

Mermelada horneable de xoconostle, aplicación y su uso en tartas

Santiago Filardo Kerstupp*, García Espinoza Guadalupe*, Sánchez Ávila Víctor Jesús*,
Leia Scheinvar**, Águeda García Pérez***.

*Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (U.A.E.H).

**Laboratorio de Cactología del Jardín Botánico de la Universidad Nacional
Autónoma de México (U.N.A.M.). México

***Laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. México



En la presente investigación se desarrolla una mermelada elaborada con frutos de xoconostle (*Opuntia joconostle* F.A.C. Weber) y un agente gelificante (pectina de alto metoxilo), materia prima que imparte a la mermelada una textura particular en la elaboración de una tarta.

Sus características son evaluadas.



Introducción

La alimentación es el rubro en el que más gastan los hogares mexicanos. En el año 2006 se dedicó el 29.4% del gasto al consumo de alimentos. México es un gran consumidor de productos de panadería, pastelería industrial, galletas dulces y pastas alimenticias, y el consumo anual de galletas y artículos de confitería es de 4.5 kg por persona (Alimentaria, 2008).

Productos de confitería

El desarrollo de la confitería en el mundo está íntimamente ligado a la utilización del azúcar de caña y de remolacha, aunque el arte de confitería se remonta a 3500 años atrás, como lo demuestran escrituras egipcias y excavaciones realizadas en las ruinas de Herculaneum, donde se halló un taller completo de confitería con utensilios similares a muchos de los que se usan en la actualidad.

Son considerados productos de confitería aquellos que han sido elaborados con azúcar de caña o de remolacha y/o otros azúcares comestibles como ingrediente principal, así como glucosa, fructosa y dextrosa agregados a una serie de productos alimenticios que incluyen harinas, huevos, chocolates, grasas, aceites y jugos de fruta, entre otros (Zamorano, 2008). La variedad en la confección de dulces es enorme, cambia según épocas y países, e incluso según regiones y religiones. No existe limitación en cuanto a la preparación de dulces -todo depende de la imaginación del confiteiro- y para clasificarlos es que se han ido separando los dulces en sectores casi independientes (Mejorado, 2006). Se presenta como ejemplo una división de la confitería en: a) confitería de panadería, b) confitería del azúcar y c) confitería del chocolate. La confitería del azúcar se divide a su vez en dos grupos: 1) con los azúcares que se encuentran en forma no cristalina y 2) con todos los azúcares cristalizados.

En la tabla 1 se presentan los dulces elaborados con azúcar. Dentro de los dulces que contienen azúcares no cristalinos se encuentran los elaborados con fruta, jarabe de glucosa y sacarosa como constituyentes principales, así



como un agente gelificante que sirve para mantener el jarabe en su forma más sólida. Dichos agentes pueden ser féculas, agar, gelatinas, alginatos y pectina, con la adición de agua. Algunos ejemplos de este tipo de productos son las mermeladas, jaleas y pulpas (Filardo, 2005).

Mermeladas

Las mermeladas se definen como productos de consistencia pastosa y untosa, elaborados por cocción de fruta fresca separada de huesos y semillas, pulpa de fruta o concentrado de fruta, a los que se les adiciona azúcar (Belitz y Grosch, 1997). Hay autores que consideran a las mermeladas y a las jaleas como productos de confitería. Las mermeladas se encuentran dentro de los productos elaborados con azúcar no cristalino, lo cual indica que suelen contener sacarosa y pulpa de fruta como constituyentes principales y un agente gelificante, con o sin adición de agua (Peña, 2005). Otros clasifican a las mermeladas dentro del grupo de conservas, debido a que su elaboración continúa siendo uno de los métodos más populares para conservar la fruta (Southgate, 1992).

La mermelada es una forma eficaz para conservar y comercializar frutas pero, aunque sea de buena calidad, muchas veces no es atractiva a la vista del consumidor.

Tabla 1. Clasificación de dulces elaborados con azúcar no cristalino y azúcar cristalino.

