



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUIMICA**

**ESTUDIO DE ALIMENTOS TRADICIONALES  
MEXICANOS: EVALUACION FISICOQUIMICA  
Y SENSORIAL**

**TRABAJO MONOGRAFICO**

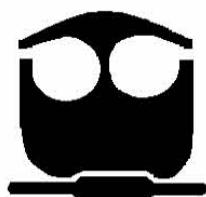
**DE ACTUALIZACION**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**QUIMICA DE ALIMENTOS**

**P R E S E N T A :**

**ADRIANA SERRANO RODAS**



MEXICO, D. F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**Jurado asignado:**

**Presidente** Prof. MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS

**Vocal** Prof. PATRICIA SEVERIANO PÉREZ

**Secretario** Prof. ROSA MARÍA ARGOTE ESPINOSA

**1er Suplente** Prof. MARÍA DE LOURDES OSNAYA SUÁREZ

**2º Suplente** Prof. JOSÉ MENDOZA BALANZARIO

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

Edificio A, 4º piso, Laboratorio 4C, Facultad de Química, UNAM.

Asesor:

Dra. PATRICIA SEVERIANO PÉREZ

Sustentante:

ADRIANA SERRANO RODAS

## AGRADECIMIENTOS

*A mi tutor: Dra. Patricia Severiano Pérez.*

*Gracias por apoyarme desde un principio en la elaboración de esta tesis; sin su ayuda no sería posible haber terminado.*

*A mis sinodales: María de Lourdes Gómez Ríos, Rosa María Argote Espinosa, María de Lourdes Osnaya Suárez y José Mendoza Balanzario por sus valiosas aportaciones y comentarios.*

*A los compañeros y compañeras del lab. 4 C gracias por su apoyo y amistad en el tiempo que trabajamos juntos.*

*A mis amigos gracias por todos los gratos momentos que compartimos juntos, pero sobre todo gracias por su amistad.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mi mamá Margarita*

*Gracias por todo su apoyo, amor y consejo tanto en los momentos buenos como en los difíciles, por ser una guía y sobre todo un ejemplo a seguir.*

*A mis hermanos Gabriela y Eduardo*

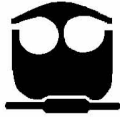
*Gracias por su cariño y por que a pesar de estar lejos siempre estaremos unidos.*

*A Genaro*

*Gracias por tu amor, apoyo, y respeto, pero sobre todo por ser parte de una nueva vida.*

*A toda mi familia*

*Gracias por todo su apoyo y cariño, pero sobre todo gracias a mi abuelo que nos sigue cuidando desde donde este.*



**ESTUDIO DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS:  
EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL**

**ÍNDICE GENERAL**

Descripción	Pág.
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Justificación.....	1
1.2 Objetivo General.....	5
<b>II ANTECEDENTES</b>	
2.1 <u>AMARANTO</u>	
2.1.1 Historia del amaranto.....	6
2.1.2 Generalidades del amaranto.....	8
2.1.3 Valor nutrimental del amaranto.....	10
2.1.4 Estudios realizados en la evaluación sensorial del amaranto.....	11
2.2 <u>BARBACOA</u>	
2.2.1 Historia de la barbacoa.....	14
2.2.2 Generalidades de la barbacoa.....	15
2.2.3 Valor nutrimental de la barbacoa.....	16
2.2.4 Estudios realizados en la evaluación sensorial de la barbacoa.....	17

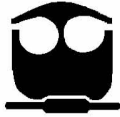


2.3	<u>CHILE</u>	
2.3.1	Historia del chile.....	20
2.3.2	Generalidades del chile.....	22
2.3.3	Clasificación y definición de los chiles.....	25
2.3.4	Valor nutrimental del chile.....	32
2.3.5	Estudios realizados en la evaluación sensorial del chile.	34
2.4	<u>CHOCOLATE</u>	
2.4.1	Historia del chocolate.....	39
2.4.2	Generalidades del chocolate.....	42
2.4.3	Definición y clasificación del chocolate.....	44
2.4.4	Valor nutrimental del chocolate.....	45
2.4.5	Estudios realizados en la evaluación sensorial del chocolate.....	46
2.5	<u>DULCES DE LECHE</u>	
2.5.1	Historia de los dulces de leche.....	54
2.5.2	Generalidades de los dulces de leche.....	55
2.5.3	Clasificación de los dulces de leche.....	56
2.5.4	Valor nutrimental de los dulces de leche.....	57
2.5.5	Estudios realizados en la evaluación sensorial de los dulces de leche.....	58



2.6	<u>NOPAL</u>	
2.6.1	Historia del nopal.....	60
2.6.2	Generalidades del nopal.....	61
2.6.3	Valor nutrimental del nopal.....	62
2.6.4	Estudios realizados en la evaluación sensorial del nopal.	63
2.7	<u>QUESO COTIJA</u>	
2.7.1	Historia del queso cotija.....	67
2.7.2	Generalidades del queso cotija.....	67
2.7.3	Definición y clasificación del queso cotija.....	68
2.7.4	Valor nutrimental del queso cotija.....	69
2.7.5	Estudios realizados en la evaluación sensorial del queso cotija.....	70
2.8	<u>TEPACHE</u>	
2.8.1	Historia del tepache.....	71
2.8.2	Generalidades del tepache.....	71
2.8.3	Estudios realizados en la evaluación sensorial del tepache.	72
2.9	<u>TEQUILA</u>	
2.9.1	Historia del tequila.....	75
2.9.2	Generalidades del tequila.....	77
2.9.3	Definición y clasificación del tequila.....	78
2.9.4	Caracterización fisicoquímica del tequila.....	81
2.9.5	Estudios realizados en la evaluación sensorial del tequila..	82





2.10	<u>TORTILLA</u>	
2.10.1	Historia del maíz y la tortilla.....	87
2.10.2	Generalidades del maíz y la tortilla.....	88
2.10.3	Clasificación del maíz y la tortilla.....	89
2.10.4	Nixtamalización.....	92
2.10.5	Valor nutrimental de las tortillas.....	93
2.10.6	Estudios realizados en la evaluación sensorial de la tortilla.....	94
<b>III</b>	<b>ESPECIFICACIONES SENSORIALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS EN LA LEGISLACIÓN..</b>	<b>101</b>
<b>IV</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>V</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>109</b>



## 1.1 JUSTIFICACIÓN

En la cocina prehispánica aparte del maíz la dieta se complementaba con otros productos de gran importancia nutrimental como frijol, chile, aguacate, nopal, calabaza, maguey, tuna, cacao, ciruelas, pitayas, guajes, guajolote, ranas, ajolotes, camarones, pescado, tortugas, cangrejos, ostras y muchos otros alimentos con alto grado nutricional.

Las aportaciones prehispánicas a la mesa universal son incontables:

Semillas: maíz, cacao, chía, frijol y cacahuates.

Frutos: tomate, jitomate, chile, calabaza, piña, papaya, chirimoya, guayaba, mamey, zapote (negro, blanco y amarillo), tejocotes, capulines, jícama y raíz de chayote.

Flores comestibles: de calabaza, colorín y vainilla o flor negra *ixtlilxochitl*.

La dieta de los náhuas era sobria, y primordialmente vegetariana, ignorantes de las grasas y los aceites, desconocían las frituras, y tomaban sus alimentos únicamente crudos, asados o cocinados.

A la llegada de los españoles la antigua cocina mexicana cambia debido a la introducción de trigo, arroz, azúcar, aceite, gallinas, derivados de la leche, así como cítricos, entre otros, dando paso a la creación de la cocina novohispana.

Posteriormente en los conventos las monjas refinaron los platillos mexicanos, postres, dulces y golosinas con que se deleitarían los virreyes.



Al consumarse la independencia, la gastronomía mexicana dejó de ser colonial y se volvió criolla. México vivió una nueva invasión, la francesa, que introdujo al país otras formas de vida y costumbres alimentarias.

Hoy en día los antojitos (tacos, quesadillas, sopes, tamales, etc.), son parte esencial de la comida mexicana, mientras que las sopas, carnes y pescados, representan las variadas regiones del país, los postres provienen en su mayoría de las cocinas conventuales del virreinato; los dulces son generalmente de origen artesanal y son reflejo del sentimiento popular; las bebidas como tequila, mezcal, pulque, tepache, cerveza, aguas frescas de las más diversas frutas, atole, champurrado y chocolate, nos ofrecen un panorama casi mágico de sabores, olores y colores.

Debido a la importancia cultural y económica de la alimentación de los pueblos, se ha observado que las características sensoriales de los mismos permite a un país mantener su identidad cultural y muchas veces contribuye a su crecimiento económico, sobre todo cuando los alimentos traspasan fronteras y se vuelven comunes a diversos pueblos, esto ha sucedido con varios alimentos tradicionales como el tequila, tortilla, chocolate, chile, amaranto, etc. por ello, hoy en día el análisis sensorial es una herramienta básica para conocer la aceptación de los productos por parte del consumidor, conocer sus atributos sobresalientes o de identidad, el desarrollo de nuevos productos, la modificación y mejora de productos actuales, control de calidad, seguimiento de la evolución de un producto durante su almacenamiento o la determinación de su vida útil, entre otras cosas.



El análisis sensorial aplicado en alimentos mexicanos nos ayuda a responder preguntas acerca de la calidad de los mismos, relacionadas con la discriminación, descripción o preferencia ya que no solo se hace referencia a las propiedades sensoriales objetivas del alimento mexicano, sino también a las percepciones del usuario o consumidor del producto.

Sería importante que los productos mexicanos contaran con especificaciones sensoriales y fisicoquímicas que puedan servir como base de un acuerdo entre el comprador y el vendedor del producto, estas especificaciones podrían servir como regulaciones o recomendaciones comerciales nacionales o internacionales.

El análisis sensorial aplicado en productos mexicanos es una herramienta esencial para determinar contaminaciones potenciales, ya que se podría determinar la fuente del contaminante y, por tanto determinar, un riesgo asociado.

Cuando es necesario alterar algún elemento del proceso de fabricación, es preciso comprobar el impacto sobre la calidad final del producto adquiriendo información adicional a partir de los consumidores para determinar la aceptabilidad de los alimentos.

Es importante conocer la historia, valor nutrimental, características tanto físicas como químicas, usos, zonas productoras, entre otros, de los productos mexicanos para poder llevar a cabo una evaluación sensorial que permita definir atributos adecuados que satisfagan las necesidades del consumidor, así como lograr llegar a una referencia clara que puedan ser útil a la industria que elabora productos mexicanos tales como la



tortilla, tequila, mole, amaranto, dulces de leche, chiles, tepache, entre otros, lo cual podría ampliar la comercialización y mejorar la legislación de estos productos.

La mayoría de los estudios enfocados al análisis sensorial están dirigidos primordialmente a productos Españoles y a los provenientes de Estados Unidos, por lo que este trabajo de investigación se ha dirigido hacia la recopilación y evaluación de información enfocada a productos de origen Mexicano con la finalidad de conocer los avances que se tienen en la materia y así basado en esta información poder hacer un diagnóstico que permita determinar las necesidades de la industria en la aplicación del análisis sensorial en alimentos Mexicanos.

En este estudio se seleccionaron los siguientes productos: amaranto, chile, chocolate, barbacoa, dulce de leche, nopal, queso cotija, tepache, tequila y tortilla, ya que son alimentos de consumo entre la población en general, en una vasta región de la República Mexicana, además de contribuir a la identidad culinaria de nuestro país; el conocimiento de su calidad nutritiva y propiedades fisicoquímicas nos permitirá ampliar el desarrollo de metodologías sensoriales que servirán de apoyo bibliográfico ante las especificaciones que aparecen en documentos legales como las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas.



## 1.2 OBJETIVO GENERAL

- Conocer las propiedades fisicoquímicas de los alimentos tradicionales mexicanos y estudios sensoriales que se han llevado a cabo para contar con diagnóstico del avance en esta materia, que sirva para definir especificaciones fisicoquímicas así como sensoriales en las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas.

Para lograr el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos particulares:

- a) Seleccionar alimentos tradicionales de mayor consumo e identidad de nuestro país.
- b) Recopilar información fisicoquímica, nutricional y sensorial que permita dar un perfil de los alimentos seleccionados.
- c) Analizar y correlacionar las correspondientes normas presentes en la legislación que definan a los alimentos tradicionales mexicanos seleccionados.



## 2.1 AMARANTO

### 2.1.1 HISTORIA DEL AMARANTO

El amaranto se cultiva y se utiliza desde hace 7000 años en México, para los pueblos prehispánicos fue un cultivo de mayor relevancia ya que constituía la principal fuente de proteína de su dieta. El amaranto, era un alimento de fundamental importancia en la dieta de los aztecas, quienes lo conocían como “*Huautli*”, se otorgaba como tributo al rey Azteca, cada año recibían por este concepto, alrededor de 20000 toneladas de grano provenientes de 17 provincias cercanas a Tenochtitlán (Necoechea, et al., 1982; Alejandre y Gómez, 1986; Huerta, 2004; Díaz, 2005).

En diferentes fechas del calendario azteca, las mujeres molían la semilla y la mezclaban con miel de abeja, miel de maguey o sangre humana y le daban forma de serpientes, pájaros, montañas o dioses, que luego se comían durante las ceremonias en los grandes templos o en reuniones familiares como símbolo de comunión con sus deidades, esto representó también una competencia con la hostia y la religión católica. La conquista española acabó con el uso del amaranto como producto básico



del nuevo mundo, eliminando la posibilidad de entrar en la alimentación mundial como un producto de alto valor nutritivo.

Fray Bernardino de Sahagún, menciona en el Códice Florentino (1576), que comían tamales hechos de bledos (amaranto) llamados *oauquiltamalli* (Huerta, 2004; Díaz, 2005).

El cultivo de *A. hypochondriacus* fue casi suprimido por la iglesia española en sus esfuerzos por erradicar las ceremonias paganas que se centraban alrededor del amaranto.

A partir de 1700 se cultivaba amaranto en Europa misma que utilizaban como verdura y/o planta ornamental. En los últimos años del siglo XVIII, se inicia el cultivo de amaranto en los valles de la región montañosa de Nepal, y en algunas regiones de Asia (Díaz, 2005).





### **2.1.2 GENERALIDADES DEL AMARANTO**

*Origen de la palabra amaranto*

*Amaranto* proviene del griego *inmarcesible* (que no se marchita).

*Huautli* o amaranto para panificación según los aztecas (Guerrero, 2004).

*Guegui* lenguaje usado por los indios del noroeste de México.



*Alegría* denominación que los españoles le daban a las confecciones de amaranto tostado (Alejandre y Gómez ,1986; Huerta, 2004; Díaz, 2005).

### *Taxonomía del amaranto*

La familia *Amaranthaceae* (dicotiledónea, orden Caryophyllales), está compuesta de 60 géneros y alrededor de 800 especies. La sección *Amaranthus* incluye las especies *A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. hypochondriacus* y *A. edulis*.

*A. hypochondriacus*.- es la especie que en México se utiliza como grano (Alejandre y Gómez, 1986; Huerta, 2004; Díaz, 2005).

### *Zonas productoras de amaranto*

- San Miguel del Milagro, Nativitas, San José Atoyatenco y San Felipe Ixtacuixtla en el Estado de Tlaxcala.
- Huazulco, Juantetelolco y Amayuca en el Estado de Morelos.
- Tulyehualco, Milpa Alta y Xochimilco en el Distrito Federal.
- Huaquechula, Santiago Tetla y Tulcingo del Valle en el Estado de Puebla (Alejandre y Gómez, 1986; Huerta, 2004).



### *Usos del amaranto*

Las hojas del amaranto se pueden aprovechar elaborando aguas frescas, ensaladas, sopas, jugos, guisos, tortillas, tamales, etc. El grano de amaranto se utiliza también en papillas infantiles, cereal para desayunos, amaranto extruído, pinole, pan de caja, galletas, dulces, atole, en productos de panificación y lo mas popular amaranto reventado. Por su alto contenido de hierro, es ideal para evitar la anemia especialmente en mujeres embarazadas y niños (Necoechea, et al., 1982; Alejandre y Gómez, 1986; Santín, et al., 1987).

### *Elaboración de productos a base de amaranto*

“Alegría”.- Al transformar el amaranto en alegría se triplica su valor nutrimental, este dulce se elabora de un día para otro, consiste en jarabe a base de piloncillo, agua y jugo de limón, se hierve hasta espesar, se le puede agregar canela o anís, en un comal de barro se pone a tostar las semillas para reventarlas, se mezcla todo y se coloca en un recipiente. Se le puede adicionar al dulce pasas, nueces, cacahuates y piñones, así se logra un dulce más exquisito y nutritivo, aunque antes solo se hacía para consumo familiar, sin embargo actualmente se pueden encontrar



marcas de productos comerciales (Alejandre y Gómez, 1986; Santín, et al., 1987).

### **2.1.3 VALOR NUTRIMENTAL DEL AMARANTO**

Los botánicos y nutriólogos han estudiado el amaranto, en especial su alto contenido de proteínas, calcio, ácido fólico y vitamina C. Las semillas del amaranto tostado proveen una fuente de proteínas superior, que puede satisfacer gran parte de la ración recomendada de proteínas para niños, y también pueden proveer aproximadamente el 70% de energía de la dieta (Santín, et al., 1987; Soriano, et al., 1992).

El contenido de lisina es superior a 5 g por 100 g de proteína y es considerado el aminoácido esencial que limita la calidad proteica de la mayoría de los cereales, el amaranto tiene el doble de lisina que el trigo, el triple que el maíz, y tanta lisina como la que se encuentra en la leche. La hoja del amaranto (~14 g) contiene



aproximadamente 12 µg de ácido fólico (Santín, et al., 1987; Soriano, et al., 1992).

Tabla 1. Valor nutrimental de productos a base de amaranto.

Contenido en 100 g de porción comestible	Alegría Amaranthus cruentus	Barrita con chocolate Amaranthus cruentus	Harina Amaranthus cruentus	Amaranto crudo Amaranthus cruentus
Energía Kcal	359	389	384	372
Humedad (g)	8.4	4.3	4.2	7.1
Cenizas (g)	1.6	1.1	3.0	2.7
Proteína bruta (g)	7.2	5.1	14.8	14.1
Lípidos (g)	3.8	3.3	6.7	6.0
Carbohidratos (g)	76.5	84.3	68.1	67.2
Fibra bruta (g)	2.5	1.9	3.2	2.9

Tabla de composición de alimentos mexicanos del INSZ (2000)



## 2.1.4 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL AMARANTO

Tabla 2. Estudios realizados en el análisis sensorial del amaranto.

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Evaluación del grado de aceptabilidad de productos elaborados a base de amaranto	METODOLOGÍA SENSORIAL AFECTIVA Prueba de aceptación	Lara, et al., 1997.

NOTA: En este alimento no se encontraron suficientes estudios sensoriales que permitan dar una clara identidad a este producto, sin embargo es de suma importancia tener presente a este alimento ya que en la información encontrada demuestra ser un alimento de calidad con alto valor nutricional a bajo costo que además contiene propiedades fisicoquímicas que permiten su uso en diversas formas. El amaranto es un alimento típico mexicano que generalmente se usa en el centro del país en forma de alegría lo cual permite una mayor distribución del mismo. El amaranto se consume desde tiempos ancestrales lo cual le permite



---

## II ANTECEDENTES- AMARANTO

dar identidad a los sabores, colores y aromas de la cocina mexicana.



Los estudios sensoriales realizados en productos elaborados a base de amaranto resaltan la importancia de las propiedades nutricionales y fisicoquímicas de este alimento, lo cual permiten dar un perfil de calidad, ayudando de esta manera a una mayor comercialización del amaranto.

En estudios enfocados al análisis sensorial de los productos a base de amaranto se trabaja con muestras como: amaranto expandido, alegrías y barras crocantes, estandarizadas durante pruebas preliminares. Se utilizó amaranto reventado mezclado con miel o jarabe de azúcar al 50%, las barras crocantes se hornearon, adicionando leche en polvo al 2%, polvo de hornear al 2% y coco rallado al 9%.

