

*Universidad Autónoma  
del Estado de Hidalgo.*

---

---

**Instituto de Ciencias Básicas e  
Ingeniería**

**Tesis**  
***Elaboración de galletas con harina de bagazo de  
naranja.***

Que para obtener el título de licenciada en:  
Química en Alimentos

**Presenta:**  
Nora Elva González Pérez

**Asesor:**  
Dr. Carlos Alberto Gómez Aldapa



Pachuca de Soto, Hidalgo

2007

---



El presente trabajo se realizó en el laboratorio de alimentos 1, del Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo bajo la dirección del Dr. Carlos Alberto Gómez Aldapa

---



Los resultados de este trabajo fueron presentados en:

- Presentación del trabajo en Cartel “Cinética del Secado de Bagazo de Naranja en función de la temperatura con aire Forzado” en el VII Congreso de ciencia de los alimentos, del 1-3 de junio de 2005. Guanajuato, Gto.
- Segundo foro de Química en Alimentos, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca Hidalgo. Octubre 2006

*DEDICO ESTE TRABAJO A LAS PERSONAS MÁS IMPORTANTES EN MI VIDA...*

## DIOS Y MI FAMILIA

*PERO SOBRE TODO, A QUIENES GRACIAS A ELLOS SOY LO QUE SOY, A LAS DOS PERSONAS QUE MÁS ADMIRO EN LA VIDA Y DE LAS CUALES ESTOY MUY ORGULLOSA DE SER SU HIJA...*

## MIS PADRES

*ESTE LOGRO TAMBIÉN ES DE USTEDES Y LO ÚNICO QUE LES PUEDO DECIR ES SIMPLE Y SENCILLAMENTE.*

**¡GRACIAS!**

Primero que nada...Gracias **DIOS** mío, por darme la gran oportunidad de estar viva, por permitirme llegar a esta meta y gracias por la hermosa familia que me has dado.

Gracias a mis padres: quienes me han conducido por la vida con amor y paciencia, por brindarme con las manos abiertas su apoyo y confianza en mi preparación.

♣ **MAMA**

Has esculpido mi rostro con un millón de gestos cariñosos, has compartido conmigo todos los valores que te hacen tan especial: bondad, perdón, honestidad, perseverancia, tolerancia, consideración y paciencia. Gracias por tu apoyo incondicional y desinteresado, por compartir conmigo tristezas, alegrías, éxitos y fracasos pero sobre todo por creer en mí.

Gracias porque con tus oraciones y sabios consejos siempre me has guiado hacia delante, gracias por todos tus esfuerzos, por tus sacrificios para que yo terminara mi carrera profesional; gracias por ser la mamá más linda y buena del mundo y por guiar mi camino. Te quiero mucho, estoy muy orgullosa de ti y cuando sea grande quiero ser como tú.

♣ **PAPA**

Gracias por ayudarme a creer que puedo lograr siempre lo que me propongo, gracias por encogerme hasta mi talla cuando jugábamos, y por alzarme a gran altura cuando necesitaba refugio y protección; gracias por decirme siempre la verdad; gracias por hacerme sentir digna de confianza; gracias por indicarme cuando actúo en forma contraria a lo que digo; gracias porque con tu forma de ser hermano, me enseñaste y me posibilitas a vivir el amor entre mis hermanos; gracias por el apoyo que me proporcionaste para hacer de mí una profesional, pero sobre todo gracias por ser el mejor ejemplo de padre y el papá más maravilloso del mundo. Eres mi ídolo. Te quiero mucho.

A mis Hermanos:

♣ **José:** Gracias por el ejemplo que siempre me has dado, por enseñarme a ser una persona perseverante que puede conseguir siempre lo que se propone: gracias por enseñarme a ser responsable, por enseñarme que las cosas se deben de hacer bien y que si no...mejor no se hacen; gracias por todo tu apoyo que siempre me has brindado cuando te he necesitado; gracias por todos los consejos que me has dado, gracias por los regaños, esos regaños que me han ayudado a madurar y ser más consiente de las cosas que hago en esta vida. Te quiero mucho.

♣ **Eduardo (Lalo):** Gracias por enseñarme que en esta vida siempre se tiene que sonreír; gracias porque siempre has estado conmigo cuando más te he necesitado; gracias por demostrarme el inmenso cariño que me tienes y por hacerme sentir que soy una de las personas más importantes en tu vida; gracias por tus palabras de aliento; gracias por los consejos, gracias por enseñarme a que siempre debo de decir la verdad y hacerme responsables de mis actos. Te quiero mucho.

♣ **Arturo:** Gracias por que ahora que hemos convivido más, siempre te has preocupado y has estado al pendiente de mí; gracias por que con tus chistes siempre lograbas una sonrisa en mí cuando me sentía mal o deprimida, gracias por las veces que nos hemos divertido juntos; gracias por la confianza que tienes en mí y pedirme una opinión sobre

lo que haces, solo espero que esos pequeños consejos te sirvan de algo; gracias por el apoyo que siempre me has dado cuando más lo he necesitado. Te quiero mucho.

- ♣ *A mis sobrinos (Fátima, Ángel y Héctor):* Quienes a pesar de su corta edad siempre tienen el don de hacerme sentir bien, quienes con sus pequeños detalles y travesuras me dan ánimos para seguir adelante. Gracias por ser la alegría de la casa. Los quiero.
- ♣ *Cristy y Vero:* Gracias por los momentos que hemos compartido juntas. cristy gracias por preocuparte por mí como una mamá en el tiempo en que estuve viviendo contigo y con José nunca tendré como agradeceréte te quiero mucho.
- ♣ *A mi Familia:* Gracias por enseñarme que en esta vida lo más importante es la familia, gracias a mi tío Beto que es la persona más divertida que conozco, quién, en más de una ocasión logró hacerme reír cuando me sentía triste por ser para mí, como un segundo papá, lo quiero mucho tío y que dios lo bendiga.  
A mis primos y primas, gracias porque más que primos somos los mejores hermanos y amigos del mundo. Los quiero mucho.
- ♣ *A mis tíos Rosa y Lacho:* Quienes han sido para mí y para mis hermanos como unos segundos padres, que siempre han estado al pendiente de nosotros y apoyándonos cuando más los necesitamos de corazón gracias. Los quiero.
- ♣ *Dr. Carlos Alberto Gómez Aldapa* (mi asesor de tesis): por sus regaños, aunque usted decía que no eran, para mí sí lo eran, pero de todo corazón se lo agradezco porque eso fue lo que me ayudó a terminar este trabajo y mejorar un poco en mi persona. Gracias por su amistad sincera, por sus consejos y por las palabras de aliento siempre tan oportunas cuando más las necesite; perdón por el tiempo que le robé durante la realización de este trabajo, ya que sé muy bien que ese tiempo, era tiempo que debía dedicarle a su familia, que DIOS lo bendiga Doc.
- ♣ *Las doctoras Liz, Alma y Alicia:* De quienes recibí gran apoyo durante el periodo en que escribí la tesis, de verdad doctoras de todo corazón mil gracias que DIOS las bendiga, pero sobre todo gracias por su amistad sincera.
- ♣ *A mis Sinodales.* Gracias por todo el apoyo y tiempo dedicado en la realización de este trabajo.
- ♣ *Los profesores de la carrera.* Gracias por compartir con nosotros sus conocimientos.
- ♣ *A los compañeros de laboratorio.* (Karla, Joyce, Fanny, Susana, Alma, Gilda, Blanca, Victor, Perla, Luis, Zayda) gracias porque sin su compañía, mi estancia en el laboratorio hubiese sido muuuy aburrida.
- ♣ *Mis Compañeros de la carrera.* (Diana, Joyce, Karla, Imelda, Xochitl, Paloma, Josué, Juan Carlos, y Eligio). Los quiero mucho.
- ♣ *A mis amigos.* Tanto de Pachuca como de Zimapán (Diana, Joyce, Claudia, Imelda, Xochitl, Erika, Karla, Alicia del Carmen, Imelda, Ricardo, Joaquín, J. Armando, Mari, Fredi, Naty, Eric “Mos”, Dulce, y Carlos Alberto Gomez Aldapa): gracias porque siempre están cuando los necesito.
- ♣ *A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.* Por aportarme las armas necesarias para enfrentarme en el campo laboral.
- ♣ Y a todos aquellos que de alguna forma contribuyeron para que esta meta fuera posible. **GRACIAS!!!!!!!**

---

---

**Índice general**

Dedicatorias	i
Agradecimientos	ii
Índice de tablas	iv
Índice de diagramas	vi
Índice de figuras	vii
Abreviaturas	viii
<b>1 Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>2</b>
<b>2 Introducción</b>	<b>3</b>
<b>3 Antecedentes</b>	<b>5</b>
3.1 Origen de los cítricos	5
3.2 Importancia de la naranja	5
3.3 Morfología del fruto de naranja	6
3.4 Características generales	7
3.5 Naranja como fruto	7
3.6 Especies y variedades de naranja más importantes	9
3.7 Producción de naranja	10
3.7.1 Producción mundial	10
3.7.2 Producción nacional	10
3.7.3 Producción regional (Hidalgo)	12
3.8 Composición química de las frutas	15
3.9 Aspectos nutricionales de la naranja	15
3.9.1 Vitaminas y antioxidantes	14
3.9.2 Fibra	20
3.9.2.1 Metabolismo de la fibra	23
3.9.2.2 Tipos de fibra	23
3.9.2.3 Fibra soluble	24

---

---

3.9.2.4 Fibra insoluble	25
3.10 Galletas	26
3.11 Análisis microbiológico	28
3.11.1 Microorganismos indicadores de higiene	28
3.11.2 Bacterias mesófilas aerobias (BMA)	29
3.11.3 Organismos coliformes (OC)	29
3.11.4 Hongos y levaduras	30
3.12 Análisis de textura	30
3.13 Análisis sensorial	31
3.13.1 Prueba de preferencia	32
<b>4: Objetivos</b>	<b>34</b>
4.1 Objetivo general	34
4.2 Objetivos específicos	34
<b>5: Materiales y métodos</b>	<b>35</b>
5.1. Material	35
5.2. Métodos	36
5.2.1. Obtención de harina de bagazo de naranja	36
5.2.2. Análisis proximal	36
5.2.2.1. Determinación de proteína	36
5.2.2.2. Determinación de grasa	36
5.2.2.3. Determinación de cenizas	36
5.2.2.4. Determinación de carbohidratos	37
5.2.3. Fibra total	37
5.2.3.1. Fibra dietética soluble	37
5.2.3.2. Fibra dietética insoluble	37
5.2.4. Análisis microbiológico de harina de bagazo de naranja	38
5.2.4.1. Preparación de la muestra	38
5.2.4.2. Recuento de organismos coliformes (OC)	38
5.2.4.3. Recuento de bacterias mesófilas aerobias (BMA)	38

---

---

5.2.4.4. Recuento de hongos y levaduras	41
5.3 Elaboración de galletas	41
5.4. Determinación de textura	41
5.5. Pruebas sensoriales	44
<b>Capítulo 6: Resultados y discusión</b>	<b>45</b>
6.1. Análisis proximal de harina de bagazo de naranja	45
6.1.1 Proteína	45
6.1.2 Extracto etéreo	47
6.1.3 Cenizas	48
6.1.4 Carbohidratos	49
6.1.5 Fibra	49
6.2. Análisis microbiológico	50
6.3 Determinación de textura	53
6.4 Análisis sensorial	58
<b>7: Conclusiones y perspectivas</b>	<b>61</b>
<b>8: Bibliografía</b>	<b>62</b>

---

---

**Índice de tablas**

Tabla 1. Principales países productores de naranja en el mundo	11
Tabla 2. Producción de naranja en los principales estados de la República Mexicana.	13
Tabla 3. Superficie agrícola sembrada, superficie agrícola cosechada, volumen de la producción y valor de la producción de naranja.	13
Tabla 4. Cultivo de naranja en el estado de Hidalgo	14
Tabla 5. Composición química aproximada de algunas frutas frescas (en % del peso fresco de la porción comestible).	16
Tabla 6. Valores promedios del contenido de vitamina C en algunos alimentos (en mg/100 g.)	18
Tabla 7. Compuestos antioxidantes en algunas frutas.	19
Tabla 8. Enfermedades relacionadas al bajo consumo de fibra.	22
Tabla 9. Contenido en fibra de algunos alimentos.	22
Tabla 10. Resultados del análisis proximal en base seca del bagazo de naranja deshidratado (g/100g de materia secas)	46

Tabla 11. Resultado del análisis microbiológico de la harina de bagazo de naranja.	52
Tabla 12. Anova de un factor (nivel de sustitución).	57
Tabla 13. Resultado del análisis estadístico de comparación de medias, en la prueba de textura.	59
Tabla 14. Resultado de la prueba de preferencia de las galletas.	60

**Índice de diagramas**

Diagrama 1. Recuento de organismos coliformes (OC)	39
Diagrama 2. Recuento de bacterias mesófilas aerobias (BMA)	40
Diagrama 3. Recuento de hongos y levaduras	42

