



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS**



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
BIOQUÍMICA**

**APROVECHAMIENTO DE LA CALABAZA DE
CASTILLA (*Cucurbita moschata*) PARA LA
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO BIOQUÍMICO**

**PRESENTA
VIANKA ALMAZÁN MEDINA**

**ASESOR: M. EN C. EPIFANIO JIMÉNEZ GARCÍA
COASESORA: DRA. MARÍA ELENA SÁNCHEZ PARDO**

Ciudad de México, 2019

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Alimentos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, bajo la dirección del M. en C. Epifanio Jiménez García y coasesoría de la Doctora María Elena Sánchez Pardo, en el desarrollo de productos alimenticios.

e REVISION PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de México, a las 10:00 horas del día 14 de mayo del 2018, reunidos en la **ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**, los profesores: *M. en C. Epifanio Jiménez García, Dra. Laura Isabel Almazán Rodríguez, M. en C. Juan Pedro Olivares Nava, Dra. María Elena Sánchez Pardo e IBQ. Christian Bryan Ballinas Cesatti*. Designados para integrar el Jurado para la titulación del alumno:

VIANKA ALMAZAN MEDINA

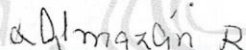
de la Carrera de: **INGENIERÍA BIOQUÍMICA**

Hacen constar que después de haber examinado y discutido el trabajo con el título de:

"Aprovechamiento de la calabaza de castilla (*Cucurbita moschata*) para la elaboración de productos alimenticios"

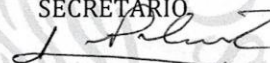
Que presentó el sustentante y que fue previamente enviado a los miembros del Jurado, se le hicieron las observaciones que a su juicio son necesarias para la presentación definitiva del trabajo; consecuentemente, este Jurado considera que el mencionado trabajo será aprobado cuando en él se incluyan los cambios sugeridos. Una vez que se tenga la presentación definitiva del trabajo, se procederá a fijar fecha y hora en que se celebrará su **Examen Profesional**. Para constancia, se levanta la presente acta a las 12:00 horas del día 14 de mayo del 2018.

PRESIDENTE



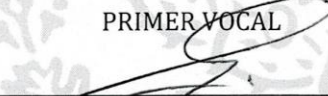
Dra. Laura Isabel Almazán Rodríguez
Cédula: 0527186

SECRETARIO

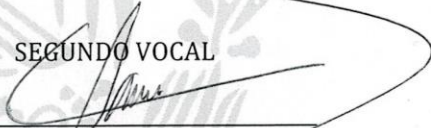


M. en C. Juan Pedro Olivares Nava
Cédula: 1218897

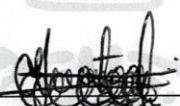
PRIMER VOCAL

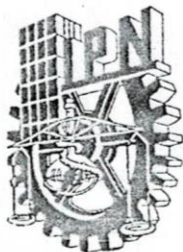

M. en C. Epifanio Jiménez García
Cédula: 0607293
(ASESOR)

SEGUNDO VOCAL


Dra. María Elena Sánchez Pardo
Cédula: 4365338
(COASESOR)

TERCER VOCAL


IBQ. Christian Bryan Ballinas Cesatti
Cédula: 9744346



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
TITULACIÓN NIVEL LICENCIATURA


CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 11 del mes de ENERO del año 2019 el que suscribe Vianka Almazan Medina alumno(a) de la carrera de Ingeniería Bioquímica con número de boleta 2011500013 egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, manifiesta que es coautor intelectual del presente trabajo de Titulación bajo la Asesoría del(la) M. en C. Epifanio Jimenez Garcia como coasesor el(la) Dra. Maria Elena Sanchez Pardo, quienes ceden únicamente los derechos del título y del resumen del trabajo intitulado "Aprovechamiento de la calabaza de castilla (Cucurbita moschata) para la elaboración de productos alimenticios" al Instituto Politécnico Nacional para su difusión con fines académicos.


El contenido textual, fotográfico, gráficas y resultados del trabajo se someterán para su publicación y/o patente, por lo que se reserva la información completa de este trabajo exclusivamente para la evaluación y consulta de los miembros del jurado académico del examen de Licenciatura de Ingeniería Bioquímica.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de los autores. Éste puede ser solicitado por escrito al asesor y coasesor de este trabajo dirigiéndose a la ENCB. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Atentamente


Vianka Almazan Medina
ALUMNO
Nombre y firma


Jimenez Garcia Epifanio
ASESOR
Nombre y firma


Dra. Maria Elena Sanchez Pardo
COASESOR
Nombre y firma

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	CALABAZAS	1
1.2	PRODUCCIÓN NACIONAL DE CALABAZA	2
1.3	USOS DE LAS CALABAZAS	4
1.4	TAXONOMÍA DEL GÉNERO <i>CUCURBITA</i>	5
1.4.1	<i>Cucurbita maxima</i>	6
1.4.2	<i>Cucurbita angyrosperma</i>	6
1.4.3	<i>Cucurbita pepo</i>	7
1.4.4	<i>Cucurbita ficifolia</i> o chilacayote	8
1.4.5	<i>Cucurbita moschata</i> o calabaza de castilla	8
1.6	COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL	11
1.6.1	Calabazas de verano.....	11
1.6.2	Calabazas de invierno	11
1.6.3	Propiedades nutricionales de la calabaza de castilla	13
1.7	CHÍA.....	14
1.8	ANTIOXIDANTES	15
2.	ANTECEDENTES	17
3.	JUSTIFICACIÓN	19
4.	OBJETIVOS	20
4.1	Objetivo general	20
4.2	Objetivos específicos.....	20
5	MATERIALES Y MÉTODOS	21
5.1	Materia prima y materiales	21
5.2	Equipos	22

5.3	Métodos.....	23
6	DESARROLLO EXPERIMENTAL	29
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
7.1	Acondicionamiento de la materia prima.....	33
7.2	Selección de la variedad de cucúrbita para desarrollo de los productos	33
7.3	Obtención de pulpa cocida de calabaza de castilla.....	35
7.4	Cálculo de rendimiento de la pulpa de calabaza	37
8	ELABORACIÓN DE LA MERMELADA.....	37
9	ELABORACIÓN DE UN PANQUÉ CON PULPA COCIDA DE CALABAZA	43
10	ELABORACIÓN DE GOMITAS CON PULPA COCIDA DE CALABAZA.	47
	CONCLUSIONES.....	53
	BIBLIOGRAFÍA	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de especies de calabazas del género cucurbita cultivadas en México	3
Cuadro 2. Uso de las distintas partes de la calabaza de acuerdo a su estado de maduración.....	4
Cuadro 3. Composición nutrimental general de calabazas de invierno y calabazas de verano (por 100 g de porción comestible)	12
Cuadro 4. Contenido de algunos micronutrientes en calabazas de invierno y calabazas de verano (por 100 g de porción comestible)	12
Cuadro 5. Composición de macro-nutrientes de la calabaza de castilla	13
Cuadro 6. Concentración de micro-nutrientes, de la calabaza de castilla. (Contenidos en 100 g de alimento crudo)	13
Cuadro 7. Usos de la chía (<i>Salvia hispanica</i>).....	15
Cuadro 8. Composición de la semilla de chía (g/100 g)	15
Cuadro 9. Calificación de cada nivel de agrado para la escala hedónica	25
Cuadro 10. Intervalos de color dados por el equipo colorimétrico reader	28
Cuadro 11. Selección del tiempo óptimo de cocción para la pulpa de calabaza	36
Cuadro 12. Selección del equipo de molienda para la pulpa de calabaza cocida	36
Cuadro 13. Formulaciones de la mermelada.....	38
Cuadro 14. Resultados obtenidos del AQP en mermelada de calabaza de castilla	41
Cuadro 15. Promedio del estudio de calidad en mermelada de fresa	41
Cuadro 16. Determinación de actividad de agua en la mermelada	42
Cuadro 17. Determinación de color en la mermelada	43
Cuadro 18. Formulaciones del panqué con pulpa de calabaza.....	43
Cuadro 19. Comparación del volumen de las formulaciones al aumentar la adición de pulpa de calabaza	45
Cuadro 20. Análisis Químico Proximal del panqué con pulpa de calabaza.....	46
Cuadro 21. Valores nutrimentales de panques declarados por starbucks.....	46
Cuadro 22. Determinación de actividad de agua en el panqué	47

Cuadro 23.	Parámetros de color de la pulpa cocida y del panqué.	47
Cuadro 24.	Formulaciones de las gomitas	48
Cuadro 25.	Análisis químico proximal de las gomitas con pulpa de calabaza..	51
Cuadro 26.	Promedio de valores nutrimentales de gomitas comerciales.....	51
Cuadro 27.	Determinación de actividad de agua en las gomitas con pulpa de calabaza	51
Cuadro 28.	Parámetros de color de la pulpa cocida y las gomitas.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Cucurbita maxima</i>	6
Figura 2.	<i>Cucurbita angyrosperma</i>	7
Figura 3.	<i>Cucurbita pepo</i>	7
Figura 4.	<i>Cucurbita ficifolia</i>	8
Figura 5.	<i>Cucurbita moschata</i>	9
Figura 6.	Estructura interna de la calabaza de castilla	10
Figura 7.	Equipo Kjeldahl	22
Figura 8.	Refractómetro de ABBE	23
Figura 9.	Formato para la prueba afectiva de preferencia para las formulaciones de la mermelada.....	24
Figura 10.	Formato para la prueba hedónica para las formulaciones de los productos desarrollados	25
Figura 11.	Equipo Rotronic Hygro	27
Figura 12.	Equipo colorimétrico Reader	28
Figura 13.	Diagrama del desarrollo experimental.....	29
Figura 14.	Secuencia de actividades para el desarrollo de productos de calabaza	32
Figura 15.	Acondicionamiento de la calabaza	33
Figura 16.	Calabaza verde	34
Figura 17.	Pulpa de chilacayote	34
Figura 18.	Pulpa cocida de chilacayote.....	35
Figura 19.	Calabaza de castilla cruda	35
Figura 20.	Molienda de la pulpa con el procesador.....	37
Figura 21.	Pulpa de calabaza molida	37
Figura 22.	Muestras de las formulaciones de la mermelada de calabaza de castilla con semilla de chía.....	38
Figura 23.	Porcentaje de calificación de cada nivel de agrado para la mermelada, elaborada en tres diferentes concentraciones de chía.	39
Figura 24.	Resultados de la evaluación sensorial hedónica para la mermelada	40
Figura 25.	Corte transversal de los panques formulación testigo y adicionado con	

calabaza	44
Figura 26. Muestras de panqué de la segunda formulación sin y con pulpa cocida de calabaza.....	44
Figura 27. Resultados de la prueba afectiva del panqué	45
Figura 28. Apariencia de las gomitas. Lado izquierdo formulación G, lado derecho formulación H	49
Figura 29. Apariencia de gomitas con diferente proporción de pulpa.....	49
Figura 30. Resultados de la prueba afectiva de preferencia de las gomitas	50

1. INTRODUCCIÓN

1.1 CALABAZAS

"México es un país lleno de tradiciones agrícolas, de los cultivos originarios y/o domesticados del país; el maíz, el frijol y la calabaza son los más importantes en la dieta mexicana, en el caso de la calabaza, es muy común que se siembren dos y en algunos casos hasta tres especies juntas, en algunas zonas del país se encuentran variedades silvestres de este cultivo que crecen en forma espontánea y natural junto a las plantas cultivadas" (SINAREFI, 2015).