Se implementaron tratamientos para cada muestra:

Tratamientos para degustación sensorial de amaranto expandido.

- Amaranto, miel en relación 1:1.5 y saborizante fresa al 2%.
- Amaranto, jarabe de azúcar en relación 1:1 y saborizante fresa 2%.
- Amaranto rociado con miel.
- Referencia comercial, arroz expandido, adquirido en el mercado local.





Tratamientos para degustación sensorial de alegrías de amaranto.

-Amaranto, jarabe de azúcar en relación 1:2 y saborizante vainilla 1%.

-Amaranto, jarabe de azúcar en relación 1:2 y saborizante fresa al 1%.

-Amaranto, miel en relación 1:2 y saborizante vainilla al 2%.

-Amaranto, miel en relación 1:2 y saborizante fresa al 2%.

-Referencia, cereal para desayuno, adquirido en el mercado local.

Tratamientos para degustación sensorial de barras crocantes.

-Amaranto, miel en relación 1:1, aglutinante almidón de yuca al 2,3%.

-Amaranto, miel en relación 1:1, aglutinante maicena comercial al 2,3%.

-Amaranto, miel en relación 1:1, aglutinante harina de amaranto 2.3%.

-Referencia comercial, galletas de coco adquiridas en el mercado local.



El análisis sensorial de las muestras se realizó utilizando pruebas de preferencia: 1= me gusta, 5= me es indiferente, hasta 9= me disgusta.

En los resultados se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos de amaranto expandido y la referencia. El criterio de aceptabilidad entre los panelistas no varió significativamente. No se determinó diferencia significativa entre los panelistas al evaluar los tratamientos de alegría de amaranto, obteniéndose una calificación promedio de 7. Los panelistas ubicaron a los 4 tratamientos de las barras crocantes en categorías similares. El tratamiento que corresponde al aglutinante a base de harina de amaranto obtuvo el puntaje más alto que fue de 8. En las pruebas de aceptabilidad y encuesta a consumidores los valores bajos, representan mayor aceptabilidad, esto significa que los consumidores calificaron al producto "barras crocantes" con valores cercanos a 1, mientras que para "amaranto expandido", la calificación fue alrededor de 3, por lo tanto se concluyó que hubo mayor aceptación por el primer producto. Los consumidores consideraron que las alegrías de amaranto y amaranto expandido fueron menos aceptables que las barras crocantes. Las sugerencias más importantes fueron:



mejorar la apariencia, mejorar la textura, modificar el sabor y disminuir el exceso de dulce (Lara, et al., 1997).

## **2.2 BARBACOA**

### **2.2.1 HISTORIA DE LA BARBACOA**

El término barbacoa está documentado desde 1518, antes de la conquista de México. En el arte culinario de las culturas prehispánicas se sabía que los alimentos cocidos con fuego indirecto eran más sabrosos y nutritivos, pues así no pierden sus jugos y conservan sus propiedades alimenticias.

Al llegar a Mesoamérica, los conquistadores españoles no sólo se encontraron con una inmensa variedad de nuevos alimentos, sino también con las más asombrosas formas de cocinarlos, entre ellas, la barbacoa. Su alianza con el pueblo tlaxcalteca, una de las culturas prehispánicas que más aprovechó las bondades del maguey, permitió a los españoles conocer esta peculiar forma de cocer la carne utilizando las pencas de este "árbol de las maravillas", como lo llamó el eclesiástico e historiador español Motolinía, para envolver aves, armadillos, conejos, venados, jabalíes, chivos y perros, para cocerlos después en hornos debajo de la tierra. El encuentro con el mundo español integró el borrego, lo que hace de la barbacoa un platillo mestizo. La barbacoa es



originaria del centro del país (Edo. de México, Tlaxcala, Hidalgo). En algunas regiones del interior se prepara la barbacoa al modo tradicional envolviendo la carne de cordero o chivito con hojas ("pencas") de la planta del maguey o del plátano sobre una vasija con agua que irá cocinando la carne al vapor otorgándole un sabor y consistencia particular (Rubio, et al., 2004).

## 2.2.2 GENERALIDADES DE LA BARBACOA

*¿Qué significa barbacoa?*

La barbacoa es un sistema de cocción donde la carne no tiene contacto directo con el fuego, sólo con el calor de la tierra, lo cual evita que pierda parte de sus propiedades y sabor.

En la definición popular, barbacoa significa "desde la barba (del chivo) hasta la cola".

Cada estado de la República Mexicana le proporciona a la barbacoa su toque particular, así en San Luis Potosí la *barbacoa* es *enchilada*, su preparación difiere de la tradicional, pues el borrego se enchila con una salsa preparada con chile serrano, tomate, cebolla y sal.



La cocción se realiza en una vaporera, con las pencas de maguey que también son asadas antes de colocarse en la olla. Después, la carne se dora con manteca y se sirve en platos adornados con hojas de lechuga.

En Hidalgo estado con gran tradición en la elaboración de barbacoa, previamente se adoba la carne con chile ancho, se corta en pequeñas porciones que se envuelven en *mixiotes*, epidermis de la penca del maguey, y se amarran con ixtle (mecate) para luego ponerlos a cocer a vapor y calor indirecto.

En Tlaxcala se prepara un consomé sólo con la cabeza y las patas del borrego que se hierven con agua, sal y ramas de epazote. Se prepara una salsa de chile guajillo frito en aceite caliente y sal. Una vez sazonada la salsa, se agrega al caldo (Rubio, et al., 2004).

El sistema de cocción es igual al de la barbacoa de hoyo, pero con una variante: la carne es untada con ajo, pimienta, hojas de laurel y pulque, antes de meterse al horno.

En Jalisco, *la birria* es uno de los platillos más populares, también está hecha con barbacoa de borrego o chivo servida en un caldo de chile y jitomate.



En el Distrito Federal y Estado de México *la barbacoa se prepara en salsa verde*. Una mezcla de tomate verde, chile serrano, cilantro, sal y pimienta le otorga un sabor muy especial a la barbacoa que, recién salida del horno, se coloca en salsa (Rubio, et al., 2004).

### 2.2.3 VALOR NUTRIMENTAL DE LA BARBACOA

La barbacoa es un alimento que no se ha estudiado a profundidad a pesar de ser un producto de alto consumo a nivel nacional, por tanto no se encontraron tablas de valores nutricionales específicas de la barbacoa, sin embargo se toma como referencia los valores referentes a la carne de borrego ya que al ser un método de cocción indirecta que permite conservar las propiedades de la carne, se puede tomar como referencia los valores nutricionales de la carne de borrego.

Tabla 3. Valor nutrimental referente a la carne de borrego.

Contenido en 100 g de porción comestible	Carne magra con hueso de borrego	Carne magra sin hueso de borrego
Lípidos (g)	6.5	6.5
Proteína bruta (g)	15.0	15.0

Tabla de composición de alimentos mexicanos del INSZ (2000)



## 2.2.4 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BARBACOA

Tabla 4. Estudios realizados en la evaluación sensorial de la barbacoa

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Composition and sensory evaluation of lamb carcasses used for the traditional Mexican lamb dish, "barbacoa"	METODOLOGÍA SENSORIAL  AFECTIVA  Prueba de Aceptación (atributos evaluados: aroma, sabor y textura)  Prueba de Preferencia (Utilizando las 3 muestras de barbacoa evaluadas con una escala hedónica)	Rubio, et al., 2004.
NOTA: Los estudios referentes a la barbacoa no son suficientes para definir claramente las propiedades tanto nutricionales fisicoquímica y sensoriales de este alimento, lo cual debe de tomarse en consideración		



para futuros estudios. Este alimento es altamente consumido en nuestra cultura ya que la forma muy original (utilizando las hojas de maguey) de preparación de la carne generalmente de cordero o de chivo permite conservar sus propiedades nutricionales y da a la misma características sensoriales únicas al introducir el aroma y sabor de las pencas del maguey al producto terminado.





La barbacoa es un alimento tradicional mexicano que es consumido en casi toda la República Mexicana, sin embargo su preparación y forma de consumo varía dependiendo del lugar donde se prepare.

En estudios sensoriales realizados se analizó la relación entre la composición y evaluación sensorial de carne de cordero usada en la elaboración de platillos a base de cordero en forma tradicional mexicana, “Barbacoa”, este estudio se enfocó a evaluar la preferencia del consumidor por la barbacoa a base de cordero Mexicano (Pelibuey (P) y Pelibuey-Suffolk (P-S)) y de Nueva Zelanda (NZ), así como evaluar la aceptación de diferentes atributos (textura, aroma y sabor) de acuerdo al sexo del cordero tanto de NZ como mexicano.

La “barbacoa” contiene carne, pancita, pimienta, chile guajillo, epazote, sal, cebolla, el caldo contenía, ajo, garbanzos, zanahoria, sal y agua.

La prueba se realizó en el mercado de Xochimilco y en el mercado de San Miguel Topilejo.

1ª Prueba de Aceptación: se usó muestras de barbacoa a base de cordero ((P), (P-S) y (NZ)), de ambos sexos, en esta prueba



se evaluó la aceptación o rechazo del consumidor en atributos como aroma, sabor y textura.

2ª Prueba de Preferencia: se utilizaron tres muestras ((P), (P-S) y (NZ)), otorgándole a cada muestra un valor de preferencia de acuerdo a la siguiente escala hedónica, donde 1= me disgusta, 4= me gusta y 7= me gusta mucho (Rubio, et al., 2004).

En los resultados obtenidos no se obtuvo diferencia significativa en la prueba de aceptación al evaluar diferentes atributos (textura, aroma y sabor) entre los sexos de cada casta.

La edad y tipo de alimentación del animal influyeron en los atributos de sabor y aroma. El sabor probablemente se encuentra asociado al contenido de grasa en la carne.

La aceptabilidad de la barbacoa también dependerá de la familiaridad del consumidor por el alimento, así como las características del alimento dadas por la alimentación y origen del animal.



En la prueba de aceptación de barbacoa realizada a base de cordero nacional e importado no se obtuvo diferencia (Rubio, et al., 2004).

## 2.3 CHILE

### 2.3.1 HISTORIA DEL CHILE

Se han encontrado restos de chile pertenecientes al periodo 7000 y 5000 a. C., de lo cual se especula que pudo haber sido el primer cultivo domesticado en Mesoamérica, las semillas de chile encontradas son muy pequeñas y es probable que representen chiles silvestres de recolección.

En Cuautitlán se encontraron semillas de chile carbonizadas fechadas entre 2950 y 2250 a.C. (Long-Solís, 1986; Sasián, 1992; López, 2003).

La mayoría de los chile son originarios de América Central, los chiles formaron parte fundamental en la alimentación de culturas como la azteca, maya, totonaca, olmeca, etc. Los mayas nombraron a una deidad cósmica que aludía al chile, *Zak-Tzys*, de *Ak*, hierba y *Tzyr*, picante, "*hierba picante*", también lo usaban en sus batallas contra sus enemigos por su fuerte aroma.



A la llegada de los españoles, estos le llamaron *Aji*, *axi* (voz haitiana), pimiento y pimienta de las Indias; estos nombres fueron dados al chile debido a que los españoles desconocían este fruto y su sabor picante lo relacionaban con el de la pimienta.

Fray Bernardino de Sahún, franciscano, llegó a la Nueva España en 1529, afirmó que los nobles aztecas gustaban todo muy sazonado y picante, comían *chilmolli* hecho de chile amarillo y tomate (Sasián, 1992; Quintero, 1998; López, 2003).

Las bebidas como el *chilcatole* que vendía la marchanta de atole o la de chocolate fino que preparaba con agua de chile una bebida llamada *chicacahuatl* se vendían en diversos puestos.

Había salsas con chile ahumado, picante, amarillo, suave o verde, las describe como picante, muy picante; muy, muy picante; brillantemente picante, extremadamente picante, picantísima.

Francisco Hernández protomédico del rey Felipe II, realizó un estudio sobre el mundo vegetal describiendo las propiedades de diferentes grupos de chiles, mientras que el padre jesuita José de



Acosta en su Historia natural y moral de las Indias menciona que las venillas y pepitas de los chiles es lo que pica, afirmó que al comer el chile con moderación ayudaba a una mejor digestión.

El fraile Thomas Gage mencionó que de 4 tipos de chiles dos de ellos son muy picantes, *chilchote* y *chiltipiquín*. El *tonalchile* era menos picante y se comía con tortilla, el *chilpaelagua* se le agregaba al chocolate.

Bernabé Cobo, jesuita, mencionó que los navegantes solían llevar en sus viajes chiles secos y en escabeche, ya que contiene vitamina C que ayuda a prevenir el escorbuto (Long-Solís, 1986).

Su consumo puede ser fresco o en seco. Es un ingrediente indispensable en los guisos de México, dependiendo su uso se considera verdura o condimento, es el chile, de hecho el que define, caracteriza y hace único el sabor de un platillo (Quintero, 1998).

### **2.3.2 GENERALIDADES DEL CHILE**

*Pungencia*



Pungencia (del latín: “pungere”: herir de punta, punzar, provocar dolor agudo, picar, irritar, cosquillar). Se percibe a nivel de terminaciones libres (no organizadas en papilas), dispersas en las capas más profundas de las mucosas, y asciende por el nervio trigémino hasta llegar a la corteza cerebral, donde las señales son decodificadas e integradas al plano consciente que nos permite "sentirlas" (Alpizar, 2002; Ordóñez, 2002; López, 2003).

### *Método Scoville*

La escala de unidades Scoville es un sistema de medición del picor de los chiles inventada por Wilbur Scoville durante la primera década del siglo XX. La cuantificación por este método involucra una serie de catadores entrenados quienes evalúan la pungencia basados en una mordedura y duración de la pungencia asignándoles un valor determinado por el método. Su objetivo era determinar la máxima dilución del extracto de chile en el que aún fuera detectable el picor. Este método se basa directamente en la percepción de la pungencia humana por lo que resulta un método subjetivo e irreversible (Betts, 1999; Alpizar, 2002; López, 2003).



### *Principio Activo*

El sabor picante del chile está determinado por su contenido de capsaicina. Químicamente la capsaicina es la vainillilamida del ácido 8 metil 6 nonánico, cuya formula es:

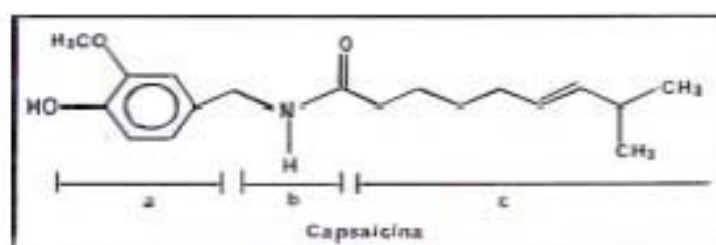


Figura 1. Estructura química de la capsaicina

La molécula de capsaicina tiene tres características primordiales:

- El grupo vainillín
- El enlace ácido-amida
- La cadena lateral hidrocarbonada

El grupo vainillín y la cadena hidrocarbonada con una longitud apropiada parecen ser indispensables para que se presente la pungencia. De algunos estudios con derivados vanillilamidas se ha concluido que el grado de la pungencia depende de la longitud de la cadena hidrocarbonada. El sustituyente alquilo con C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>



mostró la pungencia más alta, y esta disminuyó con cadenas de alquilo más largas y más cortas. Se concluyó también que la doble ligadura en la cadena alquilo no contribuye a la pungencia (Castro, 1979; Ordóñez, 2002; López, 2003).

### *Usos del chile*

En la salud tienen beneficios sobre la presión arterial, disminuye infecciones, impide formación de sarro, trabajan como analgésicos, promueven el metabolismo energético, ayuda a los problemas digestivos, disminuye la hinchazón, se agrega en pequeñas cantidades a pastas dentales, enjuagues bucales, afrodisíaco, alivia dolor muscular, entre otros.

También pueden ser utilizados en su forma de oleoresina en la preparación de salsas tipo tabasco y en alimentos fuertemente especiados, se usan además como saborizante en bebidas no alcohólicas, dulces, chicles a base de menta, canela, para resaltar el sabor y ofrecer una sensación refrescante en otro tipo de confitería (Long- Solís 1986; Sasián, 1992; López, 2003).





### **2.3.3 CLASIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS CHILES**

El chile pertenece al género *Capsicum* de la familia de las solanáceas, fue denominado en el siglo XVI por los herbarios europeos. La primera clasificación del *Capsicum* es atribuida al fraile Bernardino de Saghún, los ordenó en largos, anchos y los que no son tales.

El nombre de *Capsicum* se deriva del griego “*kapsa*” que se refiere al picor del chile (Long- Solís 1986; López, 2003).



Aunque el género *Capsicum* incluye más de 26 especies, sólo 12 especies, más algunas variedades, son utilizadas por el hombre; y de éstas, sólo 5 han sido domesticadas y se cultivan. Estas especies son:

- *C. annuum* L. (jalapeño, serrano, ancho, pasilla, mirasol o guajillo, de árbol, chiltepín o piquín)
- *C. baccatum* L.
- *C. frutescens* L. (tabasco)
- *C. chinense* (habanero)
- *C. pubescens* (manzano)

#### CHILES FRESCOS

*Chile Verde.*- Se denomina así a todos los chiles frescos que tengan color verde, por lo que se puede tratar del chile Serrano, Jalapeño, Poblano, entre otros. En el centro del país cuando se menciona el chile verde se refiere al chile Serrano o Jalapeño. En el norte del país el chile verde es el chile verde del norte. En Yucatán el chile verde es el chile verde Yucateco, que mide 5 cm de largo y 2 cm de ancho (Long-Solís, 1986).

*Chile Manzano.*- Chile fresco, carnosos, de forma cónica, piel brillante, color amarillo intenso, mide 5 cm de largo y 3 cm de



ancho aproximadamente. Extremadamente picoso, casi como el chile Habanero. En Michoacán lo llaman chile Perón, en Veracruz chile Cera, en Oaxaca chile Canario. Existen 2 tipos de este chile, los que son verdes maduran a tono amarillo y los verdes que se tornan a rojo al madurar, los amarillos son los más picosos. Al secarse toma el nombre de chile Cascabel.

*Chile Serrano.*- Chile pequeño de color verde de forma cilíndrica, a veces su terminación es en punta, mide de 3 a 5 cm de largo y 1 cm de diámetro aproximadamente, se considera picoso, generalmente se utilizan sus semillas y venas que son también muy picosas. Su cáscara es tersa y brillante, generalmente se consume inmaduro, de color verde o rojo como se presenta al madurar. Toma su nombre de su lugar de cultivo que son las sierras de los estados de Puebla, Hidalgo y México.

*Chile Habanero.*- Presenta color verde, cuando madura pasa de amarillo a anaranjado, textura suave, forma de linternita, mide 4 cm de largo y 3 cm de ancho aproximadamente. Se considera el chile más picoso de todos. Es originario de la zona del Caribe, no se sabe con exactitud porque su nombre Habanero, al parecer no



se trajo de la Habana, Cuba. Décadas atrás este chile sólo se consumía en los estados de la península de Yucatán, Tabasco, Chiapas y Veracruz; actualmente es mucho más fácil de conseguir hasta en el centro del país (Long-Solís, 1986).

*Chile Güero.*- Nombre genérico que se aplica a cualquier chile de color amarillo o verde amarillento. En diferentes regiones de México se tienen chiles güeros totalmente distintos en forma, tamaño, sabor, intensidad de picor y utilización.

*Chile Jalapeño.*- Chile fresco, color verde o verde oscuro, de forma cónica alargada, a veces termina en puntiagudo o chato, es carnoso con piel brillante. Cuando llega a su estado de maduración toma un color rojo intenso y se utiliza indistintamente como el verde. Mide 6 cm de largo y 2.5 cm de ancho aproximadamente. El nombre de chile Jalapeño es el más usado en todo el país, se le da este nombre porque antiguamente se cultivaba en Jalapa, Veracruz. En el D. F. se le llama chile Cuaresmeño porque antiguamente sólo lo llevaban durante la época de cuaresma, se encuentra en Oaxaca y Puebla. En forma seca es de los más importantes pues se convierte en el Chipotle de gran aceptación en todo el país.