Azúcar no cristalino	Azúcar cristalino
Dulces duros	Fondents (reellenos semiliquidos)
Turrone	Fudges (dulces granulados)
Mermeladas	Mazapán
Dulces laminados de fruta	Pastas praline
Pastillas	Productos recubiertos
Gomas	Tabletas comprimidas
Caramelos	Turrone cristalinos



Características generales de la fruta de *Opuntia joconostle*

Opuntia es un género de la familia de las cactáceas que reúne cerca de 200 especies distribuidas en el continente americano, desde Canadá hasta la Patagonia (Bravo, 1978). Son plantas xerófilas, resistentes a la sequía, su forma y estructura son resultado de la adaptación a las zonas áridas y semiáridas, en donde la lluvia es escasa y el clima caliente y seco. Se trata de plantas cuyas partes basales se vuelven leñosas, su tallo tiene forma de raquetas encadenadas (cladodios o pencas) de coloraciones amarillas, blancas, verdosas, rojas o purpúreas. Sus frutos son tunas o xoconostles (Filardo *et al.* 2001).

La especie *Opuntia joconostle* se conoce comúnmente con los siguientes nombres: xoconostle, joconostle blanco, joconostle cenizo, nopal tempranillo y tuna xocostle. El término xoconostle, así como sus variantes "xoconoxtli", "xoconoxcle", "joconoxcle", "joconostle" y "joconostli", derivan del dialecto náhuatl, xoco= ácido y nochtli= tuna y significa "tuna ácida".

La identificación morfológica de una especie es posible observando la arquitectura que presenta la planta, sus flores y frutos. Además de la descripción precisa de todas las características morfológicas, para diferenciar a cada especie se emplea la microscopía electrónica de barrido de sus espinas, semillas, glóquidas, granos de polen y epidermis de los cladodios (Scheinvar *et al.* 2010). Los frutos de los xoconostles se distinguen de los de las tunas por las características que se presentan en la tabla 2.

Los frutos de *O. joconostle* presentan acidez en un rango de pH de 3.7 a 4.5. Dicha característica ocasiona que tengan un consumo restringido como fruta de mesa, en comparación de la tuna dulce, la cual tiene un valor de pH de 5.2 a 6.0 (Zamorano, 2008). Los xoconostles presentan bajos niveles de descomposición, lo cual se debe a sus escasos azúcares, permitiendo así que estos frutos permanezcan sobre los cladodios varias semanas, meses o años, incluso después de haber madurado, lo que permite su almacenamiento por períodos amplios en comparación con la tuna dulce (Scheinvar *et al.* 2010). En tabla 3 se presenta la composición química de los frutos de *O. joconostle*.

Como se puede observar en la tabla 3 los xoconostles tienen un considerable contenido de fibra. La fibra dietética de los xoconostles, aunada al mucílago, ha sido reconocida como un medicamento más eficaz que el obtenido a partir de los cladodios y tunas dulces de otras especies de *Opuntia*, siendo considerado como excelente reductor de los niveles de colesterol, triglicéridos e hipoglucemiante (Brindis, 2009).

Material y métodos

Materia prima y equipo

La materia prima utilizada para la elaboración de la mermelada incluyó frutos de *O. joconostle* procedentes de Puerta del Yolo (Cuauhtepic, Estado de Hidalgo); glucosa La Gloria®; azúcar; agua Bonafont®; pectina Herbstreith & Fox. El desarrollo de las tartas fue en Patacrout Puratos®; mantequilla Puratos®; huevo líquido.

El equipo empleado para la elaboración y análisis de la mermelada, así como el equipo empleado en el desarrollo de las tartas y su análisis, fue el siguiente: licuadora Osterizer; parrilla Lumiflama; balanza analítica Ohaus; cazo de cobre; cuchara de aluminio y refractómetro. El material de uso común en el laboratorio incluyó batidora industrial Practimex; laminadora Horval, horno industrial Horval.

Elaboración de la mermelada de xoconostle

Primero se procedió a cepillar los xoconostles para eliminar las espinas, se lavaron y posteriormente se les cortó el pericarpio (cáscara) y se extrajeron las semillas para obtener la pulpa (mesocarpio y endocarpio).