**Índice de figuras**

	8
Figura 1. Representación esquemática de un corte del fruto de un cítrico	
Figura 2. Cuestionario típico de una prueba de preferencia.	33
Figura 3. Curva de resistencia a la fractura de galletas con un nivel de sustitución del 10% de harina de bagazo de naranja deshidratado por harina de trigo.	54
Figura 4. Gráfica del análisis de textura de galletas sustituidas con harina de bagazo de naranja.	56

**Abreviaturas.**

ACE	Agar Cuenta Estandar
Anova	Análisis de varianza
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
APD	Agar Papa Dextrosa
ARBV	Agar de Bilis y Rojo Violeta
$a_w$	Actividad de agua
BMA	Bacterias Mesófilas Aerobias
Gf	Gramos fuerza
Mdd	Millones de dólares
Mdt	Millones de toneladas
OC	Microorganismos coliformes

## 1. Resumen

El objetivo del presente trabajo fue elaborar galletas, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de bagazo de naranja, con el fin de obtener galletas con un sabor característico a naranja, dándole un uso alternativo a este subproducto. 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 molienda. Se determinó la calidad microbiológica de la harina de bagazo de naranja comparando los resultados con los indicados en la norma oficial mexicana (NOM-147-SSA1-1996) para harina de trigo. Estos indicaron que la harina obtenida presentó una buena calidad microbiológica. Se elaboraron las galletas con diferentes niveles de sustitución (0, 10, 20, 30 y 40%) de harina de bagazo de naranja por harina de trigo. Una vez obtenidas, se les midió la textura, empleando un texturómetro. Los resultados indicaron que las galletas con un nivel de sustitución del 10 y 20%, no presentaron diferencia significativa con respecto a las galletas elaboradas con puro trigo. Sin embargo, las elaboradas con 30 y 40% de harina de bagazo de naranja si presentan diferencia significativa con respecto al control y a las galletas con el 10 y 20% de sustitución. Finalmente, se realizó una prueba sensorial de preferencia con consumidores a fin de determinar la preferencia de los 4 niveles de sustitución. Los resultados de esta prueba, mostraron que la mayoría de los consumidores preferían las galletas que contenían una sustitución entre el 10 y 20%, en cambio las de 30 y 40% no fueron aceptadas, esto debido a que presentaban una textura más dura y eran más amargas que las dos primeras

Palabras clave: harina de bagazo de naranja, galletas, textura, pruebas de preferencia

**Abstract.**

The objective of the present work was to elaborate cookies, replacing partially wheat flour by orange bagasse flour, with the purpose of obtaining cookies with characteristic flavor to orange, and being able to give an alternative use to this by-product. The orange bagasse flour was obtained by means of a process of dehydration with air forced to a temperature of 85 °C by 6 h, once dehydrated; this was milling. The microbiological quality of the orange bagasse flour was determined comparing the results with the indicated ones in the Mexican Official Norm (NOM-147-SSA1-1996) for wheat flour. These indicated that the obtained flour presented a good quality microbiological. The cookies were elaborated with different levels of substitution (0, 10, 20, 30 and 40%) of bagasse flour of orange by wheat flour. The texture was analyzed using a TexturAnalyzer. The results indicated that the cookies with a level of substitution of 10 and 20% did not present significant difference with respect to a control. Nevertheless the elaborated ones with 30 and 40% of orange bagasse flour, present significant difference with respect to a control and with 10 and 20% of substitution. Finally, a sensorial test of preference with consumers was made in order to determine the preference of the 4 levels of substitution. The results of this test, showed that most of the consumers preferred the cookies that contained a substitution between 10 and 20%, however those of 30 and 40% were not accepted, this because they presented/displayed one more a harder texture and were bitterer than the two first

Key words: orange bagasse flour, cookies, texture, tests of preference

## 2. Introducción.

Las frutas constituyen un grupo de alimentos indispensables para el equilibrio de la dieta humana (Astiasarán y Martínez, 2005). La gran diversidad de especies con sus distintas propiedades organolépticas y la distinta forma de prepararlas hacen de ellas productos de una gran aceptación por parte de los consumidores en prácticamente todo el mundo (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).

La naranja es una de las frutas más importantes que puede consumirse en todas las edades y altamente recomendada en muchos casos de enfermedad, especialmente en forma de jugo (Olascoaga, 1991). La naranja ocupa un lugar importante de la producción de frutas de muchos países, su consumo principal es en fresco (fruto y jugo), sin embargo 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, generando así una gran cantidad de residuos de la fruta, que hasta el momento ha sido poco utilizado, convirtiéndose en desechos, que son depositados en los basureros, donde siguen un proceso de descomposición natural (Domínguez, 1995). Por otra parte, la pulpa de los cítricos que es deshidratada, debido a su nivel de fibra, ha sido utilizada principalmente en la alimentación de rumiantes, obtención de aceites esenciales, que son empleados en la industria alimentaria y perfumería principalmente; abono orgánico y en la obtención de pectinas a partir de la misma (Domínguez, 1995). En México esta fruta es considerada como una de las más importantes, tanto por la superficie cultivada, el volumen y valor de la producción, así como por el consumo *per capita* de la misma. Tan sólo la naranja ocupa la tercera parte de la superficie sembrada y del volumen producido en el sector frutícola nacional (SAGARPA, 2006).

La presente investigación surge de la necesidad de darle un uso alternativo al bagazo de naranja, elaborando galletas, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de bagazo de naranja, dándole así un uso más a dicho desperdicio, evitando de esta manera que se convierta en una fuente más de contaminación al medio ambiente.

### **3. Antecedentes.**

#### **3.1 Origen de los cítricos.**

Los cítricos se cultivan hoy en día en diversas partes del mundo. Procedentes de las regiones Surorientales de Asia, China y el Archipiélago Malayo, los cítricos (*Citrus medica*) alcanzaron gran importancia por primera vez en Europa durante el siglo III a.C. cuando Alejandro Magno conquistó el occidente asiático. Más tarde la naranja y el limón se introdujeron en las regiones mediterráneas al abrir los romanos rutas de navegación desde el mar Rojo a la India. El cultivo de los cítricos se extendió después desde Europa a los Estados Unidos de América, posteriormente a Sudamérica (uno de cuyos países, Brasil, es el mayor productor de naranja a nivel mundial), a Sudáfrica y a ciertas partes de Australia. Entre los mercados mediterráneos más importantes se ubican los de Israel, Sicilia y España (Arthey y Ashust, 1997).

El naranjo, ignorado durante largo tiempo por los chinos, los hindúes, y árabes, quienes no pensaron en importarlo a la cuenca mediterránea. Su presencia en el continente Americano fue obra de los mercaderes genoveses hacia 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 naranjo. En Córcega, la presencia del naranjo es atestiguada antes de 1600 (Praloran, 1977).

#### **3.2 Importancia de la naranja.**

La naranja en México es de gran importancia debido a la gran demanda que tiene como producto fresco y como materia prima (Padilla, 1997).

Independientemente de su demanda, la importancia de este cítrico radica en el aspecto nutritivo. La naranja es un cítrico rico en vitamina C, sin embargo su jugo solo contiene de 20 a 30 % de la vitamina C que se encuentra en la fruta (Fox y Camerón, 2002).

Se le ha atribuido a la vitamina C un papel como posible agente inhibidor del cáncer impidiendo la formación de agentes cancerígenos a partir de compuestos precursores (Mazza, 2000).

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

Otro aspecto nutricional importante es el referente a su contenido en 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)

### **3.3 Morfología del fruto de naranja.**

En la figura 1 se muestra una representación esquemática del corte de un cítrico. Las partes más importantes del fruto se describen a continuación

- El Flavedo: es el tejido exterior, en él abundan vesículas que contiene 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 pectina (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 (Yúfera, 1998).

### **3.4 Características generales.**

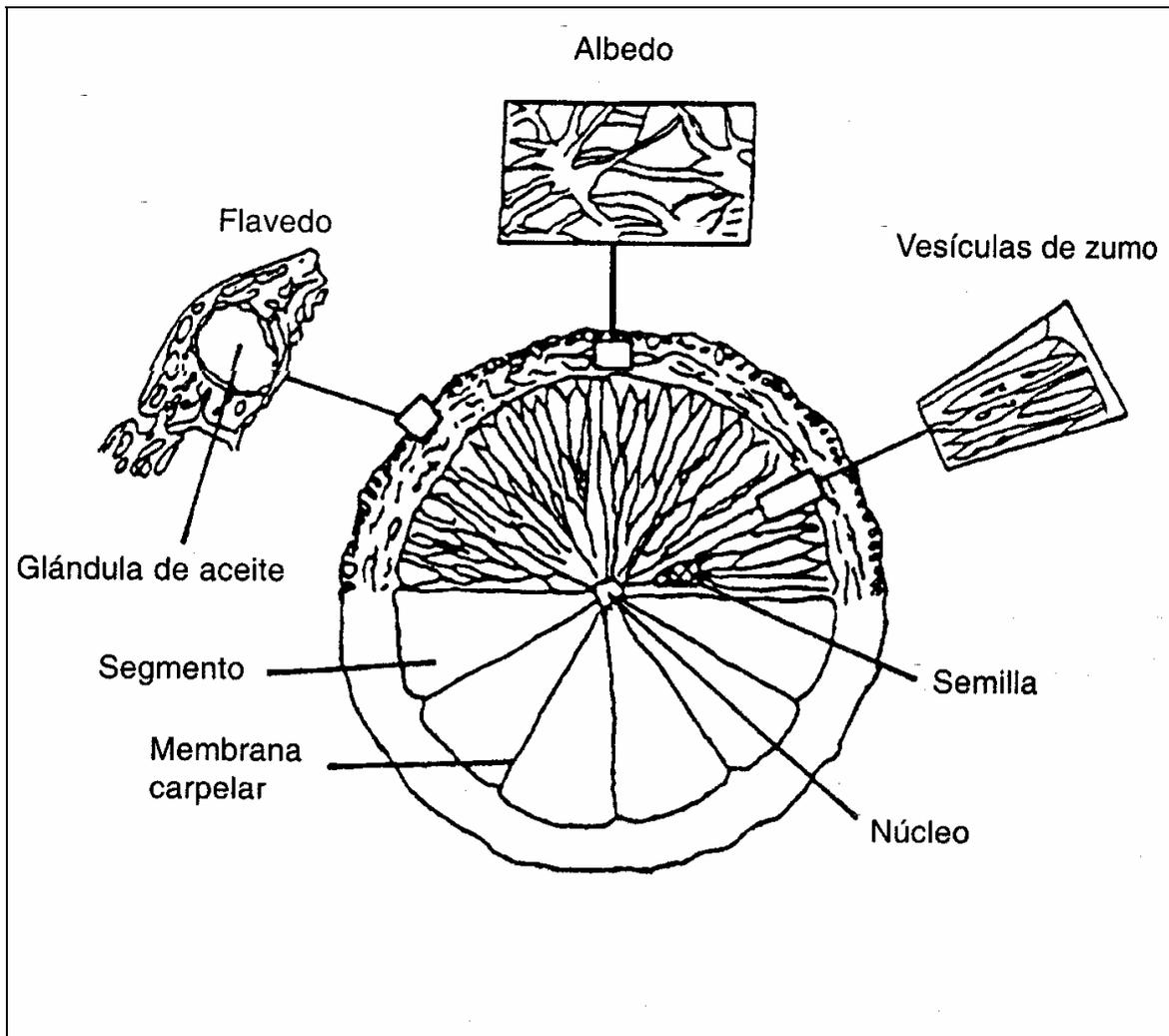
Los naranjos pertenecen al grupo de las fanerogamas, a la familia de los Aurantiáceos, y la especie es *Citrus sinensis*. En la familia de los aurantiáceos, están comprendidos árboles y arbustos, además todos se caracterizan porque secretan un aroma agradable al olfato. Esta familia comprende aproximadamente 750 especies, distribuidas en zonas cálidas y regiones tropicales (Padilla, 1997).

El naranjo es una planta subtropical, la altura que puede alcanzar oscila entre 6 y 9 m. Las hojas verdes son de forma ovalada, dura, lustrosa y aromática. Las flores son muy aromáticas, con una corola de cinco pétalos, y son mejor conocidas como flores de azahar, y su fruto es la naranja (Padilla, 1997). 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 (Goodner y col., 2001).

### **3.5 Naranja como fruto.**

Los frutos son los ovarios maduros de una flor; generalmente la porción comestible es la parte carnosa que cubre las semillas. La naranja es un hesperidio

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



(presenta materia carnosa entre el endocarpio y las semillas) 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 anterior, blanquecina y esponjosa (fibra). Finalmente, posee una parte más interna y más desarrollada, dividida en una serie de gajos (Desrosier, 1986).

### **3.6 Especies y variedades de naranja más importantes.**

Las especies más importantes de los cítricos son las siguientes (Yúfera, 1998):

- Mandarinas (*Citrus reticulata* e híbridos): Satsuma, clementina.
- Limones (*Citrus limon*): Fino, Lisbón, Eureka y Verna.
- Pomelos (*Citrus paradise*): Marsh-se-edless, red blusa, ruby.
- Naranjas dulces (*Citrus sinensis*): valencia late, el grupo de las navel.