*Chile Poblano.*- Chile fresco, carnoso, de tamaño grande, forma cónica aplanada, generalmente verde oscuro con piel brillante. Tiene sabor definido, en ocasiones puede ser picoso. El chile Poblano mide en promedio 12 cm largo y 6 cm de ancho. Es muy utilizado en las cocinas de los estados del centro del país. Entero se utiliza como chile relleno y chiles en Nogada, entre otros. Casi siempre se utiliza cuando es de color verde, al madurar se torna a color rojo intenso, cuando se deja secar se convierte en chile Ancho (Long-Solís, 1986).

#### CHILES SECOS.

*Chile Seco.*- Término genérico que se utiliza para un gran número de chiles que se dejan madurar, secar o deshidratar. Entre ellos encontramos el chile Ancho, Mulato, Guajillo, entre otros. Algunos chiles además de secos son ahumados como el chile Chipotle, Mora y Morita.

*Chile Ancho.*- Chile seco de color café rojizo, mide en promedio 12 cm de largo y 7 cm en su parte más ancha, tiene forma triangular, es de textura rugosa y brillante, debe ser flexible al tacto y nunca tieso. Al remojarse adquiere un tono ladrillo, por



tanto da color a la mayoría de los guisos. Con este chile se hace cualquier tipo de moles, adobos, diferentes salsas picantes para guisos de cualquier tipo de carne, colorea caldos y sopas.

*Chile Cascabel.*- Chile seco de forma redonda, casi esférico, color café rojizo, mide 3 cm de diámetro aproximadamente, presenta cáscara tersa y dura, moderadamente picante, de sabor agradable. Cuando se agita este chile, sus semillas suenan como una sonaja o cascabel, de ahí su nombre.

*Chile Chilcostle.*- Chile de color rojo oscuro piel delgada, mide 15 cm de largo y 3 cm de ancho, de sabor picante, es un chile regional de Oaxaca. Es difícil de conseguir por lo cual no se comercializa. En Oaxaca se utiliza para dar picor a salsas, moles, guisos y tamales. Su nombre viene del náhuatl *chilli* (chile) y *coztic* (amarillo), "chile amarillo" (Long-Solís, 1986).

*Chile Chilhuacle Amarillo.*- Es de color amarillo - naranja, de unos 6 cm de diámetro en su parte más ancha y 9 cm de largo, es el



más escaso de los tres, por su color es indispensable en el mole amarillo de Oaxaca.

*Chile Chilhuacle Negro.*- Es de cáscara negra, forma voluminosa, generalmente mide 7 cm de diámetro y 8 cm de largo, es moderadamente picante. Sus aromas y sabores afrutados nos recuerdan al tabaco, ciruela pasa y chocolate amargo. Es un chile importante en la preparación del mole negro de Oaxaca.

*Chile Chilhuacle Rojo.*- Mide de 6 a 9 cm de largo y unos 6 cm de diámetro, es de un tono rojo oscuro negruzco, de forma muy similar al chilhuacle amarillo, es moderadamente picoso, se emplea en varios tipos de moles Oaxaqueños.

*Chile Guajillo.*- Chile seco de color café rojizo, de piel tersa y con forma triangular alargada, mide en promedio 10 cm de largo y 3 cm en su parte más ancha. Su empleo es en todo tipo de guisos con puerco, pollo, res o cualquier otra carne, es parte de moles, adobos, salsas picantes etc. Se distinguen tres variantes de este chile: Guajillo Ancho, que no es picoso, Guajillo Chico, que es de



picor moderado, y Guajillo Puya, que es muy picoso (Long-Solís, 1986).

*Chile de Árbol.*- Chile largo y delgado, mide en promedio 7 cm de largo y 1 cm de ancho. Al estar fresco es de color verde y rojo al madurar, el chile de árbol seco es de color rojo brillante, muy picante, esta es la forma en que más se consume.

*Chile Chipotle.*- Chile seco y ahumado, de color café oscuro, textura arrugada, muy picoso, en promedio mide 6 cm de largo y 2.5 cm en su parte más ancha. Su nombre proviene del náhuatl; *chilli* (chile) y *poctli* (humo), "chile ahumado". Con este chile se hacen salsas picantes y guisos nombrados enchipotlados.

*Chile Morita.*- Chile seco ahumado, su cáscara es tersa, brillante, de color similar a la mora, mide en promedio 3 cm de largo y 2 cm de ancho. Se obtiene de una variedad pequeña del jalapeño, es muy picante con cierta dulzura. Se utiliza en partes de Veracruz, Puebla y D. F. Con el se hacen salsas picantes, guisos de carne de res, pollo o cerdo, en encurtidos o adobados.





*Chile Mulato.*- Chile seco, color café negrusco, con forma y color parecido al chile Ancho, tiene en promedio 12 cm de largo y 7 cm de ancho, su sabor es un tanto dulce ligeramente parecido al chocolate, algunas veces resulta ser un poco picoso, tiene la piel un tanto gruesa (Long-Solís, 1986).

*Chile Piquín.*- Con este nombre se identifica a un sinnúmero de chiles pequeños que se distinguen por ser de forma redonda, ovalada y ligeramente cónicos, al ser frescos son de color verde y al secarse son de color rojo sepia.

Es un chile espontáneo, perenne, que aparece en diferentes terrenos, los cambios de clima y la humedad generan pequeñas diferencias entre ellos.

Su nombre proviene del náhuatl y significa pulga, se le conoce también como chile Pulga.

*Chile Pasilla.*- Chile seco con forma alargada, mide de 15 a 20 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho, tiene un color café negrusco,



con superficie brillante, arrugada y de sabor picante, su nombre se debe a que cuando se seca este se arruga como la uva-pasa, cuando esta fresco se llama chile Chilaca.

*Chile Puya.*- Es delgado y picante, mide 10 cm de largo por 2 cm de ancho. En el D. F. se le conoce como chile Guajillo Puya o Guajillo del que pica. Cuando es fresco en Aguascalientes se le conoce como chile Mirasol (Long-Solís, 1986).

#### **2.3.4 VALOR NUTRIMENTAL DEL CHILE**

Por su peso contienen más vitamina A que cualquier otro vegetal, debido a la presencia de  $\beta$ -caroteno, precursor de esta vitamina. También son una buena fuente de vitamina B. Crudos superan a los cítricos en contenido de vitamina C, aunque cuando se secan esta disminuye drásticamente por oxidación, en contraste con la vitamina A que se concentra en chiles secos, dado que no se ve



afectada por la acción del  $O_2$ . Contienen cantidades considerables de Mg y Fe.

La presencia de varios pigmentos depende de su estado de madurez, el color verde va a estar dado por la clorofila; en la mayor parte de los chiles a medida que el fruto madura ésta se reabsorbe y el chile cambia su color verde a rojo oscuro pasando por diversos tonos, como verde amarillento, amarillento, anaranjado, etc. Esto se debe a la presencia de una mezcla de carotenoides y xantofilas (Bravo, 1934).

El chile es una fuente importante de vitamina C, su presencia es inversamente proporcional al picor del chile, es decir entre más picoso es un chile menor en su contenido de vitamina C (González y Osnaya, 1978).

Todos los frutos del género *Capsicum* presentan una composición general basada principalmente en contenido de proteínas, resinas, celulosas, pentosas, sales minerales, vitaminas y principio picante (capsaicinoides), al que pertenecen alrededor de 10 compuestos responsables del picor de chile (Rajalakshmi, 1986).



Tabla 5. Valor nutrimental de diversas variedades de chiles.

Contenido por 100 g	Humedad g	Cenizas g	Extracto etéreo g	Proteína g	Fibra cruda g	Extracto nitrogenado g	Calcio mg	Fosforo mg	Hierro mg	b-caroteno mg	Tiamina mg	Riboflavina mg	Niacina mg	Ac. Ascórbico mg
Chile ancho	10.0	6.0	---	9.8	---	---	70.0	212.0	5.7	38.9	0.2	0.7	3.4	144.0
Chile habanero	91.0	0.7	0.8	2.3	1.6	3.6	18.0	26.0	2.4	0.5	0.1	0.2	0.7	94.0
Chile cascabel semillas	7.4	2.9	---	15.1	---	---	42.0	472.0	5.4	0.4	0.9	0.2	10.2	44.1
Chile chilaca	89.4	0.6	---	1.5	0.9	7.4	40.0	23.0	4.0	1.8	0.1	0.1	1.0	178.2
Chile chipotle	16.1	6.6	0.3	12.3	---	---	195.0	281.0	6.1	6.1	0.3	0.6	13.0	24.2
Chile cristalino	88.0	0.7	---	1.7	2.1	7.3	21.0	39.0	3.3	0.1	0.1	0.1	1.0	252.0
Chile dulce	90.8	0.5	0.2	1.9	1.9	4.6	16.0	34.0	2.9	0.6	0.2	0.1	1.1	74.0
Chile guajillo	17.6	7.2	0.3	10.5	---	---	91.0	189.0	10.1	44.4	0.2	0.8	4.5	135.0
Chile jalapeño	92.6	0.5	---	1.4	---	---	12.0	29.0	0.5	0.3	0.1	0.0	0.7	75.2
Chile del monte	58.4	0.7	0.2	3.5	16.6	17.0	64.0	88.0	2.1	0.4	0.9	0.1	3.9	20.4
Chile morita	14.0	7.1	3.8	14.3	---	---	153.0	157.0	5.2	10.5	0.2	1.4	15.4	98.6
Chile mulato seco	15.3	5.0	---	8.8	---	---	80.0	199.0	12.8	39.0	0.3	0.6	4.1	111.5
Chile mulato fresco	89.2	0.6	---	2.0	---	---	17.0	35.0	1.4	1.2	0.2	0.1	1.1	174.5
Chile pasilla	15.9	6.2	---	10.7	---	---	105.0	163.0	6.3	56.6	0.4	1.0	7.8	54.3
Chile piquín	9.5	4.0	---	14.2	---	---	127.0	320.0	7.8	4.5	0.6	0.4	15.2	71.1
Chile poblano	87.6	0.6	0.3	1.8	1.4	8.4	16.0	34.0	0.5	0.9	---	0.1	1.2	250.0
Chile Serrano	86.8	0.8	---	2.7	---	---	25.0	54.0	0.8	0.6	0.1	0.1	1.5	57.9

(González y Osnaya, 1978, Hernández, 2004)



### 2.3.5 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL CHILE

Tabla 6. Estudios realizados en la evaluación sensorial del chile

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Estudio preliminar sobre la sensibilidad humana a la capsaicina como responsable de la percepción del picante.	METODOLOGÍA SENSORIAL  ANALÍTICA  Umbral absoluto	Ordóñez, et. al., 2002.
Determinación de capsaicinoides en chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jaq), colectados en Yucatán.	METODOLOGÍA SENSORIAL  Método Scoville	Alpizar, et. al., 2002.
Perfil sensorial analítico y afectivo	METODOLOGÍA SENSORIAL	Gutiérrez y Hernández, 1994.



de los chiles <i>Capsicum annuum</i> : poblano, ancho y <i>Capsicum frutescens</i> : jalapeño, mora y chipotle.	AFECTIVA Prueba de preferencia METODOLOGÍA SENSORIAL ANALITICA Perfil sensorial analítico aromático	
---	---	--



NOTA: Los estudios realizados a los chiles muestran las diversas propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales que han hecho desde tiempos ancestrales que este alimento sea uno de los favoritos por el pueblo mexicano por tanto el definir mediante diversas técnicas los atributos del chile permite proporcionar al consumidor un producto de calidad. Siendo de suma importancia la pungencia presente en cada variedad de chile lo cual es una característica que da identidad a este alimento a nivel mundial. En México la mayoría de los chiles muestran esta característica pungente que ocasiona el picor sin embargo los chiles producidos en otras regiones del mundo presentan una ligera pungencia comparada con los chiles mexicanos, lo cual hace de nuestro producto un alimento con una característica muy peculiar.



El chile es un alimento tradicional que da identidad a la comida mexicana, sin embargo, los estudios encontrados resaltan la importancia de sus propiedades nutricionales y fisicoquímicas.

Los estudios sensoriales referentes a la pungencia son importantes para resaltar esta característica que da identidad a los chiles mexicanos, por tanto cabe mencionar la importancia de estudios relacionados con la sensibilidad humana a la capsaicina como responsable de la percepción del picante, donde la finalidad de estos estudios se relaciona con la variabilidad humana encontrada al umbral de percepción de la capsaicina como responsable de la sensación pungente. En estos estudios se prepararon muestras de dihidrocapsicina en diferentes diluciones por ser un capsaicinoide responsable de la sensación pungente.

En la metodología se aplicó el método de la sensibilidad gustativa, de acuerdo a la norma ISO 3972:1991, que utiliza escalas de magnitud.

Los resultados mostraron que la percepción pungente es variable entre catadores y está ligada a los fenómenos de sensibilización y desensibilización ya que pueden afectar la respuesta. La razón se atribuye a una desensibilización temporal. Se demostró que repetidas aplicaciones de soluciones iguales de capsaicina pueden sensibilizar la lengua a subsecuentes exposiciones de capsaicina; sin embargo si los estímulos se interrumpen durante un periodo de minutos (entre 5.5 y 14.5 min) ocurre el fenómeno contrario (desensibilización) (Ordóñez, et. al., 2002).





En otro estudio encontrado se determina el contenido de capsaicinoides en chile habanero (*capsicum chinese jaq*), colectados en Yucatán. Este estudio consistió en cuantificar el contenido de capsaicinoides entre las distintas variedades colectadas, para ello se utilizó chile habanero de Yucatán con el cual se realizó la extracción de capsaicinoides.

En la metodología se obtuvieron extractos de capsaicinoides, los cuales se filtraron para posteriormente utilizar el equipo HPLC con un detector de arreglo de diodos, la longitud de onda empleada para el análisis fue de 280 nm. En los resultados se determinó que los rangos del contenido de capsaicinoides varían desde los 60000 hasta las 230000 unidades Scoville (Alpizar, et. al., 2002).

La evaluación sensorial es un parámetro de calidad, por tanto se han realizado estudios referentes al perfil sensorial analítico y afectivo de los chiles *capsicum annum*: poblano, ancho y *capsicum frutescens*: jalapeño, mora y chipotle. Para obtener el perfil sensorial afectivo se desarrollaron cuestionarios con la



finalidad de obtener información sobre la importancia de diversos aspectos de los chiles como la pungencia, nivel de consumo, etc., esta encuesta se realizó en zonas de Xochimilco, San Angel, Mixcoac, Coyoacán, central de Abastos y Mercado de Tabasco. Se seleccionaron chiles como jalapeño, chipotle, mora, poblano, chile ancho ya que de acuerdo a estadísticas son de los más consumidos. Estas muestras se utilizaron con la finalidad de desarrollar descriptores (Gutiérrez y Hernández, 1994).

Para obtener el perfil aromático analítico se realizaron encuestas que proporcionaron información por parte de cada consumidor, posteriormente se realizaron pruebas de reconocimiento de gustos básicos, además de entrenamiento para los jueces mediante pruebas de intensidad sensorial por descriptor y definición de descriptores propuestos.

En los resultados obtenidos se desarrollaron descriptores para cada muestra así como estándares para definir cada uno claramente.

Tabla 7. Descriptores de sabor, olor, textura, forma y color, de diversos chiles.

Chile	Sabor	Olor	Textura	Forma	Color
Ancho	Dulce Especiado	Asado Especiado	Arrugado Flexible	Redondo Grande	De rojo ladrillo



	Tostado	Irritante		Ancho	a café oscuro
Chipotle	Picante Dulce Ahumado Adobo	Especiado Adobo Ahumado Asado	Arrugado Suave Carnoso Flexible	Ovalado Irregular Ancho Plano	De rojo ladrillo a café ladrillo
Mora	Muy picante Tostado Salado Ácido Condimentado	Irritante Tostado Picante Condimentado Perfumado	Arrugado Duro Seco Elástico Quebradizo	Alargado Triangular Redondo	De café a negro
Jalapeño	Picante Hierba Salado Fresco	Fresco Perfumado Hierba Vinagre	Carnoso Liso Duro Crujiente	Alargado Ovalado	De verde claro a rojo
Poblano	Picante Dulce Hierba	Hierba Tierra Picante	Carnoso Suave Arrugado	Triangular Largo Plano	De verde a rojo

(Gutiérrez y Hernández, 1994)

## 2.4 CHOCOLATE

### 2.4.1 HISTORIA DEL CHOCOLATE

Hace 4000 años, los egipcios dejaron rastros sobre los papiros que describían la elaboración del chocolate.

Los aztecas y mayas tomaban el fruto del árbol de cacao y hacían un brebaje llamado "*xocoalt*", lo preparaban hirviendo en agua los granos de cacao molidos, lo mezclaban con harina de maíz, diversos saborizantes (chile, miel, frutas, maíz, flores, vainilla, hierbas), a diferentes temperaturas (Coe y Coe, 1999; Medial y Gosset, 2002; Chapa, 2003).



Cristóbal Colón llevó cacao al rey Fernando de su visita del Nuevo Mundo, pero fueron los españoles acompañantes de Colón quienes mencionan que con unas bayas se elaboraba una extraña bebida de sabor amargo y picante.

En 1521, Cortés llevó sus fuerzas contra los guerreros de Moctezuma y al derrotarlos se llevó el cacao proporcionando chocolate al rey Carlos V.

Los monjes españoles implementaron en sus recetas el cacao y guardaron el secreto del chocolate por largo tiempo (Coe y Coe, 1999; Medial y Gosset, 2002; Chapa, 2003).

Según Francisco Hernández (botánico y médico personal de Felipe II de España), en el siglo XVI se conocían las siguientes especies de cacao las cuales están enumeradas por orden y tamaño:

1. *Quauhcacahuatl*
2. *Mecacahuatl*.
3. *Xochicacahuatl*.
4. *Tlacacahuatl*.

El *tlacacahuatl* era el cacao más humilde y el más pequeño pero era preferido para la elaboración de la bebida. Los otros se usaban como moneda, aunque el *quauhpatlachtli* denominado



"*cacao de los pobres*" se usaba para dar limosnas (De Benítez, 1998; Coe y Coe, 1999).

Antonio Carletti al conocer el chocolate en 1606 lo llevó a otras partes de Europa, por tanto en algunos años, se extendió a través de Francia, Italia, Alemania e Inglaterra (Coe y Coe, 1999; Chapa, 2003).

La acción de comer chocolate se introdujo en 1674 en forma de rodillos y tartas, servidos en distintas formas.

El naturalista sueco Carl Linnéo (1707-1778) da al "*cacao*" el nombre de "*theobroma*", que significa en griego "*comida para Dioses*".

El chocolate se introdujo a Estado Unidos en 1765 cuando John Hanan llevó la fruta del cacao de las Antillas del Oeste a Dorchester, Massachussets con el fin de refinar éstas con ayuda del Dr. James Baker y es allí donde se establece la primera fábrica de chocolate del país (Minifie, 1980; De Benítez, 1998; Coe y Coe, 1999).

En 1795, el Dr. Joseph Fray de Bristol utilizó una máquina de vapor para moler las habas de cacao, fabricando chocolate a gran escala.



El padre Francisco Xavier Clavijero a fines del siglo XVIII menciona que con el cacao se elaboraban bebidas y entre ellas la llamada *chocolatl*, la acostumbraban tomar añadiéndole flores y miel, en lo que coincidieron Bernal Díaz del Castillo, Fray Bernardino de Sahún y Alfonso de Molina (De Benítez ,1998; Coe y Coe, 1999; Medial y Gosset, 2002; Chapa, 2003).

La invención "press of cacao" en 1828 por C. J. Van Houten ayudó a reducir el precio del chocolate.

El holandés Van Houten descubrió un método para extraerle al cacao su manteca sin privarle por ello de su sustancia estimulante, la "teobromina ", a la vez consiguió elaborar un polvo seco y soluble en agua.