Para la elaboración de la mermelada de xoconostle se realizó la formulación propuesta por Peña R. Ma. J. (2005), la cual se describe en el diagrama 1.

Análisis fisicoquímicos de la mermelada

Se realizaron análisis fisicoquímicos a la mermelada de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). Grados Brix (NOM-F-103-1982); pH (NOM-F-317-S-1978); acidez total (NMX-F-208-1974); acidez titulable (NMX-F-102-S-1978); azúcares reductores directos (NMX-F-312-1978); azúcares reductores totales (NMX-F-312-1978); humedad (NMX-F-83-1986).

Tabla 2. Características distintivas entre tunas y xoconostles (Scheinvar *et al.* 2010)

Característica	Xoconostles	Tunas
1. Paredes interiores	Gruesas, comestibles y ácidas. Ocupan una cuarta parte del ancho del fruto	Delgadas, sirven de forraje y para elaborar champú. Alcanzan hasta tres cuartos del ancho del fruto
2. Disposición de las semillas	En el centro del fruto	Ocupan una cuarta parte del ancho del fruto
3. Funiculos	Secos o con muy poco jugo	Con mucho jugo; dulces
4. Persistencia de frutos	Seis o más meses por año sobre los cladodios	Dos o tres meses

Análisis de textura de la mermelada

El análisis de textura se realizó con el equipo TA-XT2i, empleando la sonda Back Extrusión Rig A/BE con los siguientes accesorios: a) disco de compresión de 45mm de diámetro y b) contenedor de 50mm de diámetro.

Elaboración de las tartas

Las tartas fueron realizadas en la empresa PURATOS, localizada en el corredor industrial de Tizayuca, municipio de Tizayuca, Hgo. En el diagrama 2 se muestra el proceso de elaboración de las tartas.

Análisis bromatológico de las tartas

Las tartas con relleno de mermelada de xoconostle se analizaron de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas para conocer los componentes principales del producto (lo cual es además un requisito legal para el etiquetado). Carbohidratos asimilables; fibra cruda (NOM-F-090-S-1978); grasa (NOM-086-SSA1-1994); proteína (NMX-F-068-S-1980).

Análisis microbiológico de las tartas

Las determinaciones realizadas en las tartas con relleno de mermelada de xoconostle, según las Normas Oficiales Mexicanas fueron las siguientes: organismos coliformes totales (NOM-112-SSA1-1994); mesófilos aerobios (NMX-F-253-1977); hongos y levaduras (NOM-F-225-1978).

Análisis sensorial de las tartas

Se realizaron pruebas afectivas, pruebas de determinación del grado de satisfacción con escalas hedónicas gráficas, y pruebas de aceptación del producto a jueces consumidores. La evaluación sensorial se realizó con estudiantes de la Licenciatura en Química en Alimentos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y con consumidores a la salida de un centro comercial ubicado en Pachuca de Soto, Hidalgo.

Para la evaluación con estudiantes se hizo una petición previa al profesor para realizar el análisis. En el caso de la evaluación sensorial en el centro comercial, se invitó a los jueces a participar en el análisis de las tartas. Para ello se les proporcionó una tarta con mermelada de xoconostle a los jueces, así como un cuestionario, explicando en qué consistía la evaluación.

Análisis de textura

El parámetro de textura se midió utilizando el equipo TA-XT2i, empleando la sonda Crisp Fracture Support Ring con las siguientes características a) sonda esférica de acero inoxidable P/0.25 y b) soporte circular para insertar. Además se realizó una comparación de las tartas con galletas comerciales. Se calibró el equipo empleando la pesa de 5 kg, se

Tabla 3. Valor nutritivo de *O. joconostle* (Scheinvar y col. 2010)

Determinación	Fruto (%)
Proteína cruda (N 6.25*)	7.42
Extracto Etéreo	10.47
Cenizas*	5.48
Fibra Cruda	45.78
Extracto Libre de Nitrógeno*	30.91
Calcio % (Paredes)	1.62
Fósforo %	0.09
Hierro ppm	44.0

* Los resultados se expresan en base seco

colocó la sonda esférica P/0.25 y se calibró el equipo con dicha sonda. Una vez que estaba montado el equipo, se procedió a indicar en el software del mismo los valores de los parámetros que debía determinar en las tartas.