La historia de las calabazas se remonta varios siglos atrás. De estos frutos el origen de su nombre proviene del griego, de la palabra pepón que literalmente significa melón grande. Posteriormente los franceses cambiaron la palabra a pepón por pumpkin y los americanos la modificaron a pumkin. Una variedad que se ha utilizado principalmente en noviembre es la calabaza de castilla, de la cual, la práctica de realizar caras de fantasmas en ellas, se originó en Irlanda hace varios siglos, a esta figura la denominaron como Jack of the Lantern o Linterna de Jack (Readon, 2011).

Las calabazas son de las primeras plantas domesticadas en Mesoamérica, en un espacio denominado como milpa, en el cual se cultivaban con eficiencia los productos que constituían la base de la dieta prehispánica, en respuesta a el cuidado, las plantas ofrecían al hombre mejores frutos a diferencia de sus ancestros silvestres, por ejemplo, el maíz daba mazorcas más grandes y en mayor proporción, productos como la calabaza y el tomate, frutos de mayor tamaño y sabor más agradable.

Los cambios más notables entre la calabaza silvestre y la domesticada, están en la disminución del sabor amargo de la pulpa y el aumento de tamaño de la pulpa y semillas. En México la evidencia más antigua de calabazas domesticadas corresponde a *Cucurbita pepo*, una de las variedades más utilizada en la actualidad, está se encontró en la cueva de Guila Naquiz en Oaxaca entre 6000 y

8000 a.C., mientras que en las cuevas de Romero y Valenzuela en el estado de Tamaulipas se localizaron semillas correspondientes a 2000 a.C., mientras que, en Tehuacán-Puebla, se localizaron restos correspondientes a 5200 a.C. (Vela, 2010). Las calabazas pertenecen al género cucurbita, del cual se reconocen veinte especies distribuidas desde Estados Unidos de América hasta Argentina, en zonas templadas y cálidas, ya que es una planta especialmente noble en cuanto a su reproducción en condiciones ambientales adecuadas (Peña-Basurto, 2013).

Las cucurbitas pueden alcanzar un tamaño considerable y poseen abundante pulpa, de ellas se aprovechan las semillas, flores, pulpa y su tallo. Las semillas fueron mayormente apreciadas en la época prehispánica debido a que eran relativamente abundantes y no son susceptibles de almacenarse por lapsos prolongados. Existen dos tipos de calabazas, dependiendo de la temporada de recolección, es decir se encuentran las de verano, estas se consumen en abril, y las de invierno las cuales se consumen en el mes de noviembre (Illescas, 2008). Estos frutos se pueden conservar envueltos en una bolsa de plástico perforada y almacenados en refrigeración, una vez cocidos se pueden almacenar en congelación (Vela, 2010).

1.2 PRODUCCIÓN NACIONAL DE CALABAZA

En México se siembran 5773 hectáreas (ha) de calabaza (para fruto maduro), con un rendimiento promedio de 16.8 toneladas/ha (Villanueva-Verduzco, et.al, 2011). Los estados que se dedican a la producción de esta hortaliza son Sonora, Michoacán, Baja California, Puebla, Guanajuato, principalmente. En promedio estos producen 24 mil toneladas al año de calabaza, esto mencionado por la Central de Abasto de la Ciudad de México (Fideicomiso para la Construcción y Operación de la Central de Abasto de la Ciudad de México, 2014). Actualmente en el estado de Puebla, se cultivan más de 5500 ha de calabacita y calabaza (Basurto, 2013). Una de las variedades más utilizadas actualmente es la *Cucurbita pepo*. En México son cultivadas solo 5 especies de calabazas, las cuales se mencionan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de especies de calabazas del género cucurbita cultivadas en México

<i>Especie</i>	<i>Otros nombres</i>	<i>Fruto</i>
<i>Cucurbita Pepo</i>	Calabacita , Calabaza de india, calabaza de comer, calabaza de manteca, tempranilla, mensejo.	Es de forma ovalada. Con pericarpio rígido y duro a suave, coloración variada que va de verde claro a oscuro. De tamaño muy variable y diversas formas, con costillas redondeadas. Presenta una amplia gama de colores.
<i>Cucurbita moschata</i>	Calabaza de castilla , Calabaza, calabaza de casco, calabaza de pellejo, calabaza caliente, támara, calabaza de camote y sequola	De tamaño muy variable y diversas formas, con costillas redondeadas. Presenta una amplia gama de colores.
<i>Cucurbita angyosperma</i>	Calabaza pipiana, Calabaza caliente, de las aguas, pinta, de casco, criolla, taponá, rayada, guajolota.	Tamaño variable, de forma oval. Cáscara de verde claro a oscuro, con pequeñas motas crema o en tono verde contraste.
<i>Cucurbita ficifolia</i>	Chilacayote Chilacayo, chílaca	Tiene forma de globo u ovalada, cáscara gruesa y sin costillas. De color verde claro u oscuro con franjas blancas.
<i>Cucurbita máxima</i>	Calabaza Kabosha , Calabaza de pepita rusa, zapallo.	Generalmente redondo, de color anaranjado, verde pardusco o grisáceo

(Vela, 2010)

1.3 USOS DE LAS CALABAZAS

Las calabazas son aprovechadas de manera integral, se consumen los frutos tanto maduros como tiernos y tanto las hojas como la raíz, se utilizan en medicina alternativa (Vela, 2010).

Las semillas de calabaza, son ampliamente consumidas y estudiadas ya que son buena fuente de zinc, ácidos grasos, potasio y magnesio. En estudios se ha determinado que el aceite de estas interrumpe la multiplicación de células cancerosas en la próstata y también se ha visto que disminuyen la inflamación en las articulaciones que ocasiona la artritis sin causar efectos secundarios. Además de lo anterior, contienen fitoesteroles, compuestos que ayudan a disminuir los niveles de colesterol malo y aumentan la capacidad de respuesta del sistema inmunológico (Readon, 2011).

La pulpa de calabaza se consume tanto cruda como cocida, se utiliza para elaborar galletas, pasteles, flanes, mermeladas y cabello de ángel (un dulce tradicional en México). En el Cuadro 2, se muestran algunos de los usos de las diferentes partes que conforman la calabaza.

Cuadro 2. Uso de las distintas partes de la calabaza de acuerdo a su estado de maduración

<i>Parte de la calabaza</i>	<i>Uso</i>
Calabaza tierna	Consumida como verdura
Calabaza madura	Se utiliza la pulpa como alimento y la cáscara como recipiente
Flor masculina	Se consume como alimento en diferentes platillos o sola,
Semillas	Se consumen tostadas y secas
Hojas y raíz	Medicina alternativa

(Vela, 2010)

Las calabazas contienen vitaminas A y C, potasio, fibra y hierro, algunas tienen la característica de presentar pulpa de color naranja tienen un alto contenido de beta-caroteno, el cual disminuye el riesgo de que se generen distintos tipos de cáncer en el cuerpo. Un estudio efectuado por el USDA, indica que las dietas con alto contenido de calabaza tienden a disminuir el apetito, contienen poca grasa y pocas calorías (Readon, 2011).

1.4 TAXONOMÍA DEL GÉNERO *CUCURBITA*

Las cucurbitáceas incluyen alrededor de 90 géneros y 800 especies, de este amplio espectro unas 39 especies tienen importancia alimenticia y utilitaria. Algunas de estas especies son nativas de México como el chayote (*Sechium edule*) y otras de distintas partes del mundo como el melón (*Cucumis melo*), el pepino (*Cucumis savitus*), la sandía (*Citrullus lanatus*) y el estropajo (*Luffa aegyptiaca*). Las calabazas pertenecen al género cucurbita, las cuales en los países de América del sur son comúnmente conocidas como “zapallos”, “calabazas”, o mediante otros nombres indígenas, mientras que en otros países como en Estados Unidos se les denomina como “pumpkins” o “gourds” (Vela, 2010).

Son plantas anuales, monoicas y trepadoras. Sus flores son vistosas, de color amarillo pálido a amarillo-anaranjado brillante, se caracterizan por dar frutos de distintos tamaño, colores y formas, tienen estambres estructurados a manera de una columna, con filamentos libres o más o menos coherentes y anteras soldadas formando una estructura cilíndrica (Saade, 2009).

Las calabazas en general, se cultivan por sus frutos (Blancard, 1991). Dentro de estas encontramos a las calabacitas de invierno, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* y *Cucurbita angyrosperma*, las cuales son cosechadas en maduración completa. Por otro lado se encuentran las calabazas de verano, como la *Cucúrbita pepo*, cuyas frutas se cosechan en su etapa inmadura (Rullán, 2012).