En 1842 John Cadbury fabricó "chocolate para comer" hecho con azúcar y vainilla (Minifie, 1980; De Benítez, 1998; Coe y Coe, 1999; Medial y Gosset, 2002).

En 1853 en México, el empresario Manuel Gutiérrez de Rosas instaló la primera maquinaria de chocolate para hacer tabletas (De Benítez, 1998).



Daniel Meter y Henri Nestlé, experimentaron durante años para inventar la leche con chocolate en 1876, aportando su creación a una empresa Suiza que hoy en día es la más grande productora de chocolate: Nestlé (Minifie, 1980; Coe y Coe, 1999; Medial y Gosset, 2002; Chapa, 2003).

En 1879, Rodolphe Lindt de Berna, produjo chocolate que se fundía en la lengua. Inventó el "conching", un procedimiento que permitía calentar y agitar lentamente el chocolate con el fin de refinarlo y eliminar aromas indeseables.

El confitero Suizo Jules Sechaud de Montreux introdujo un método para fabricar chocolates rellenos en 1913, a partir de lo cual, muchos confiteros desarrollaron nuevas variedades y sabores de chocolate (Coe y Coe, 1999).

#### **2.4.2 GENERALIDADES DEL CHOCOLATE**

*¿Qué significa la palabra chocolate?*

Chocolate: "*chokola'k*" palabra maya significa *beber chocolate juntos*, "*chacau haa*" del maya *agua caliente*, "*chocol haa*" también en maya *agua caliente*, "*cacáhuatl*" en náhuatl *agua de cacao*, "*xocóatl*" en náhuatl *agua amarga*, la explicación más



razonable posiblemente sea que los españoles hayan creado una nueva palabra tomando “*chocol*” (caliente) del maya y reemplazando “*haa*” (agua) por el término náhuatl “*atl*” (agua), obteniendo “*chocólatl*” (Coe y Coe, 1999; Chapa, 2003).

*Especies del cacao en México.*

El árbol del cacao pertenece a la familia de las *Esterculiáceas* (*Sterculiaceae*), especie *Theobroma cacao*.

Se cultivan 7 especies diferentes:

- a) *Theobroma ovalifolium*, llamado comúnmente cacao de Tabasco o criollo.
- b) *Theobroma angustifolis*, conocido también como Soconusco.
- c) *Theobroma pentagonum* o cacao lagarto, bajo rendimiento y buena calidad.
- d) *Theobroma biocarpum-Berm*, comúnmente llamado cacao naranjo.
- e) *Theobroma bicolor pataste*, lo cubre una cáscara de color marrón y la almendra es de color blanco. Se utiliza en la confección del chocolate blanco.





f) *Theobroma de Ceilán o cacao de Ceilán*, híbrido entre criollo y forastero, resistente a las enfermedades y adaptable a los suelos.

g) *Cacao forastero*, es resistente, vigoroso, los hay dulces (de color marrón claro) y amargos (de color rojizo) (Minifie, 1980; De Benítez, 1998).

#### *Zonas productoras de Cacao*

En nuestro país se cultiva en los estados de:

Chiapas, Tabasco, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Veracruz (De Benítez, 1998; Chapa, 2003).

#### *Usos del chocolate*

Se han encontrado propiedades en el chocolate que permite su uso en tratamientos de tensión arterial alta, depresión, estrés, además se usa la manteca de cacao en los cosméticos, bronceadores, jabones, cremas, ungüento, lociones, lápices labiales, supositorios y como una capa para las píldoras (Desrosier, 1983).



### 2.4.3 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL CHOCOLATE

*Chocolate.*- producto homogéneo elaborado a partir de 2 o más ingredientes como: pasta de cacao, manteca de cacao, cacao, adicionado de azúcares u otros edulcorantes, así como ingredientes opcionales, tales como productos lácteos y aditivos para alimentos.

*Chocolate amargo y semiamargo.*- productos homogéneos elaborados a partir de la mezcla de dos o más de los siguientes ingredientes: pasta de cacao, manteca de cacao, cocoa, adicionado de azúcares u otros edulcorantes, así como de otros ingredientes opcionales, tales como productos lácteos y aditivos.

*Chocolate blanco.*- producto homogéneo elaborado a partir de manteca de cacao, productos lácteos, azúcares u otros edulcorantes, aromatizantes e ingredientes opcionales.



*Chocolate en polvo.*- producto homogéneo elaborado de la mezcla de cacao, azúcares y otros ingredientes opcionales.

*Chocolate para mesa.*- producto homogéneo elaborado a partir de la pasta de cacao, azúcar sin refinar con un tamaño de partícula mayor de 70 micras con la adición de ingredientes opcionales (NOM-186-SSA1/SCFI-2002).

#### 2.4.4 VALOR NUTRIMENTAL DEL CHOCOLATE

Tabla 8. Valor nutrimental del chocolate.

Contenido en 100 g de porción comestible	Chocolate en barra Carlos V	Chocolate en polvo Milo	Cocoa Theobroma cacao L. del D.F.	Chocolate amargo para mesa Uruapan	Chocolate dulce para mesa Casero	Chocolate en tableta Para Mi
Energía kcal	380.0	333.0	301.0			
Humedad (g)	1.2	9.6	7.36	0.3	0.2	0.4
Cenizas (g)	2.8	6.5	7.33	1.6	0.9	1.4
Proteína bruta (g)	6.1	14.8	19.81	5.9		
Carbohidratos (g)	84.8	68.9	46.33			



## II ANTECEDENTES - CHOCOLATE

Lípidos (g)	3.0	0.2	5.2			
Fibra bruta (g)	2.1		13.97			
Ca (mg)		949.0			30.73	35.91
P (mg)		971.0				
Fe (mg)		5.65				
Tiamina (mg)		1.57				
Riboflavina (mg)		1.53				
Niacina (mg)		2.71				

Tablas de composición de alimentos mexicanos del INSZ (2000)



## 2.4.5 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL CHOCOLATE

Tabla 9. Estudios realizados en la evaluación sensorial del chocolate.

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Características psicográficas y habilidades innatas en personas candidatas a jueces analíticos-sensoriales entrenados en chocolate macizo	METODOLOGÍA SENSORIAL  ANALÍTICA  Pruebas triangulares	Gutiérrez, 1994.
Image analysis of changes in surface color of chocolate	METODOLOGÍA ANALÍTICA  HunterLab Miniscan™ XE colorimeter model 45/0 LAV (Hunter Associates Inc., Reston, VA)	Briones y Aguilera, 2005.



	CIELAB usando un algoritmo en Matlab 6.5.	
--	--	--

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Effect of surface topography on color and gloss of chocolate samples	METODOLOGÍA ANALÍTICA Color: CIE XYZ color space Gloss: Micro-Tri-Gloss meter (BYK Gardner Silver Spring, MD) Rugosidad: microscopia láser confocal y	Briones, Aguilera y Brown, 2005.



	microscopia electrónica (CLSM- SEM).	
Effect of storage temperature on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate	<p>METODOLOGÍA ANALÍTICA</p> <p>Analizador de textura TA-XT2I (UK)</p> <p>Estructura polimórfica analizada por un FR 592 Diffractis X-ray generator (Delft, Holland)</p> <p>Bloom por métodos de Cambell</p> <p>METODOLOGÍA SENSORIAL</p> <p>AFFECTIVA</p> <p>Prueba de nivel de agrado</p>	Ali, et. al., 2001.
TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Chocolate: food or drog?	Estudios relacionados con la medicina,	Bruinsma, et. al., 1999.



psicología, nutrición, entre otros.

NOTA: La mayoría de los estudios realizados en el chocolate mencionan al chocolate de diversas regiones del mundo sin embargo para los estudios del chocolate de origen únicamente mexicano la información es limitada, sin embargo este producto es importante ya que presenta diversas propiedades sensoriales, nutricionales y fisicoquímicas que son muy atractivas para el consumidor a nivel mundial. Debido a que las características de este alimento esta estandarizado en prácticamente todo el mundo (a excepción de productos regionales como el chocolate a la taza en España, o el chocolate de mesa en México), se anexa información de estudios sensoriales llevados a cabo en distintas partes del mundo.





Dentro de los estudios relacionados con el análisis sensorial del chocolate en México se han realizado pruebas enfocadas a la evaluación de características psicográficas y habilidades innatas en personas candidatas a jueces analíticos-sensoriales entrenados en chocolate macizo, llevado a cabo con productos nacionales, teniendo por objeto diseñar un cuestionario de estilo de vida que sirva como herramienta de apoyo en la selección de candidatos a jueces analítico-sensoriales especializados en chocolate.

Dentro de las muestras proporcionadas a los jueces se evaluaron diferentes disoluciones de los cuatro gustos básicos (dulce, salado, ácido y amargo). Se utilizaron 14 aromas (chocolate, canela, tabaco, licor de almendras, mantequilla, café, pimienta, alcohol, papel quemado, achiote, pasas, vainilla, clavo y trufa) y muestras de chocolate macizo amargo, semiamargo, blanco y con leche con las que se llevaron a cabo pruebas discriminativas.

En la metodología implementada se llevaron a cabo pruebas triangulares utilizando como muestras chocolate amargo, semiamargo, blanco y con leche. Estas evaluaciones se dividieron en 4 etapas: 1ª discriminación de aroma entre dos chocolates amargos, 2ª discriminación de aroma entre dos



chocolates de leche, 3<sup>a</sup> discriminación de gusto entre dos chocolates amargos y 4<sup>a</sup> discriminación de gustos entre dos chocolates de leche.

De los resultados de las pruebas discriminativas se obtuvieron tres grupos: jueces buenos, jueces malos y grupo de jueces variables (Gutiérrez, 1994).

Los estudios sensoriales son reforzados por estudios analíticos instrumentales, en los cuales se muestra de manera general las características del chocolate obteniendo una relación entre atributos tales como rugosidad, color, luminosidad y textura en relación con la estructura de la superficie del chocolate, en estos estudios se puede utilizar barras de chocolate, las cuales se analizan utilizando un colorímetro CIE XYZ color space, para determinar luminosidad se utiliza un Micro-Tri-Gloss meter (BYK Gardner Silver Spring, MD), y la rugosidad se mide mediante microscopia láser confocal y microscopia electrónica (CLSM-SEM).



En los resultados obtenidos se determinó que si existe una correlación entre los resultados obtenidos en la textura y el color de la muestra, la luminosidad de la muestra disminuye conforme aumenta la rugosidad, mientras que el color disminuye (Briones, Aguilera y Brown, 2005).

En otros estudios se determina el cambio de color y la homogeneidad del color cuando la grasa del chocolate migra hacia la superficie, para estos estudios se recomienda la utilización de tabletas de chocolate. En la metodología se implementó un HunterLab Miniscan™ XE colorimeter model 45/0 LAV (Hunter Associates Inc., Reston, VA) y CIELAB usando un algoritmo en Matlab 6.5., para analizar el color del chocolate.

En los resultados obtenidos se observó que el chocolate con almacenamiento de 36 días presenta mayores cambios en la textura de la superficie y el color de la superficie. En los primeros días de almacenamiento se observa presencia de manchas blanquecinas que se extienden en la mayoría de la superficie (Briones, et. al., 2005).

También se encontraron estudios en los cuales se determina la relación entre la textura, estructura polimórfica, formación de floración y los atributos



sensoriales que presenta el chocolate oscuro en un almacenamiento durante 8 semanas a una temperatura entre 18 – 30 °C. En estos estudios se determinó la textura de las muestras utilizando un analizador de textura TA-XT2I (UK), considerando parámetros como altura, profundidad, temperatura, velocidad y tiempo de duración de la prueba. Para la determinación de la estructura polimórfica se utilizó un FR 592 Diffractis X-ray generator (Delft, Holland). La floración fue determinada usando los métodos de Cambell, que consiste en mantener la muestra de chocolate en un compartimiento con humedad relativa del 80%. El ciclo completo para la floración fue realizado exponiendo el chocolate a 30°C por 8 h, seguido de un periodo de 16 h a 20°C. Los atributos sensoriales evaluados en el chocolate fueron color, textura, sabor y aceptabilidad total usando una escala hedónica de 7 puntos donde, 1=me disgusta mucho, 4=no me disgusta tanto, 7=me gusta.

Los resultados obtenidos demostraron que el almacenamiento a 18°C por 8 semanas, mostraba cambios perceptiblemente retardados en los chocolates. Los chocolates almacenados a una temperatura de 30 °C fueron los menos preferidos ya que durante el almacenamiento a esta temperatura se afectan las características de chocolate, presentándose cambios en la textura, lípidos presentes, color, sabor, etc., lo cual no fue atractivo para el consumidor (Ali, et. al., 2001).



La evaluación del chocolate al igual que su importancia no solo se relaciona con los estudios sensoriales, fisicoquímicos y nutricionales, sino también con estudios médicos, psicológicos, entre otros, donde se menciona que el chocolate posee características sensoriales relacionadas con el gusto, olfato y textura, atractivas para el consumidor, que permiten una mayor aceptabilidad, a pesar de ser un alimento con alto contenido de lípidos y azúcares. Michner y Rozin realizaron un experimento en el cual se aislaron los efectos sensoriales de los efectos farmacológicos, utilizando como muestras chocolate blanco y leche con chocolate; encontrándose que si hay efectos debido al aroma del chocolate y también se presentaron efectos farmacológicos debido a la activación por compuestos presentes en el chocolate.

El chocolate contiene algunos agentes farmacológicos los cuales confieren sensaciones fisiológicas y psicológicas. Dentro de los agentes farmacológicos observados se encuentran varias aminas biogénicas endógenas como la tiramina y feniletilamina, estas aminas funcionan como neuromoduladores del cerebro y estructuralmente y farmacológicamente son similares a las catecolaminas y anfetaminas.

Otro grupo de compuestos presentes en el chocolate son los alcaloides metilxantinas, más prominentemente la cafeína y theobromina.



El chocolate posee un alto valor nutricional debido a la alta concentración presente de magnesio, al igual que azúcares y lípidos presentes que ayudan al incremento de la síntesis de la serotonina.

Los cambios en los niveles de estrógenos y progesterona están relacionados con los neurotransmisores los cuales se deben al almacenamiento de lípidos, al apetito y posiblemente al periodo premenstrual lo cual podría verse afectado por la ingesta de chocolate.

Las fluctuaciones de péptidos en el cerebro tales como galanina y neuropéptido y pueden ser reguladas por la presencia de carbohidratos y lípidos los cuales se encuentran presentes en el chocolate.

Como podemos observar el chocolate posee diversas características funcionales que lo hacen atractivo para usos no solo como alimento sino también por sus funciones farmacológicas.

Debido a la importancia que ha adquirido el chocolate dentro de la alimentación mundial, se ha podido observar que es uno de los alimentos que cuentan con un amplio estudio no solo sensorial sino instrumental y fisicoquímico; por lo que no se debe perder de vista que ha sido una de las grandes aportaciones de la alimentación precolombina mexicana al mundo, y que en México se deben hacer más esfuerzos para evaluar y caracterizar el chocolate que se produce actualmente (Bruinsma, et. al., 1999).

## **2.5 DULCES DE LECHE**

### **2.5.1 HISTORIA DE LOS DULCES DE LECHE**



La fabricación del dulce de leche consiste en concentrar la leche con azúcar y sustancias coadyuvantes, por el calor y a la presión atmosférica ambiental.

Es muy apreciado en todo el continente latinoamericano y en muchas zonas de México, en el hogar se fabrica en grandes cantidades. Es especialmente aceptado en grandes áreas de mercado el dulce de leche de cabra que, en realidad, tiene cualidades organolépticas propias.

Desde el punto de vista químico, el color del dulce de leche se produce por diferentes tipos de reacciones que ocurren durante el proceso de elaboración, debido a las condiciones de pH y temperatura en que éste se desarrolla. Las reacciones de Maillard, caramelización y oxidación influyen sobre el producto final (Ruíz et al., 1983; Pauletti et al., 1996; Keating y Gaona, 1999).



## 2.5.2 GENERALIDADES DE LOS DULCES DE LECHE

### Uso de $\beta$ -galactosidasa o lactasa

Se puede utilizar para hidrolizar la lactosa a glucosa y galactosa.

La ventaja de esto es que se evita la cristalización de la lactosa responsable del defecto llamado cristalización o arenosidad.

Tanto la glucosa como la galactosa son más solubles que la lactosa. Además aumenta el dulzor como consecuencia de que dicha mezcla, es de dos a tres veces más dulce que la lactosa (Corradini y Peleg, 1999).

### *Reacciones de Maillard*

Las reacciones de Maillard, que se producen entre las proteínas de la leche y algunos azúcares (lactosa, glucosa y galactosa), son las responsables del color y sabor característico del dulce de leche. El calentamiento y el aumento del pH (por adición de bicarbonato de sodio u otro neutralizante) favorecen y aceleran estas reacciones.

La adición del bicarbonato de sodio, cumple una doble función:





- Neutraliza la leche para que no se corte al concentrarla.
- Favorece la reacción de Maillard, encargada de incrementar el color pardo (que ya posee en parte por la caramelización de la sacarosa). Esta reacción consiste en una combinación y polimerización entre la caseína y la lactoalbúmina con azúcares reductores (Ruíz et al., 1983; Belitz, 1997).

### **2.5.3 CLASIFICACIÓN DE LOS DULCES DE LECHE**

Productos de humedad baja (< de 12 %): chiclosos, jamoncillos, etc.

Productos de humedad intermedia (12-20%) que se procesan mediante evaporación: glorias, cajeta, obleas con cajeta, etc.

Productos de humedad alta (> de 20%) procesados por coagulación, aireación y procesos enzimáticos: flanes, gelatinas, chongos, mousse, arroz con leche, etc. (NOM-185-SSA1-2002).

#### **CAJETA**

Es el producto elaborado con leche de cabra o vaca o la mezcla de éstas, adicionada de azúcares, aditivos e ingredientes permitidos por la Secretaría de Salud, procesado en caliente



hasta obtener la viscosidad y color necesario que caracteriza al producto.

En México se encuentran 3 variedades de cajeta:

- Cajeta quemada (es la presentación natural de este dulce).
- Envinada (bajo contenido de alcohol en su preparación, sabor envinado).
- Cajeta de vainilla (incluye vainilla en su preparación) (NMX-F-480-1985).

### *JAMONCILLO*

Producto elaborado a base de leche, canela y azúcar moreno, por medio de cocción se reduce su volumen hasta formar una pasta, se puede agregar otros ingredientes como nuez o frutas secas. Características sensoriales: color miel a café claro, sabor dulce a leche (Corradini y Peleg, 1999).

## **2.5.4 VALOR NUTRIMENTAL DE LOS DULCES DE LECHE**

Tabla 10. Valor nutrimental de dulces de de leche.



## II ANTECEDENTES - DULCES DE LECHE

Contenido en 100 g de porción comestible	Dulce de leche de cabra con nuez "Glorias" <sup>1</sup>	Dulce de leche de vaca "Glorias del Valle" <sup>1</sup>	Cajeta de leche de vaca "La Hacienda" <sup>1</sup>	Chongos zamoranos enlatados "La Herradura" <sup>1</sup>
Energía kcal	415.0	457.0	314.2	192.0
Humedad (g)	13.0	11.69	26.2	54.9
Cenizas (g)	2.0	1.34	1.5	1.0
Proteína bruta (g)	9.1	13.69	5.6	4.4
Carbohidratos (g)	58.3	49.96	61.7	35.1
Lípidos (g)	16.2	22.54	5.0	4.2
Fibra bruta (g)	-	0.78	-	-
Ca (mg)	108.0	-	-	-
Fe (mg)	<0.02	-	-	-
Na (mg)	173.0	176.4	158.14	-

<sup>1</sup> Tablas de composición de alimentos mexicanos del INSZ (2000)



### 2.5.5 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS DULCES DE LECHE

Tabla 11. Estudios de la evaluación sensorial de los dulces de leche.

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Influencia de los sólidos solubles, de la acidez y del azúcar sobre el color del dulce de leche.	METODOLOGÍA ANALÍTICA Evaluación del color ( Sistema Hunter)	Pauletti, et al, 1996.