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. Aunque existen otras variedades cuantitativamente menos importantes que pueden utilizarse para la elaboración de jugo de naranja (Arthey y Ashust, 1997).

Las naranjas valencia tienen temporadas de seis meses, producen un jugo ligeramente agrio al comienzo de la temporada, que va progresivamente perdiendo su acidez, al final de la misma. Esto es solo un reflejo del grado de madurez de la fruta (Arthey y Ashust, 1997).

La variedad de naranja navel genera un jugo, no sólo agrio, al comienzo de la temporada, sino amargo debido a su contenido en limonina. El amargor no se evidencia, porque el componente amargo limonina, se produce durante el tratamiento térmico. A medida que la temporada avanza, el contenido en precursor

del producto amargo va disminuyendo, al tiempo que el incremento es el sabor dulce va enmascarando la presencia de limonina en el jugo (Arthey y Ashust, 1997).

### **3.7 Producción de naranja.**

#### **3.7.1 Producción mundial.**

Los cítricos son el principal tipo de fruta tropical y subtropical cultivada en el mundo, siendo la producción anual de unos 74 millones de toneladas (Mdt). De éstas, la naranja representa el 70% de la producción total. Los principales países productores son Brasil y Estados Unidos. En los últimos años Brasil ha producido aproximadamente la mitad de todas las naranjas procesadas en el mundo y Estados Unidos aproximadamente un 30% (Mazza, 2000). Brasil, Estados Unidos, México, India e Italia, representan en conjunto aproximadamente el 70% de la producción mundial de la fruta. En México la producción de naranja se destina principalmente al mercado interno, para su consumo en fresco; sin embargo, en los últimos años ha ganado importancia el consumo de jugo de naranja; a esta actividad se destina alrededor del 40% de la producción mundial (FAO, 2005).

Como se trata de un fruto que requiere un clima cálido, se suele cultivar principalmente en los países mediterráneos, en la tabla 1 se presentan los principales países productores de naranja a nivel mundial y la cantidad de producción de naranja en millones de toneladas (FAO, 2005).

#### **3.7.2 Producción nacional.**

La naranja en México es considerada como la fruta más importante, tanto por la superficie cultivada, el volumen y valor de la producción, así como por el consumo *per capita* de la misma. La naranja ocupa la tercera parte de la superficie

**Tabla 1: Principales países productores de naranja en el mundo**

País	Producción en millones de Toneladas
Brasil	17804600
Estados Unidos de América	8266270
México	3969810
India	3100000
Italia	2533535
China	2412000
España	2149900
República 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
República de Siria	427000

Fuente: FAO, 2005

sembrada y del volumen producido en el sector frutícola nacional . Para el presente año se estima un incremento en los precios internacionales de naranja, lo que puede representar grandes beneficios a los productores mexicanos de jugo de naranja, así como a los productores del cítrico, particularmente de la variedad valencia (SAGARPA, 2006).

En la República Mexicana, los principales estados productores de naranja son: Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León y Puebla, (tabla 2) (SAGARPA, 2006).

En la tabla 3 se muestra el estado actual de la naranja en México, superficie sembrada, cosechada, volumen de producción y valor de producción; en la misma se puede observar la tendencia al incremento que ha tenido la naranja los últimos años.

### **3.7.3 Producción regional (Hidalgo).**

La naranja es uno de los principales cultivos perennes en el estado de Hidalgo, además 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). Actualmente el estado de Hidalgo ocupa el onceavo lugar en cuanto a producción de naranja se refiere, con una producción obtenida de 51051.3 toneladas al año (SAGARPA, 2006).

En la tabla 4 se presenta el cultivo de naranja en el estado de Hidalgo, como podemos observar aproximadamente tres mil hectáreas son siniestradas, lo cual representa pérdidas para los productores de naranja y por lo tanto una fuente de contaminación más al medio ambiente.

**Tabla 2: Producción de naranja en los principales estados de la República Mexicana.**

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

Fuente: SAGARPA, 2006.

**Tabla 3: Superficie agrícola sembrada, superficie agrícola cosechada, volumen de la producción y valor de la producción de naranja.**

<b>Año</b>	<b>Superficie Sembrada (miles de hectáreas)</b>	<b>Superficie Cosechada (miles de hectáreas)</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

Fuente: Sagarpa. *Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, 1980-2004 (SIACON)*. México, DF, 2005.

**Tabla 4: Cultivo de naranja en el estado de Hidalgo**

<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

Fuente: SAGARPA, 2006

### **3.8 Composición química de las frutas.**

La composición química de la fruta depende de los siguientes factores (Padilla, 1997).

- Variedad
- Estado de madurez
- Clima
- Condiciones de cultivo.

La composición química de las frutas y de los frutos secos depende, en gran medida, del tipo de fruto y de su grado de maduración. En relación con las frutas el componente mayoritario en todos los casos es el agua (entre el 75 y el 90% de peso de la parte comestible; tabla 5). Le siguen en importancia cuantitativa los azúcares (entre el 5 y el 18%). Los compuestos nitrogenados y los lípidos son escasos en las partes comestibles de las frutas, aunque son importantes en las semillas de algunas de ellas (Astiasarán y Martínez, 2005).

### **3.9 Aspectos nutricionales de la naranja.**

#### **3.9.1. Vitaminas y antioxidantes.**

Los cítricos (naranja, entre otros) son ricos en vitamina C, particularmente en la capa blanca o albedo que se encuentra debajo de la cáscara. El jugo de naranja solo contiene de 20 a 30 % de la vitamina C que se encuentra en la fruta (Fox y Camerón, 2002).

Se ha demostrado que la vitamina C es necesaria para la formación de proteína conectiva intercelular, colágeno. Las células del cuerpo que tienen por función la formación de los huesos y del esmalte de los dientes, pierden su actividad funcional normal en ausencia de la vitamina C (Fox y Camerón, 2002).

**Tabla 5: Composición química aproximada de algunas frutas frescas (en % del peso fresco de la porción comestible).**

Fruto	Agua	Carbohidratos	Lípidos	Fibra	Proteína
Aguacate	78.8	5.9	12	1.8	1.5
Aceituna	73.8	1	20	4.4	0.8
Albaricoque	87.6	9.5	0.1	2.1	0.8
Cereza	83.7	13.5	0.5	1.5	0.8
Ciruela	86.3	11	0.1	2.1	0.6
Higo	80.3	16	0.1	2.5	1.2
Limón	98.4	1.3	0.1	0	0.3
Mandarina	88.3	9	0.1	1.9	0.8
Manzana	85.7	12	0.1	2	0.3
Melocotón	89	9	0.1	1.4	0.6
Melón	92.4	6	0.1	1	0.6
Naranja	88.6	8.6	0.1	2	0.8
Pera	86.8	10.6	0.1	2.3	0.4
Piña	86.8	11.5	0.1	1.2	0.5
Plátano	75.1	20	0.3	3.4	1.2

Fuente: Moreiras y Col. (1992).

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 dosis diaria recomendada por el Food and Nutrition Board del National Research Council de Estados Unidos es de 45 mg. Un vaso con jugo de naranja suministra unos 80 mg, en una naranja entera pelada de tamaño medio puede haber 200-250 mg de vitamina C (Yúfera, 1998). En la tabla 6 se muestran los valores promedios del contenido de vitamina C de los alimentos en mg/100 g.

La vitamina C se utiliza ampliamente como aditivo alimentario debido a sus propiedades antioxidantes, inhibe el pardeamiento enzimático, acción reductora en la masa de panadería, secuestro de radicales libres y de oxígeno e inhibición de la formación de nitrosaminas en carnes curadas (Fennema, 2000).

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

La tabla 7 muestra algunos compuestos antioxidantes identificados en diferentes frutas, la importancia de estos antioxidantes radica en que proporcionan una protección contra enfermedades cardiovasculares y de cáncer. Se ha reportado que los flavonoides tienen un efecto antioxidante y por lo tanto han sido asociados con una disminución de la incidencia de enfermedades cardiovasculares y de cáncer (Franco y col., 2001).

**Tabla 6: Valores promedios del contenido de vitamina C en algunos alimentos (en mg/100 g.)**

<b>Alimento</b>	<b>Valor de Vitamina C</b>
Coliflor cruda	55
Espinacas crudas	60
Berros crudos	60
Fresas	60
Naranja cruda	50
Limonas	50
Toronja	40
Chícharos crudos	25
Jugo de tomate	20
Papás crudas	30
Manzanas	5
Plátano	10
Lechuga	15
Zanahorias crudas	6
Ciruelas crudas	2
Leche de vaca fresca	2
Leche Humana	5
Cebollas crudas	10

Fuente: Fox. y Camerón,2002)

Tabla 7: Compuestos antioxidantes en algunas frutas.

Fruta	Compuesto Antioxidante
Jugo de Manzana	Ácido clorogénico, ácido ascórbico
Bagazo de Manzana	Epicatequina, ácido clorogénico, florrizina, 3- hidroxiflorrizina
Pomelo	Naringina,
Uvas	Compuestos fenólicos totales, antocianinas, flavonoles, malvidín 3-O-(6-O-p-Cumaroil glucósido)
Zumo de uva Negra	Compuestos fenólicos totales, antocianinas
Zumo de uva blanca	Hidroxicinamatos, flavan-3-oles.
Melocotón	Ácido clorogénico, ácido neoclorogénico
Pera	Ácido clorogénico
Naranja	Hesperidina, narirutina
Ciruela	Ácido clorogénico, ácido neoclorogénico.
Bayas	Antocianinas, hidroxicinamatos, flavonoles

Fuente: Pokorny, 2005

### 3.9.2 Fibra

Componentes estructurales de las plantas (celulosa y hemicelulosas), los cuales son resistentes a la digestión por las enzimas del tracto digestivo de los seres humano (Lampe, 1999), es decir, esta corresponde a la suma de los polisacáridos no digeridos por las enzimas digestivas (Franco y col., 2001), pero en el intestino grueso, es atacada y descompuesta por las bacterias que habitan en el intestino y convertida parcialmente en ácidos grasos de cadena corta, principalmente acético, propiónico y butírico, son absorbidos por el torrente circulatorio y pueden ser utilizados como fuente de energía (Fox y Camerón, 2002).

Desgraciadamente se tiene la impresión de que la fibra no tiene significado en la nutrición humana, cuando en realidad juega un papel importante debido a sus propiedades funcionales (LLoyd y col., 1982).

Algunas de las propiedades son:

- Aumenta el 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. Las hidrosolubles (guar, pectina y otras), en cambio la disminuyen (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, pues, esta propiedad, es imprescindible ingerir la fibra junto a cantidades elevadas de agua (Cervera y col., 1999).

- 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).
- Reduce la velocidad de absorción intestinal.  
Las fibras hidrosolubles (pectinas, 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, provocando así un mejoramiento de la curva de tolerancia a la glucosa en paciente diabéticos (Barbosa y Vega, 2000).

Hasta hace muy poco no se consideraba que la fibra aportara energía. Sin embargo, dada su característica de poder ser fermentada por la flora bacteriana del colon (40 a 80% la fibra insoluble y prácticamente 100% la fibra soluble), el valor energético atribuido a la fibra dietética que se fermenta en el colon, es alrededor de 2 Kcal/g. Por lo tanto, el desplazamiento de 10 g de hidratos de carbono por 10 g de fibra implica una disminución en la energía metabolizable de 20 Kcal. (Franco y col., 2001). Algunos epidemiólogos piensan que las dietas carentes de fibra son responsables de la alta incidencia del cáncer de colon en el Reino Unido y en Estados Unidos (Desrosier, 1986). En la tabla 8 se presentan algunas enfermedades relacionadas con un consumo bajo en fibra. En la tabla 9 se indica el contenido de fibra de algunos alimentos.

**Tabla 8: Enfermedades relacionadas al bajo consumo de fibra.**

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

Fuente: Linden y Lorient, 1996.

**Tabla 9: Contenido en fibra de algunos alimentos.**

<b>Alimento</b>	<b>Contenido de fibra g/100 g de alimentos</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

Fuente: Fox y Cameron, 2002.

### **3.9.2.1 Metabolismo de la fibra.**

La fibra actúa sobre el tránsito intestinal e interviene en el metabolismo glucídico y lipídico. Pero en todos los casos, los lugares de acción directa son digestivos, pues sus moléculas no son metabolizadas por las enzimas del tubo digestivo humano. Algunas son parcialmente digeridas por las enzimas de las bacterias de la microflora del colon (Linden y Lorient, 1996).

Las fibras hidrosolubles tienen un impacto sobre el metabolismo glucídico reduciendo el rendimiento de absorción de los glúcidos ingeridos. El efecto metabólico de las fibras insolubles es claro tras la ingestión durante un periodo suficientemente largo; modifican las secreciones de hormonas gastrointestinales y los mecanismos que regulan el metabolismo glucídico celular (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. No es probable que se absorban productos con poder energético, estimándose que, en los seres humanos, la fibra puede aportar, como máximo, 500 Kcal al día (Cervera y col, 1999).