En México se cultivan principalmente cinco especies las cuales son: *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita angyrosperma*, *Cucúrbita pepo* y *Cucurbita ficifolia* (Verduzco, 2007). A continuación se presentan algunas características de las Cucúrbitas mencionadas anteriormente, destacando a la *Cucurbita moschata* dado que es el tipo de calabaza que se ocupara en este trabajo.

1.4.1 *Cucurbita maxima*.

Su fruto es alargado u ovalado, acostillado y rugoso, con surcos más o menos profundos, como se muestra en la Figura 1. La pulpa es dura, de color blanco, amarillento o rosáceo, según la variedad (Quintero, 1981).



Figura 1 *Cucurbita maxima*
(www.hortalizas.com, 2015)

1.4.2 *Cucurbita angyrosperma*

Plantas anuales herbáceas, rastreras y trepadoras, no muy vigorosas, Raíces fibrosas. Tallos angulosos y surcados. Flores no aromáticas. Poseen pericarpio rígido, durable, totalmente lisa o con algunas verrugas que parecen escurrirse desde el pedúnculo. Son de coloración diversa desde blanca hasta verde con manchas y/o franjas reticuladas sede blanco o crema tornándose de color amarillento o pardo claro al madurar, se aprecian en la Figura 2. Tienen pedúnculo

delgado, rígido, leñoso y usualmente anguloso. También posee semillas elípticas, anchas, largas y algo comprimidas, centro blanco, con márgenes gruesos y corchosos (Verduzco, 2007).



Figura 2 *Cucurbita angyrosperma*

(Proyecto Recopilación y análisis, 2009)

1.4.3 *Cucurbita pepo*

Su fruto presenta distintas formas, aunque predomina la oval, es de cáscara rígida y dura a suave, presenta una coloración variada que va de verde claro a oscuro, se pueden observar en la Figura 3. La pulpa es poco fibrosa y de color crema a amarillento. Las semillas son planas y angostas o anchas, con el centro claro (Perera, 2001).



Figura 3 *Cucurbita pepo*

(La calabaza y la calabacita mexicanas en el mercado norteamericano, 2001)

1.4.4 *Cucurbita ficifolia* o chilacayote.

Sus hojas son pecioladas, penta o heptalobuladas, de gran tamaño, color verde oscuro y dorso pubescente, como se ve en la Figura 4. Las flores son solitarias, grandes y de pétalos carnosos, con corola de hasta 7.5 cm de diámetro y color amarillo o naranja. El fruto es globoso y de forma ovoide. La piel, verde o blanquecina, protege la pulpa conformada básicamente por mesocarpio, siendo la pulpa fibrosa, de color claro y dulce (Vibrans, 2009).



Figura 4 *Cucurbita ficifolia*

(www.conabio.gob.mx, 2009)

1.4.5 *Cucurbita moschata* o calabaza de castilla

Es una de las especies de calabaza más importantes y cultivadas tanto en México como en el mundo. En estado silvestre, es originaria de Perú, pero fue en México donde se le domesticó (Vela, 2010). Son plantas de gran desarrollo, muy tardías más de 100 días entre la siembra y la cosecha (Messiaen, 1979).

A este fruto también se le conoce como calabaza, calabaza de casco, calabaza de pellejo, calabaza cuaresmeña, calabaza caliente, calabaza de pepita menuda, támal y calabaza de camote (Vela, 2010).

En México se utiliza desde las raíces hasta el fruto, incluyendo las hojas, las flores y las semillas (Vela, 2010). La pulpa del fruto maduro, asada o hervida, se

utiliza para elaborar dulces, así como para uso forrajero, sobre todo de ganado avícola, bovino e incluso equino. Saade (2000), señala que la pulpa y flores de la calabaza contienen nutrientes esenciales como calcio, fósforo, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico.

Debido a que sus semillas son abundantes y de buen tamaño se utilizan molidas o enteras, también se ocupan para extracción de aceite o en la elaboración de botanas. El consumo de las semillas representa una importante aportación de proteínas y aceites (Saade, 2000).

La calabaza de castilla, mostrada en la Figura 5, presenta características físicas peculiares ya que los frutos son de tamaño variable y de formas diversas, algunas son lisas pero por lo general con costillas redondeadas. Presentan una amplia gama de tonalidades en el pericarpio, que van del verde claro al oscuro, liso o con manchas crema, o del pardo claro al oscuro, también liso o con manchas (Vela, 2010). La corteza de la calabaza es dura y es una especie muy apreciada por su pulpa, ya que en el centro del fruto está forma hebras y se elabora con ella un dulce denominado como “cabello de ángel”. La pulpa es color amarillo pálido-anaranjado (Quintero, 1981).



Figura 5 *Cucurbita moschata*

1.5 ESTRUCTURA INTERNA DE LA CALABAZA DE CASTILLA

En la Figura 6 se observa la estructura interna y externa de la calabaza de castilla, las cuales consisten en el pedúnculo, pericarpio, pulpa, placenta y semillas.

En primera instancia se encuentra el pedúnculo, que es una parte pentagonal y hueca en la madurez del fruto, presenta pequeñas fibras ya que forma parte de la raíz, a continuación se tiene al pericarpio el cuál es de color amarillo a naranja y puede presentar manchas, en temporada invernal es grueso, mientras que en la primavera suele ser más delgado, éste cubre a la pulpa que es la parte carnosa del fruto la cuál presenta color amarillo a naranja, está cubre a la placenta que es una porción hueca que contiene fibras viscosas entrelazadas entre sí, en ellas se encuentran las semillas, las cuales pueden ser de forma chata, ovalada y sus extremos terminan en punta (Gaspara, 2013).

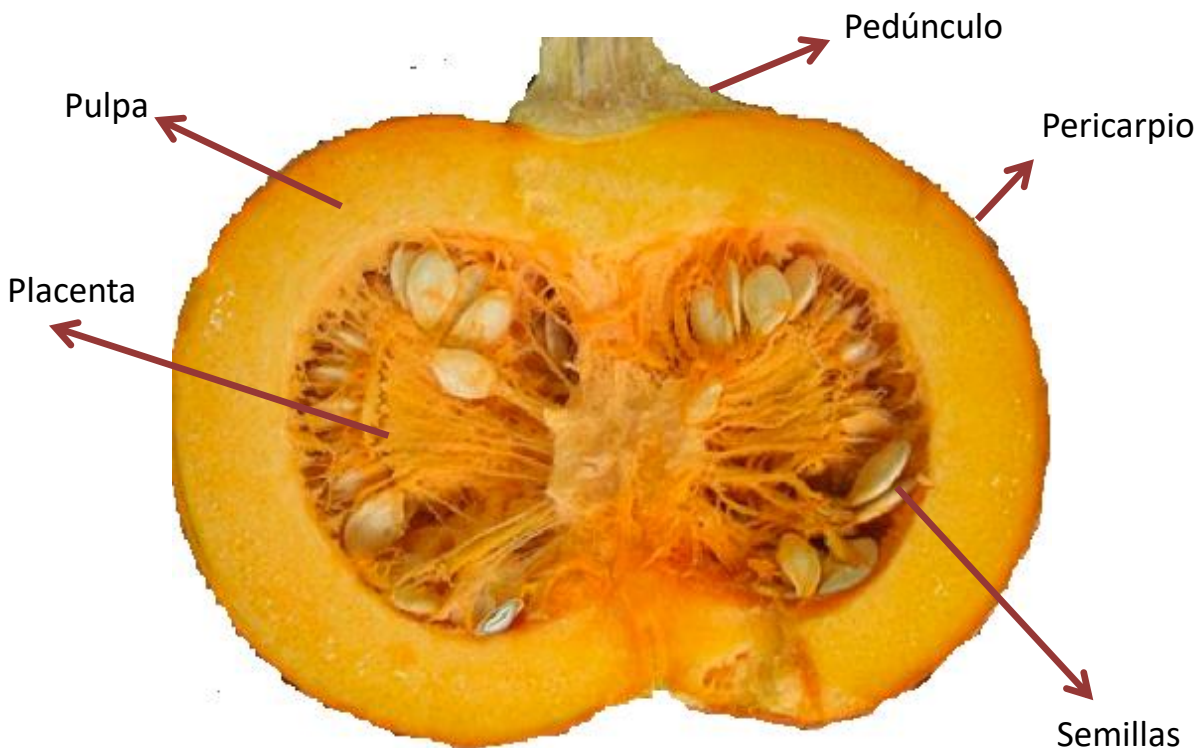


Figura 6 Estructura interna de la calabaza de castilla

(Vela, 2010)

1.6 COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL

Rullán (2012), clasifica a las calabazas con base al periodo de cosecha, es decir las de verano e invierno, por lo que en el apartado siguiente se menciona la composición nutrimental de estos frutos de manera general.

1.6.1 Calabazas de verano

Las calabazas de verano tienen un sabor ligeramente dulce, valor energético bajo contienen mayor proporción de agua y carbohidratos, el contenido de proteína y materia grasa es similar respecto a las de invierno, sin embargo la concentración de fibra es menor, como se señala en el Cuadro 3. En cuanto al contenido de micronutrientes son moderadamente altos en Vitamina B6 y ácido ascórbico, mientras que en los demás componentes son similares a las calabazas de invierno, como se señala en el Cuadro 4.

Estos frutos no se almacenan bien a temperaturas inferiores a 5°C. Generalmente se sirven como hortaliza, pero pueden ser cortados en rodajas y consumidos crudos. Un ejemplo es la *Curcubita pepo*, la cual se consume en estado inmaduro (Salunkhe, 2004).

1.6.2 Calabazas de invierno

Las calabazas de invierno, su sabor es dulce y almendrado, dan mayor aporte energético, tienen un alto contenido de carbohidratos, fibra y minerales, como se muestra en el Cuadro 3. En cuanto a micronutrientes tienen un alto contenido de vitamina A, ligeramente más altos en ácido pantoténico, ácido nicotínico y tiamina, como se muestra en el Cuadro 4. Estas necesitan temperaturas superiores a los 10°C para crecer y madurar. Los frutos son sensibles a etileno y no deben de almacenarse o transportarse junto a éste. La pulpa confitada se puede utilizar en relleno para pasteles como la *Cucurbita máxima* y *Cucurbita moschata* las cuales se consumen en estado maduro y se pueden almacenar por varios meses (Salunkhe, 2004).