NOTA: Los dulces de leche son productos de alto consumo a lo largo de todo México en sus distintas formas de comercialización. La forma de preparación de estos dulces les permite poseer características nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales que los hacen más atractivos al consumidor. En distintos países se reconoce la calidad de los dulces de leche que se elaboran en nuestro país, por tanto es importante realizar estudios con mayor profundidad sobre sus propiedades y características que permitan estandarizar la calidad de los productos.



En algunos estudios referentes a las características de los dulces de leche se menciona la influencia de las variables (concentración de los sólidos solubles del producto final, acidez de la mezcla y la concentración de sacarosa inicial sobre el color del dulce de leche) con lo cual se podrá controlar el proceso. Las muestras utilizadas presentaron las siguientes características: concentración de sólidos solubles (65-75%), acidez inicial de la mezcla (0.04-0.12%), ácido láctico (4-12 °D), concentración inicial de sacarosa (16-24%) respecto a la leche empleada. Se colocó en agitación los ingrediente, ajustando los °D con  $\text{Ca(OH)}_2$  p. a., se lleva acabo una evaporación a presión atmosférica hasta alcanzar los sólidos solubles establecidos. Se evaluaron sensorialmente las muestras mediante 18 experimentos correspondientes a dos repeticiones del diseño.

En los resultados se obtuvo un valor medio para el atributo de color  $L = 43.37$  correspondiente a todas las mediciones realizadas, valor superior a la media de los dulces comerciales, esto debido al tiempo de cocción. Los resultados del análisis factorial indican que el color del dulce de leche se tornó más oscuro (menor valor L) a medida que se incrementó la concentración del producto final, disminuyendo la acidez de la



mezcla inicial y aumenta la proporción de sacarosa utilizada. La luminosidad del color (L) presenta diferente sensibilidad a la variación de la concentración del producto. El valor de L resultó menor en el producto elaborado con menor acidez de la mezcla inicial, manteniendo el resto de las variables, este resultado se pudo deber al enmascaramiento del efecto del incremento de sólidos solubles (Pauletti et al, 1996).

## **2.6 NOPAL**

### **2.6.1 HISTORIA DEL NOPAL**

El nopal fundador “*nochtli*”, según la leyenda mexicana se originó del corazón de Copil, ya que Hutzilopochtli mando que le fuera sacado el corazón y arrojado, al caer sobre una piedra se formó un hermoso tunal sobre el cual se posó un águila.

Don Fernando Benítez narra que en 1325, los aztecas entendieron que la profecía del dios Colibrí se había cumplido asentando su ciudad de nombre Tenochtitlán, “nopal sobre la piedra”.

Los españoles diseminaron el nopal en América, España, Francia e Italia; los moros los llevaron al norte de África y los portugueses lo introdujeron a Brasil, Angola e India (Granados y Castañeda, 1991).



Fray Bernardino de Sahagún lo describe como legendario y monstruoso. Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés relata en 1535 como los pobladores se alimentaban con las tunas (Velásquez, 1998).

Francisco Hernández indica algunas de las características fenotípicas del nopal en cuanto a color de flor y de fruto. Fray Joseph Acosta menciona al nopal como un árbol áspero y feo.

Granados y Castañeda definía dos grupos:

*cómitl*: incluye los cactus provistos de tallos esferoides.

*nochtli*: conformados por los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, integrados por especies de tallos articulados, discordes y aplanados (Granados y Castañeda, 1991; Velásquez, 1998).

## 2.6.2 GENERALIDADES DEL NOPAL

### *Orígen de la palabra nopal*

Los nahuas lo llamaban *nopalli* (nopal) y *nochtli* se llamaba a la tuna (amarilla, moradas, blancas o rosada) (Granados y Castañeda, 1991).

### *Zonas productoras de nopal*

Querétaro, Puebla y Oaxaca (nopal de porte alto).



Zacatecas, Aguas Calientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, Baja California, Sonora, Coahuila, Chihuahua (nopal rastrero).

Hidalgo, Michoacán, Guerrero, parte del norte de la península de Yucatán.

Distrito Federal, Milpa Alta, Xochimilco y Texcoco (Rodríguez, 1983; Granados y Castañeda, 1991; Velásquez, 1998).

#### *Usos del nopal*

El jugo de nopal se emplea como antiinflamatorio, analgésico, diurético, antiespasmódico, disminuye o regula los triglicéridos, glucemia, colesterol y peso corporal. El nopal se utiliza en productos cosméticos, jabones y tintes para el cabello. El nopal triturado funciona como abono que impide la formación de mala hierba. El mucílago contiene pectina, agua, sales minerales como potasio, magnesio y calcio, el mucílago se utiliza en la fabricación de anticorrosivos, pegamentos y adhesivos. Los campesinos consumen nopal como alimento, pero también se obtiene forraje de sus tunas y pencas, leña de sus tallos y colorante derivado de la grana cochinilla (Granados y Castañeda, 1991; Velásquez, 1998).





### 2.6.3. VALOR NUTRIMENTAL DEL NOPAL

El valor nutricional del nopal, por cada 100 gramos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. Valor nutrimental del nopal.

Contenido en 100 g de porción comestible	Nopal <sup>1</sup>	Nopal (Opuntia sp.) crudo del D.F. <sup>2</sup>	Nopal forrajero de Sonora <sup>2</sup>	Nopal tunero de Sonora <sup>2</sup>	Nopal verdura de Sonora <sup>2</sup>
Energía kcal		27.0	22.0	19.0	21.0
Humedad (g)		90.1	91.5	92.0	91.7
Cenizas (g)		1.2	1.21	1.2	1.4
Proteína bruta (g)	1.3	2.0	1.02	1.26	1.02
Carbohidratos (g)	2.9	5.59	4.94	4.21	4.61
Lípidos (g)	0.1	0.32	0.23	0.08	0.19
Vitamina A (mg)			29.8	18.4	38.14
Vitamina C (mg)	15.9				
Vitamina B2 (mg)	0.04				
Vitamina B (mg)	0.003				
Calcio (mg)	20.4	81.0			
Fósforo (mg)	17	20.0			
Hierro (mg)	2.6	2.34			
Fibra bruta (g)	Relación 30:70 de fibra soluble - insoluble	0.79	1.1	1.14	1.15

<sup>1</sup>Velásquez, 1998



## II ANTECEDENTES - NOPAL

<sup>2</sup> Tablas de composición de alimentos mexicanos del INSZ (2000)



## 2.6.4 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL NOPAL

Tabla I3. Estudios realizados en la evaluación sensorial del nopal.

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Sensory characterization of nopalitos (Opuntia spp.)	METODOLOGÍA SENSORIAL ANALÍTICA Prueba discriminativa (Triangular)  QDA	Ruiz, et al., 2005.

NOTA: Se ha observado por distintos estudios realizados al nopal que este alimento típico que caracteriza y da identidad a México posee diversas propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales que permiten su uso y explotación en diversas áreas, no solo en la alimentaría. El nopal ha demostrado ser un producto de alta calidad y bajo costo que podría incrementar su productividad al conocerse específicamente sus propiedades,



por tanto es de suma importancia conocer los estudios realizados que permitan definir a este alimento. En la parte sensorial no se encontraron estudios suficientes que ayuden a definir a este alimento altamente consumido no solo en nuestro país, allí radica la importancia de implementar nuevas y mejores metodologías sensoriales que permitan evaluar a este producto.



La evaluación sensorial es una parte fundamental para poder definir otras propiedades del nopal por tanto, es importante considerar los estudios realizados en la caracterización sensorial de este alimento tradicional mexicano, donde se tiene como objetivo desarrollar un lenguaje que ayude a evaluar los atributos sensoriales de las diferentes variedades de nopal.

Para desarrollar las pruebas se utilizó: cuatro variedades de nopalitos (*Opuntia* spp.) de las diferentes regiones de México cultivadas en Chapingo “La Nopalera”, (*Opuntia ficus indica* de Milpa Alta, *Opuntia ficus indica* de Atlixco, *Opuntia robusta* de Larreguin y *Opuntia ficus* de Copena V-I), estas variedades fueron escogidas debido a su mayor importancia comercial.

Los 5 panelistas eran jueces entrenados en QDA de diferentes alimentos.

En las metodologías implementadas se llevó a cabo los siguientes estudios:

En la prueba discriminativa: se realizaron pruebas triangulares utilizando las 4 variedades de nopalitos antes mencionadas, donde el juez determinó la diferencia sensorialmente perceptible entre las muestras.

QDA: esta prueba se realizó en 2 etapas.



1ª etapa. Desarrollo de lenguaje: se generaron y definieron diferentes descriptores de atributos utilizando el nopal para obtener un lenguaje adecuado

2ª etapa. Evaluación de las muestras: se seleccionaron referencias físicas por atributo e intensidad de cada atributo antes de proceder a evaluar.

Finalmente se evaluaron diferentes atributos utilizando 3 muestras en cada sesión. (3 variedades x 3 repeticiones x 5 panelistas).

En los resultados obtenidos mediante la prueba triangular se determinó que 3 jueces diferenciaron correctamente las muestras y 2 de ellos con poco entrenamiento lograrían evaluar correctamente.

QDA 1ª etapa: se logró obtener y definir diferentes descriptores para desarrollar un lenguaje sensorial correcto, así como plantear técnicas de evaluación adecuadas para el nopal. Tabla 14.

2ª etapa: se observaron diferencias significativas en los atributos de apariencia (luminosidad) y textura (masticabilidad).



Los descriptores desarrollados y definidos son de importancia para poder realizar una adecuada caracterización de las diferentes variedades de los nopalitos (verdura tradicional mexicana).

El análisis de componentes principales (PCA) se realizó en las muestras para obtener una apreciación global de los resultados principales del experimento.

El análisis en datos revela que todos los asesores tenían un reproducibilidad individuales adecuada ( $p > 0.05$ ) para cada atributo, por consiguiente los panelistas presentan un nivel bueno de consistencia en su evaluación (Ruiz, et al., 2005).



Tabla 14. Atributos sensoriales, definiciones, referencias y técnicas de evaluación elegidas.

Atributos	Definición	Referencia	Valor	Técnica de evaluación
Olor Verdura hervida	El olor característico de guisantes hervidos	Guisantes hervidos durante 20'	8	Tome el nopalito en una cuchara y huela dos veces fuertemente.
Apariencia Luminancia	El grado de luminosidad u oscuridad de un color en una escala que va de negro a blanco. Así, se mide la intensidad del color verde del nopalito hervido.	-	-	Tome el nopalito y póngalo en una superficie blanca. Evalúe su luminancia bajo una luz blanca.
Textura -Dureza	-Fuerza requerida para comprimir el nopal entre los molares.	Queso Panela marca "Villita"	6	-Tome el nopalito y muérdalo con intensidad. Evalúe la fuerza requerida.
-Masticabilidad	-Número de masticaciones necesarias para reducir el nopal a un estado listo para tragar.	Queso marca "la Canasta" Manzana Golden	12 12	
Gusto básico (ácido)	Utilizar soluciones acuosas (ácido cítrico) que ayuden a describir el gusto básico.	solución cítrica 0.10%	8	Tome el nopalito en una cuchara y deguste.





## **2.7 QUESO COTIJA**

### **2.7.1 HISTORIA DEL QUESO COTIJA**

Las variedades más populares de queso hispano son los quesos frescos y blancos. Generalmente se elaboran por artesanos locales y por tanto su vida de anaquel es menor de una semana. Hoy en día se usan buenas técnicas de higiene que con la ayuda de la refrigeración aumenta la vida de anaquel hasta 90 días.

Tradicionalmente el queso Cotija era salado, de sabor fuerte y se dejaba madurar, se utiliza en platillos de forma desmenuzada (Chavolla, 1945).

### **2.7.2 GENERALIDADES DEL QUESO COTIJA**

El queso Cotija Región de Origen deberá de cumplir con tres tipos de control para la comercialización de cada pieza de queso: identidad del producto, código de identidad del productor que indique la vigencia del usuario de la marca y verificación de la calidad (Chavolla, 1945).



### **2.7.3 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL QUESO COTIJA**

*Región de Origen.*- El queso Cotija deberá tener un mínimo de tres meses de vida dentro del área geográfica que protege esta marca, considerando el inicio de su vida a partir del retiro de la prensa. Mantendrá su presentación tradicional cilíndrica, cuyas dimensiones en promedio son: 40 cm. de diámetro y 18 cm. de altura, con peso de alrededor de 20 Kg.; correspondiente al tamaño.

El queso Cotija región de origen podrá subclasificarse comercialmente por su tiempo de añejamiento y por su consistencia:

*Por su tiempo de añejamiento, afinado o maduración se subclasificará:*

- a) Añejo, cuando un queso tenga de tres a seis meses de vida.
- b) Rendido, cuando el queso tenga más de seis meses de vida.



*Por su consistencia y características al corte, el productor lo podrá sub clasificar como:*

- a) De tajo, aquel que al corte no se desmorona, las paredes del corte se mantienen en su posición, debido a su menor contenido de sal y mayor contenido de grasa sobre el total de la materia seca.
- b) De grano, se desmorona al corte, por su mayor contenido de sal y mayor contenido de materia seca.
- c) De medio tajo o medio grano, condición intermedia entre tajo y grano.

El productor podrá subclasificar adicionalmente su queso por el nombre de su rancho el de su familia, o cualquier otro signo distintivo (Chavolla, 1945).

#### 2.7.4 VALOR NUTRIMENTAL DEL QUESO COTIJA

Tabla 15. Valor nutrimental del queso Cotija.

Contenido en 100 g de porción comestible	Queso cotija Sta. María <sup>1</sup>	Queso cotija Excelsior <sup>1</sup>	Queso cotija Tinaja <sup>2</sup>	Queso cotija Sta. Ma. Del Oro <sup>2</sup>	Queso cotija <sup>2</sup>
Energía kcal	421.0	365.0			



Humedad (g)	36.2	37.7	28.1	32.9	30.9
Lípidos (g)	40.3	28.8	33.0	34.8	25.6
Cenizas (g)	7.4	7.0	6.4	5.7	7.3
Proteína bruta (g)	11.7	24.0	28.5	25.1	31.6
Carbohidratos (g)	4.4	2.5	3.9	1.4	4.5
Na (mg)		404.13			
pH			5.8	5.9	6.2

<sup>1</sup> Tablas de composición de alimentos mexicanos de INSZ (2000)

<sup>2</sup> Hernández, 2006

## 2.7.5 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL QUESO COTIJA



NOTA: A lo largo de la República Mexicana se elabora una gran cantidad de quesos que permitan identificar a las regiones donde se elaboran, en la mayoría de los casos se elaboran quesos frescos de alto consumo, sin embargo en este caso nos interesa el estudio del queso Cotija ya que no es un alimento del cual se tengan datos que permitan definir desde sus propiedades hasta su calidad. No se encontraron estudios sensoriales que permitan conocer el perfil sensorial de este alimento por tanto es recomendable seguir implementado nuevas metodologías que logren definirlo.

## **2.8 TEPACHE**

### **2.8.1 HISTORIA DEL TEPACHE**

#### *El tepache en nuestro país*

Aunque el tepache es muy conocido en todo nuestro país, no hay datos fidedignos acerca de su origen. En la actualidad esta bebida se prepara generalmente por la fermentación de pulpa de diversas frutas, principalmente piña, aunque en algunas comunidades indígenas aún se mantiene la costumbre de elaborarla con maíz, variante que no ha sido estudiada profundamente.



Dependiendo del tiempo que se deje fermentar y la cantidad de dulce adicionado será el grado de alcohol, aunque normalmente no se consume como bebida embriagante, sino como bebida refrescante (Moreno, et al., 2001).

## **2.8.2 GENERALIDADES DEL TEPACHE**

### *Origen de la palabra tepache*

Tepache se deriva del náhuatl “tepaitl” o “tepitl”, cierto tipo de maíz y era una bebida fermentada de ese grano. Actualmente, el tepache tradicional se prepara con fermento de frutas como la piña, tamarindo, manzana o naranja y la adición de piloncillo (Moreno, et al., 2001).

### *Lugar de producción de tepache*

Oaxaca, Guerrero, Puebla, Sonora y Veracruz (Moreno, et al., 2001).



### 2.8.3 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TEPACHE

Tabla I6. Estudios realizados en la evaluación sensorial del tepache.

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Consumer Awareness of the Main Sensory Attributes of Tepache, a Traditional Fermented Fruit Beverage	METODOLOGÍA SENSORIAL AFECTIVA Prueba de nivel de aceptación	Moreno-Terrazas, et al., 2001.
NOTA: En México se elaboran distintas bebidas que son características de las diversas regiones y climas de nuestro país, sin embargo desde tiempos ancestrales se consume en nuestro país la bebida llamada tepache. En la actualidad a disminuido considerablemente la comercialización del tepache esto talvez debido a que no se conocen sus propiedades nutricionales, sensoriales y fisicoquímicas que dan calidad a este producto, por		

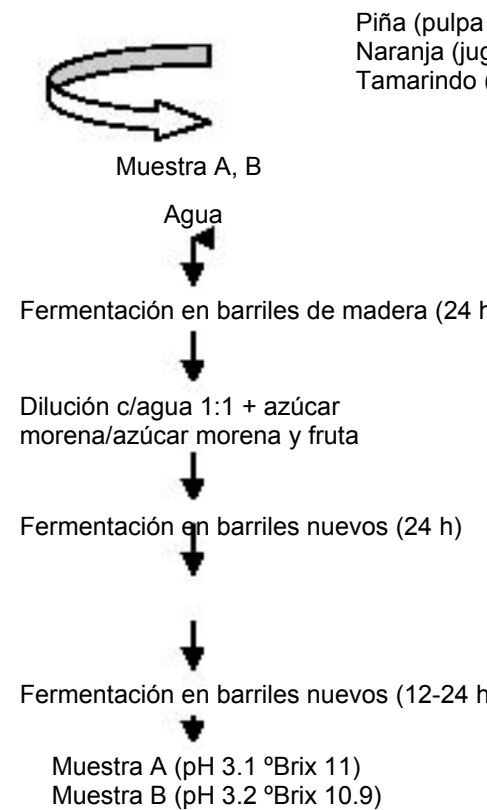


ello resulta importante la realización de nuevos estudios que permitan definir a esta bebida con la finalidad de darla a conocer y aumentar su comercialización ya que es un producto que ha dado identidad a nuestro país desde tiempos remotos.





Son pocos los estudios fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales realizados a la bebida tradicional mexicana denominada tepache, por tanto es de suma importancia mencionar estudios en los cuales se evaluaron diversos atributos sensoriales de 4 muestras (A, B, C y D) de tepache (bebida obtenida por fermentación de frutas) procedentes de diferentes orígenes y obtenidas por fermentación.



En cada sesión se realizaron pruebas pareadas (AB, AC, AD, BC, BD, CD). Al evaluar las primeras muestras se le preguntaba al consumidor el nivel de aceptación, por tanto se utilizó una escala



hedónica de 9 puntos donde 9= me gusta mucho, 1= me disgusta mucho. Se evaluaron los atributos de apariencia, consistencia, olor, sabor, dulzor/acidez, utilizando una escala hedónica donde: 4= me gusta mucho, 1= me disgusta.

Finalmente se evaluó en forma global las muestras utilizando una escala hedónica donde 10= excelente y 0= totalmente inaceptable.

En los resultados obtenidos se determinó que relativamente no habían diferencias significativas entre muestras y entre jueces ( $p < 0.05$ ).

Los atributos apariencia, consistencia, olor, sabor, dulzor/ acidez permanecieron en una escala de 2-4 en una escala de 0-10, la intensidad de sabor y olor se evaluaron con calificación 4 aprox., apariencia, consistencia, dulzor / acidez se calificaron con 2 aprox., para las muestras A, B, C y D. La prueba LSD indicó que las muestras A y B presentan un sabor más fuerte que las muestras C y D. Los consumidores determinaron que la muestra D es más ligera y refrescante, con un adecuado grado de fermentación, las muestras A y B fueron descritas como muestras dulces, con fuerte olor y un alto grado de fermentación. La muestra A se considera agradable, mientras que la muestra B no.