### **3.9.2.2 Tipos de fibra.**

Muchos estudios han divulgado que la fibra dietética mejora el metabolismo de lípidos y la absorción de minerales en ratas. La fibra dietética ha sido clasificada en dos fracciones, es decir la fibra soluble-fermentable y la fibra insoluble menos fermentable (Mitamura y col., 2003).

Con base en su propiedades físicas, su efecto fisiológico en el organismo y

a sus componentes, la fibra se agrupa en dos categorías, solubles e insolubles en agua (Franco y col, 2001).

### **3.9.2.3 Fibra soluble.**

Se refiere a la fibra que al contacto con el agua forma un retículo donde queda atrapada el agua, gelificándose la mezcla (Anónimo 2006a).

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

Uno de los efectos benéficos de la fibra soluble es que disminuye enfermedades cardiovasculares (Kays y col, 2002), ésto podría explicar la relación estadística entre las dietas con alto contenido de fibra y una frecuencia más baja de la insuficiencia coronaria. La frecuencia del cáncer del intestino es también aparentemente más baja entre aquellas personas cuya dieta es rica en fibra dietética. Se ha sugerido que esto podría estar relacionado con el más corto tiempo de tránsito alimentario de una dieta con un alto contenido de fibra (Fox y Cameron, 2002).

Las dietas con un alto contenido de fibra soluble, son capaces de retardar la liberación de glucosa al torrente (Fox y Cameron, 2002), además disminuyen el colesterol total, colesterol LDL, y aumenta lo que comúnmente se conoce como colesterol bueno HDL, colesterol protector. (Franco y col., 2001).

La relación entre el consumo de fibra y la reducción de peso corporal es otro de los campos de interés y con este propósito se han ensayado diferentes tipos de dietas hipocalóricas. (Franco y col., 2001).

La fibra soluble comprende gomas, pectinas y algunas hemicelulosas. Alimentos que contienen fibra soluble son las leguminosas como fríjol, la avena (principalmente el salvado), la cebada y algunas frutas (Franco y col., 2001), su efecto en el tracto gastrointestinal y en los niveles de colesterol en sangre son de diferente intensidad a la de la fibra insoluble (Fennema, 2000).

#### **3.9.2.4 Fibra insoluble.**

Es la fibra que presenta resistencia a la fermentación por las bacterias del colón incrementando el volumen fecal mediante la retención de agua, aunque son conocidos los efectos benéficos de la fibra soluble sobre el metabolismo de los lípidos e hidratos de carbono, hasta hace poco no se había prestado atención al papel de la fibra insoluble. Estudios sugieren que el consumo habitual de fibra insoluble (fibra de cereales) esta asociado con una reducción del riesgo a desarrollar diabetes tipo II y enfermedades cardiovasculares (Mazza, 2000).

Los efectos mecánicos sobre el bolo fecal y el tránsito intestinal están dados por la fibra insoluble, la cual incrementa el tamaño del bolo fecal, atrapando agua y bacterias a lo largo del tracto intestinal. El salvado es capaz de absorber hasta tres veces su peso en agua, este efecto produce un bolo fecal más suave y de mayor volumen. Como consecuencia, este tipo de fibra facilita la evacuación, previene y ayuda a eliminar el estreñimiento. Se ha demostrado que dietas con bajo contenido de fibra causan estreñimiento fecal. Esto lleva a aumentar el tiempo de exposición de varias sustancias como son los ácidos biliares, las cuales en combinación con las bacterias del colon pueden producir sustancias carcinógenas (Franco y col., 2001).

Es un hecho comprobado que los ácidos biliares, y en particular los ácidos biliares secundarios, son promotores de tumores y están asociados con el riesgo de cáncer colorectal en animales y en humanos. Debido a que la fibra insoluble

incrementa el volumen fecal, lo cual reduce el tiempo de tránsito de las heces y en consecuencia la exposición de las células del colón a los ácidos biliares. Su capacidad de aumentar el volumen fecal produce además un efecto de dilución de la concentración de los ácidos biliares en las heces, que pueden también contribuir al efecto protector. Además se piensa que la fibra se une a los ácidos biliares e incrementa su excreción y eliminación (Mazza, 2000).

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

Desayunos altos en fibra insoluble (22 g de fibra insoluble) y fibra soluble (22 g) mostraron distintos efectos sobre la saciedad: la fibra insoluble produjo una mayor saciedad a corto plazo y la fibra soluble una disminución en el hambre (Franco y col., 2001).

### **3.10 Galletas.**

Se entiende por galleta al producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina, grasas y aceites comestibles o sus mezclas y agua, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por su bajo contenido en agua (Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, apartado de definiciones 3.14).

La historia de las galletas se remonta unos 10000 años atrás cuando se descubre que al someter al calor excesivo sopas de cereal, se obtenía un alimento con bajo contenido de agua, excelente para el almacenaje y los viajes largos (Asociación Mexicana de Industriales de Galletas y Pastas, 2006).

Hacia el año 200 a.C. Se ubica realmente el nacimiento de la galleta con los griegos o los romanos, que significa panes cocidos dos veces y de donde nace la palabra galleta en inglés y francés biscuit. Durante la edad media, evolucionaron y florecieron varios tipos de galletas, desde entonces las galletas dulces o saladas son cada vez más variadas. A finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, comienza en Europa la producción masiva de galletas y su comercialización (Asociación Mexicana de Industriales de Galletas y Pastas, 2006).

En América las galletas surgen de manera accidental cuando pequeñas cantidades de masa de pastel, se metían al horno para probar su temperatura. Estas pequeñas pruebas para pastel se llamaban "koekje", que en Holandés significa pequeño pastel y de donde viene la palabra cookie (Asociación Mexicana de Industriales de Galletas y Pastas, 2006).

La fabricación de galletas constituye un sector sustancial de la industria de la alimentación. El consumo de estos productos está bien arraigado en todos los países industrializados y en rápida expansión en las zonas del mundo en desarrollo. La principal atracción de la galletería es la gran variedad posible de tipos. Son alimentos nutritivos con gran margen de conservación. Sin embargo la principal desventaja para algunos países es que la confección de la galleta, según nuestro concepto, se basa en la harina de trigo y la adquisición de este cereal puede no resultar barata (Monley, 1989).

Las galletas se preparan a partir de harina con la adición de otros ingredientes como sal, grasa, y en ocasiones se añade polvo de hornear para hacer que esponjen un poco, la masa se aplanan con un rodillo hasta obtener una hoja muy delgada, que se corta en las formas más apropiadas y se hornea rápidamente a una temperatura elevada. (Fox y Cameron, 2002).

Gamesa es considerado el brazo galletero para México y América Latina de

la compañía estadounidense PepsiCo. Con seis plantas de producción en México, la empresa factura 600 mdd al año, cifra siete veces superior a las ventas de Nabisco en el país. El mercado de galletas en México es de 1200 mdd, de los cuales Gamesa contribuye con 50%, Grupo Bimbo aporta 27% y Nabisco 7%. Este año Gamesa invertirá 40 mdd para modernizar sus plantas de producción (Asociación Nacional de Fabricantes de Galletas y Pastas Alimenticias, A.C. 2006).

Como podemos observar el impulso que tiene la industria galletera en nuestro país es muy alto, de ahí la importancia de crear nuevas tendencias en este campo de la industria de los alimentos.

### **3.11 Análisis microbiológico.**

#### **3.11.1 Microorganismos indicadores de higiene.**

Los microorganismos indicadores de la calidad microbiológica o vida útil de los alimentos, son microorganismos y/o sus productos metabólicos, cuya presencia en los alimentos concretos en cantidades determinadas, puede ser usada para evaluar la calidad existente o para predecir la vida útil de los alimentos (James, 1994).

Los grupos microbianos indicadores de mayor aplicación en los alimentos son: bacterias mesófilas aerobias, organismos Coliformes totales y fecales, la familia *Enterobacteriaceae*, así como hongos y levaduras (Fernández,2000).

Si un indicador de inocuidad está ausente o en baja concentración, se considera que el producto fue producido bajo adecuadas condiciones de higiene. Por otra parte, un producto puede contener cantidades extremadamente bajas de un indicador y sin embargo no suponer un peligro (Fernández, 2000).

### **3.11.2 Bacterias mesófilas aerobias.**

El recuento de BMA en alimentos y otros materiales relacionados puede tener según el caso, algunas aplicaciones de interés que pondrían de manifiesto (Fernández,, 2000) son:

- La exposición a fuentes de contaminación.
- Las condiciones de almacenamiento.
- Pérdida de frescura.
- Predicción de la vida de anaquel

### **3.11.3 Organismos coliformes (OC).**

Su presencia en los alimentos resulta de su exposición al medio ambiente. Su hallazgo en un alimento no involucra presencia de materia fecal (Fernández,, 2000).

En algunos casos no guarda relación con las condiciones sanitarias bajo las cuales un alimento ha sido elaborado. Un ejemplo en jugo de naranja; pueden extremarse las condiciones de sanidad para su obtención, lavado y desinfección prolongado de la fruta, previo a la extracción del jugo, sin que se logre en todos los casos un producto exento de coliformes (Fernández,, 2000).

Comúnmente los coliformes son nativos de la naranja y se encuentran colonizándola: la gran irregularidad de la cáscara de la naranja favorece la colonización en sitios en los cuales el lavado- desinfección (que resulta adecuado en otros frutos o verduras) de la naranja no logra disminuir la concentración de los coliformes debido a que el agua y la solución desinfectante no tienen acceso a los microorganismos alojados en tales irregularidades de la cáscara. En consecuencia, aún después del tratamiento de desinfección, la concentración de

coliformes se mantiene casi constante. Al exprimir la naranja para obtener el jugo, gran cantidad de coliformes son expulsados de las irregularidades depositándose en el jugo (Fernández, 2000). Debido a ello, la presencia de estas bacterias en el jugo de naranja procesado se ha rechazado sistemáticamente como un indicador de su calidad sanitaria (Fernández, 2000).

#### **3.11.4 Hongos y levaduras.**

Su presencia en alimentos suele asociarse con una exposición a fuentes de contaminación; cifras elevadas son propias de alimentos faltos de frescura (Fernández, 2000).

Los hongos xerófilos pueden aislarse de diversos alimentos. Deterioran productos con actividad de agua (aw) menor a 0.85 (nueces, granos, harinas, jarabes, frutas concentradas, carnes y pescados salados), en los que encuentran una limitada competencia con otros microorganismos (Fernández, 2000).

Algunos hongos muestran una especial resistencia al calor. Producen ascosporas que les permiten sobrevivir en alimentos sometidos a tratamientos térmicos severos más de 90 °C por 15 o más minutos (Fernández, 2000).

La expresión del desarrollo de las levaduras en los alimentos se distingue del observado en los hongos. Mientras las primeras pueden proliferar en la masa interna del alimento (sólido como los quesos o líquido como los jugos de frutas) los hongos se limitan de ordinario a la superficie (Fernández, 2000).

#### **3.12 Análisis de textura.**

La textura: se puede definir como el atributo de un producto alimenticio que resulta de una combinación de propiedades físicas y químicas, percibidas en gran

medida mediante los sentidos del tacto, vista y oído (Lewis, 1993).

La textura de los alimentos está relacionada con propiedades físicas y químicas, percibidas por vía ocular antes del consumo, 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).

Los métodos utilizados para medir textura son muy variados e incluyen agujas de diferentes tipos, de punzones, células de prueba y extrusores. Cualquier sistema escogido debe permitir, dentro de la muestra, la aplicación de fuerzas tensoras, compresoras, flexoras y de cizalla (Lees, 1996). Algunos se describen a continuación:

- a) Métodos fundamentales: Son métodos diseñados para medir una o varias propiedades físicas bien definidas de una muestra y relacionar esta propiedad con características texturales determinadas mediante técnicas sensoriales (Lewis, 1993).
- b) Métodos imitativos: Intenta simular en cierto grado las fuerzas y deformaciones a las que está sometido el alimento mientras está siendo consumido (Lewis, 1993).
- c) Métodos empíricos: Estos métodos miden propiedades de los productos a menudo no bien definidos y que no pueden expresarse fácilmente en unidades fundamentales (Lewis, 1993).

### **3.13 Análisis sensorial.**

Las primeras pruebas de degustación, realizadas con frecuencia directamente por quienes diseñaban nuevos productos, se han desarrollado

durante los últimos 50 años, después, estas pruebas elementales han dado lugar a una ciencia precisa y rigurosa. Además de ser apoyada por un mejor conocimiento de los sentidos y de la percepción, la evaluación sensorial se ha dotado de métodos y de análisis estadísticos (Fortin y Desplancke, 2001). La evaluación sensorial utiliza la degustación o cata de los alimentos con fines muy precisos: 1) Valorar el nivel de satisfacción de los consumidores antes de lanzar al mercado un producto alimenticio; 2) Verificar la similitud o la diferencia entre dos alimentos; 3) medir, la intensidad de los atributos de los alimentos (Fortin y Desplancke, 2001). 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 una función tanto preventiva como complementaria de los análisis fisicoquímicos. El jurado de expertos constituye un instrumento de medida que permite realizar diferencias muy marcadas entre dos procesos (Fortin y Desplancke, 2001).