Cuadro 3 Composición nutrimental general de calabazas de invierno y calabazas de verano (por 100 g de porción comestible)

<i>Constituyente</i>	<i>Calabaza de verano</i>	<i>Calabaza de invierno</i>
Agua (g)	93.70	88.70
Energía (KJ)	84	155
Proteína (g)	1.18	1.45
Grasa (g)	0.21	0.23
Fibra (g)	0.60	1.40
Minerales (g)	0.58	0.80
Carbohidratos totales (g)	4.35	8.80

(Salunkhe, 2004)

Cuadro 4 Contenido de algunos micronutrientes en calabazas de invierno y calabazas de verano (por 100 g de porción comestible)

<i>Constituyente</i>	<i>Calabaza de verano</i>	<i>Calabaza de invierno</i>
Ácido ascórbico (mg)	14.80	12.00
Tiamina (mg)	0.06	0.10
Riboflavina (mg)	0.04	0.03
Ácido nicotínico (mg)	0.55	0.80
Ácido pantoténico (mg)	0.10	0.40
Vitamina B6 (mg)	0.11	0.08
Caroteno total (µg)	0.33	6.77

(Salunkhe, 2004)

1.6.3 Propiedades nutricionales de la calabaza de castilla

El sabor de la calabaza de castilla es dulce y fuerte, de sus macronutrientes el agua, el contenido de carbohidratos y fibra son altos y van de acuerdo a la clasificación de las calabazas de invierno, así mismo aporta 40 Kcal de valor energético, como se muestra en el Cuadro 5. Respecto al contenido de micronutrientes, es rica en beta-caroteno y vitamina C, así como vitamina E, B1, B3 y B6, como se muestra en el Cuadro 6. En cuanto a minerales, la calabaza es un alimento rico en potasio, contiene también fósforo y magnesio pero en cantidades menores (Rodríguez, 2013).

Cuadro 5 Composición de macro-nutrientes de la calabaza de castilla

<i>Macro-nutriente</i>	<i>Cantidad (g/100 g)</i>
Humedad	87.80
Energía	40 Kcal
Proteínas	0.80
Grasas	0.10
Fibra	1.40
Carbohidratos	10.40

(Cordero, 1996)

Cuadro 6 Concentración de micro-nutrientes, de la calabaza de castilla. (contenidos en 100 g de alimento crudo)

<i>Minerales</i>		<i>Vitaminas</i>	
Calcio	33 mg	Retinol	343 mcg
Zinc	0.13 mg	Ácido ascórbico mg	11.08 mg
Hierro	0.70 mg	Tiamina mg	0.34 mg
Magnesio	32.00 mg	Riboflavina mg	0.01 mg
Sodio	3.00 mg	Niacina mg	0.70 mg
Potasio	347.00 mg	Piridoxina mg	0.15 mg

(Cordero, 1996)

1.7 CHÍA

La chía es una planta que crece de manera anual en los meses de septiembre y noviembre. La chía nativa de México es la del género *Salvia hispanica L.*, comúnmente se conoce como salvia española, chía negra o chía. A esta planta se le considera originaria de varias partes de México y de Guatemala, crece en áreas tropicales y subtropicales, entre las latitudes 20°55'N y 25°05'S. Bolivia exporta 2300 millones de dólares de chía a mercados de Estados Unidos, Chile, Argentina, Canadá, España y Colombia. En México los cultivos importantes de chía se reportan en Jalisco y Puebla.

Esta planta tiene un alto contenido de proteína y vitamina B, además de que contiene antioxidantes algunos de los cuales son: quercitina, miricetina, kaperol y ácido cafeínico de potente actividad antioxidante, además contiene fibra soluble e insoluble la cual se podría aplicar en alimentos como en productos de panificación, e industria farmacéutica por sus propiedades físicas, en el Cuadro 7 se muestran algunos usos que se le ha dado a la semilla (Salgado-Cruz, 2014).

Uno de los componentes más importantes en estas semillas es la materia grasa, como se muestra en el Cuadro 8. Los lípidos son muy importantes en la dieta tanto humano como animal, entre ellos destacan los ácidos grasos polinsaturados de cadena larga (AGPICL), los cuales son componentes dietarios que participan en múltiples procesos fisiológicos, cumpliendo un rol estructural en los fosfolípidos de las membranas celulares y son sustratos para la síntesis de mediadores que modelan procesos como inmunidad, patologías infecciosas y enfermedades inflamatorias, estos ácidos grasos son los esenciales omega 3 y 6, Jiménez (2013) menciona que en la semilla de chía se ha identificado principalmente ácido linolénico en un 51.8% del total de contenido de ácidos grasos contenidos en la semilla.

Cuadro 7 Usos de la chía (*Salvia hispanica*)

<i>Producto</i>	<i>Porcentaje</i>
Productos panificación	No más del 10%
Cereales para desayuno	No más del 10%
En mezclas de fruta y nueces	No más del 10%
Paquetes preparados de chía	No más del 15% por día

(Jiménez, 2013)

Cuadro 8 Composición de la semilla de chía (g/100 g)

<i>Componente</i>	<i>Porcentaje (g/100 g)</i>
Humedad	6.2
Proteína	19.9
Materia grasa	27.9
Cenizas	4.5
Hidratos de carbono	8.6
Fibra dietética	33

(Jiménez, 2013)

1.8 ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes previenen de la oxidación de las grasas y aceites, es decir, las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena dañando a las células, los antioxidantes terminan estas reacciones quitando intermedios del radical libre e inhiben otras reacciones de oxidación y en algunas ocasiones suelen ser agentes reductores. Existen naturales y sintéticos, estos se añaden a aceites, grasas y alimentos para prevenir la formación de colores, aromas no deseables y algunos otros compuestos que originan la oxidación de lípidos. Los sintéticos fueron elaborados para tener una actividad antioxidante más elevada ya que los naturales se encuentran en concentraciones bajas y la actividad antioxidante se muestra reducida (Badui, 2013).

Los naturales se encuentran en muchos alimentos, algunos de los compuestos contenidos dentro de estos alimentos, son principalmente:

- 1) Carotenoides como el β -caroteno, el cual se encuentra en frutas, raíces, flores, pescados, invertebrados y en verduras como tomate, pimentón, zanahoria y calabazas, como es el caso de la calabaza de castilla encontrándose en una concentración de 343 μg por 100 g de fruto. Los carotenoides son pigmentos naturales, responsables del color amarillo, naranja y rojo. Estos se han relacionado con un aumento del sistema inmune y una disminución del riesgo de enfermedades degenerativas tales como cáncer, enfermedad cardiovascular y formación de cataratas (Rodríguez-Amaya, 1999).
- 2) Lecitina, son sustancias grasas de color amarillo-marronáceas, que forman parte de los tejidos animales y vegetales, es una mezcla compleja de fosfolípidos y triglicéridos, los fosfolípidos más comunes en esta mezcla son la fosfatidilcolina y fosfatidiletanolamina. La lecitina forma lipoproteínas de transporte de grasas, lo que la capacita para reducir los niveles de colesterol en sangre (Cala, 2017).
- 3) Derivados fenólicos, estos se pueden encontrar en algunas semillas y plantas, en este grupo se encuentran los ácidos fenólicos, ácidos cinámicos, cumarinas, flavonoides, flavonas y flavonoles, compuestos que están relacionados con la calidad sensorial de los alimentos de origen vegetal, frescos y procesados, además de que intervienen como antioxidante por su capacidad para quelar metales ya sea manteniendo su actividad catalítica o reduciéndolos (Porrás-Loaiza, 2009).
- 4) Tocotrienoles y tocoferoles, estos compuestos se agrupan en lo que es la Vitamina E, la cual es una de las vitaminas de más amplia distribución. Sus fuentes fundamentales son los aceites de soja, maní, algodón y girasol.

2. ANTECEDENTES

Blancas (2002), aprovechó el polvo de bagazo de zanahoria para la elaboración de un producto de panificación, el cual consistió en un bísquet. Se realizó con el fin de utilizar este subproducto de desecho que se genera en zonas industriales y en algunos otros comercios. Al haber obtenido el producto final, el bagazo le confirió olor y sabor único al pan sin embargo se observó que mientras se iba incrementando la sustitución de harina por bagazo de zanahoria, el pan se mostraba más compacto y duro en comparación de un bísquet control, además de que el volumen disminuía. Por una determinación de color se comparó entre una muestra sin bagazo y una con bagazo, comprobando el incremento de color en el pan, tanto por los carotenoides como por el contenido de carbohidratos que posee la zanahoria, sin embargo la capacidad antioxidante de los carotenoides disminuyó. Finalmente concluyó que el bagazo de zanahoria como subproducto se puede aprovechar para la elaboración de una gran variedad de productos alimenticios.

Pineda (2012), realizó un proyecto de investigación en el que se trabajó con la pulpa seca de zapallo o *Cucurbita maxima*, para la elaboración de algunas sopas y cremas, en las cuales varió el método de cocción y la adición de algunos otros ingredientes como hierbas de olor, pimienta, verduras, etc. con el fin de mostrar que se pueden realizar otros productos para consumo diario con este fruto. El zapallo al ser un fruto que contiene 90 mg/100 g de producto de carotenoides, se muestra de un color entre amarillo y naranja el cual es agradable a la percepción humana, además de que es una materia prima dulce, principalmente por estas cualidades, mencionó que puede ser benéfico consumir de manera más constante este tipo de calabazas en la dieta humana.