La muestra C se considera ligera, dulce y diferente al sabor típico del tepache.

El PCA mostró que los atributos sensoriales de apariencia, olor, sabor, primera impresión y el gusto global estuvieron altamente correlacionados, la intensidad de sabor resultó significativamente diferente en todas las pruebas pareadas. En el análisis de preferencia se encontró que no hay diferencia significativa entre los pares A-B y B-D mientras que A fue preferido en comparación con C, D fue preferido contra A, B fue preferido sobre C y D fue preferido sobre C. Se encontró correlación entre la aceptación global de las muestras B, C y D (Moreno, et al., 2001).

## **2.9 TEQUILA**

### **2.9.1 HISTORIA DEL TEQUILA**

Dentro de las primeras menciones que se tienen del agave, en el códice "*Tonauhatl Nahuatl*" de los mexicas, "*Mextli*" es mostrado como uno de sus dioses importantes, significando *ombligo de agave* ("*Metl*" que significa Agave o mezcal y "*Xitl*" ombligo).

En 1541 Fray Toribio de Benavente (Motolinia) en su "*Historia de las Indias*" relata como ciertas pencas de maguey eran comestibles asadas.



En 1579 en la “*Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España*” de Bernal Díaz del Castillo se menciona que “los indios comían con gran gusto las pencas de maguey que fueran cocidas” (Rico, 1995,1996; Garduño, 1996; Gutiérrez, 2001; Muría, 2003).

En 1612 Domingo Lázaro de Arregui, describe el empleo del agave como alimento y su importancia para la obtención de una bebida alcohólica.

En 1750 comenzó en Amantitlán Jalisco la fabricación industrial de la bebida “vino mezcal” en una hacienda llamada Cuisillos.

En 1758 por orden del corregidor de Nueva Galicia, se le concede a José Antonio Cuervo, en la finca de Villaslada en Jalisco, tierras para la recolección del agave azul y el procesamiento del Tequila.

El 3 de mayo de 1785 por orden del Virrey Don Macías de Gálvez y Aranjuez, se prohibió la fabricación y venta de bebidas embriagantes de México (Rico, 1995,1996; Garduño, 1996; Gutiérrez, 2001; Muría, 2003).

En 1795 José María Guadalupe Cuervo, recibió del rey de España Carlos IV, la 1ª concesión para cultivar agave azul.

El inicio del siglo XIX, marca el punto de partida de varias casas tequileras, las cuales hasta la fecha han perdurado llevando el



nombre y apellido de sus fundadores y cuyas destilerías aún conservan el nombre con que fueron bautizadas como: La Rojeña (manejada por José María Cuervo), La Hacienda de San José del Refugio, La Antigua Cruz (de José María Castañeda) que a su vez fue adquirida por Cenobio Sauza en el año de 1873 cambiando el nombre a “La Perseverancia” (Rico, 1995,1996; Garduño, 1996; Gutiérrez, 2001; Muría, 2003 ).

En 1887 Lázaro Pérez escribió el primer ensayo sobre el cultivo del mezcal tequilero y aguardiente de agave, menciona que este aguardiente se denomina “vino-mezcal”, “vino-tequila” o “Tequila”. El “*Agave tequilana Weber var. azul*” (nombre científico dado por el botánico alemán Franz Weber, quién estudió las variedades del agave y entre 1902 – 1903 y se llama así por la región donde comenzó a producirse hace 400 años (López, 2001; Rico, 1996).

En 1889 la fabricación de tequila llegó a ser una de las principales industrias de Jalisco teniendo, 39 fábricas, 18 de las cuales estaban localizadas en la villa de Tequila y sus alrededores, donde la mayor parte de los nombres de las fábricas hoy en día se conocen como los de más tradición: Flores, Rosales, Martínez, Orendáin, Romero, Sauza y Ontiveros. Al final del siglo XIX, la expansión de la industria del Tequila aumentó, pero al exportar



las primeras barricas a los Estados Unidos, el Tequila fue conocido más allá de las fronteras de México (Garduño, 1996; Rico, 1996).

## 2.9.2 GENERALIDADES DEL TEQUILA

### *Origen de la palabra Tequila*

La palabra “*Tequila*” viene del vocablo náhuatl “*tequititlam*”, traducido como “*lugar donde son abundantes los atributos*” o a su vez este vocablo, dividirlo en “*tequita*” con significado “*trabajo*” o “*empleo*” y “*tlan*” con significado “*lugar*” .

### *Zona protegida por la denominación de origen “Tequila”*

Jalisco

Tamaulipas

Guanajuato

Nayarit

Michoacán

(Ramírez, 2002).



### **2.9.3 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL TEQUILA**

#### *Definición del tequila*

Bebida alcohólica regional obtenida por destilación de mostos, preparados directa y originalmente del material extraído, en las instalaciones de la fábrica de un productor autorizado la cual debe estar ubicada en el territorio comprendido en la declaración, derivados de las cabezas de *Agave tequilana weber variedad azul*, previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas, y sometidos a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no, siendo susceptibles los mostos de ser enriquecidos y mezclados conjuntamente en la formulación con otros azúcares hasta en una proporción no mayor de 49% de azúcares reductores totales expresados en unidades de masa, en la inteligencia que no están



permitidas las mezclas en frío. El Tequila es un líquido que, de acuerdo a su clase, es incoloro o coloreado cuando es madurado o cuando es abocado sin madurarlo (NOM-006-SCFI-2005).

Tabla17. Clasificación del tequila.

Clasificación de acuerdo al proceso de destilación y rectificación	Clasificación usada en el Mercado internacional
Tequila blanco o plata	Tequila Silver
Tequila joven u oro	Tequila Gold
Tequila reposado	Tequila Aged
Tequila añejo	Tequila Extra - Aged
Tequila extra añejo	Tequila Ultra - Aged

(NOM-006-SCFI-2005)

### *Tipos de Tequila*

*Tequila blanco.*- Es el que se obtiene después de la destilación. Pasa a las embotelladoras casi inmediatamente, es decir que solo está en barricas de encino unas horas o días por lo cual su sabor no varía. De allí pasa a los tanques surtidores de las máquinas embotelladoras. Allí se les hace nuevamente un proceso de filtrado y homogeneizado. En las botellas tiene una graduación de 38 ° GL hasta 46 ° GL (NOM-006-SCFI-2005).





*Tequila joven u oro.*- Es el que reposa menos de 60 días en barricas de encino o roble. A veces es incoloro, pero frecuentemente es de un color dorado o ámbar. Su graduación es de 38° a 40 °GL. Producto susceptible de ser abocado. El resultado de las mezclas de tequila blanco con tequilas reposados y/o añejos se considera como tequila joven u oro (NOM-006-SCFI-2005).

*Tequila reposado.*- producto susceptible de ser abocado, es el que permanece por un lapso mínimo de dos meses hasta menos de un año en barricas de encino o roble blanco. Es más suave que el blanco, tiene un color natural dorado tenue hasta un ámbar claro, y su sabor tiene un dejo a madera. Su graduación es de 38 ° GL. En mezclas de diferentes tequilas reposados, la edad para el tequila resultante es el promedio ponderado de las edades y volúmenes de sus componentes (NOM-006-SCFI-2005).

*Tequila añejo.*- producto susceptible de ser abocado, se madura un año por lo menos en barricas de roble blanco, nuevas o de



segundo uso, cuya capacidad máxima sea de 600 litros. Se añeja varios años (hasta 10). Su graduación alcohólica es de 38 a 40 °GL. Es el más sofisticado y refinado de todos. Su color va de un dorado fuerte a un ámbar oscuro. Su sabor esta fuertemente impregnado con la madera (NOM-006-SCFI-2005).

### *Tequila extra añejo*

Producto susceptible de ser abocado, sujeto a un proceso de maduración de por lo menos 3 años, sin especificar el tiempo de maduración en la etiqueta, en contacto directo con la madera de roble o encino, cuya capacidad máxima sea de 600 litros, su contenido alcohólico comercial debe, en su caso, ajustarse con agua de dilución (NOM-006-SCFI-2005).

### *“Tequila 100% de agave” o “Tequila 100% puro de agave”.*

Producto que se obtiene de la destilación y rectificación de mostos, preparados directa y originalmente del material extraído, dentro de las instalaciones de la fábrica, derivado de la molienda de las cabezas maduras de agave, previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas, y sometidos a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no. Para ser considerado como “Tequila



100% de agave” o “Tequila 100% puro de agave”, debe ser embotellado en la planta de envasado que controle el propio fabricante, misma que debe estar ubicada dentro de la zona de denominación de origen (NOM-006-SCFI-2005).

#### 2.9.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL TEQUILA

Tabla 18. Especificaciones de componentes presentes en los tequilas de acuerdo a la norma.

Contenido	Cantidad
Contenido alcohólico a 20°C	35-55 %Alc. Vol
Extracto seco	1-5 g/l excepto tequila blanco 0-0.3 g/l
Contenido alcoholes superiores	20-500 mg/100 ml de alcohol anhidro
Contenido de metanol	30-300 mg/100 ml de alcohol anhidro
Aldehídos	0-40 mg/100 ml de alcohol anhidro
Furfural	0-4 mg/100 ml de alcohol anhidro
Esteres	Tequila blanco y joven 2-200 mg/100ml de alcohol anhidro Otros tequila 2-250 mg/100 ml de alcohol anhidro

(NOM-006-SCFI-2005)

Se encontraron otros componentes del tequila como: alcoholes, ésteres, aldehídos, cetonas, compuestos azufrados y ácidos orgánicos. Los compuestos químicos más comunes son los siguientes: 1-propanol, 3-metil-1-butanol, 2-metil-butanol, 2-



metilpropanol, etilacetato, etanol, etil-hexanoato, metil-octanoato, metil-dodecanoato, butil-decanoato, etil-dodecanoato, 3-metil-butyl-decanoato, etil-tetradecanoato, 2-fenil-etil-octanoato, 3-hexanona y etil-hexadecanoato; en donde los cinco primeros compuestos se reportan como los principales generadores del aroma a tequila (Benn y Peppard,1996; Covarrubias, 2000; Ramírez, 2002; NOM-006-SCFI-2005).



## 2.9.5 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TEQUILA

Tabla 19. Estudios realizados en la evaluación sensorial del tequila.

TÍTULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Tequila	METODOLOGÍA SENSORIAL ANALÍTICA Umbral absoluto de identificación o de detección	Bartsch y Thomas.
Characterization of Tequila Flavor by Instrumental and Sensory Analysis	METODOLOGÍA ANALÍTICA Cromatografía de gases, espectrometría de masas, etc.  METODOLOGÍA SENSORIAL AFECTIVA Prueba de preferencia.	Been y Peppard, 1996.
Una sinfonía de aromas	METODOLOGÍA ANALÍTICA Cromatografía de gases acoplada a un olfatómetro	López, 2001.
Desarrollo del perfil de sabor del tequila	QDA	Franco y García, 1997.
NOTA: es una bebida reconocida a nivel mundial por tanto se encuentran estudios analíticos y sensoriales que demuestran su calidad la cual da identidad a nuestro país. Sin embargo en un mundo competitivo es importante satisfacer las expectativas del consumidor, por ello es importante realizar múltiples estudios que den a conocer todas sus virtudes.		



Al tequila se le considera un producto con denominación de origen muy importante a nivel mundial debido a sus atributos sensoriales, los cuales lo definen como un producto de calidad e identidad característica de México, por tanto es importante mencionar los estudios que relacionan la evaluación sensorial con las metodologías analíticas que permiten dar un perfil mas completo de esta bebida tradicional mexicana. En estos estudios se utilizaron muestras de tequila compradas en una licorería local. En las metodologías analíticas el tequila y extracto de tequila se analizaron mediante cromatografía de gases combinado con métodos de detección: espectrometría de masas (MS), detección por ionización de flama (FID), detección por sulfuro quimioluminiscencia (SCD) y simultáneamente (FID – análisis por dilución del extracto del aroma).

La evaluación sensorial se realizó por métodos descriptivos, cada atributo se evaluó en una escala de 0-7 donde 0= nada, 3= ligero, 5= moderado y 7= fuerte, se utilizó como referencia alcohol natural en agua al 25 %, aceite de fusel de vino puro en agua al 0.002%, Bacardi reserva de oro, whiskey, vainilla al 0.4%, frutas secas, chocolate, azúcar en agua al 12%, cis-3-hexenol en agua al 0.002%, cereal, crema, extracto de roble.



Los resultados identificaron más de 175 componentes por CG-FID, más de 60 aromas fueron detectados y por lo menos 30 de ellos pueden correlacionarse con los encontrados por CG. Se determinaron 5 componentes como los responsables de proporcionar un alto poder aromático del tequila; estos fueron isovaleraldehído, alcohol isoamílico,  $\beta$ -damascenona, 2-feniletanol y vainillina (Been y Peppard, 1996).

Otros autores mencionan la importancia del aroma en la evaluación sensorial del tequila mediante la identificación de componentes presentes en la muestra como lo es la nota a frutas, vainilla, fusel, floral, whisky entre otros. Determina que se han encontrado compuestos volátiles como ésteres, alcoholes, acetales, aldehídos, fenoles, cetonas, furanos, entre otros. Menciona la presencia de compuestos que contribuyen significativamente al aroma como lo son el isovaleraldehído, alcoholisoamílico, vainillina, entre otros (Bartsch y Thomas).

Se puede complementar los estudios sensoriales con estudios analíticos como la cromatografía de gases acoplada a un olfatómetro y un analizador de la información tanto química como psicofísica, en este caso se analizaron tequilas de tipo blanco,



reposado añejo y los compuestos volátiles que fueron obtenidos por extracción simple. Para el analizador charm se utilizó una serie de diluciones. La información obtenida se presenta en forma de gráfica conocida como aromagrama en los cuales se puede observar diferencias cualitativas y cuantitativas. Los resultados mostraron 68 aromas en tequila blanco, 79 en el reposado y 64 en el añejo (López, 2001).

El sabor en el tequila es un parámetro de calidad para el consumidor por tanto es importante realizar estudios referentes a este parámetro, para ello se ha encontrado estudios que implementan un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) a muestras representativas de tequila joven, blanco, reposado y añejo (Franco y García, 1997).

Para la evaluación de las muestras se empleó una escala estructurada de nueve puntos para cada descriptor.

Tabla 20. Tabla de atributos de sabor correspondientes al tequila.

Descriptor	Definición	Referencia
Amargo	Gusto básico (cafeína)	Sol. cafeína 0.03% w/v en sol. tequila blanco al 20%
Dulce	Gusto básico (fructosa en sol. frutal)	Sol. fructosa 0.2% w/v





Ácido	Gusto básico (ác. cítrico)	Sol. ác. cítrico 0.04% w/v en sol. de tequila blanco al 20%
alcohol	Alcohol de caña, amargo, dulce, sensación hormigueo en la lengua.	Sol. destilado de Bacardí al 8%
Madera	Sabor a madera de árbol seco.	
Barro	Sabor de agua almacenada en un recipiente de barro, como a humedad, nota terrosa.	Agua almacenada por un día en un recipiente de barro.
Mantequilla	Grasa butírica rancia, dulce	Mantequilla rancia.
Seco	Seco, sensación que da el Whisky Cutty Sark	Dilución de Whisky Cutty Sark 50%
Fruta cítrica	Nota cítrica, mezcla de jugo de naranja, limón, toronja y mandarina.	Mezcla de jugo de naranja, limón, toronja y mandarina.
Menta	Sensación de frescura que da el sabor a menta de Taste maker.	Esencia de menta de Taste maker.
Plástico	Nota de aroma al plástico PVC	Botella de plástico PVC
Hierba fresca	Sabor que recuerda el aroma que da la parte externa de la savila.	Sávila

(Franco y García, 1997).

Fermentado	Sabor que recuerda el aroma a levadura de panificación	Levadura para panificación
Quemado	Sabor a tortilla quemada	Tortilla quemada
Fruta	Sabor afrutado a pera o sabor que recuerda el aroma de la cáscara de la manzana roja.	Pera fresca y manzana roja
Especies	Mezcla de especias como orégano, tomillo, clavo y pimienta.	Mezcla orégano, tomillo, clavo y pimienta.



Resabio amargo	Sensación que da después que se ha detectado el gusto amargo.	
Resabio dulce	Sensación que da después que se ha detectado el gusto dulce	
Resabio ácido	Sensación que da después que se ha detectado el gusto ácido	

Además se realizaron diagramas de radar considerando los diferentes tipos de tequila y los descriptores desarrollados.

En los resultados obtenidos se logró determinar que los atributos sensoriales que caracterizaron a cada tipo de tequila fueron:

Tabla 21. Atributos sensoriales que caracterizan al tequila.

Tipo de tequila	Atributo
Joven	Mantequilla, plástico
Blanco	Amargo y resabio amargo
Reposado	Alcohol, fermentado, fruta y menta
Añejo	Madera, barro, fruta cítrica, hierba

Los atributos sensoriales que si dependen del tequila o de la marca del mismo son los siguientes: alcohol, barro, mantequilla, hierba fresca, fruta cítrica, madera, menta, fermentado (Franco y García, 1997).

## 2.10 TORTILLA

### 2.10.1 HISTORIA DEL MAÍZ Y LA TORTILLA

El maíz es el regalo divino que los dioses ofrecieron a los hombres para su manutención, intervino en gran número de



ceremonias religiosas, por lo que los hombres en agradecimiento, ofrecían a estos dioses, *Centéotl*, *Xilomén* y otros más, infinidad de ceremonias y sacrificios humanos que cubrían el calendario ritual de todo el año, a través de dos productos: Tortillas, “*Tlaxcalis*” y tamales, “*tamali*”. Las primeras, panes planos, delgados y redondos en forma de escudos, cocidos sobre la superficie tersa del comal y, los segundos, panes ahusados envueltos en panojas de maíz “*totomochtle*” y cocidos al vapor en ollas de barro (López, 1986; Almanza, 2000).

El 3 de noviembre de 1492, luego de bajar a tierra en la isla Fernandina dos marinos del almirante Cristóbal Colón, regresaron a su nave con maíz.

Los antiguos Toltecas, que debían haber encontrado al maíz silvestre en Tamoanchán, donde lo domesticaron y cultivaron, lo llamaron “*puxpuch*”, adoptando una vieja voz maya que lo designaba. Pero los huastecos, descendientes directos de los antiguos Olmecas y en parte de Mayas y Toltecas, fueron en realidad los que domesticaron al maíz y lo llevaron por primera vez, llamándolo *tonacayo*, que significa “*nuestra carne*”, porque su leyenda decía que el hombre había sido hecho de maíz por los dioses.



## 2.10.2 GENERALIDADES DEL MAÍZ Y LA TORTILLA

### *Origen de la palabra maíz*

Maíz, nombre común de una gramínea, el nombre proviene de las Antillas, pero en México, los nahuas lo denominaron *centli* (a la mazorca) o *tlaoilli* (al grano) (López, 1986; Solís, 1998).

La tortilla, diminutivo de torta (pan de maíz), llamado en náhuatl *tlaxcalli*, significa cosa cocida, es el alimento étnico de mayor consumo en el país (López, 1986; Almanza, 2000).

### *Usos del maíz*

La mazorca de maíz y sus desechos, hojas, tallos, raíces y orujos contiene gran cantidad de furfural, un líquido utilizado en la fabricación de fibras de nailon y plásticos de fenol-formaldehído, el refinado de resinas de madera, la obtención de aceites lubricantes a partir del petróleo y la purificación del butadieno para producir caucho sintético. Con las mazorcas molidas se fabrica un abrasivo blando. Con las mazorcas de



gran tamaño de cierta variedad se hacen pipas para tabaco. El aceite de maíz, extraído del germen del grano, se consume como grasa alimenticia, tanto para cocinar como crudo o solidificado, en forma de margarina; también se emplea en la fabricación de pinturas, jabones y linóleo. La investigación de nuevas fuentes de energía se ha fijado en el maíz; muy rico en almidón, a partir de él se obtiene gasohol; las partes vegetativas secas son importante fuente potencial de combustible de biomasa (Solís, 1998).