Resultados y discusión

Análisis fisicoquímicos

°Brix y pH. Las mediciones del porcentaje de sólidos presentes en la mermelada se realizaron por triplicado, obteniendo como resultado 65 °Brix, lo cual indica que se encuentra dentro de los grados requeridos por las normas para la elaboración de mermeladas de frutos. En el pH las mediciones se realizaron por triplicado, obteniendo el valor de 3.1. El valor bajo en el pH se debe a los ácidos presentes en el fruto, los cuales proporcionan el sabor característico a los xoconostles.

Diagrama 1 - Proceso de elaboración de la mermelada de *O. joconostle*



Diagrama 2 - Proceso de elaboración de las tartas con mermelada de xoconostle



Acidez total y acidez titulable. En la elaboración de la mermelada la materia prima principal es el xoconostle, el cual puede contener los ácidos cítrico, málico, oxálico y tartárico, responsables de la acidez del fruto, y por lo tanto de la acidez y el sabor de la mermelada (Goldblith S.A., 1967). El contenido de acidez total en la mermelada es de 0.12%, este porcentaje es conferido por los ácidos orgánicos presentes en el xoconostle, dichos ácidos son de suma importancia en la elaboración de la mermelada debido a que junto con la pectina y el azúcar son los responsables de la formación del gel.

Los resultados de acidez titulable reportan un contenido de 0.04%. El porcentaje de acidez titulable indica el porcentaje en peso de los ácidos, en este caso el ácido cítrico presente en la mermelada (Pearson P., 1998). En datos reportados por Peña (2005), la acidez total y la acidez titulable de la mermelada de xoconostle son propiedades que no se ven afectadas por factores como la temperatura y el tiempo.

Azúcares reductores directos y totales. La determinación de azúcares reductores directos y totales mide el contenido de fructosa y glucosa contenida en la mermelada. Los resultados de los azúcares reductores directos en la mermelada indican un 28.1%. Esto indica la cantidad de sacarosa que se ha desdoblado en glucosa y fructosa,

proceso que se origina por la acidez de la pulpa de xoconostle y por la exposición al calor durante la elaboración de la mermelada (Zamorano A.F., 2008).

Los resultados de azúcares reductores totales son de 29.9%, lo que indica el total de sacarosa que se ha desdoblado y así permite cuantificarla junto con la glucosa de la mermelada.

Humedad. La determinación del contenido de agua en los alimentos responde a necesidades comerciales así como reglamentarias. Asimismo proporciona parámetros de calidad en el procesamiento y almacenamiento de los alimentos. El contenido de humedad en la mermelada es de 28%, este porcentaje se debe a la concentración que se realiza a la pulpa, así como la adición de los solutos que intervienen en la formación del gel (Holdsworth, 1998).

Análisis de textura de la mermelada

La textura es un importante atributo que debe ser analizado en el manejo de los alimentos, ya que afecta el proceso y la manipulación, e influye en la vida media de los productos así como en la aceptación de éstos por parte de los consumidores (Castro M.E., 1999). En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en el análisis de textura de la mermelada de xoconostle horneable.

Análisis bromatológicos de las tartas

El análisis proximal es un conjunto de determinaciones químicas utilizado desde el siglo XIX para evaluar en forma global los nutrientes que contiene un alimento (agua, lípidos, carbohidratos, proteínas y minerales). Consta de las siguientes determinaciones: humedad, extracto etéreo, fibra cruda, proteína y cenizas (Sosa P. E., 1979). En la tabla 5 se presentan los resultados de los análisis realizados a las tartas, cada análisis se realizó por triplicado. En la tabla 6 se presenta la información nutricional de las tartas comerciales.