Villanueva-Verduzco, et al, (2013), realizó un estudio con la *Cucurbita moschata*, con el fin de evaluar el avance genético insitu de cuatro ciclos de selección masal con respecto a la variedad original en una población de calabazas, en el estado de Morelos en una zona de clima húmedo, semicalido con lluvias de junio a

octubre y con temperatura promedio de 19.6°C, con este estudio se pretendió que hubiera mejoramiento genético de los frutos sin necesidad de acudir a semillas provenientes de otros países, el estudio consistió en que a una porción de cultivo de este fruto, se dividió en cuatro de tal forma que observaban el crecimiento y la variabilidad de especies que crecían ahí para poder tener mejores frutos con características más similares donde predominarán las cualidades físicas más agradables de la vista y al paladar de las personas. Lograron mejorar la genética del cultivo debido a que cada año fueron cambiando la semilla cultivada por la mejor fruta cosechada, es decir la que tuviera mejor apariencia física, mejor color (naranja-amarillo intenso), mejor olor, mejor sabor (dulce) y con semillas igualmente de mejor apariencia, por lo tanto tales resultados confirmaron que la selección masal practicada in situ en calabaza dulce aumenta la frecuencia de genes deseables para calidad de fruto maduro, lo que mejora la calidad de la pulpa con un rendimiento de $r=0.90$.

3. JUSTIFICACIÓN

Las cucurbitas de invierno han sido utilizadas desde hace más de 2000 años A.C por culturas prehispánicas, estas se aprovecharon por sus cualidades físicas para la fabricación de vasijas, y adornos para festividades del día de muertos en el mes de Noviembre y por sus cualidades sensoriales en el acompañamiento para sus alimentos.

En México se siembran 5773 ha de calabaza (para fruto maduro), con un rendimiento promedio de 16.8 ton/ha por estado, sin embargo gran parte de este cultivo no se aprovecha de manera idónea ya que la pulpa se termina desechando como alimento de animales y composta, mientras que las semillas se consumen regularmente y se venden tostadas con sal en la gran mayoría de los mercados del país.

Razón por la cual gran parte de la pulpa de las calabazas de invierno se pierde y no se aprovecha, contribuyendo al efecto invernadero del país. Por lo que se ha decidido trabajar con estas especies de cucurbitas eligiendo la que presente las mejores cualidades sensoriales, físicas y químicas, para utilizar su pulpa en la elaboración de productos alimenticios comunes de los cuales niños, jóvenes, adultos y personas mayores, los puedan consumir.

La pulpa de estas cucurbitas se puede aprovechar en gran medida, ya que algunas presentan color amarillo y naranja gracias a compuestos antioxidantes como son los carotenos, estos los contienen algunos vegetales como la zanahoria y fruta como la papaya, logrando conservar un color llamativo al momento de procesarlo. Se busca elaborar con ellas productos distintos al dulce cristalizado que actualmente se elabora en el país y que sean más accesibles para la población mexicana.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Elaborar productos a base de pulpa de una especie de calabaza de invierno.

4.2 Objetivos específicos

1. Selección de una variedad adecuada de cucurbita para la elaboración de productos alimenticios.
2. Determinar las condiciones óptimas de proceso para la obtención de pulpa cocida de calabaza.
3. Establecer las formulaciones para la elaboración de mermelada, panque y gomitas incorporando pulpa cocida de calabaza.
4. Evaluar la aceptación sensorial de los productos desarrollados.
5. Evaluar las características físicas y químicas de los productos obtenidos.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materia prima y materiales

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron las siguientes materias primas:

- Calabaza de castilla (*Cucurbita moschata*) adquirida en la ciudad de México
- Sacarosa estándar en presentación de 1 Kg.
- Los siguientes insumos fueron adquiridos en presentaciones de 250 g:
 - Pectina de grado alimenticio, presentación en polvo de color amarillento de sabor ligeramente dulce.
 - Ácido ascórbico de presentación en polvo de color blanco,
 - Ácido cítrico de grado alimenticio en presentación en pequeños cristales de color blanco.
- Grenetina de 290 grados bloom en presentación de 250 g.
- Semillas de chía, adquirida en tiendas de autoservicio en presentación de 250 g.
- Harina de trigo
- Huevo fresco
- Materia grasa:
 - Aceite vegetal
 - Leche en polvo entera
 - Mantequilla sin sal en presentación de 250g.
- Leudante químico (polvo para hornear)
- Glucosa 45 Bé, adquirida a granel

Se utilizaron también, los siguientes materiales:

- Capacillos de papel encerado
- Moldes para panqué
- Moldes de silicón para la elaboración de las gomitas

5.2 Equipos

Los siguientes equipos se utilizaron para el desarrollo del Análisis Químico Proximal (AQP):

Estufas: Para algunas determinaciones se manipulo la temperatura a 100°C y para la elaboración de uno de los productos a 85°C

Mufla: utilizada para determinación de cenizas a 550°C

Color: Equipo de Color Reader modelo DR-10 de la compañía Konica Minolta

Actividad acuosa: Equipo Rotronic Hygro Palm 8303 Bassersdorf de la serie No.60545639 CE

Digestor: Kjeldigestor K- 446 para la determinación de proteínas, este equipo tiene un peso de 30 kg en total, con un grado de polución de 2, maneja un intervalo de temperatura de 30-450°C, maneja un voltaje de 220-240V a una frecuencia de 50-60Hz y 0.7 A de salida, Figura 7.

Está conformado por un tubo de extracción de humos, de succión, una bandeja de goteo, manguera de aspiración, panel de control, ventilador, módulo de succión y algunos otros aditamentos. Este digestor se utiliza para convertir compuestos organonitrogenados de una muestra de sulfato de amonio. Durante el proceso de digestión se recoge el humo ácido y los gases de reacción que puedan surgir. El Scrubber está conectado al Kjeldigestor para neutralizar el humo ácido y absorber los olores desagradables.

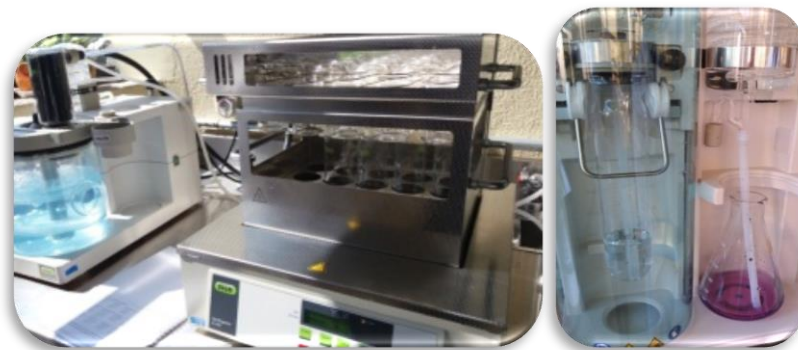


Figura 7 Equipo Kjeldahl

5.3 Métodos

5.3.1 Determinación de °Brix

Se realizó por método de refractometría, bajo la NMX-F-112., utilizando un refractómetro de ABBE, Figura 8.

La determinación se realizó con una muestra de aproximadamente 0.5g testigo y una muestra de 0.5g del producto final obtenido, se colocaron en el cristal de lectura del refractómetro, y la lectura se los grados brix se observó por el ocular de la parte superior del refractómetro.



Figura 8 Refractómetro de ABBE

5.3.2 Determinación de volumen en productos de panificación

Esta determinación se realizó mediante el método de diferencia de volumen, utilizando un vaso de precipitado y semillas de nabo.

5.3.3 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial, es una disciplina mediante la cual se evalúan las propiedades sensoriales a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, estos criterios se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos. Para esto existen diferentes formatos y pruebas las cuales son analíticas y afectivas, de las cuales para fines de este trabajo solo se harán las pruebas afectivas (Ibáñez, 2001).

En el caso de la mermelada se realizó primeramente una prueba afectiva de preferencia (Anzaldúa, 1994), ya que se deseaba conocer, entre diferentes formulaciones, cuál de ellas sería la de más agrado a los jueces dependiendo del atributo que se requiera evaluar (apariencia, color, dulzor y consistencia). El formato que se empleó se muestra en la Figura 9. Una vez obtenidos los resultados, se realizó una prueba afectiva con escala hedónica, para determinar si la formulación elegida anteriormente no cambia su nivel de aceptación, el formato que se empleó se muestra en la Figura 10.

En el caso del panqué se eligió únicamente la evaluación hedónica ya que las características del producto, en pruebas preliminares, no fueron aptas para poder realizar una evaluación afectiva de preferencia. Cabe mencionar que esta evaluación consistió en 7 niveles de agrado, considerando Me gusta mucho con la calificación de máxima de siete y el nivel de me disgusta con la calificación mínima de uno, como se describe en el Cuadro 9, tomando en cuenta los atributos de apariencia, dulzor, consistencia y sabor. La evaluación se realizó a 50 jueces no entrenados con el fin de que la prueba fuera representativa. Mientras que para las gomitas se eligió únicamente la prueba afectiva de preferencia.

Formato para la prueba afectiva de preferencia	
Edad: _____	Fecha: _____
Producto: <u>Mermelada de pulpa de calabaza con semillas de chía</u>	
Atributo a evaluar: <u>Apariencia</u>	
Instrucciones: Observe las muestras que se le han proporcionado y anote el código de la muestra de su preferencia.	
Muestras servidas: <u>145</u> <u>156</u> <u>160</u>	
Muestra de preferencia: _____	
Comentarios:	

Gracias por su evaluación	

Figura 9 Formato para la prueba afectiva de preferencia para las formulaciones de la mermelada

Formato para prueba afectiva con escala hedónica

Edad: _____ Fecha: _____

Producto: Mermelada, gomas y panque elaborados con calabaza de castilla
 Instrucciones: Pruebe por favor las siguientes muestras e indique su nivel de agrado marcando (X)el punto en la escala que mejor describa su aceptación a los productos:

Escala	126
Me gusta mucho	
Me gusta	
Me gusta ligeramente	
Ni me gusta ni me disgusta	
Me disgusta ligeramente	
Me disgusta moderadamente	
Me disgusta	

Comentarios: _____

Gracias por su evaluación

Figura 10 Formato para la prueba hedónica para las formulaciones de los productos desarrollados

Cuadro 9 Calificación de cada nivel de agrado para la escala hedónica

<i>Puntaje</i>	<i>Nivel de agrado</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Nivel de agrado</i>
1	Me disgusta	5	Me gusta ligeramente
2	Me disgusta moderadamente	6	Me gusta
3	Me disgusta ligeramente	7	Me gusta mucho
4	Ni me gusta ni me disgusta		

5.3.4 Determinación de humedad

Es una determinación que ayuda a saber la cantidad de agua que contiene el producto (principalmente agua libre), dado que es uno de los nutrientes importantes en los alimentos, así como un parámetro que apoya para tener una aproximación de la vida de anaquel de la muestra testigo (pulpa de calabaza cocida) y del producto elaborado.