### 2.10.3 CLASIFICACIÓN DEL MAÍZ Y LA TORTILLA

Tabla 22. Clasificación del maíz con base en sus propiedades físicas y/o funcionales.

Tipo de maíz	Características
Amarillo	Maíz con alto contenido de pigmentos carotenoides en el endospermo. Son usados en alimentación animal y en la industria refinadora de almidón
Blanco	Maíz con bajo contenido de carotenoides en el endospermo. Este maíz es canalizado a la industria productora de harinas, botanas y pan.
Azul y morado	Maíz con endospermo blanco y suave que posee



	alta pigmentación en la capa de aleurona que le da su apariencia azul – morada. Se usa para la fabricación de botanas y otros platillos típicos.
Dentado	Posee una hendidura en la corona de la cariósida y la característica forma dentada. La gran mayoría posee un endospermo amarillo y suave.
Cristalino	Maíz de forma esférica, pequeño tamaño y más densos que los dentados. Presentan textura vítrea y de color blanco o amarillo.
Palomero	Maíz cristalino que produce cariósidas pequeñas con textura de endospermo casi totalmente cristalina o vítrea. Contiene un pericarpio grueso de color amarillo o blanco.
Pozolero o cuzco	Maíz de color blanco, con textura de endospermo suave o harinoso, produce cariósidas grandes y dentadas. Son utilizadas para producir botanas, pozole y otros platillos típicos.

(Serna, 1996)

### *Tecnología de la tortilla*

1884 Se inventó la primera máquina tortilladora a base de presión con prensa y el sistema de laminación con rodillos.



1905 Aparece la tortilladora de aplastón que perdura todavía en los hogares mexicanos.

1910 Se desarrolla la máquina tortilladora con cabeza de rodillos laminados y cortadores de alambre.

1915 Aparecieron las máquinas tortilladoras de cocimiento automático.

1929 Máquinas con un sistema mecánico de introducción de la masa en el centro de la prensa y despegamiento de la tortilla.

1936 Máquina de rodillos que contiene un cortador formado por un cilindro de lámina que corta la cortina de masa que envuelve a ese rodillo.

1938 Máquina de aplastón tiene un sistema que regula el grosor de la tortilla.

1947 La 1ª máquina CELORIO que provocaba el cocimiento mecánico de la tortilla, usaba rodillos, alambres despegadores y troquelado.

1957 Máquina de rodillos, contiene una tolva en la que se deposita la masa y hace girar un rodillo, por fricción hace girar al rodillo.



1960 Máquina tortilladora Verástegui, contiene un cocedor de producción continua con un sistema de presión por inyección.

1963 Máquina CELORIO reformada con sistema automático que amasa, hace tortillas, las cuece y enfría.

1992 Máquina RODOTEC, cuece las tortillas, las enfría y las empaca

(Santín, 1987; Almanza, 2000).

### *Clasificación de las tortillas*

#### *Por su maíz y color*

Blancas, azules, amarillas, rojas y verdes.

#### *Por su forma y tamaño*

- Uietlaxcalli (tortillas grandes blancas y delgadas).
- Tlaxcalpacholli (grandes, menos blancas y delgadas).
- Tlacepoalli-Tlaxcalli (grandes y hojaldradas).
- Tlayudas (muy grandes, blandas y semicurvadas).
- Satumalli (tortillas hechas a base de pinole)
- Totopos (tortillas redondas, rígidas y curvadas con perforaciones).

#### *Por la forma en que se elaboran*





- A mano (se palmean entre las dos manos).
- De hoja de plátano (se gira la hoja de manera circular y se va formando la tortilla, presionando con la otra mano hasta dar el grosor deseado).
- Mediante tortilladoras caseras (se aplana la masa por un rasero marcado con la forma de la tortilla y protegido con manta de algodón y se separa con la tela).
- De maquinaria semi -industrial e industrial (se pasa la masa por cortadoras en forma redonda y se cocina en movimientos sobre bandas circulares) (Solís, 1998).

#### **2.10.4 NIXTAMALIZACIÓN**

La nixtamalización es una palabra azteca que significa cocinar y remojar el maíz en una solución de cal o lixiviado de ceniza de madera. Palabra náhuatl derivada de *nextli* que significa cenizas o cenizas de cal y *tamalli* que significa masa de maíz.

La cocción y el remojo alcalino ocasionan una disolución parcial de la cutícula, así como hinchazón y debilitamiento de las



paredes celulares, facilitando la remoción del pericarpio. Las células aleuronas permanecen intactas y adheridas al endospermo periférico. Las laminillas intermedias y paredes celulares se degradan y solubilizan en forma particular.

La cocción con cal cambia la apariencia física y la solubilidad de las proteínas (proteínas solubles en agua y sal como albúminas y globulinas y aquellas solubles en alcohol prolaminas). Los cambios se presentan en las paredes celulares del endospermo con almidón y la matriz proteica se debilita, especialmente durante el remojo. Al moler el nixtamal, se descomponen los componentes del grano por la cocción y el remojo, la fricción hace que se forme la masa, donde los gránulos de almidón se gelatinizan por la fricción entre dos piedras molidoras. La birrefringencia y cristalinidad del almidón se pierde cuando los discos de masa se hornean en forma de tortilla. El resultado es una típica tortilla con una textura semiplástica y plegable. El sabor de las tortillas puede mejorar mediante las reacciones de Maillard que se presentan mientras se reducen los azúcares, péptidos y ác. grasos insaturados (López 1986; Santín, 1987; Hosney, 1991; Rooney y Almeida, 1995,1996; Almanza, 2000).

## **2.10.5 VALOR NUTRIMENTAL DE LA TORTILLA**



Tabla 23. Valor nutrimental del maíz y algunos de sus productos.

Contenido en 100 g de porción comestible	Tortilla del D.F.	Tortilla de maíz azul	Tortilla Milpa Real	Masa de nixtamal	Masa azul	Harina nixtamalizada MINSA de DICONSA	Harina para tortillas
Energía kcal	218	354.6	232.0	169.0	178.1	382.0	384.0
Humedad (g)	42.9	17.0	43.1	56.8	56.1	7.7	7.1
Cenizas (g)	1.0	0.9	1.0	0.6	0.6	1.4	2.0
Proteína bruta (g)	6.0	7.4	5.5	4.64	3.8	8.6	7.12
Carbohidratos (g)	46.07	62.8	47.0	36.39	32.4	74.9	77.43
Lípidos (g)	1.94	8.2	2.4	1.16	3.7	4.9	4.46
Fibra bruta (g)	2.09	3.7	1.0	0.41	3.4	2.5	1.89
Ca (mg)	105.0	69.63		90.0	51.93		140.0
P (mg)	125.0	496.03		102.0	326.42		238.0
Fe (mg)	2.83	2.29		2.04	2.26		3.87
Na (mg)		13.08			9.45		
K (mg)		248.99			128.37		
Zn (mg)		2.45			1.18		
Mg (mg)		73.83			41.79		
Carotenos (mg)	B0.14						B 0.01
Tiamina (mg)	0.15	0.13		0.09			0.22
Riboflavina (mg)	0.1	0.08		0.03			0.05
Niacina (mg)	0.84	2.5		0.69	1.2		1.26

Tablas de composición de alimentos mexicanos del INSZ (2000)





### 2.10.6 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA TORTILLA

Tabla 24. Estudios realizados en la evaluación sensorial de la tortilla

TITULO	METODOLOGÍA SENSORIAL	REFERENCIA
Effect of Nixtamal Degermination on Some Physical Properties of Corn Masa and on Sensory Characteristics of Corn Tortillas	<p>METODOLOGÍA ANALÍTICA</p> <p>Evaluación del color (Hunter lab)</p> <p>Viscosidad (Dispositivo de Viscosidad Mecánico)</p> <p>METODOLOGÍA SENSORIAL AFECTIVA</p> <p>Prueba de preferencia (rolabilidad)</p> <p>Nivel de agrado (sabor, masticabilidad y firmeza)</p>	Vidal-Quintanar; et al., 2001.
Sensory evaluation of maize tortillas supplemented with lysine and tryptophan	QDA desarrollo de descriptores, evaluación de atributos como aroma, sabor y sabor residual.	López, et al., 1997.



Physicochemical, Structural and Textural Properties of Tortillas from Extruded Instant Corn Flour Supplemented with Various Types of Corn Lipids.	<p style="text-align: center;">METODOLOGÍA ANALÍTICA</p> Analizador de textura (TA-XT2 Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY, UK) evaluando fuerza al corte y la fuerza de tensión.	Arámbula-Villa, et al. 2001.
Tortillas of blue maize (Zea mays L.) prepared by a fractionated process of nixtamalization: analysis using response surface methodology	<p style="text-align: center;">METODOLOGÍA ANALÍTICA</p> Analizador de textura TA.XT2i Texture Analyzer (Texture Technologies Corp, Scarsdale, NY) <p style="text-align: center;">METODOLOGÍA SENSORIAL AFECTIVA</p> Nivel de agrado (sabor y textura)	Cortés, et al, 2005.
NOTA: la tortilla es el alimento típico mexicano que da identidad a este país, este alimento es de consumo básico en la dieta de los mexicanos, por tanto, es un alimento estudiado no solo por los mexicano sino también		



por extranjeros, este alimento posee propiedades importante fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales que lo hacen atractivo para cualquier consumidor. Se encontraron estudios no solo analíticos sino también sensoriales que ponen de manifiesto la calidad de este alimento.



La tortilla es un alimento consumido a nivel nacional por tanto es importante dar a conocer los beneficios sobre todo sensoriales encontrados en este alimento, para ello podemos mencionar que se han realizado estudios enfocados a los efectos sobre la masa y la tortilla elaborada a base de maíz nixtamalizado usando granos con diferente grado de degerminación, para esto se utiliza maíz blanco nixtamalizado, el cual se dividió en tres partes: una porción se guardo como nixtamal entero, en la segunda porción se removió el 50 % del germen y en la tercera porción se eliminó un 100% del germen. Se realizaron evaluaciones de color en la superficie de la harina bajo fluorescencia usando un estándar 10°. Las muestras se evaluaron con un Hunterlab digital, los parámetros evaluados fueron  $L$ ,  $a$  y  $b$ , tomando como estándar los valores  $L= 79.21$ ,  $a= -0.61$  y  $b= 22.78$ . Las diferencias totales del color fueron determinadas calculando  $E= (L^2 + a^2 + b^2)^{1/2}$ . Para determinar viscosidad se usó un Dispositivo de Viscosidad Mecánico (MSD), se preparo con 200g de harina y agua una masa. En la prueba de roabilidad se llevó acabo la evaluación usando la siguiente escala: 1= no crujiente o rompible, 2= poco crujiente pero no rompible, 3= crujiente o rompible sobre un lado





de la tortilla, 4= crujiente y rompible sobre ambos lados de la tortilla y 5= crujiente, rompible e imposible de doblar.

En el análisis sensorial se implementó un panel entrenado (atributos: sabor, masticabilidad y firmeza).

En los resultados obtenidos para la evaluación de color el parámetro L se incrementa al incrementarse la eliminación del germen en el grano del

maíz nixtamalizado, también el valor de E se incrementa, por tanto, las muestras con 50% y 100% de germen eliminado indican resultados muy similares mostrando que no hay diferencias significativas entre ellos. Disminuye la intensidad del color amarillo de los carotenos por la eliminación del germen. En el parámetro a no hay diferencia significativa en el maíz al que se eliminó al 50 y 100% el germen. Finalmente en el parámetro b no hay diferencia significativa entre el maíz solamente nixtamalizado y el maíz al 50% sin germen.

Para la viscosidad de la masa y rolabilidad de la tortilla no se determinó diferencia significativa entre ninguna de las muestras, por tanto la eliminación del germen no afecta estas propiedades.



Al evaluar los atributos sensorial de sabor, no se determinó diferencias significativas entre ninguna de las muestras. Al eliminarse el germen disminuye la intensidad de sabor.

Para la firmeza tampoco se determinó diferencias significativas entre las muestras de maíz al 50 % sin germen y el maíz solamente nixtamalizado.

Pero ambas presentaron diferencia significativa en comparación con el maíz que se eliminó el germen en un 100%. Al eliminarse el germen disminuye el contenido de aceite en la masa con lo cual disminuye la firmeza de la tortilla.

La masticabilidad se incrementa al aumentar la eliminación del germen. Por tanto si hay diferencia significativa entre las muestras solamente nixtamalizadas y las muestras con 100 % del germen eliminado (Vidal-Quintanar, et al., 2001).

En otro estudio se toma en consideración las características de textura en las tortillas, ya que se evaluaron con el Analizador de Textura TA-XT2 (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/Tem micro estable del sistema, Godalming, Surrey, U.K.), el objetivo de este estudio fue determinar la fuerza extensible (o extensibilidad) y la fuerza de corte.

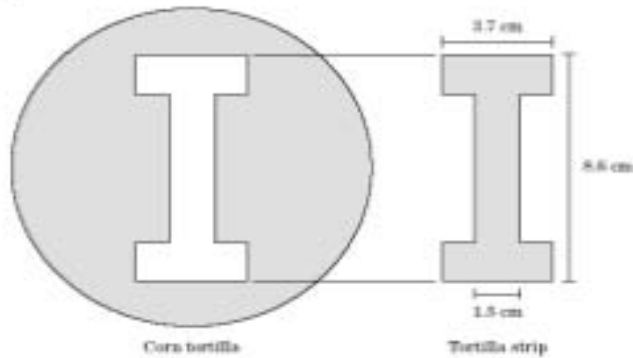


Figure 2. Representación esquemática que muestra las dimensiones de la forma utilizada para las pruebas de textura en tortilla con el analizador de textura "TA-XT2".

Fisicoquímica, reológica, estructural y texturalmente fueron evaluadas las propiedades de la masa y la tortilla en función de la concentración de varios lípidos adicionados. Los efectos de estos lípidos sobre la deshidratación fueron analizados. Es importante saber de cómo los diversos componentes del grano del maíz, así como los lípidos, afecte la calidad de las tortillas. Los granos del maíz mejoraron los valores nutrimentales y las características texturales de los productos alimenticios importantes tales como tortillas. Comercialmente se desea que las propiedades de la tortilla sean buenas, con un alto rendimiento, que presente un peso óptimo en la transformación del grano a la tortilla (Arámbula, et. al., 2001).

La tortilla de maíz posee características nutricionales importantes que son aprovechadas en la dieta de los mexicanos, sin embargo se han realizado



estudios en los cuales se enriquece este producto con la finalidad de mejorar sus propiedades nutricionales, en algunos estudios se encontró la adición de lisina y triptófano en la preparación de las tortillas, las cuales se evaluaron sensorialmente con un panel entrenado de catadores. De acuerdo a los descriptores generados por los propios catadores, las tortillas enriquecidas con estos aminoácidos presentaron defectos de sabor, descritos como amargo, rancio y también resabio amargo. Los resultados indicaron que la adición directa de estos aminoácidos provoca la aparición de sabores indeseables en el producto final, lo cual podría afectar la aceptación por parte del consumidor.

Tabla 25. Descriptores generados por el panel de catadores.

Atributo	Descriptor	Muestra
Aroma	Dulce	Dulce
	Quemado	Tortilla quemada
	Grano	Maíz nixtamalizado
	Cal	Tortillas con exceso de cal
Sabor	Amargo	Solución de cafeína 0.15%
	Quemado	Tortilla quemada
	Grano	Maíz nixtamalizado
	Salado	Tortilla con sal
	Rancio	Tortilla con aceite rancio
Resabio	Salado	Tortilla con sal
	Seco	Tortilla con aceite
	Aceitoso	Tortilla con aceite vegetal
	Pegajoso	Salchicha Vienna
	Amargo	Solución de cafeína 0.15%

(López, et. al., 1997)



También se han realizado estudios relacionados con el maíz azul (*Zea mays L.*), donde se analizan los efectos de la nixtamalización sobre el producto final (tortilla), en algunos estudios se maneja la nixtamalización usando hidróxido de calcio al 1.0% w/w, con un tiempo de nixtamalización de 45 min., utilizando grano de maíz azul proveniente de Querétaro.

Se analizó la firmeza de la tortilla mediante un TA.XT2i Texture Analyzer (Texture Technologies Corp, Scarsdale, NY). El análisis sensorial se realizó utilizando tortillas de maíz azul elaboradas de manera tradicional, se utilizó una escala hedónica para evaluar los atributos de sabor y textura en las tortillas, las tortillas que presentaron una adecuada firmeza se analizaron mediante un texturómetro.

En los resultados obtenidos se demostró que las tortillas elaboradas con una lata concentración de hidróxido de calcio al 1.7% w/w durante 30 min obtuvieron una adecuada cohesividad. Las tortillas elaboradas mediante la adición de hidróxido de calcio al 1% w/w durante 30 min de cocción presentaron una mayor aceptabilidad por parte de los jueces en la evaluación sensorial de los atributos de sabor y textura (Cortés, et al, 2005).





## **ESPECIFICACIONES SENSORIALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS EN LA LEGISLACIÓN**

Se llevó a cabo la recopilación y análisis de diversas normas relacionadas a los alimentos tradicionales mexicanos seleccionados con el objetivo de dar a conocer las especificaciones sensoriales que se deben cumplir de acuerdo a la legislación.

CHILE

NMX-FF-025-1982 PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS  
PARA USO HUMANO - FRUTA FRESCA CHILE- (Capsicum Sp.)  
ESPECIFICACIONES

### *Especificaciones Sensoriales*

En el inciso 5.1 se mencionan las especificaciones sensoriales.

Los chiles deben ser:

5.1.1 De forma, color, sabor y olor característicos de la variedad.

5.1.2 Bien desarrollados, enteros, sanos, limpios, de consistencia firme y textura lisa y brillante.

NOTA: el chile es un producto de alto consumo cotidiano en México, por tanto la legislación referente a este alimento debería de ser la adecuada para la comercialización de este alimento, sin embargo por la normatividad encontrada podemos determinar que únicamente la norma anterior señalada es la única que sugiere algunos aspectos sensoriales que podrían ayudar a



### III ESPECIFICACIONES SENSORIALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS EN LA LEGISLACION

definir a este alimento, aunque en realidad al analizar la norma esta no muestra definiciones clara y adecuadas para poder ampliar la información sobre aspectos sensoriales, nutricionales y fisicoquímicos de este alimento.

#### CHOCOLATE

#### ALIMENTOS- CHOCOLATE CON LECHE Y SUS VARIETADES

NMX-F-060-1982

#### *Especificaciones sensoriales*

Se menciona en el inciso 5.1 los aspectos sensoriales del chocolate.

Aspecto: Consistencia dura, textura fina y suave, presentado en forma y tamaños variables.

Color: Propio característico, variable del castaño claro al más oscuro.

Olor: Propio, característico del tipo de que se trate

Sabor: Propio, característico del tipo de que se trate.

NOTA: el chocolate es un alimento que se consume a nivel nacional por tanto la normatividad que rige a este alimento debería ser muy clara y específica para proporcionar un producto de calidad al consumidor, sin embargo se observó que no hay normas suficientes que ayuden a definir criterios de calidad para este alimento, en la norma mencionada con anterioridad solo se observan algunas señalizaciones sensoriales que no logran concretar una definición clara referente al chocolate con lo cual no se podría correlacionar con aspectos fisicoquímicos y nutricionales importantes de este alimento.





### III ESPECIFICACIONES SENSORIALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS EN LA LEGISLACION

#### DULCE DE LECHE

NMX-F-480-1985 ALIMENTOS - ALIMENTOS REGIONALES - CAJETA DE  
LECHE

##### *Especificaciones sensoriales*

Dentro de los dulces de leche mexicanos encontramos a la cajeta por tanto en esta norma se mencionan las siguientes especificaciones sensoriales en el inciso 5.1 sensoriales.