### **3.13.1 Prueba de preferencia.**

Son pruebas utilizadas para expresar la preferencia de los consumidores por un producto u otro (Fortin y Desplancke, 2001). El objetivo de esta prueba es ordenar, según las opiniones de un grupo de consumidores, un par o una serie de muestras de acuerdo con un aprecio personal o una preferencia. (Pedrero y Pangborn, 1996). Las pruebas de consumidores tienen dos formas: si se busca la elección de un producto frente a otro, la prueba se denomina “prueba de preferencia”. Este ensayo no indica si cualquiera de los productos nos gusta o disgusta, sólo indica cual es el preferido (Fisher y Scout, 2000). Aquí simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra (Anzaldúa, 1994). 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.

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

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:	189	237	778	476
Preferencia	—	—	—	—
Por favor indique las razones de su elección.				
_____				
_____				
_____				
_____				
_____				
_____				

#### **4. Objetivos.**

##### **4.1 Objetivo general.**

Elaborar galletas sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de bagazo de naranja, a fin de darle un uso alternativo a este residuo y evitar su desperdicio y de este modo evitar una fuente más de contaminación.

##### **4.2 Objetivos específicos.**

Obtener harina de bagazo de naranja.

Determinar la calidad microbiológica de la harina de bagazo de naranja obtenida.

Elaborar galletas sustituyendo de 10, 20, 30, y 40 % de harina de trigo por harina de bagazo de Naranja.

Evaluar el impacto del nivel de sustitución de la harina de bagazo de naranja sobre la textura de las galletas elaboradas.

Determinar la preferencia de las galletas elaboradas (mediante las cuatro formulaciones) a través de pruebas sensoriales con consumidores.

## 5. Materiales y métodos.

### 5.1. Material.

**Materia prima:** bagazo de naranja, harina de trigo, bagazo de naranja deshidratado, mantequilla, azúcar, bicarbonato, canela, agua.

**Medios de cultivo:** Agar de bilis y rojo violeta (ARBV) BD Bioxon<sup>R</sup>, Agar Cuenta Estándar (ACE) BD Bioxon<sup>R</sup>, Agar Papa Dextrosa (APD) BD Bioxon<sup>R</sup>, Diluyente de Peptona BD Bioxon<sup>R</sup>.

**Reactivos:** rojo de metilo, azul de metilo, sulfato de cobre, sulfato de sodio anhidro, hidróxido de sodio 0.1 N, tetraborato de sodio, sulfato de cobre, sulfato de sodio anhidro, ácido bórico, biftalato de potasio, ácido clorhídrico, éter de petróleo.

**Equipo de laboratorio:** tamiz, cuchillo eléctrico home essentials; Black Decker, estufa para secado oven series 9000, thermolyne. Charolas de acero inoxidable con perforaciones Stomacher 400 circulator, marca seaward. Vortexgenie 2 de scientific industries. Micropipeta transferpette brand. Incubadora bacteriológica, bluem electric company. Texturómetro TA-XT2i, Texture Analyser; texture technologies corp. Sonda de Fractura ball probe, supp R16 HDP/CFS. Pesa de calibración de 5 kilogramos (Kg) para texturómetro. Batidora stand mixer, material de laboratorio.

Para este trabajo la principal materia fue el bagazo de naranja (valencia); este subproducto es el residuo que se obtiene después de exprimir el jugo, dicho subproducto incluye corteza, semillas y los gajos de la naranja sin jugo.

## **5.2. Métodos.**

### **5.2.1. Obtención de harina de bagazo de naranja.**

Para la obtención del de 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 obtenido fue cortado con un cuchillo eléctrico a fin de disminuir el tamaño de partícula y facilitar su secado. Para ello este 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 la harina de bagazo de naranja en bolsas de plástico.

### **5.2.2. Análisis proximal de la harina de bagazo de naranja.**

#### **5.2.2.1. Determinación de proteína.**

La determinación de proteína se realizó mediante el método Kjeldahl siguiendo la técnica 930.29 de la AOAC (1990).

#### **5.2.2.2. Determinación de grasa.**

La determinación de grasa, se realizó mediante el método 922.06 de la AOAC (1990).

#### **5.2.2.3. Determinación de cenizas.**

Para llevar a cabo la determinación de este componente, se realizó mediante el método 940.26 de la AOAC (1990).

#### **5.2.2.4. Determinación de carbohidratos.**

La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia con respecto a los demás componentes presentes en la muestra, considerando la fibra dietaria total.

#### **5.2.3. Fibra total.**

##### **5.2.3.1. Fibra dietética soluble.**

Se pesó por duplicado 1 g de harina de bagazo de naranja deshidratado, se colocaron en matraces de 500 mL, se adicionaron 50 mL del buffer de fosfatos pH 6.0 y 0.1 mL de  $\alpha$ -amilasa termoestable, se colocó la mezcla en baño de agua hirviendo agitando a intervalos de 5 min con temperatura interna de 75-100 °C durante 30 min.

Se enfrió la mezcla y se ajustó el pH a 7.5, se agregaron 5 mg de proteasa y se incubó por 30 min a 60 °C con agitación continua. Se enfrió a temperatura ambiente. Se ajustó el pH entre 4.0-4.6 y se adicionaron 0.3 mL de amiloglucosidasa. Se incubó durante 30 min a 60 °C con agitación continua. Una vez finalizada la incubación, la mezcla se enfrió y se filtró en papel Whatman 4 y se colocó en estufa a 40°C durante toda la noche, hasta obtener un peso constante, se transfirió a un desecador y se pesó (AOAC, 1999). El filtrado y agua de lavado se guarda para la determinación de fibra dietética insoluble.

##### **5.2.3.2. Fibra dietética insoluble.**

Se adiciona al filtrado un volumen de 298 mL de alcohol etílico al 95 % a 60 °C, esta mezcla se deja reposar toda la noche a temperatura ambiente, posteriormente la solución se filtró sobre papel whatman número 4. El residuo se

lavó dos veces con de 15 mL de etanol al 78 %, 2 veces con 15 mL de etanol al 95 % y dos veces con 15 mL de acetona. El residuo se secó y pesó (AOAC, 1999).

#### **5.2.4. Análisis microbiológico de harina de bagazo de naranja.**

Para este análisis se hizo la determinación de microorganismos Coliformes totales, bacterias mesófilas aerobias, hongos y levaduras de acuerdo a la norma establecida por la FDA (BAM, 2001).

##### **5.2.4.1. Preparación de la muestra.**

25 g de harina de bagazo de naranja se colocaron en una bolsa estéril que contenía 225 mL de diluyente de peptona (dilución  $10^{-1}$ ) y se homogeneizó en Stomacher a 260 rpm por 1 minuto. Este procedimiento fue el mismo para ambas muestras.

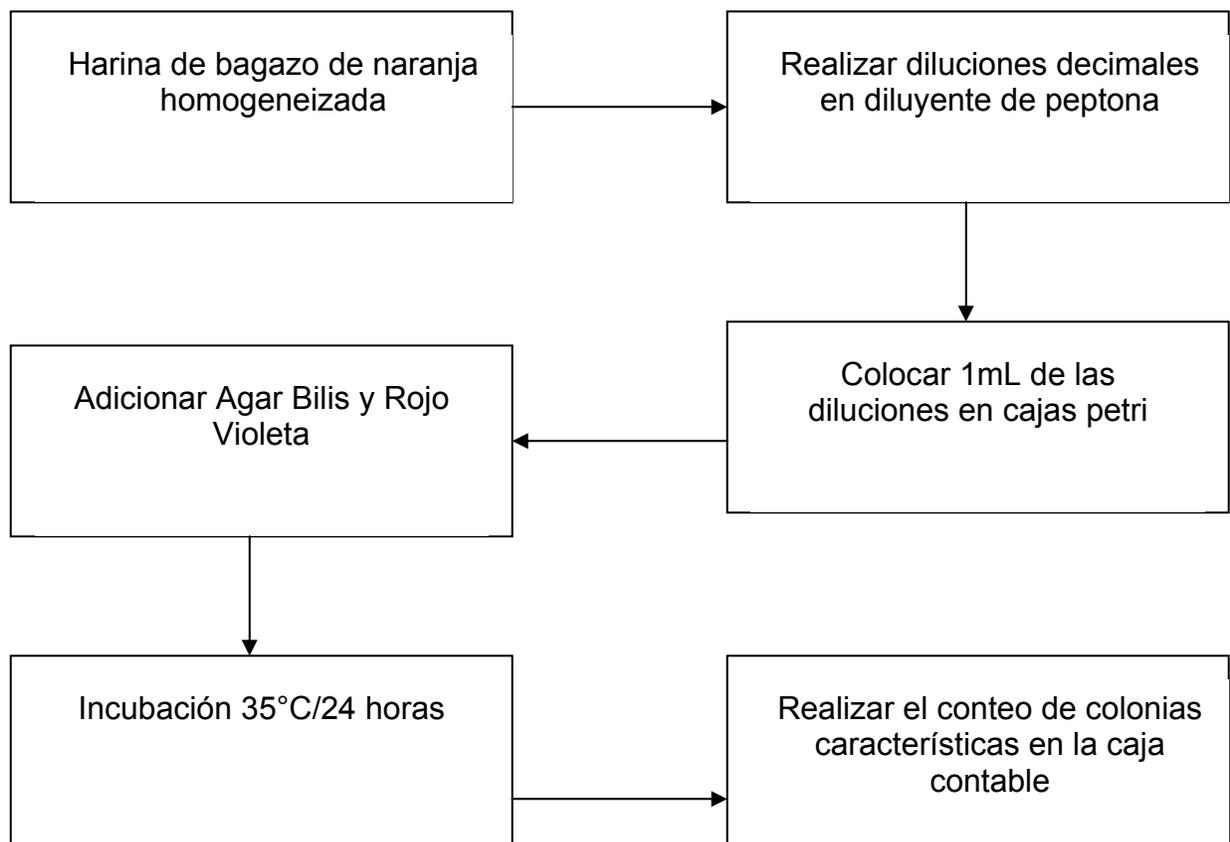
##### **5.2.4.2. Recuento de microorganismos coliformes (OC) (Diagrama 1).**

La cuantificación de los OC se realizó mediante la técnica de vertido en placa, para tal efecto se realizaron seis diluciones en diluyente de peptona; 1 mL de diluciones seleccionadas se colocó en cajas de petri vacías y se adicionó agar de bilis y rojo violeta. Las cajas fueron incubadas a 35°C /24 h (BAM, 2001).

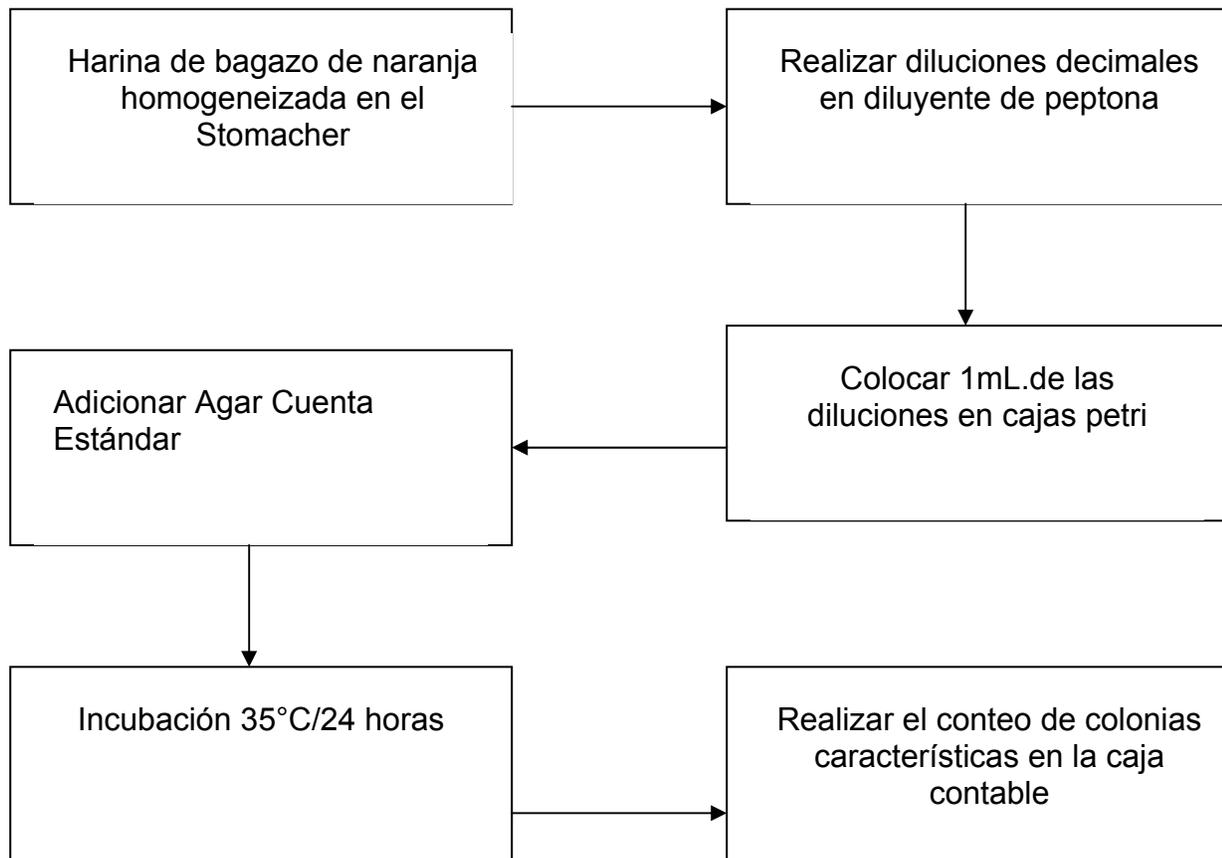
##### **5.2.4.3. Recuento de bacterias mesófilas aerobias (BMA, Diagrama 2).**

La cuantificación de las BMA se realizó mediante la técnica de vertido en placa, para tal efecto se realizaron seis diluciones en diluyente de peptona; 1 mL de diluciones seleccionadas se colocó en cajas de petri vacías y se adicionó agar cuenta estándar. Las cajas fueron incubadas a 35°C /24 h (BAM, 2001).