El método se basa en el secado de una muestra en horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo.

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{masa de pulpa reducida en humedad (g)}}{\text{masa de la pulpa fresca (g)}} \times 100$$

5.3.5 Caracterización química

Se lleva a cabo por medio de un análisis químico proximal, se evalúan los distintos productos obtenidos de una formulación final. Se determina humedad (método de secado), proteínas totales (método de Kjeldahl), extracto etéreo (método de Soxhlet modificado) y cenizas por el método de calcinación. Estas determinaciones se realizan con parámetros establecidos por la FAO, CODEX y las normas mexicanas (NMX)

5.3.6 Determinación de actividad acuosa (a_w)

La actividad acuosa (a_w) es un factor que determina la vida útil de los productos. Este parámetro establece el límite de agua permitido para el desarrollo de microorganismos. Esta determinación se realizó con el equipo Rotronic Hygro Palm 8303 Bassersdorf de la serie No.60545639 CE, Figura 11, por duplicado para cada muestra.



Figura 11 Equipo Rotronic Hygro

5.3.7 Determinación de color

En la industria alimentaria, el color es un parámetro en base al cual se realizan clasificaciones de productos, se evalúan materias primas, se hace control de procesos y se miden indirectamente otros parámetros, como la capacidad de retención de agua en las carnes (CRA), cenizas en harinas, curado, oxidación o degradación de un producto, conservación en atmósferas controladas y tostado del café.

Para esta determinación el material a analizar, se coloca en una base plana (caja Petri), se miden la parte central y periférica, se realizan 6 lecturas de luminosidad (L) con el equipo de Color Reader modelo DR-10 de la compañía Konica Minolta (Figura 12), cuya interpretación correspondió a la escala colorimétrica de Hunter basada en la teoría de los colores opuestos como se aprecia en el Cuadro 10, la cual, asume que los receptores en el ojo humano, perciben el color en pares opuestos: blanco-negro ó luminosidad (representado por L) con valores de 0-100%, rojo-verde (representado por a) y amarillo-azul (representado por b), éstos últimos expresados con valores que van desde negativos a positivos, indicando numéricamente la tonalidad precisa (Hunter Associates Laboratory Inc., 2011).

Cuadro 10 Intervalo en los valores de color dados por el equipo colorimétrico Reader

<i>Índice de color</i>	<i>Parámetro de color</i>
-50 a -20	Azul violeta a verde profundo
-20 a -2	Verde profundo a verde amarillento
-2 a +2	Amarillo verdoso
+2 a +20	Amarillo pálido
+ 20 a +50	Naranja intenso a rojo profundo



Figura 12 Equipo colorimétrico Reader

6 DESARROLLO EXPERIMENTAL

Este trabajo se llevó a cabo en tres etapas las cuales consistieron en (Figura 13):

1. Selección del tipo de calabaza.
2. Determinación del tiempo de cocción óptimo para obtener la pulpa de calabaza.
3. Desarrollo de las formulaciones de los productos (mermelada, panqué y gomitas) hasta obtener productos del agrado de los evaluadores. Adicionalmente se realizaron las determinaciones físicas, químicas y sensoriales de los productos desarrollados.

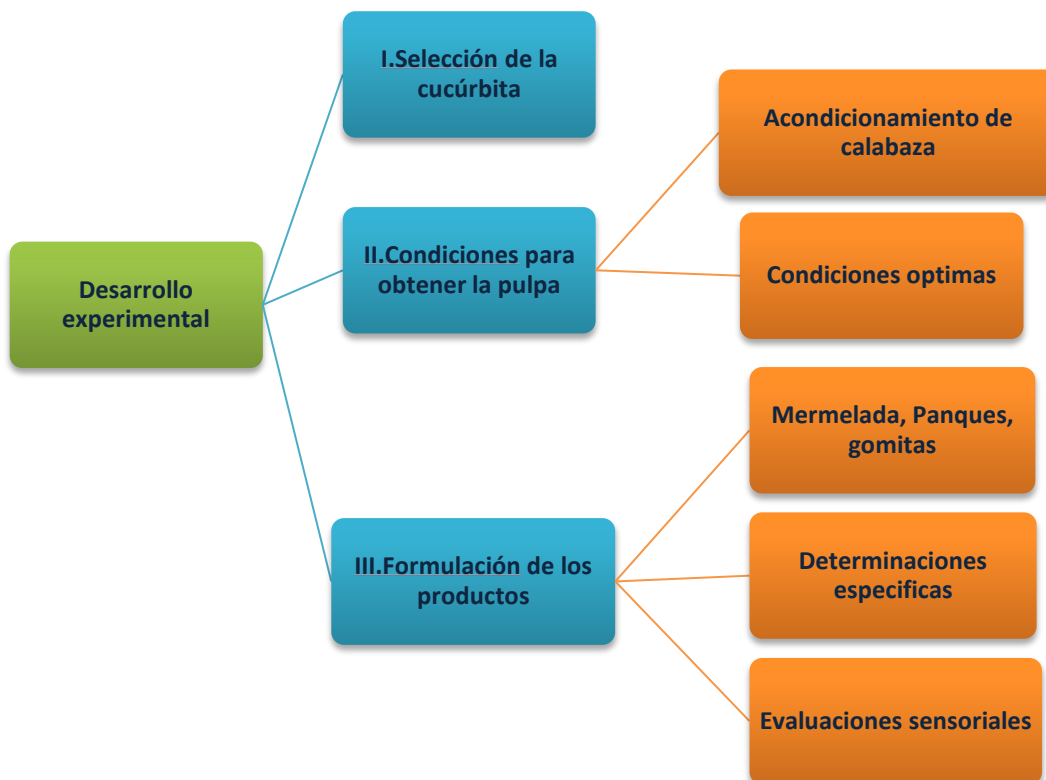


Figura 13 Diagrama del desarrollo experimental

A continuación, se describen las diferentes etapas

6.1 Selección de la variedad de cucurbita

Se eligieron tres variedades de calabaza las cuales se les conoce por su uso en la elaboración de dulces cristalizados y en comidas mexicanas. En este caso se manejó un tipo de calabaza verde o ayote, el chilacayote y la calabaza de castilla. Las características que se consideraron para la selección fueron de acuerdo a su color, estructura interna y textura de la pulpa una vez cocida para utilizarlas en la elaboración de productos alimenticios.

6.2 Condiciones para obtención de la pulpa

Considerando los resultados de la etapa anterior y la selección de calabaza de castilla, a continuación, se describen las etapas desarrolladas únicamente con esta variedad.

1. Adquisición de la calabaza: sin daño por golpes ni contaminación por microorganismos, de corteza firme e interior fresco y tono naranja uniforme.
2. Limpieza de la materia prima: con solución jabonosa se frotó la superficie del fruto y se enjuagó.
3. Troceado: Se realizó una reducción de tamaño del fruto con el fin de lograr un mejor cocimiento (por aumento de la superficie de contacto) y mejorar el desprendimiento del epicarpio. En este mismo paso se retiraron las semillas de la calabaza.
4. Cocción: Se realizó en autoclave a 15 lb/in² durante 30 minutos.
5. Enfriamiento: Los trozos de calabaza se sacaron de la autoclave y se dejaron enfriar. Posteriormente se separó la pulpa del epicarpio.
6. Molienda: Se realizó con el fin de obtener una pulpa espesa y homogénea. Se molió con ayuda de un procesador de alimentos eléctrico denominado "multipractic".
7. Almacenamiento: Se guardó la pulpa en recipientes de vidrio y en refrigeración

6.3 Formulación de productos

Para el desarrollo de los productos se procedió como se ilustra en la Figura 14.

Para la elaboración de la mermelada de calabaza, la pulpa se calentó en un recipiente de acero inoxidable, se adicionó la sacarosa en tres concentraciones, el ácido cítrico y la pectina, la mezcla se agitó constantemente, sin detener el tratamiento térmico. Posteriormente, se adicionó la chía en tres concentraciones, hasta obtener un color y textura uniforme, a través del mezclado. Finalmente se retiró del tratamiento térmico envasándola en un recipiente de vidrio, previamente esterilizado, para almacenamiento y su conservación. Se realizaron tres diferentes formulaciones con las cuales el producto se sometió a una evaluación sensorial con 50 personas, y la formulación más aceptada se sometió a una prueba afectiva aplicando una escala hedónica y finalmente se le aplicó a está el análisis químico proximal.

Para la elaboración del panqué primeramente se pesaron las materias primas: harina de trigo, leche en polvo, leudante químico, sal, huevo, materia grasa (variando en dos proporciones), pulpa de calabaza (variando en tres proporciones) y sacarosa (variando en dos proporciones). Posteriormente se mezcló el huevo, materia grasa y el azúcar a baja velocidad durante 3 minutos y velocidad alta durante 5 minutos. Se realizó un segundo mezclado en el que adicionó la harina, leche en polvo, sal y los leudantes químicos (cernidos junto con la harina) y el agua, una vez mezclado todo se pasó a los capacillos llegando a un peso total de 40 g, se horneó a una temperatura de 250°C durante 20 minutos y se dejaron enfriar.

Para la elaboración de las gomitas, en un recipiente se mezclaron sacarosa (variando en dos proporciones), glucosa (variando en dos proporciones) y agua (variando en dos proporciones), dándole tratamiento térmico para posteriormente adicionar grenetina (variando en dos proporciones), ácido cítrico, benzoato de sodio y pulpa de calabaza (variando en tres proporciones), se agitó hasta tener una mezcla homogénea y se retiró del tratamiento térmico. Finalmente, se

transfirió en moldes, dejando enfriar hasta presentar consistencia firme.