Es importante mencionar el mayor contenido de fibra presente en las tartas con mermelada de xoconostle (Tabla 5) en comparación con las tartas comerciales (Tabla 6). El contenido de fibra se ve influenciado por la cantidad de fibra cruda presente en el xoconostle (45.78% - Tabla 3), de este modo se ofrece a los consumidores una fuente de fibra, la cual contribuye al incremento de los movimientos peristálticos y disminuye la distensión intestinal, lo cual facilita el tránsito y la defecación (Badui, 2006).

De acuerdo con la norma para galletas NMX-F-006-1983, las tartas con mermelada de xoconostle cumplen con las especificaciones establecidas y por su contenido nutricional se pueden clasificar como galletas del tipo I, que se consideran como galletas finas.

Análisis microbiológicos de las tartas

Los microorganismos indicadores de mayor aplicación para conocer la calidad de un alimento son las bacterias mesófilas aerobias y los organismos coliformes, así como los hongos y levaduras, entre algunos otros (Fernández E., 2000). En la tabla 7 se muestran las especificaciones microbiológicas para galletas que permite la norma NMX-F-006-1983.

El análisis para bacterias mesófilas aerobias reporta un crecimiento de 0 UFC/g, lo cual se debe a que la mermelada -y posteriormente las tartas- se elaboraron bajo buenas prácticas de manufactura. En análisis realizados por Peña R. Ma. J. (2005), la mermelada de xoconostle no reporta crecimiento de bacterias mesófilas aerobias debido a la falta de oxígeno y a la concentración de azúcares presentes. En lo que respecta a las tartas, no se presentan las condiciones óptimas para el desarrollo de estas bacterias, por la temperatura de cocción y el bajo contenido de agua.

El recuento de organismos coliformes totales en las tartas mostró valores de 0 NMP/g, comparado con el límite de 50 UFC/g para galletas con relleno o cobertura que establece la Norma Mexicana NMX-F-006-1983. Esto indica que se llevaron a cabo buenas prácticas de manufactura y que se emplearon materias primas de buena calidad microbiológica, además de no existir condiciones óptimas para el desarrollo de estos microorganismos, ya que son

Tabla 4. Resultados de textura de la mermelada de xoconostle horneable

Firmeza (g)	Consistencia (g s)	Adhesividad (g s)	Cohesividad (g)	Índice de viscosidad
32.247	404.631	188.36	17.292	2.148
25.994	344.422	169.793	10.662	2.028

Tabla 5. Análisis bromatológicos de las tartas con relleno de mermelada de xoconostle (Fuente: García, 2006)

Determinación	Tartas con relleno de mermelada de xoconostle (%)
Proteína	11.0
Extracto etéreo	21.1
Fibra cruda	2.51
Humedad	10.79
Cenizas	0.53
Hidratos de carbono	54.00

incapaces de desarrollarse en el medio ácido de la mermelada y se destruyen por la temperatura a que se cocieron las tartas (Fernández E., 2000).

Los resultados del recuento de hongos y levaduras en las tartas fue de 0 UFC/g, comparando los resultados con lo que establece la norma mexicana NMX-F-006-1983 que son 10 UFC/g. Esto indica que las tartas no estuvieron expuestas a fuentes de contaminación (Fernández E., 2000).

Análisis sensorial de las tartas

El análisis sensorial es de vital importancia en el desarrollo de nuevos productos para poder interpretar las preferencias de los consumidores (Anzaldúa M., 1994). En primer término se realizó un análisis sensorial de textura a nivel laboratorio de las tartas comerciales (Tartinas de Lara de Piña, 2006) y las tartas con mermelada horneable de xoconostle, obteniéndose los datos presentados en la tabla 8.

En la gráfica 1 se pueden observar los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales afectivas realizadas a consumidores. El 64% de las personas que realizaron la prueba sensorial respondieron que les gustan mucho las tartas con relleno de mermelada de xoconostle y sólo el 5% de los encuestados respondieron que les disgustaba un poco.

El gráfico 2 presenta la intención de compra de los encuestados con respecto a las tartas. El 36% dijo que "definitivamente sí" las comprarían, mientras que el 45% respondió que "probablemente sí" adquirirían las tartas.