**Diagrama 1**  
**Recuento de microorganismos coliformes (OC)**



**Diagrama 2**  
**Recuento de bacterias mesófilas Aerobias (BMA)**



#### 5.2.4.4. Recuento de hongos y levaduras. (Diagrama 3).

La cuantificación de los hongos y levaduras se realizó mediante la técnica de vertido en placa, para tal efecto se realizaron seis diluciones en diluyente de peptona; 1 mL de diluciones seleccionadas se colocó en cajas de petri vacías y se adicionó agar papa dextrosa. Las cajas fueron incubadas a temperatura ambiente por 4 días 35 (BAM, 2001).

### 5.3. Elaboración de galletas.

La elaboración de galletas se hizo de acuerdo a una receta tradicional.

Para la elaboración de estas se requirieron: 100 g harina de trigo; 10, 20, 30, Y 40 g harina de bagazo de naranja; 15 g mantequilla; 30 g azúcar; 2 g bicarbonato; huevo (1 pieza)

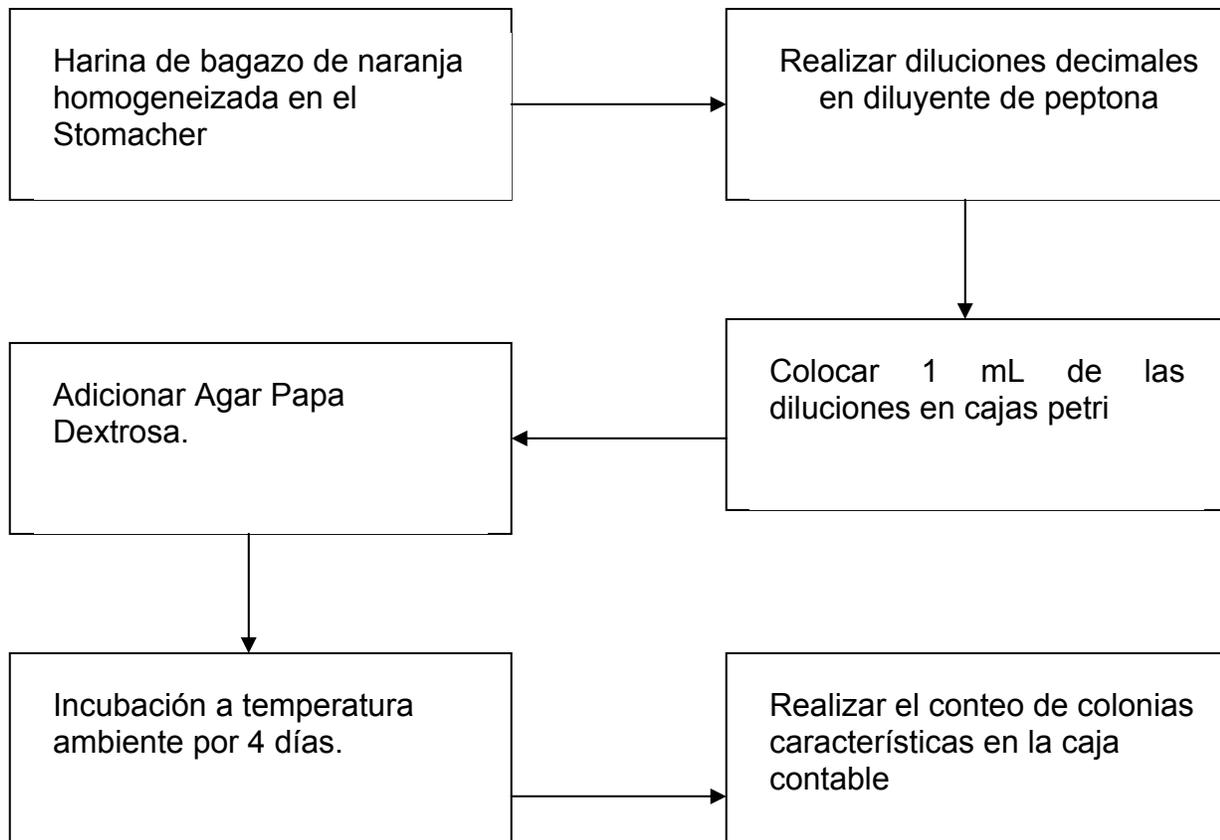
#### Procedimiento

Se cernió primero la harina de trigo y de bagazo de naranja. Se batió la mantequilla hasta obtener un aspecto cremoso, se adicionó el bicarbonato, el azúcar y el huevo; 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, se mezcló y se colocó la masa en hielo por 30 minutos; transcurrido ese tiempo se laminó la masa, se formaron las galletas y se hornearon las galletas a 220 °C por 20 min.

### 5.4. Determinación de textura de las galletas.

Se determinó la fuerza a la ruptura de las galletas. Empleando para ello:

**Diagrama 3**  
**Recuento de hongos y levaduras**



- Texturómetro TA-XT2i, Texture Analyzer; Texture Technologies Corp.
- Sonda de Fractura Ball probe, crisp fracture. supp R16 HDP/CFS.
- Pesa de calibración de 5 kg, para texturómetro.

**Procedimiento:**

1. Se calibró el equipo con el cual se trabajó, utilizando para ello una pesa de calibración de 5 kg.
2. Se colocó la sonda de fractura Ball probe, crisp fracture. supp R16 HDP/CFS en el texturómetro.
3. Una vez que ya estaba montado el equipo, se procedió a indicar en el software, las medidas que debía de determinar el equipo en las galletas, dichas medidas fueron: tiempo de fractura (60 s), fuerza máxima y mínima de fractura, distancia (20 mm) y el área de fractura.
4. Posteriormente se colocó la galleta en la superficie del texturómetro, y se procedió a realizar el análisis.

De los datos obtenidos en las galletas se realizó un análisis estadístico para determinar las diferencias estadísticamente significativas a un nivel de significancia del 5 %, empleando para este fin, el análisis de varianza (Anova) de una sola vía, utilizando para ello el software Statistica, versión 6.0. Se analizaron 5 muestras de cada una de las formulaciones que contenían diferente nivel de sustitución, es decir, se analizaron en total 25 muestras.

### **5.5. Pruebas sensoriales de las galletas.**

Se realizaron pruebas de preferencia con consumidores. La evaluación sensorial de las galletas, con sustitución de harina de bagazo de naranja por harina de trigo, se realizó en la empresa Mastertaste, México, en el área de análisis sensorial de acuerdo a la metodología descrita por Pedrero y Pangborn (1996).

#### **Procedimiento.**

1. Se realizó una invitación a todo el personal de la empresa Mastertaste de México para realizar una prueba de preferencia de las galletas elaboradas.
2. Se colocaron las charolas con las muestras de galletas en cada una de las cabinas. Las muestras se rotularon con números aleatorios establecidos en la literatura, para evitar que los consumidores se dejarán influenciar por dicha numeración.

En las cabinas además de colocar las muestras de galletas se colocó un cuestionario como el que se muestra en la Figura 2.

## **6. Resultados y discusión.**

### **6.1. Análisis proximal de harina de bagazo de naranja.**

Los resultados del análisis proximal se muestran en la tabla 10.

#### **6.1.1 Proteína.**

Rincón y col. (2005), estudiaron la composición química y compuestos bioactivos de la harina de cáscara de naranja y otros cítricos, encontrando que el porcentaje presente de proteína es de alrededor del 5%, como se puede observar en la tabla 10, el contenido de proteína presente en la harina de bagazo de naranja en este estudio fue elevado (15.14 %), casi tres veces más que el que determinaron estos autores. Una explicación del porque en este estudio la cantidad presente de proteína fue elevado, se debe a que el bagazo de naranja contenía semillas, lo cual no se sabe si la harina con la que trabajaron Rincón y col. también contenía semilla, esto es importante señalarlo, debido a que Yúfera, (1998), determinó que las semillas de naranja contienen una importante proporción de proteínas (10-12% en la semilla), con lo que se explica el elevado valor de proteína encontrado en este estudio; sería importante determinar la calidad de esta proteína mediante el análisis de sus aminoácidos. Ya que la harina de bagazo de naranja podría emplearse como pienso en la alimentación de animales.

Cabe señalar que la corteza de naranja, unida a los otros residuos sólidos de la extracción del jugo, se prensa y se seca para obtener un pienso, con un contenido proteico del 6-7%. Se ha propuesto un método para enriquecer este subproducto de la naranja, el cual consiste en utilizarlo como sustrato semisólido para el crecimiento de levaduras y obteniéndose al secar el conjunto del sustrato

**Tabla 10: Resultados del análisis proximal en base seca del bagazo de naranja deshidratado (g/100g de materia secas).**

<b>Componente químico</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Desviación estándar</b>
Proteína	15.14	3.90
Extracto etéreo	8.05	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.

residual y la levadura crecida, un pienso seco con un 20% de proteína (Yúfera, 1998). Como se observa el porcentaje de proteína presente en la harina de bagazo de naranja en este estudio es muy parecido al que se obtendría en el residuo de naranja junto con las levaduras.

La cantidad de proteína presente en la harina de bagazo de naranja, es muy diferente a la cantidad de proteína que contiene el jugo de naranja, ya que en este último, la porción de nitrógeno total es de 50 a 200 mg/100 mL. La mayor parte es nitrógeno de aminoácidos (40 al 70%); las proteínas, el nitrógeno inorgánico y algunas bases nitrogenadas integran el resto (Yúfera, 1998) y los resultados obtenidos en este estudio de la harina de bagazo de naranja son muy diferentes a los reportados para jugos.

Desde el punto de vista nutricional, el uso de la harina de bagazo de naranja, como un sustituto de la harina de trigo, en la elaboración de galletas, resulta adecuado, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio dicha sustitución no representaría una disminución considerable en lo que al contenido de proteína se refiere en el producto final, ya que mediante la mezcla de trigos es posible teóricamente para el fabricante de harinas producir un nivel proteico en estas entre el 8 y 13 % (Monley, 1989). Sin embargo sería importante evaluar el efecto que representaría esta sustitución de la harina de trigo por harina de bagazo de naranja en las propiedades de cohesividad y de viscoelasticidad de la masa de panificación; además de que la capacidad de esponjamiento ya que estas son debidas a las proteína (gliadina y glutelina) presentes en el trigo, almidón y los lípidos (Badui, 1999).

### **6.1.2 Extracto etéreo.**

Respecto al contenido de extracto etéreo, la muestra de harina de bagazo de naranja analizada contiene 8.05% de su composición química, como se

observa el valor de extracto etéreo en la harina de bagazo de naranja es más alto que el que ha sido reportado para la harina de trigo usada en la elaboración de productos panaderos (entre 1 y 3%); la explicación del porque en este estudio el contenido de extracto etéreo fue mayor se debe a que la naranja, específicamente el flavedo contiene aceites esenciales y algunos componentes volátiles, los cuales son solubles en éter, (Yúfera, 1998). Con lo cual podemos decir que en el extracto etéreo predominaron los aceites esenciales. Además las semillas de naranja secas contienen normalmente del 35 al 40 % de aceites esenciales (Yúfera, 1998).

Los resultados obtenidos en este estudio son diferentes a lo reportado por Rincón y col. (2005), ya que estos autores reportaron que el contenido de grasa presente en la harina de cáscara de naranja fue de 1.64%.

Si bien la sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja proporcionaría un incremento en el contenido de grasa en las galletas, dicho contenido de grasa no sería dependiente de la cantidad de harina de bagazo de naranja adicionado, sino que el porcentaje de grasa presente en las galletas estaría directamente relacionado con la cantidad de mantequilla que se adicione.

### **6.1.3 Cenizas.**

El contenido de cenizas de la harina de bagazo de naranja en este estudio fue de 3.7 %. Este contenido depende en gran parte de las condiciones del suelo y de la fertilización (Yúfera, 1998).