Figura 14 Secuencia de actividades para el desarrollo de productos de calabaza

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las actividades indicadas en el desarrollo experimental se obtuvieron los siguientes resultados.

7.1 Acondicionamiento de la materia prima

Esta etapa se ilustra en la Figura 15, estas acciones se repitieron para cada una de las variedades de calabaza (ayote, chilacayote y calabaza de castilla) para poder continuar en la siguiente etapa.



Figura 15 Acondicionamiento de la calabaza

7.2 Selección de la variedad de cucúrbita para desarrollo de los productos

A continuación, se presentan las cualidades de selección de cada variedad de calabaza. La calabaza verde (ayote) como se puede observar en la Figura 16, es de apariencia semejante a la calabaza de castilla, sin embargo, no presenta color apropiado, es de semillas blancas, largas y su sabor es muy ligero, casi imperceptible, por lo tanto se descartó.



Figura 16 Calabaza verde

En el chilacayote, como se aprecia en la Figura 17, la pulpa es blanquecina al igual que la calabaza verde, y la estructura de la pulpa es muy fibrosa. Después de su cocimiento se procedió a separar la pulpa, las fibras aun conservaron su estructura, por lo que no se logró obtener una pulpa pastosa como se muestra en la Figura 18, que nos permita elaborar algún producto, además de que el sabor no fue agradable, por lo tanto, también se descartó esta variedad.

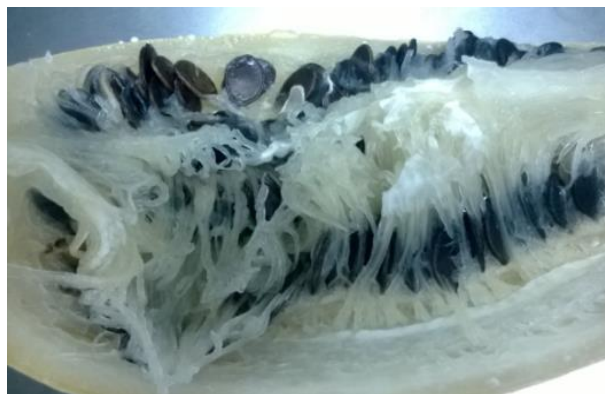


Figura 17 Pulpa de chilacayote



Figura 18 Pulpa cocida de chilacayote

La *Cucurbita moschata* (calabaza de castilla), presentó un color de fruto uniforme anaranjado al igual que su pulpa, como se observa en la Figura 19. Al cocer la calabaza, la pulpa se logró desprender fácilmente del pericarpio y presentó una estructura poco fibrosa, para poder emplearla se llevó a un proceso de molienda lográndose una textura pastosa de tono anaranjado y uniforme, además de que el sabor es ligeramente dulce y agradable, por lo que se eligió como la variedad más apropiada para la elaboración de los productos alimenticios que a continuación se describen.



Figura 19 Calabaza de castilla cruda

7.3 Obtención de pulpa cocida de calabaza de castilla.

Considerando los resultados anteriores, la calabaza de castilla fue la variedad que presentó las mejores características, para la incorporación de la pulpa, en los productos a desarrollar, por lo tanto, todas las actividades siguientes se desarrollaron únicamente con este fruto.

Para el cocimiento de la pulpa se probaron tres tiempos (20, 30 y 40 minutos) y considerando el color y la consistencia de la pulpa se seleccionó la mejor condición.

Con base en los parámetros sensoriales se obtuvo que el mejor tiempo de cocción fue a los 30 minutos, ya que la pulpa se mostró más llamativa, de color amarillo-naranja, fue fácil de desprender dado que se presentó suave y adecuada para la molienda, como se anota en el Cuadro 11.

Cuadro 11 Selección del tiempo óptimo de cocción para la pulpa de calabaza

<i>Tiempo de cocción (min)</i>	<i>Parámetro sensorial evaluado</i>	
	Color	Consistencia
20	Amarillo	Firme
30	Amarillo-naranja	Suave
40	Naranja opaca	Muy suave

Finalizada la cocción, se procedió a la molienda, se manejaron tres equipos, los cuales fueron: un molino convencional, licuadora y un procesador de alimentos denominado “multipractic”. En el Cuadro 12 se describen las características de la pulpa obtenida por cada uno de ellos, considerando que la que tuvo mejores resultados fue la obtenida con el multipractic, este aparato contiene unas aspas en la parte inferior las cuales entran en contacto directo con la fibra de la pulpa, logrando triturarla e incorporándola de manera homogénea, Figura 20 y Figura 21.

Cuadro 12 Selección del equipo de molienda para la pulpa de calabaza cocida

<i>Equipo</i>	<i>Característica de la pulpa obtenida</i>
Molino convencional	Pastosa, muy fibrosa
Licuadora	Difícil de moler, fibrosa
Procesador de alimentos	Pastosa, ligeramente fibrosa



Figura 20 Molienda de la pulpa con el procesador



Figura 21. Pulpa de calabaza molida

7.4 Cálculo de rendimiento de la pulpa de calabaza

Con el fin de conocer si es rentable el uso de la calabaza para elaboración de productos alimenticios se calculó la cantidad final de pulpa obtenida

Como se muestra a continuación se obtuvo un rendimiento del 78% después de haber cocido, retirado las semillas y el pericarpio de la pulpa de la calabaza.

Peso de la calabaza cruda entera=4989.6g

Peso de la calabaza cocida entera=4152.4g

Peso del epicarpio =534.3g

Peso de las semillas=361.3g

Peso de la pulpa=3256.8g

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso de la pulpa}}{\text{peso de la calabaza completa}} = \frac{3256.8}{4152.4} = 0.78 * 100 = 78\%$$

8 ELABORACIÓN DE LA MERMELADA

Se realizaron 3 diferentes formulaciones con el fin de evaluar las características sensoriales. De estas formulaciones se mantuvo constante la concentración de pectina y ácido cítrico, variando la concentración de sacarosa y de chía. Como se muestra en el Cuadro 13, la muestra A tuvo una concentración de 2.66 g de chía

respecto al peso total de la mezcla, la muestra B tuvo una concentración de 1.33 g de chía respecto al peso total de la mezcla y la C presento una concentración de 0.66 g de chía respecto al peso total de la mezcla. Como se muestra en la Figura 22, conforme aumenta la adición de chía la tonalidad del producto es más oscura, mientras que a menor concentración la mermelada presenta un color más claro y con apariencia más agradable.

Cuadro 13 Formulaciones de la mermelada

<i>Compuesto</i>	<i>Formulación A (g/g mezcla total)</i>	<i>Formulación B (g/g mezcla total)</i>	<i>Formulación C (g/g mezcla total)</i>
Pulpa	300g	300g	300g
Sacarosa	25	30	45
Pectina	0.33	0.33	0.33
Ácido cítrico	0.16	0.16	0.16
Chía	2.66	1.33	0.66



Figura 22 Muestras de las formulaciones de la mermelada de calabaza de castilla con semilla de chía

Estos productos de acuerdo con el CODEX deben poseer al menos el 40% de azúcar en la formulación y el resto de fruta, para el caso de este producto se disminuyó la concentración de azúcar, esperando como resultado que no tuviera consistencia sin embargo con la ayuda de la chía se obtuvo la consistencia

oilpdevida, ya que de acuerdo a Farela (2017), la semilla de chía contiene un mucilago, el cual es un polisacárido heterogéneo, éste se caracteriza por tener una alta capacidad de retención de agua, con lo cual es posible formar disoluciones coloidales viscosas o geles y de acuerdo a su investigación comprobó que el mucilago de la chía tiene la capacidad para darle consistencia a mermeladas.

8.1 Evaluación sensorial de la mermelada

Con el fin de determinar cuál de las formulaciones “A”.”B” o “C”, es más adecuada al gusto de los consumidores, se realizó una prueba afectiva de preferencia (Ibáñez y Barcina, 2001), en ésta prueba se evaluaron los atributos apariencia, dulzor y consistencia para cada una de las formulaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos, de las tres formulaciones la “C” fue la que mostró la mejor aceptación, siendo los atributos de mayor agrado la apariencia y el dulzor con un porcentaje de aceptación del 72% para cada atributo, en cuanto a la consistencia hubo mayor similitud entre la muestra “B” y “C”, ya que de acuerdo a los comentarios de los jueces, les agradó que fuera perceptible la semilla de chía y que a su vez no estuviera en exceso, Figura 23.

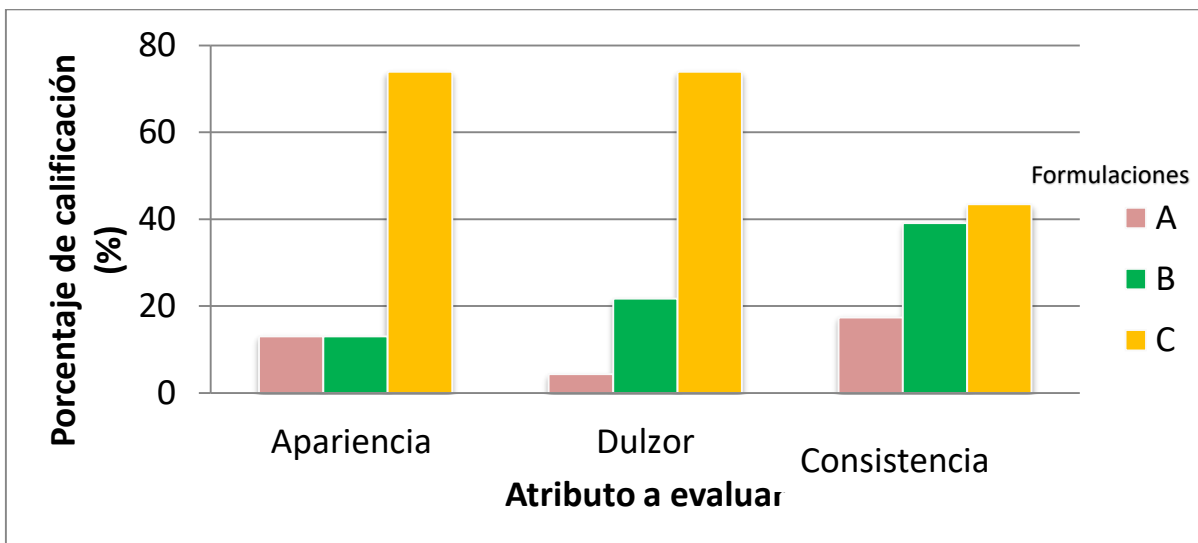


Figura 23 Porcentaje de calificación de cada nivel de agrado para la mermelada, elaborada en 3 diferentes concentraciones de chía.