Gráfico 1 - Resultados del análisis sensorial de las tartas con relleno de mermelada de xoconostle, realizado con personas de 21- 63 años (García, 2006)

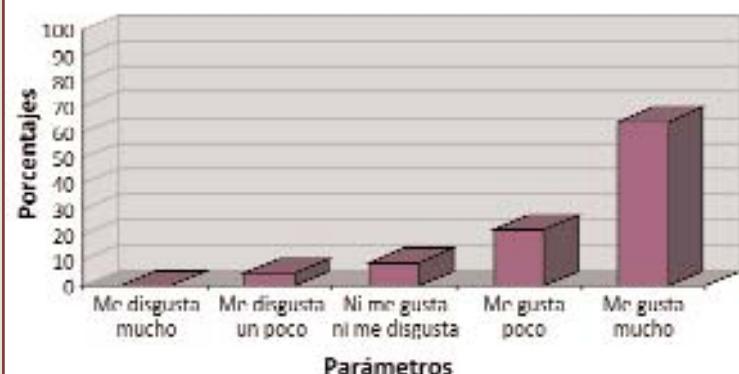


Gráfico 2 - Intención de compra de las tartas con relleno de mermelada de xoconostle a personas de 21-63 años (García, 2006)

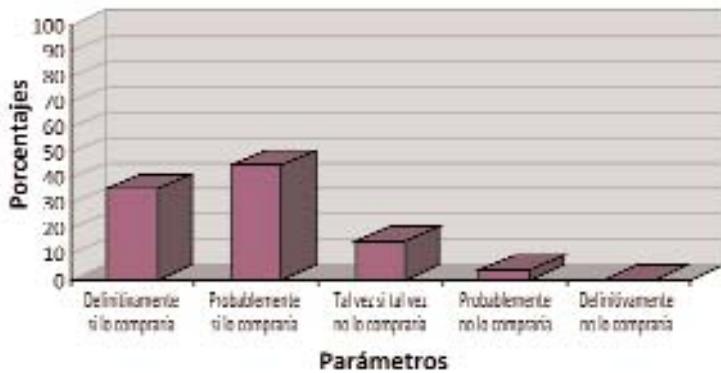


Tabla 6. Información nutrimental de las tartas comerciales

Determinación	Tartinas de lara sabor piña
Proteína	1.4g/26g muestra
Extracto etéreo	3.6g/26g muestra
Fibra	0.2g/26g muestra
Carbohidratos	17.2g/26g muestra

Tabla 7. Especificaciones microbiológicas en galletas. (García, 2006)

Microorganismo	Máximo
Mesófilas aerobias	30,000 UI C/g
Coliformes*	Negativo
Hongos	10 UFC/g
Escherichia coli en 25g	Negativo

*Nota. En caso de galletas con relleno o cobertura el límite máximo permitido es de 50 UFC/g

Análisis de textura de las tartas con mermelada de xoconostle

La textura de los alimentos tiene una importancia fundamental en la producción y aceptación del producto por parte del consumidor, la textura es uno de los parámetros de calidad de mayor importancia para el consumidor de productos horneados (Castro M.E., 1999). En la tabla 9 se presentan los resultados de textura obtenidos de las tartas con relleno de mermelada de xoconostle horneable.

El análisis de textura también se realizó a las tartas comerciales "Tartinas de Lara" para tener un patrón y poder realizar un comparativo entre las tartas. En la tabla 10 se encuentran los resultados obtenidos del análisis de textura.

Para hacer una comparación de los resultados obtenidos de las tartas con mermelada de xoconostle (Tabla 9) y las tartas comerciales (Tabla 10) es necesario considerar que ambas graficas están en diferente escala. Fue necesario multiplicar los datos de la tabla 10 por 5 para que los resultados estuvieran en la misma escala. Se observa que el punto de ruptura en las tartas con xoconostle es mucho menor que en las tartas comerciales. En cuanto a los

resultados de dureza de las tartas con mermelada de xoconostle (Tabla 9) son mayores que en las tartas comerciales debido a que éstas se sienten húmedas. En cuanto al parámetro de adhesividad, se puede observar que las tartas comerciales presentan valores más elevados, lo cual hace que al masticarlas se adhieran a los dientes.