En el jugo de naranjas españolas la cantidad de cenizas presentes fue de 0.45 g / 100ml como máximo y mínimo 0.24 g / 100 mL como mínimo (Yúfera, 1998). Comparando los resultados que se obtuvieron en este estudio con los que reporta este autor se observa que dichos resultados son más elevados; con lo que

se puede determinar que la mayor concentración de cenizas de la naranja se encuentra en los subproductos que quedan una vez extraído el jugo.

Rincón y col. (2005), determinaron que la cantidad de cenizas presentes en la harina de cáscara de naranja es de alrededor de 4.86 %, en este caso la cantidad que se obtuvo en este estudio fue más bajo a la que ellos encontraron.

#### **6.1.4 Carbohidratos.**

La cantidad de carbohidratos presentes en la harina de bagazo de naranja, no asociados con la fibra dietaria, fue de 10.15 %. En este caso la cantidad de carbohidratos presente en la muestra de harina de bagazo de naranja fue bajo; debido a que en general los sólidos solubles del jugo de naranja son fundamentalmente, los azúcares, tanto reductores como los no reductores, principalmente sacarosa, glucosa y fructuosa (Yúfera, 1998). Con esto se determina que la mayor cantidad de carbohidratos se encuentran en el jugo y debido a esto el bagazo de naranja, dicho contenido sea bajo, además el que este valor de carbohidratos sea menor se puede deber a que la harina de bagazo de naranja presenta un elevado porcentaje de fibra soluble (59.8%).

#### **6.1.5 Fibra.**

Los resultados indican un alto contenido de fibra soluble (59.84%), siendo está el componente mayoritario de la harina de bagazo de naranja, obteniéndose también un bajo contenido de fibra insoluble (3.12%), en cuanto a la composición química se refiere (Tabla 10). Estos resultados son diferentes a lo publicado por Chau y col. (2003) y Chau y Huang (2003), quienes reportaron que el bagazo de la naranja que ellos estudiaron es rico en fibra insoluble.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron para fibra en este estudio, se puede establecer que el desecho de la naranja (bagazo de naranja), una vez extraído el jugo, es rico en fibra dietaria, y como ya se mencionó en capítulos anteriores, esta produce efectos benéficos a la salud, debido a estos efectos benéficos y a que la harina de bagazo de naranja contiene más del 60% de este tipo de fibras, con esto se puede suponer que las galletas que se elaboren con este subproducto como parte de la formulación, tengan una cierta cantidad de fibra dietaria en su composición. Con esto se le puede dar un uso más al bagazo de naranja, empleándolo como una fuente natural de fibra en la elaboración de alimentos, evitando de esta manera una fuente de contaminación más.

## **6.2. Análisis microbiológico.**

La utilidad de los grupos indicadores no se limita a los alimentos procesados. Existen materias primas cuyo contenido en algunos de esos grupos llega a ser crítico o prohibitivo (Fernández, 2000).

Por lo general cada grupo microbiano que se emplea como indicador en alimentos, se relaciona con determinadas practicas higiénicas. Además ciertos grupos microbianos se utilizan como indicadores de alimentos específicos. Así, por ejemplo, números elevados de hongos y levaduras se relacionan comúnmente con falta de higiene en productos desecados, como los cereales; por otro lado, estas cifras elevadas se relacionan con contaminación ambiental.

En lo que respecta a los resultados del análisis microbiológico, los OC, BMA, hongo y levaduras se encontraron en números bajos (Tabla 11), de acuerdo a estos resultados, podemos señalar que la harina de bagazo de naranja tiene una calidad microbiológica aceptable, de acuerdo a lo estipulado por la NOM-147-SSA1-1996, ya que al comparar los resultados obtenidos, con los que se

establece en esta norma para harina de trigo, la cantidad de microorganismos presentes se encuentra por debajo del límite permitido.

Como podemos observar en la tabla 11, la muestra dos presenta casi el doble de microorganismos coliformes que la muestra uno, esto se puede explicar de la siguiente forma: es sabido, que los microorganismos en los alimentos no se encuentran distribuidos de una manera uniforme u homogénea, de tal forma que al realizar un análisis microbiológico de dos o más muestras provenientes de un mismo lote de alimento es muy posible (y aceptable) que se encuentre una concentración diferente de microorganismos en cada una de las muestras. En otras palabras, es una distribución normal de los microorganismos en los alimentos (Fernández, 2000).

Aparte de nuestro estudio, no existen datos disponibles en la literatura sobre la calidad microbiológica de harina de bagazo de naranja o de algún otro cítrico en forma deshidratada, que nos permita comparar nuestros resultados. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, los niveles de OC, BMA, hongos y levaduras que encontramos en la harina de bagazo de naranja se encuentran por debajo de lo establecido por la Norma Oficial Mexicana.

A diferencia de E. Coli, a los organismos Coliformes no se les reconoce valor indicativo de contaminación fecal en los alimentos, como ocurre con el agua. Su presencia en alimentos no implica un riesgo a la salud de los posibles consumidores (Fernández, 1981).

Los resultados de la calidad microbiológica de la harina de bagazo de naranja, durante el periodo analizado, no representan un riesgo a la salud y ponen de manifiesto que la harina tiene una calidad microbiológica aceptable.

**Tabla 11: Resultado del análisis microbiológico de la harina de bagazo de naranja.**

Muestras	Coliformes	BMA	Hongos y Levaduras
1	75	1080	40
2	140	930	60
Límite permitido de acuerdo a la norma NOM-147-SSA1-1996 (harina de trigo).	150	50000	300

### 6.3 Determinación de textura de las galletas.

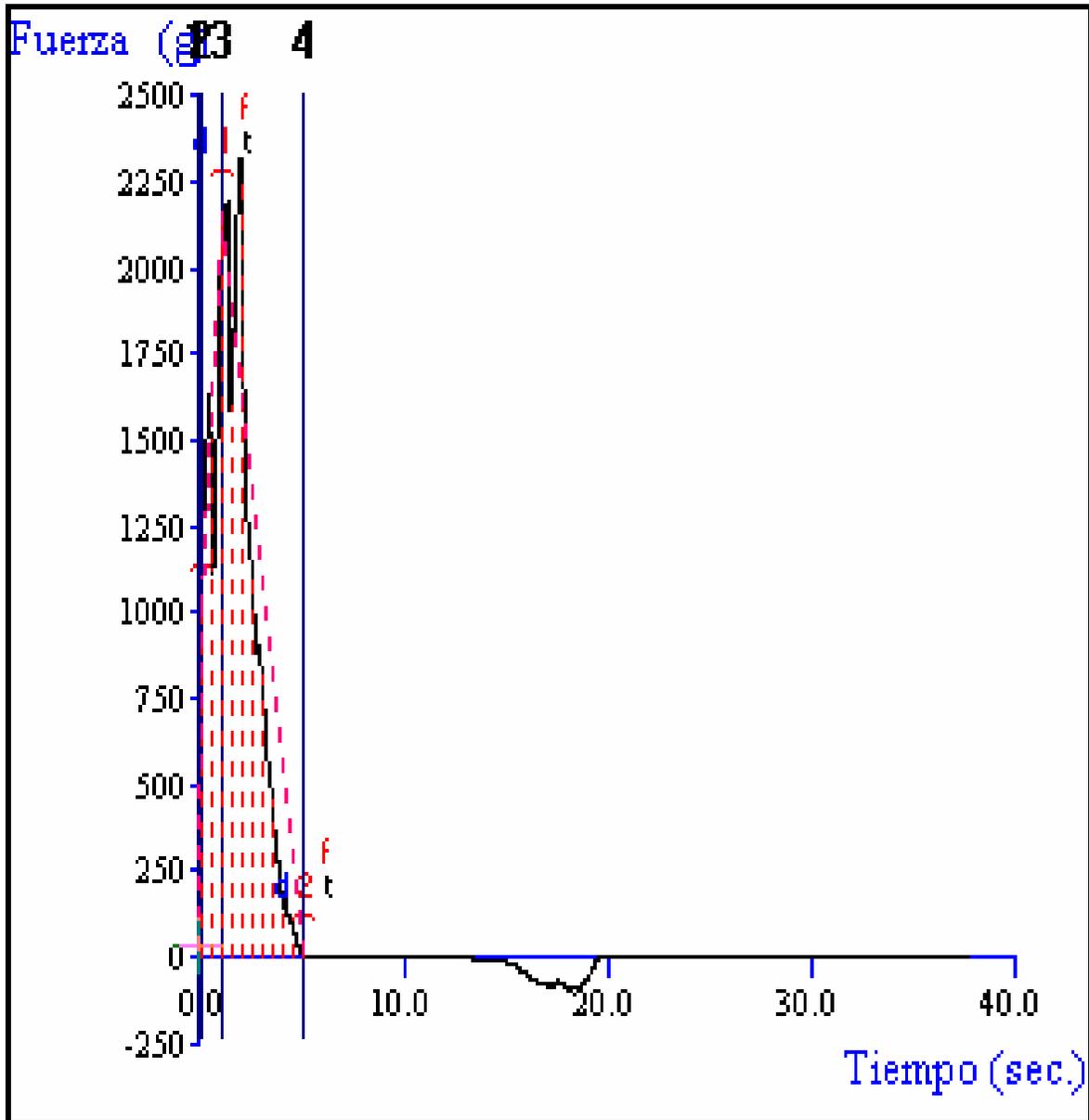
En la figura 3, se muestra una curva representativa de resistencia a la fractura de acuerdo a como las presenta el equipo texturómetro. En esta figura se puede observar que las muestras de galletas analizadas presentan una fractura (pico máximo de fuerza en el primer ciclo), después de la cual, la fuerza cae rápidamente, es por lo que se observa un pequeño ciclo por debajo del eje de las abscisas, la amplitud de dicho pico va a depender del nivel de sustitución de harina de bagazo de naranja por harina de trigo en las galletas, es decir, que a mayor nivel de sustitución, dicha amplitud será mayor, es decir, la fuerza de fractura fue mayor a medida que aumentaba el nivel de sustitución del bagazo de naranja deshidratado en las galletas.

En cuanto a la resistencia a la fractura, las galletas con un nivel de sustitución de 10 %, presentaron valores más bajos, es decir, la resistencia a fracturarse fue menor, dicho valor de fractura aumenta a medida que el nivel de sustitución aumentaba, es por eso que las galletas con un nivel de sustitución de 30 y 40 % presentaron valores más altos en cuanto a la resistencia de fractura se refiere.

La distancia a la que se presentó la fractura fue considerablemente mayor para las galletas con un nivel de sustitución de 30 y 40% y disminuyó para las galletas con nivel de sustitución de 10 y 20 %.

Después de la fractura, se presentó una caída de fuerza, donde la pendiente más pronunciada fue para las galletas con nivel de sustitución de 30 y 40 % de sustitución y disminuyó al ir bajando el nivel de sustitución de harina. Estos resultados eran de esperarse, ya que es ampliamente conocido que altos niveles de fibra producen un reforzamiento de la estructura desarrollada por los almidones, lo cual explica las diferencias observadas en el presente estudio.

Figura 3: Curva de resistencia a la fractura de galletas con un nivel de sustitución del 10% de harina de bagazo de naranja deshidratado por harina de trigo.



La figura 4, presenta la fuerza de rompimiento en gramos fuerza (gf) contra el nivel de sustitución de harina de bagazo de naranja empleado en la elaboración de las galletas. En esta figura se observa exactamente que las galletas que tienen un 10 y un 20 % de sustitución no son significativamente diferentes con respecto al control, ya que la ubicación de la fuerza necesaria para su rompimiento, se encuentra al mismo nivel que las del control. Se puede observar que existe un ligero aumento con las galletas que tienen un 20% de sustitución, es decir, no se encuentran sobre el mismo eje que el control, aunque este aumento no es significativo estadísticamente. Las galletas que contienen un 30 y 40 % de sustitución son estadísticamente diferentes con respecto al control y entre ellas mismas, ya que la respuesta a la fractura de estas galletas se encuentra muy por arriba de las que presentan las galletas del control y los otros dos niveles más bajos de sustitución analizados.

Por lo cual, se puede decir, entonces que las galletas que más se parecen al control, en cuanto a fuerza a la fractura se refiere, son las que contienen un 10 y un 20 % de sustitución y las otras galletas de las diferentes sustituciones se encuentran fuera de los parámetros del control.

Los resultados del análisis estadístico se muestran en la tabla 12 y en la tabla 13. En los resultados obtenidos se observa que el factor concentración de harina de bagazo de naranja sustituida por harina de trigo tuvo un efecto significativo sobre la fuerza de fractura necesaria para romper las galletas, dicho efecto fue proporcional a la cantidad de harina de trigo sustituido, es decir, que a mayor cantidad de harina de bagazo en las galletas la fuerza de fractura en las galletas fue mayor.