Color: Característico

Olor: Característico y libre de olores extraños

Sabor: Dulce característico y libre de sabores extraños

Consistencia: Pastosa o semi sólida

NOTA: No se encontró dentro de la legislación diversas normas que pudieran ayuda a definir y correlacionar aspectos generales de los dulces de leche, sin embargo en la norma mencionada con anterioridad se nombran algunos aspectos sensoriales que no son definidos con claridad lo cual no ayuda a definir ni a conocer aspectos importantes de este alimento.

#### NOPAL

NMX-FF-068-1988 HORTALIZA FRESCA - NOPAL VERDURA CON  
ESPINAS (Opuntia spp.) – ESPECIFICACIONES

##### *Especificaciones sensoriales*

En esta norma se presenta en el inciso 6.1 Especificaciones sensoriales.

6.1.2 Tener sabor y olor característico de la especie y variedad.



### III ESPECIFICACIONES SENSORIALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS EN LA LEGISLACION

6.1.3 Tener consistencia firme.

6.1.7 Presentar una coloración verde claro brillante en toda su superficie.

#### NMX-F-451-1983 ALIMENTOS - NOPALES ENVASADOS

##### *Especificaciones sensoriales*

En el inciso 5.1 se tomaron en cuenta las siguientes especificaciones sensoriales correspondientes al nopal.

Color: Verde característico.

Olor: Característico y libre de olores extraños

Sabor: Característico y libre de sabores extraños.

Consistencia: Tierna y que no estén excesivamente duros.

#### CODEX STAN 185-1993 NORMA DEL CODEX PARA EL NOPAL

##### *Especificaciones sensoriales*

Se menciona en el inciso 2.1 referente a requisitos mínimos lo siguiente:

En todas las categorías, de conformidad con las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, los nopales deberán:

- ser de consistencia firme.
- presentar la forma, color, sabor y olor característicos de la especie.

NOTA: en las normas presentadas con anterioridad referentes al nopal se puede determinar que no hay una clara correlación entre ellas que permita definir a este alimento, las especificaciones sensoriales presentadas en las diferentes normas no definen de ninguna forma a los atributos sensoriales del nopal que podrían estar relacionados con aspectos fisicoquímicos y nutricionales del mismo.



### III ESPECIFICACIONES SENSORIALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS EN LA LEGISLACION

#### TEQUILA

NORMA Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2005, Bebidas alcohólicas-  
Tequila-Especificaciones.

#### *Especificaciones sensoriales*

En el inciso 4.22 correspondiente a Maduración del Tequila únicamente se  
menciona lo siguiente:

Transformación lenta del producto que le permite adquirir características  
sensoriales adicionales, obtenidas por procesos fisicoquímicos que en forma  
natural tienen lugar durante su permanencia en recipientes de madera de  
roble o encino.

NOTA: el tequila es otro alimento de origen mexicano que debería estar  
regido por normas de forma muy específica lo cual permitiría ampliar su  
comercialización a nivel mundial, sin embargo podemos observar que la  
norma mencionada con anterioridad es la única referente en específico a  
este alimento, esta norma no menciona claramente los aspectos sensoriales  
que podrían definir la calidad de este producto.



### III ESPECIFICACIONES SENSORIALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS EN LA LEGISLACION

La normatividad que define a los alimentos tradicionales mexicanos debe procurar definir aspectos que permitan obtener productos de calidad, que permitan incluso determinar una denominación de origen, sin embargo las siguientes normas no presentan ninguna especificación sensorial que ayude a definir a los alimentos mexicanos correspondientes.

#### CHILE

NMX-F-121-1982 ALIMENTOS PARA HUMANOS - ENVASADOS CHILES  
JALAPEÑOS O SERRANOS EN VINAGRE O ESCABECHE

NMX-F-389-1982 ALIMENTOS - ESPECIAS Y CONDIMENTOS -  
DETERMINACION DE CAPSAICINA EN – CAPSICUMS.

#### CHOCOLATE

NORMA Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios.  
Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados.  
Especificaciones sanitarias. Denominación comercial.

#### DULCE DE LECHE

NORMA Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002. Productos y servicios.  
Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos  
lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones  
sanitarias.



### III ESPECIFICACIONES SENSORIALES DE ALIMENTOS TRADICIONALES MEXICANOS EN LA LEGISLACION

#### QUESO COTIJA

02- 23-96 NORMA Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.

#### TEQUILA

NORMA Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995, Bienes y servicios. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.

#### TORTILLA

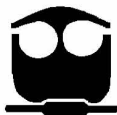
NORMA Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.

NOTA: No se encontró ninguna norma que regule la calidad y defina propiedades nutricionales, fisicoquímicas y sobre todo sensoriales de alimentos tradicionales mexicanos como el amaranto, barbacoa y tepache.



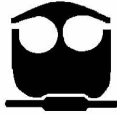
## CONCLUSIONES

- La cocina prehispánica mexicana aportó alimentos que hoy toman gran relevancia en la cocina de otras culturas y sobre la alimentación cotidiana de los mexicanos.
- Se requiere contar con mayor información sobre estudios sensoriales realizados a los alimentos tradicionales mexicanos como amaranto, barbacoa, chile, chocolate, dulces de leche, nopal, queso Cotija, tepache, tequila y tortilla.
- Se recomendaría una revisión de las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas que se aplican para regular a los alimentos tradicionales mexicanos, ya que en ningún caso se define claramente parámetros sensoriales que ayuden a evaluar la calidad de los mismos.
- Se deben establecer parámetros fisicoquímicos y sensoriales que den un perfil de la calidad de los alimentos tradicionales mexicanos para su exportación así como definición de la denominación de origen.
- Dentro de los alimentos investigados el tequila fue el que presentó información relacionada con el estudio fisicoquímico, sensorial e instrumental en diversas muestras; mientras que el tepache y la barbacoa son los alimentos menos estudiados.



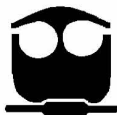
## BIBLIOGRAFÍA

- ALEJANDRE, I. G. y GÓMEZ, L. F., (1986). Cultivo de amaranto en México. Universidad Autónoma de Chapingo. Colección cuadernos Universitarios, Serie Agronomía No. 12.
- ALI, A.; SELAMAT, J.; CHE MAN, Y. B. y SURIA, A. M., (2001). Effect of storage temperature on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate. *Food Chemistry*. 72 (4): 491-497.
- ALMANZA, A. M. G., (2000). Estudio monográfico de la tortilla de maíz nixtamalizado. Tesis Licenciatura, (Q. A.), Facultad Química, UNAM.
- ALPIZAR, L. E.; TRUJILLO, A. J. y HERRERA, R. F. J., (2002). Determinación de Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jaq), colectados en Yucatán. Proceedings of the 16th Internacional Pepper Conference. Tampico, Tamaulipas, México. Noviembre 10-12.
- ARÁMBULA-VILLA, G.; GONZÁLEZ- HERNÁNDEZ, J. y ONDORICA-FALOMIR, C. A., (2001). Physicochemical, Structural and Textural Properties of Tortillas from Extruded Instant Corn Flour Supplemented with Various Types of Corn Lipids. *Journal of Cereal Science*. 33:245-252.
- BARTSCH, A. y THOMAS, M. Tequila. 243-249.
- BELITZ, H. D. y GROSCH, W., (1997). Química de alimentos. Editorial Acribia, S. A., Zaragoza España.
- BENN, M. S. y PEPPARD, T. L., (1996). Characterization of Tequila Flavor by Instrumental and Sensory Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44(2):557-566.

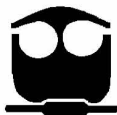


- BETTS, T. A., (1999). Pungency Quantition of Hot pepper Sauces Using HPLC. *Journal of Chemical Education*. 76(2): 240-244.
- BRAVO, H. H. (1934). Estudio Botánico acerca de las Solanáceas Mexicanas del Género Capsicum. *Anales del Instituto de Biología*. 5(1)
- BRIONES, V. y AGUILERA, J. M., (2005). Image analysis of changes in surface color of chocolate. *Food Research International*. 38(1): 87-94.
- BRIONES, V.; AGUILERA, J. M. y BROWN, C., (2005). Effect of surface topography on color and gloss of chocolate simples. *Journal of Food Engineering*.
- BRUINSMA, K. y TAREN, D. L., (1999). Chocolate: Food or drug?. *Journal of the American Dietetic Association*. 99: 1249-1256.
- CASTRO, C. P. V., (1979). Determinación de capsaicina en algunas variedades mexicanas de Capsicum. México. pp.19
- CODEX STAN 185-1993 NORMA DEL CODEX PARA EL NOPAL
- COE, D. S. y COE, D. M., (1999). La verdadera historia del chocolate. Fondo de Cultura Económica. 1ª edición México.
- CORRADINI, M. G. y PELEG, M., (1999). Lubricated squeezing flow viscometry for dulce de leche (milk sweet). *Food Science and Technology Internacional*, 6 (4): 339-344
- CORTÉS, G. A.; SAN MARTÍN. M. E.; MARTÍNEZ, B. F. y VÁZQUEZ, C. M. G., (2005). Tortillas of blue maize (*Zea mays* L.) prepared by a fractionated process of nixtamalization: analysis using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*. 66(3): 273-281.





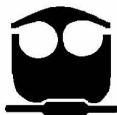
- COVARRUBIAS, M. A., (2000). Identificación y cuantificación de ésteres etílicos de Tequila por cromatografía de gases capilar. Tesis Licenciatura, Facultad Química. UNAM.
- CHAPA, M., (2003). Chocolate: Regalo del edén. Gobierno del Estado de Tabasco. México.
- CHAVOLLA, T. J., (1945). Estudio sobre la elaboración de queso Cotija. Tesis Licenciatura, (Q), Facultad Química. UNAM.
- DE BENÍTEZ, A. M., (1998). Del Cacao al Chocolate. Serie La cocina mexicana a través de los Siglos. Editado por Ana Benítez Muro, editorial Clío, Libros y Videos, S. A. de C. V. México.
- DESROSIER, N. W., (1983). Elementos de tecnología de alimentos. Editorial continental, S. A. de C. V. México.
- DÍAZ, M. T., (2005). Desarrollo de un dulce de leche de vaca con nuez y amaranto. Tesis Licenciatura, (Q. A.), Facultad Química, UNAM.
- FRANCO, S. M. y GARCÍA, C. I. D., (1997). Desarrollo del perfil de sabor del Tequila. Tesis Licenciatura, Facultad Química. UNAM.
- GARDUÑO, A., (1996). Proceso de Elaboración del Tequila. Bebidas Mexicanas. Febrero – Marzo: 5 (1): 10–13.
- GONZÁLEZ, V. G. y OSNAYA, S. M. L., (1978). Desarrollo de salsas típicas mexicanas en presentación instantánea (en polvo). Tesis Profesional, UNAM. 1-3, 9-14, 45.



- GRANADOS, S. D. y CASTAÑEDA, P. A. D., (1991). El nopal: Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Editorial Trillas, 1ª edición, México.
- GUERRERO, F. A., (2004). La dulcería en Puebla. Editorial CONACULTA. 1ª reimpresión, México.
- GUTIÉRREZ, B. A. D. (1998). Características psicográficas y habilidades innatas en personas candidatas a jueces analíticos- sensoriales entrenados en chocolate macizo. Tesis Licenciatura, (Q. A.), Facultad Química, UNAM.
- GUTIÉRREZ, G. S., (2001). Realidad y mitos del tequila. Editorial AGAT, 2ª edición. México.
- GUTIÉRREZ, G. G. y HERNÁNDEZ, R. M. E., (1994). Perfil sensorial analítico y afectivo de los chiles *Capsicum annum*: poblano, ancho y *Capsicum frutescens*: jalapeño, mora y chipotle. Tesis Licenciatura, (Q. A.), Facultad Química, UNAM.
- HERNÁNDEZ, B. V., (2006). Comparación de la composición química de diversas muestras de Queso Cotija. Proyecto final de LABDEA. F. Q. UNAM.
- HERNÁNDEZ, M. C., (2004). Influencia del contenido de capsaicina en la percepción de los gustos básicos. Proyecto final de LABDEA. F. Q. UNAM
- HOSENEY, R. C., (1991). Principios de Ciencia y Tecnología de los cereales. Editorial Acribia S. A. Zaragoza España.



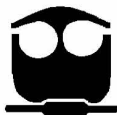
- HUERTA, H. F., (2004). Desarrollo de alimentos formulados con concentrado proteínico de amaranto: Estudio fisicoquímico y propiedades de textura. Tesis Licenciatura, (Q. A.), Facultad Química, UNAM.
- KEATING, P. F. y GAONA, R. H., (1999). Introducción a la lactología. Editorial Limusa Noriega Editores. 2ª edición, México. 267-271.
- LARA, N; RUBIO, A; ESPÍN, S y NIETO, C., (1997). Evaluación del grado de aceptabilidad de productos elaborados a base de amaranto. INIAP. Quito.
- LONG- SOLÍS, J., (1986). Capsicum y cultura; La historia del chilli. Fondo de cultura económica. México.
- LÓPEZ, M. y SEGURAJAÚREGUI, J., (1986). Efecto de la variedad del maíz en la cinética de nixtamalización. Tecnología de Alimentos. 21(5): 13-18.
- LÓPEZ, M. O. A.; HERNÁNDEZ, B. J. A.; CÁRDENAS, C. A.; BERISTAIN, G. C. I. y GARCÍA, G. H. S., (1997). Sensory evaluation of maize tortillas supplemented with lysine and tryptophan. Food Science and Technology Internacional. 3:175-179.
- LÓPEZ, M. G., (2001). Una sinfonía de aromas. Avance y Perspectiva. Noviembre- Diciembre: 20: 421- 424
- LÓPEZ, R. G. O., (2003). Sin el chile (los mexicanos) no creen que están comiendo. Ciencias. Enero-marzo 69: 67- 75.
- MEDIAL, E. y GOSSET, M., (2002). El chocolate. Editorial De Vecchi. Barcelona.



- MINIFIE, W. B., (1989). Chocolate, Cocoa and Confectionery. Editorial AVI Book. 3ª edición Westport, U. S. A.
- MORENO-TERRAZAS, R.; REYES-MORALES, H.; HUERTA-OCHOA, S.; GUERRERO-LEGARRETA, I y VERNON-CARTER, E. J., (2001). Consumer Awareness of the Main Sensory Attributes of Tepache, a Traditional Fermented Fruit Beverage. Food Science and Technology Internacional. 7(5):411-415.
- MURÍA, J. M., (2003). Una bebida llamada tequila. Colegio de Jalisco. México.
- NECOECHEA, M. H.; CAMACHO, C. J. L. y PÉREZ, G., (1982). Elaboración de una pasta para sopa a base de alegría (Amaranthus Leucocarpus S. Wats). Tecnología de Alimentos. 17(4): 12-24.
- NMX-F-060-1982 ALIMENTOS- CHOCOLATE CON LECHE Y SUS VARIETADES
- NMX-F-121-1982 ALIMENTOS PARA HUMANOS - ENVASADOS CHILES JALAPEÑOS O SERRANOS EN VINAGRE O ESCABECHE
- NMX-F-389-1982 ALIMENTOS - ESPECIAS Y CONDIMENTOS - DETERMINACION DE CAPSAICINA EN – CAPSICUMS.
- NMX-F-451-1983 ALIMENTOS - NOPALES ENVASADOS
- NMX-F-480-1985 ALIMENTOS - ALIMENTOS REGIONALES - CAJETA DE LECHE



- NMX-FF-025-1982 PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO HUMANO-FRUTA FRESCA CHILE- (Capsicum Sp.) ESPECIFICACIONES
- NMX-FF-068-1988 HORTALIZA FRESCA - NOPAL VERDURA CON ESPINAS (Opuntia spp.) – ESPECIFICACIONES
- NOM-006-SCFI-2005, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones.
- NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.
- NOM-142-SSA1-1995, Bienes y servicios. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.
- NOM-185-SSA1-2002. Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias
- NOM-186-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial.
- NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.
- ORDÓNEZ, A. I.; IBÁÑEZ, F. C. y TORRE, P., (2002). Estudio preliminar sobre sensibilidad humana a la capsaicina como responsable de la percepción del picante. Alimentaria. 123-126.



- PAULETTI, M. S.; CASTELAO, E. L. y BERNARDI, M. C., (1996). Influencia de los sólidos solubles, de la acidez y del azúcar sobre el color del dulce de leche. *Food Science and Technology Internacional*. 2:45-49.
- QUINTERO, C. K., (1998). Evaluación de extractos de chile. Tesis Licenciatura, (Q. A.), Facultad de Química. UNAM.
- RAJALAKSHMI, D. y Col. (1986). Capsicum-production, technology, chemistry and quality. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 25: 185-276.
- RAMÍREZ, T. E., (2002). Estudio de el tequila, su historia, producción, química, mercado y legislación. Tesis Licenciatura, Facultad Química, UNAM.
- RICO, B. F., (1996). La Historia del Tequila se entrelaza con la Historia de México. *Bebidas Mexicanas*. Febrero-Marzo 5(1): 4-6.
- RICO, B. F., (1995). El Tequila, una bebida Mexicana de Fama Internacional. *Bebidas Mexicanas*. Diciembre 4(1): 14.
- ROONEY, W. y ALMEIDA, D. H., (1995). Productos de maíz nixtamalizado y calidad del maíz. Seminario sobre Tecnología de la Tortilla. Septiembre. México.
- ROONEY, W. y ALMEIDA, D. H., (1996). Avances en la manufactura y calidad de productos de maíz nixtamalizado. Seminario asociación americana de la soya. Septiembre. México.



- RUBIO, M. S.; TORRES, N.; GUTIÉRREZ, J. y MÉNDEZ, R. D., (2004). Composition and sensory evaluation of lamb carcasses used for the traditional Mexican lamb dish, "barbacoa". *Meat Science*. 67(2): 359-364.
- RUÍZ, G.; DORANTES, L. y REYES, R., (1983). Cambios bioquímicos durante la elaboración de cajeta. *Tecnología de Alimentos*. 18(3): 26-30.
- RUIZ, P. C. M. P.; GALÁN-SOLDEVILLAB, H.; CORRALES, G. J. y HERNÁNDEZ, M. A., (2005). Sensory characterization of nopalitos (*Opuntia* spp.). *Food Research International*.
- SANTÍN, H. C.; MORALES, L. J. e IBAÑEZ, G. L., (1987). Desarrollo a nivel piloto de una pasta para sopa con base en una mezcla de amaranto y trigo. *Tecnología de Alimentos*. 22(1): 13-19.
- SANTÍN, H. C. y SEGURAJÁUREGUI, J., (1987). Consumo y conservación de energía en la industria de la masa y la tortilla. *Tecnología de Alimentos*. 22(4): 14-20.
- SASIÁN, R., (1992). *Capsicum* en México, situación actual. *Tecnología de Alimentos*. 27(1-2-3): 50-56.
- SERNA S. S. R. O., (1996). *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales*. Editorial AGT editor S. A. 1ª edición.
- SOLÍS, F., (1998). *La cultura del maíz*. Serie *La cocina mexicana a través de los Siglos*, editado por A. B. Muro, editorial Clío, Libros y Videos S. A. de C. V., 1ª edición. México.
- SORIANO, S. J. y GUERRERO, L. I., (1992). Caracterización parcial de las proteínas solubles en sulfato de sodio de un concentrado proteínico del grano de amaranto. *Tecnología de Alimentos*. 27(1-2-3): 30-36.



- TREJO, G. A. y WILD, A. C. (1973). Un Nuevo Método para la Determinación de Capsaicina. *Journal of Food Science*. Vol. 38
- VELÁSQUEZ, E. (1998). El nopal y su historia. Serie La cocina mexicana a través de los Siglos. Editado por A. B. Muro, editorial Clío, Libros y Videos S. A. de C. V., 1ª edición, México.
- VIDAL-QUINTANAR, R. L.; LOVE, J. A. y JOHNSON L. A., (2001). Effect of Nixtamal Degermination on Some Physical Properties of Corn Masa and on Sensory Characteristics of Corn Tortillas. *Food Science and Technology International*. 7(4): 363-367.