 225-279

**Fennema O.R., 2000.** Química de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España, 2000

**Fortín J. y Desplancke C., 2001.** Guía de Selección y Entrenamiento de un Papel de Catadores. Zaragoza España.

**Fox B.A. y Camerón A.G., 2002.** Ciencia de los Alimentos Nutrición y Salud. México D.F. p 170, 176, 177.

**Franco M.L., Calixto S.F., Witting de Penna E. y Wenzel de Menezes E., 2002.** Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud; obtención,

---

caracterización, efectos fisiológicos y aplicación en los alimentos. San Paulo, Brasil. p 373, 377, 379.

**Frenk J., 2003.** Incidencia y Prevalencia de Diabetes. Congreso de la Federación Mexicana de Diabetes. Guanajuato.

**Goonder L., Rouseff R.L. y Hofsommer H.J., 2001.** Orange, Mandarin, and Hybrid Classification Using Multivariate Statistics Based on Carotenoid Profiles. J. Agric. Food Chem. p 1146-1150.

**González P.N.E., 2007.** Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja. Tesis de Licenciatura de Química en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

**Haro G., 2005.** La Naranja. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Granada.

**Hernández G.G., 2007.** Evaluación del efecto antihyperglucemico del bagazo de naranja (*Citrus sinensis* var. Valencia) en estudios in vivo in vitro. Tesis de Licenciatura de Química en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

**Hoebler C., Karinthi A., Devaux M., Guillon F., Gallant D., Bouchet B., Melegari y Barry J., 1998.** Physical and Chemical Transformations of Cereal Food During Oral Digestion in Human Subjects. p 429-436.

**Jenkins D., Wolover T., Leeds A., Gassul M., Haisman P., Dilawari J., Geff D., Metz G. y Alberti K., 1978.** Dietary Fibers, Fiber Analogues and Glucose Tolerante. p 1392-1394.

---

**Jenkins A., Jenkins D., Zdravkovic U., Wursch P. y Vuksan V., 2002.** Depresión of the Glycaemic Index by High Levels of beta-glucan Fibre in two Funcional Foods Tested in type 2 Diabetes. p 622-628.

**Kertenson J. y Braddock R., 1973.** Processing and Potential Uses for Dried Juice Sacs. p 50-54.

**King H., Aubert R. y Herman W., 1998.** Global Burden of Diabetes, 1995-2005. p 1414-1431.

**Kumar V., Ramzi S. y Stanley L., 2004.** Páncreas. Ed. Elsevier. p 641-654.

**Lajolo M., Saura C., Witing P. y Wenzel M., 2001.** Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Ed. Varela. Brasil. p 84-358.

**Lampe Johanna W., 1999.** Efectos de Hortalizas y Verduras Sobre la Salud. Am. J. Clin. Nutr.

**Lewis M.J., 1993.** Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Proceso. Zaragoza España. p 135, 136, 139, 140.

**Linden G. y Lorient D., 1996.** Bioquímica Agroindustrial, Revalorización Alimentaria de la Producción Agrícola. Zaragoza España.

**Liu S., Manson J., Stampfer M., Liovanucci E., Colditz G., Hennekens C. y Willet W., 2000.** A Prospective Study of whole-grain Intake and Risk of Type Diabetes Mellitus in USA Women. Am. J. Public Health. p 1409-1415.

---

**Lyly M., Soini E., Rauramo U., y Lahteenmaki L., 2004.** Perceived Role of Fibre in Healthy Diet Among Finnish Consumers. *J. Human Nutr Dietectics*. p 231-239.

**Llera L.R., 2003.** Importancia del Ácido Fólico en la Salud Humana. *Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos*. N° 345, p 19-23.

**Mazza G., 2000.** Alimentos Funcionales. Aspectos Bioquímicos y Procesado. Zaragoza, España. p 158-178.

**Mizrach A., Galili N., Gan-Mor S., Flitsanov V. y Prigozin I., 1996.** Models of Ultrasonic para Meters to Asses Avocado Properties and Shelf Life. p 261-267.

**Mongeau R., Scott F., y Brassand R., 1999.** Definition and Analysis of Dietary Fiber. *Complex Carbohydrates*.

**Moreno L., 2001.** Epidemiología y Diabetes. *Rev. Fac. Med UNAM*. p 35-37.

**NMX-FF-027-SCFI-2007.** Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano –Fruta Fresca- Naranja (*citrus sinensis Osbech*) Especificaciones.

**NOM-086-SSA1-1994.** Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.

---

**Padilla B.S.L., 1997.** La Naranja Como Parte del Desarrollo industrial. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.

**Pedrero F.D.L. y Pangborn R.M., 1996.** Evaluación Sensorial de los Alimentos, Métodos Analíticos. México D.F. p 104-105.

**Pereira M., Kartashov A., Ebbeling C. y Van Horn L., 2005.** Fast Foods Habits, Weight gain, and Insulin Resístanse the CRIDIA study: 15 year Propectiv Analysis. p 36-42.

**Praloran J.C., 1977.** Los agrios. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona. p 38, 369-373, 439-444.

**Rincón A.M., 2005.** Composición Química y Compuestos Bioactivos de las Harinas de Cáscaras de Naranja (*citrus sinensis*), Mandarina (*citrus reticulata*) y Toronja (*citrus paradisi*) Cultivadas en Venezuela. Archivos Latinoamericano de Nutrición.

**S.E.D.C.A., 2005.** Fibra dietarias. Sociedad Española de dietética y Ciencias de la Alimentación. <http://www.nutricion.org>.2005. Fecha de consulta: 20-05-08.

**Sancho J., Bota E., y de Castro, 2002.** Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Alfaomega, México, D. F. pp. 96- 145.

---

**Serna S.S.R.O., 2001.** Química Almacenamiento e Industrialización de los cereales. AGT Editor, S.A. México 2001. p 2, 165-169, 205-206, 214-215, 229-238.

**Simo C., Ibáñez E., Señorans F.J., Barbas C., Reglero G. y Cifuentes A., 2002.** “Análisis of Antioxidants from Orange Juice Obtained by Countercurrent Supercritical Fluid Extaction, using Micellar Electrokinetic Chromatography and Reverse Phase-HPLC” J. Agric. Food Chem. p 6648-6652.

**Sluimer P., 2005.** Principles of Breadmaking, Funcionality of Raw Materials and Process Steps. American Association of Cereal Chemist, Inc. USA, 2005. p 2, 49-53, 66-69, 82-84.

**Vuksan V., Jenkins D., Spadafora P., Sievenpiper J., Owen R., Virgen E., Brighenti F., José R., Leiter L. y Thompson C., 1999.** Konjac-mannan (glucomannan) Improves Glicemia and Other Associated Risk Factors for Coronary Herat Disease in type 2 Diabetes Mellitus. p 913-919.

**Yúfera P.E., 1998.** Química de los Alimentos, Colección: Tecnología Bioquímica y de los Alimentos. Madrid España. p 233, 272.