Conclusiones

- Por medio de la presente investigación fue posible llevar a cabo la validación de una mermelada horneable de xoconostles de *O. joconostle*, la cual posteriormente se evaluó su uso en tartas.
- Los análisis fisicoquímicos realizados a la mermelada muestran resultados similares a los obtenidos por Peña R. Ma. J (2005), mientras que el análisis de textura realizado a la mermelada muestra que el tipo de pectina utilizada influye en las características de textura de la mermelada de xoconostle.
- Los análisis bromatológicos realizados indican que las tartas con mermelada de xoconostles se pueden clasificar como galletas finas, según lo requerido por la norma mexicana para galletas NMX-F-006-1983.
- Los análisis reportan nula presencia de microorganismos en las tartas con relleno de mermelada de xoconostle, lo cual indica que se llevaron a cabo buenas prácticas de manufactura en la elaboración. La vida de anaquel es superior a los seis meses, ya que en dicho tiempo no hubo crecimiento de microorganismos ni cambios en el sabor de las tartas.

Tabla 8. Análisis sensorial de textura de las tartas. (Fuente: García, 2006)

	Tartas comerciales (tartinas de lara)	Tartas con mermelada de xoconostle
Relleno (mermelada)	Se ve seco, sin brillo y al masticar presenta una consistencia y adhesividad elevada	Se ve uniforme y brillante la consistencia son agradables al paladar
Pasta	Se siente húmeda y tiene un sabor a masa cruda	Crujiente, brillante y se deshace en la boca

Los resultados del análisis sensorial muestran que las tartas con mermelada de xoconostle son del agrado de los consumidores.

El análisis de textura demostró que las tartas con mermelada de xoconostle son más suaves y presentan menos adhesividad en comparación con las tartas comerciales. Como producto de este trabajo de investigación se obtiene una nueva alternativa de aprovechamiento del xoconostle y de este modo se contribuye a la explotación de este recurso por parte de los productores, otorgándole valor agregado.

Agradecimientos

A la compañía Puratos®, por otorgar su ayuda a través de su laboratorio de desarrollo para realizar esta investigación.

Bibliografía

Alimentaria. 2008. Expo de alimentos y bebidas. Alimentaria Exhibitions, S.A. México.

Anzaldúa, Morales A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.

Badui J. S. 2006. Química de los Alimentos. Editorial Pearson Addison Wesley. México.

Belitz H. y Grosch W. 1997. Química de los Alimentos. 2da. Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España

Bravo- Hollis Helia. 1978. Las cactáceas de México. Volumen I. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Brindis J. L. 2009. Tesis "Estudio preliminar del efecto hipoglucemiantes del extracto y encapsulado de dos especies de xoconostle (*O. joconostle* F.A.C. Weber y *O. matudae* Scheinvar) en ratas con diabetes inducida con estreptozotocina. Área académica de química. Química en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Calva V. lunes 27 de marzo del 2006. "Valle del Mezquital, Italia y China aprovechan mejor la tuna y el nopal." En Público, Hidalgo,

Castro Montero Eduardo S., 1999. Textura de Alimentos, Biblioteca Digital Universidad de Chile.

Esparza G. E. y Montaña H. A., 2009 Tesis "Efecto hipoglucemiantes del extracto seco de *O. joconostle* F.A.C. Weber en ratas wistar" Área académica de química. Química en Alimentos Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Fennema O. 1993. Química de los Alimentos. 2ª Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Fernández E. 2000. Microbiología e inocuidad de los alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro

Filardo K. S.; Scheinvar L., Bye R., González L., Pérez A., Mendoza M., Hidalgo M., Juárez J. 2001, Producción y comercialización de frutos comestibles de *Opuntia* spp. en el Valle del Mezquital. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. Tomo XLVI año 46 No. 1

Filardo K. S. 2002. Tesis, Una contribución al estudio etnobotánico de la zona del Alto Mezquital y propuesta biotecnológica para el aprovechamiento de la tuna (Género *Opuntia*, subgénero *Opuntia*) en tres comunidades Hñahñus del Estado de Hidalgo. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.