**Figura 4**  
**Gráfica del análisis de textura de galletas sustituidas con harina de bagazo de naranja.**

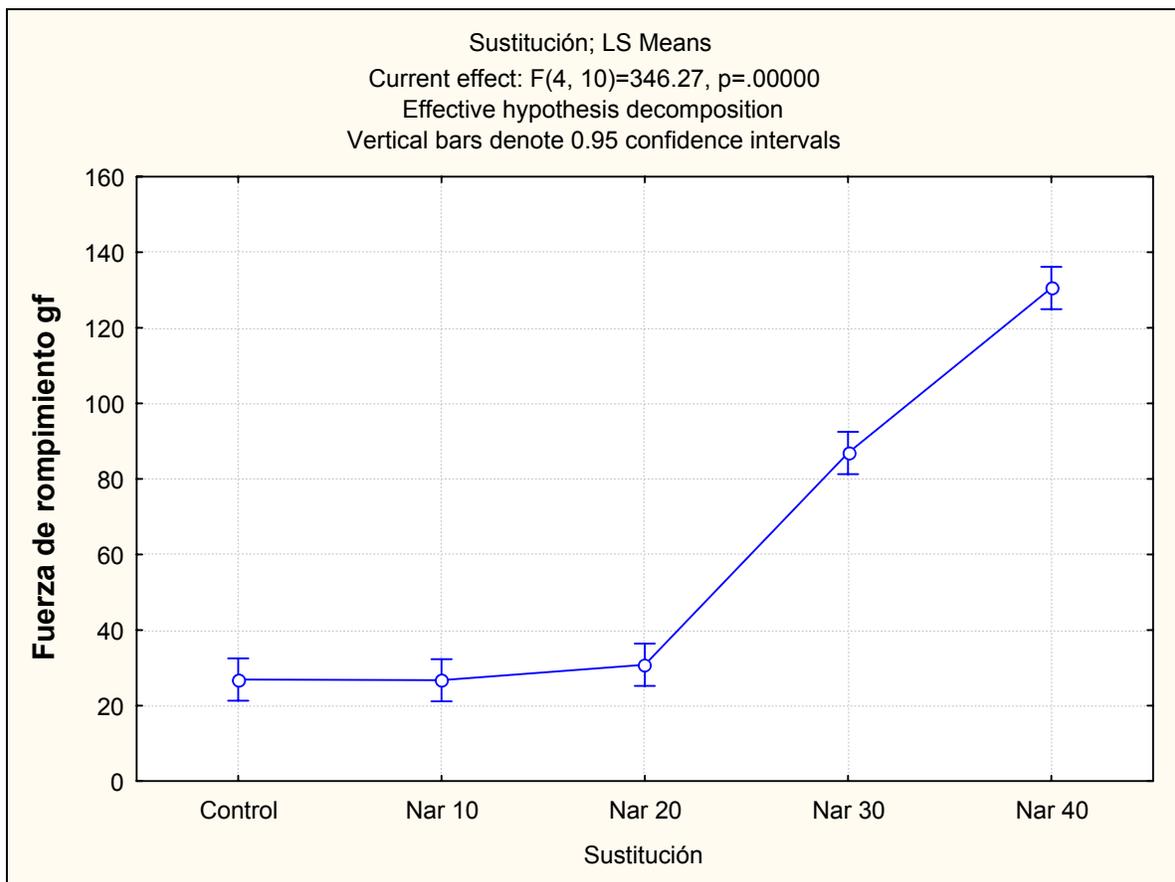


Tabla 12. Anova de un factor (nivel de sustitución).

	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Media de cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Efecto	54667.69	1	54667.69	2884.278	0.000000
Error	189.54	10	18.95		

En la tabla 13, se puede observar que la fuerza a la fractura en las galletas que tienen un 10 y un 20% de sustitución y el control no presentaron diferencias estadísticamente significativas a nivel de significancia del 5%, es decir, que fueron estadísticamente iguales, también se observa que las galletas con un 30 y 40% de sustitución presentan diferencias significativas con respecto al control y entre ellas mismas, así mismo, que las galletas con un 40% de sustitución son las que presentan una mayor variabilidad con respecto al control, mostrando una fuerza al rompimiento mayor que el grupo control de aproximadamente 100 gf.

#### **6.4 Análisis sensorial de las galletas.**

En la tabla 14 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 fueron 30.

Según estas 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 podemos observar en la tabla 14 la muestra que tenía un 10% de sustitución fue aceptada por 22 jueces, con lo que se puede determinar que dicha muestra fue preferida significativamente con respecto a las otras tres muestras.

**Tabla 13. Resultado del análisis estadístico de comparación de medias, en la prueba de textura.**

nivel de sustitución	media*	desviación estándar	intervalo de confianza al 95%	
			Límite Inferior	Límite Superior
Control	26.9263 <sup>a</sup>	2.411750471	21.3258	32.5269
10 %	26.7070 <sup>a</sup>	0.848895753	21.1065	32.3075
20 %	30.8110 <sup>a</sup>	3.769587245	25.2105	36.4115
30 %	86.8703 <sup>b</sup>	1.060210514	81.2698	92.4709
40 %	130.5343 <sup>c</sup>	8.537999375	124.9338	136.1349

\* Letras distintas en las columnas, indican que existe diferencia significativa Estadística, letras iguales indica que no existe diferencia significativa.

**Tabla 14: Resultado de la prueba de preferencia de las galletas.**

<b>Nivel de sustitución de las galletas.</b>	<b>No. de jueces que aceptaron la muestra</b>
10%	22
20%	6
30%	2
40%	0

## **7 Conclusiones y perspectivas.**

En los resultados del análisis proximal, se encontró que la harina de bagazo de naranja, contiene un poco más del 60 % de fibra dietaria total, con lo que se determina que el bagazo de naranja es una buena fuente de fibra.

Todas las muestras analizadas de harina de bagazo de naranja, mostraron una buena calidad microbiológica, en base a lo señalado por la Norma Oficial Mexicana para harinas de trigo.

La fuerza a la fractura de las galletas fue afectada significativamente por el nivel de sustitución de la harina de trigo por harina de bagazo de naranja, encontrándose que las galletas con el 10 % de sustitución fueron las que más se parecían al grupo control.

Las galletas que fueron significativamente preferidas por los jueces, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis sensorial, fueron las galletas que tenían un 10 % de sustitución.

Las galletas que fueron seleccionadas en base a los parámetros de textura y de preferencia fueron las que tenían un 10% de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo de naranja.

Como perspectiva se espera que alguien más continúe con el trabajo a fin de determinar la cantidad de fibra presente en las galletas que se elaboraron.

## 8 Bibliografía

Anónimo2006 a:

[www.uib.es/servei/concunicacio/sc/projectes/arxiu/nousprojectes/fibra/fibracast.pdf](http://www.uib.es/servei/concunicacio/sc/projectes/arxiu/nousprojectes/fibra/fibracast.pdf)  
f. 18/09/06

Anónimo 2006 b:

[http://www.hispacoop.es/web/es/alimentos\\_funcionales/que\\_son/.](http://www.hispacoop.es/web/es/alimentos_funcionales/que_son/), 27/11/06.

Anónimo 2006 c:

<http://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm>.6/11/06.

Anónimo 2006 d:

[www.verdeislam.com/vl\\_08/811d.HTM](http://www.verdeislam.com/vl_08/811d.HTM). 6/11/06.

Anónimo 2006 e:

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Novedades/proteinas.htm>.  
04/12/06

Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, edición 2005., México D.F.

Anzaldúa- M. A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza España, P 52, 53, 54, 68,69.

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

Asociacion nacional de fabricantes de galletas y pastas alimenticias , A.C.:

<http://www.iwm.com.mx/servicios/anafagapa/noticias.html>

Asociación mexicana de industriales de galletas y pastas:  
<http://www.amexigapa.com.mx/>

Astiasarán I. Martínez A. J. 2005. Alimentos composición y propiedades. México D.F.

Badui D. S. 1999. Química de los Alimentos. México D.F. p 194

BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual Online January 2001  
<http://vm.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>.

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

Bustamante Z., Galindo E., Huanca M. y Ballesteros. 2004 F. Obtención de Bioproteína a Partir de Bagazo de Naranja (*Citrus sinensis*) con *Aspergillus Níger*. Magistra, cruz das Almas – BA.16:1

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

Chau C.; Huang L. 2003. Comparison of the Chemical composition and physicochemical properties of dietary fibers prepared from the peel of citrus sinensis L. Cv. Liucheng. *J Agric. Food Chem.* 51: 2615-2618.

Chau C.; Huang L.; Lee M. 2003. In vitro hypoglycemic effects of diferentes insoluble fiber-rich fractions prepared from the peel of *citrus sinensis* L. cv. Liucheng. 51: 6623-6626.

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

- Desrosier N.W. 1986. Conservación de los Alimentos. México. D.F. P 23,24
- Domínguez P.L. 1995. Pulpa de Cítricos en Alimentación de Cerdos. Computadorizada de producción porcina. 2:2.
- Douglas D. A. y Kays S. E. 2000. Determination of Total Dietary Fiber of Intact Cereal Food Products by Near-Infrared Reflectance. *J. Agric. Food Chem.* 48:4477-4486
- FAO. 2005. <http://www.fao.org/>.
- Fennema O.R. 2000. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Zaragoza España. p 368, 374
- Fernandez E. E. 2000. Microbiología e inocuidad de los alimentos Universidad Autónoma de Querétaro. México. P 27,28,29, 33, 51,52.
- Fisher C. y Scout T. R. 2000. Flavores de los alimentos Biología y Química. Zaragoza España.
- Fortín J. y Desplancke C. 2001. Guía de selección y entrenamiento de un panel 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. 2001. Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud; obtención, caracterización, efectos fisiológico y aplicación en los alimentos. Sao Paulo, Brasil. P. 373, 377, 379.

Goffrey W. P. 1999. Nutrición una alternativa par promover la salud. Zaragoza España.

Goodner 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.* 49: 1146-1150

James J. M. 1994. Microbiología Moderna de los Alimentos. Zaragoza España. P 487.

Kays S. E. y Barton F. E. y Russell R. B. 2002. Near-Infrared Analysis of Soluble and Insoluble Dietary Fiber Fractions of Cereal Food Products. *J Agric Food Chem.* 50: 3024-3029.

Kritchevsky D. 1988. Dietary fiber, chemistry, physiology and health New York, N.Y. EUA. P 341,342,343, 345,346,347,403,404,405.

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

Lees R. 1996. Análisis de los alimentos, métodos analíticos y control de calidad. Zaragoza España P. 267,268.

Lewis M.J. 1993. Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de proceso. Zaragoza España. P 135,136,139, 140

Linden G., Lorient D. 1996. Bioquímica Agroinsutrial, revalorización alimentaria de la producción agrícola. Zaragoza España.

Lloyd I. E., McDonald B.E. y Crampton E.W. 1982. Fundamentos de Nutrición. Zaragoza España.

Mazza G. 2000. Alimentos funcionales, aspectos bioquímicos y de procesado. Zaragoza España. P 46, 58, 63.

Mitamura R., Hara H., Aoyama Y., Takahashi T., y Furuta H. 2003. Ingestion of Water-Soluble Soybean Fiber Prevents Osteopenia and Hypercholesterolemia Induced by Ovariectomy in Rats. J Agric Food Chem. 51:1085-9

Monley D. J. R. 1989. Tecnología de la industria Galletera, galletas crackers y otros horneados. Zaragoza España. P 6

Mossel D. A. A. y Moreno García B. 2003. Microbiología de los Alimentos, Fundamentos Ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos. Zaragoza España. P 134, 135.

Muller H.G y Tobin G. 2000. Nutrición y ciencia de los Alimentos. Zaragoza España.

Noguera U. Y. 2006. Frecuencia de *salmonella*, *Escherichia coli* y organismo en ensaladas listas para su consumo. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma del Estado Hidalgo.

Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, bienes y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Secretaría de Salud. México.

Olacoaga J. Q. 1991. Dietética, nutrición normal. México D.F. P117

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. P104-105.

Pokorny J. 2005. Antioxidantes de los alimentos aplicaciones y Prácticas. Zaragoza España. P 205,206,207

Porzio, M. A., Blake, J. R. 1983. Washed orange pulp: characterization and properties, In: Unconventional sources of dietary fiber, I. Furda. Ed., Am. Chem. Soc. Washington, DC. P. 191-204.

Praloran.J. C. 1977. Los Agrios. Barcelona España.

Ramirez T. L. A. 2006. Frecuencia y comportamiento de microorganismos indicadores de higiene y *Salmonella* en jugo de betabel. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. P 9,10, 11, 12,14 34-37.

Rimm E. B., Ascherio A., Giovannucci E., Spiegelman D., Stampfer M.J., Willett W. C. 1996. Vegetable, fruit and cereal fibre intake and risk of coronary heart disease among men. 275: 44-451

Rincón A. M., Vásquez A. M., Padilla F. C. 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. 55:3

Sagarpa, 2006 .[www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

Saura C. F. 1998. Antioxidant Dietary Fiber Product: A New Concept and a Potential Food Ingredient . *J. Agric. Food Chem.* 4:, 4303-4306

Simó C., E. Ibañez, F.J. Señorans, C. Barbas, G. Reglero, A. Cifuentes.2002. "Analysis of Antioxidants from Orange Juice obtained by Countercurrent Supercritical Fluid Extraction, using Micellar Electrokinetic Chromatography and Reverse Phase-HPLC" *J. Agric. Food Chem.*, 50:6648-6652

Sugihara, T.F. 1978. Microbiology of the soda cracker process. *J. Food prot.*

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