Filardo K.S. 2005 Curso. Confitería del azúcar. Azúcar no cristalino (mermeladas y jaleas) Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Centro de Investigaciones Químicas. Pachuca, Hgo.

Flores C.; Gallegos V.; Cervantes H.; Corrales G.; Medina G. 2002. La cadena Productiva del Nopal en Zacatecas: bases para un desarrollo sostenido. Editorial Universidad Autónoma de Chapingo. 1ra. Edición. Zacatecas, México.

Scheinvar, L., S. Filardo, G. Olalde y P. Zavaleta. In prensa. Diez especies productoras de xoconostles. UNAM, UAEH y UAM-X. México, D.F.

Goldblith S. A. 1967. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España.

Tabla 9. Resultados de textura de las tartas con mermelada de xoconostle. (Fuente: García, 2006)

Muestra	Punto de ruptura (g)	Dureza (ρ)	Consistencia (g s)	Adhesividad (g s)
1	470.99	138.74	3615.21	1400.63
2	473.05	157.72	4203.48	1179.18
3	525.35	137.31	4698.54	1440.65

Tabla 10. Resultados de textura realizados a las tartas comerciales. (Fuente: García, 2006)

Muestra	Punto de ruptura (g)	Dureza (ρ)	Consistencia (g s)	Adhesividad (g s)
1	70.44	916.73	7541.13	373.79
2	20.60	759.58	2127.78	341.86
3	20.65	896.06	2704.18	273.21
4	19.71	746.33	1979.00	174.40
5	19.99	820.19	2186.50	222.88

Holdsworth S. D. 1998. Conservación de Frutas y Hortalizas. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España

Lombera Martínez Manuel. 21 de mayo 2008. Galletas mexicanas conquistan EU. El Universal. México, DF.

Mejorado M. marzo-abril 2006. "Tecnología de Confitería". Alfa editores técnicos. México.

NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas. Food cookie.

NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas.

NMX-F-83-1986. Alimentos. Determinación de humedad.

NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas

NMX-F-208-1974. Determinación de acidez total en glucosa de maíz.

NMX-F-253-1977. Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias.

NMX-F-312-1978. Determinación de reductores directos y totales en alimentos.

NOM-086-SSA1-1994. Alimentos. Determinación de grasa.

NOM-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda.

NOM-F-103-1982. Alimentos frutas y derivados. Determinación de grados Brix.

NOM-112-SSA1-1994 Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del número más probable

NOM-F-255-1978. Método de conteo de Hongos y Levaduras en alimentos.

NOM-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos.

Pearson P. 1998. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Peña R. Ma. J. Tesis "Estudio fisicoquímico de mermeladas elaboradas con xoconostle (*Opuntia matudae* Scheinvar)". Área académica de química. Química. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Rolin C. y De Vries J., 1990. In I. Colloids, I. Harris, Peter. Food and Gels. Applied food science. Series II. Edited by Peter Harris.

Scheinvar L., Filardo K. S. Et Olalde P. G. 2009. En prensa. Diez Especies Mexicanas Productoras de Xoconostle. (*Opuntia* spp. y *Cylindropuntia imbricata*) (Cactaceae). Libro en proceso para su edición.

SIAP. www.siap.gob.mx, 2009

Sosa P. E. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimentos, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

Southgate D. 1992. Conservación de frutas y hortalizas. 3ra edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.

UNE 87-001-94. Octubre 1994. Norma española Vocabulario Análisis Sensorial. Imprime y edita Asociación española de normalización y certificación. Madrid, España.

Zamorano A. F. 2008. Tesis. "Desarrollo de un dulce laminado con xoconostle (*Opuntia joconostle* F.A.C. Weber), azucarado y con chile" Área académica de química. Química en Alimentos Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.