Considerando la formulación C, el siguiente paso fue la aplicación de la prueba afectiva de escala hedónica, únicamente para esta formulación. Los resultados se muestran en la Figura 24.

Para esta prueba, la calificación promedio obtenida para la formulación C, fue de 5.9, la cual corresponde a un nivel de agrado de “me gusta”, confirmando que el producto obtenido tuvo una aceptación total del 40% como se muestra en la Figura 24, y debido a estos resultados, se procedió las determinaciones físicas y químicas.

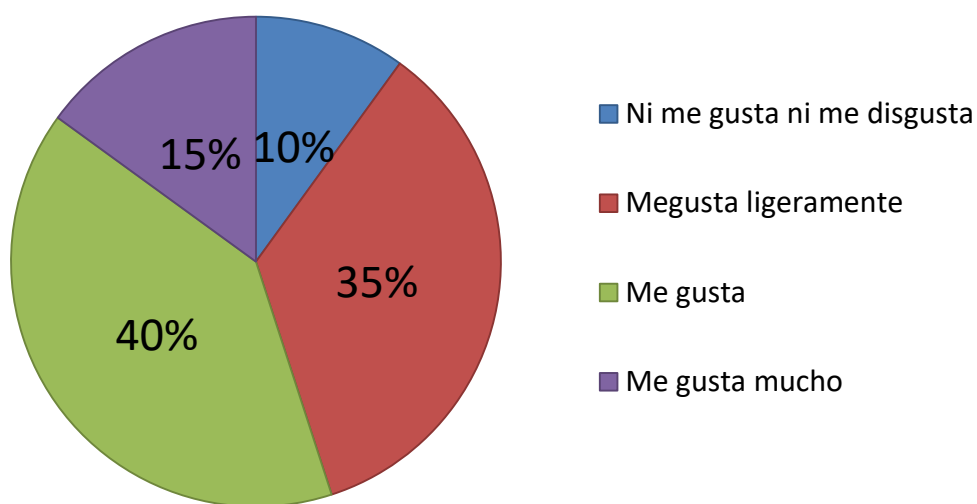


Figura 24 Resultados de la evaluación sensorial hedónica para la mermelada

8.2 Análisis químico proximal de la mermelada

De acuerdo a la NMX-F-131-1982 y la norma del CODEX STAN 296-2009, la mermelada es un producto de consistencia pastosa y untuosa, elaborada con fruta fresca separada de semillas, obtenida por cocción y adicionada con pectina, ácido cítrico y sacarosa.

Iniciando con las determinaciones químicas, de manera general el contenido de sólidos solubles o °Brix para mermeladas elaboradas con frutos cítricos debe de

estar entre 60-65% o superior, mientras que para frutos no cítricos debe estar entre 40-65% (CODEX STAN 296-2009), en este caso como la materia prima no es un cítrico, al determinar la cantidad de °Brix, esté se encuentra dentro de los requerimientos de la norma, como se nota en el Cuadro 14.

De un estudio de calidad realizado por La Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), en 18 diferentes marcas de mermelada de fresa, en promedio las concentraciones de proteína y contenido graso, fueron como se anotan en el Cuadro 15. En comparación con los resultados obtenidos para la mermelada de calabaza, Cuadro 14, resultan ser valores más bajos debido a que en la mermelada de calabaza se le adiciono la semilla de chía, de la cual Jiménez (2013), informa un porcentaje de 27.9% de materia grasa y 19.9% de proteína, por lo cual el valor nutritivo de la mermelada de calabaza es mayor respecto a una de fresa.

Cuadro 14 Resultados obtenidos del AQP en mermelada de calabaza de castilla

<i>Determinaciones</i>	<i>Resultado (g/100 g)</i>
Humedad	42.86±0.94
°Brix	41°Brix
Proteína	8.96
Extracto Etéreo	2.05±0.04
Cenizas	0.61±0.07

Cuadro 15 Promedio del estudio de calidad en mermelada de fresa

<i>Determinaciones</i>	<i>Resultado (g/100 g)</i>
Proteína	0.421
Hidratos de carbono	64.74
Extracto Etéreo	0.399

8.3 Determinación de Actividad de agua

La actividad de agua influye sobre la estabilidad de los alimentos y está en función de los sólidos que contengan, por lo que es importante conocerla para fines de conservación. De acuerdo con Badui (2013), las mermeladas presentan una Actividad de agua (A_w) de 0.86 y humedad de 25 a 50% dado que molecularmente el agua, se encuentra más unida a las pectinas de la fruta y no esta tan disponible, en este trabajo la medición de la A_w en el producto dio de 0.933 a una temperatura de 25.90°C (Cuadro 16), por el resultado obtenido, el producto es susceptible a un deterioro rápido, es decir que se desarrollen en menor tiempo levaduras y hongos, sin embargo se presentó una humedad del 42.85% encontrándose en el intervalo de humedad aceptada en las mermeladas, Cuadro 14.

Cuadro 16 Determinación de actividad de agua en la mermelada

Muestra	Temperatura	A_w
Mermelada	25.90	0.933

8.4 Determinación de color

El color es un factor importante que evalúa la calidad de un alimento, esté se puede deber a diferentes compuestos, algunos de los cuales son propios de la materia prima y otros son añadidos, o se producen durante su manejo y almacenamiento (Badui, 2013). La adición de la chía a la mermelada favoreció en gran medida la percepción de la vista de los jueces en la evaluación sensorial.

Recordando que “L” significa luminosidad blanco-negro, “a” tonalidades rojo-verde y “b” tonalidades amarillo-azul (Hunter, 2011), en el Cuadro 17 se tienen los resultados obtenidos para la mermelada, la cual muestra mayor presencia de tonalidades amarillas-azules y luminosidad oscura por la presencia de la semilla de chía respecto a la muestra de pulpa de calabaza, y debido al calentamiento hubo pérdida del color original de la pulpa ya que disminuyó un 18% la tonalidad amarilla.

Cuadro 17 Determinación de color en la mermelada

Muestra	Color		
	L	a	b
Pulpa de Calabaza	45±2.02	15.95±1.9	34.37±1.53
Mermelada de calabaza	41.6±2.21	16.02±2.4	28.3±2.35

9 ELABORACIÓN DE UN PANQUÉ CON PULPA COCIDA DE CALABAZA

En este caso se realizó una prueba preliminar para determinar la concentración máxima de pulpa que puede soportar el pan, sin afectar las características físicas de éste tipo de producto. De acuerdo al Cuadro 18, se realizaron tres formulaciones con pulpa de calabaza y un testigo sin adición de ésta, manteniendo constante el peso de la leche en polvo, el leudante químico y la harina de trigo.

Cuadro 18 Formulaciones del panqué con pulpa de calabaza

Ingrediente	Testigo (g/g de mezcla)	Formulación D (g/g de mezcla)	Formulación E (g/g de mezcla)	Formulación F (g/g de mezcla)
Harina de trigo	50	50	50	50
Azúcar	40	40	35	35
Huevo	37.5	37.5	35	35
Aceite	33.7	33.7	33	33
Leche en polvo	5	5	5	5
Agua	25 ml	5 ml	12 ml	12 ml
Leudante	2.4	1.2	1.2	1.2
Pulpa de calabaza	-	25	30	35

Una vez finalizando el horneado, como se aprecia en la Figura 25, el color de la miga del pan es más blanco en el testigo y el tamaño del alveolo es más pequeño en algunas áreas, en comparación del panque elaborado con pulpa de calabaza, el cual se muestra más compacto.



Figura 25 Corte transversal de los panques formulación testigo y adicionado con calabaza

En la segunda formulación, se nota que el panqué no presentó cambios en su forma a pesar de que en esta se le añadió una mayor cantidad de pulpa de calabaza, Cuadro 18. En cuanto al color, respecto a la primera formulación, es más intenso, Figura 26. La tercera formulación se apreció un panqué con mayor tonalidad naranja, y la pulpa añadida a la mezcla fue el límite máximo ya que al añadir una cantidad de 40 g de pulpa al panqué se obtenía un producto más compacto.



Figura 26 Muestras de panque de la segunda formulación sin y con pulpa cocida de calabaza.

9.1 Determinación de volumen de los panqués

De acuerdo al Cuadro 19, el volumen de los panqués fue disminuyendo mientras se aumentaba la concentración de pulpa de calabaza y así mismo a una mayor adición de está, la base del panqué se observó más compacta.

Cuadro 19. Comparación del volumen de las formulaciones al aumentar la adición de pulpa de calabaza

Testigo	Formulación D	Formulación E
74mL	71mL	63mL

9.2 Evaluación sensorial del panqué

Se realizó la evaluación sensorial empleando una prueba afectiva con escala hedónica, en la cual solo se les dio a probar la formulación F debido a que se consideró como la que alcanzó el límite máximo de adición de pulpa para que las características físicas del panqué se conservarán y el sabor de la calabaza fuese perceptible para los jueces.

De acuerdo con la Figura 27, los analistas le asignaron una calificación promedio de 6.76 para el color y de 6.6 para el sabor valores que corresponden al nivel de agrado de “me gusta mucho”, en cuanto a la consistencia y la apariencia únicamente alcanzaron un nivel de “me gusta” con calificaciones promedio de 6.12 y 6 respectivamente. Resultando el panqué aceptado por los jueces, se procedió a realizar las determinaciones químicas.

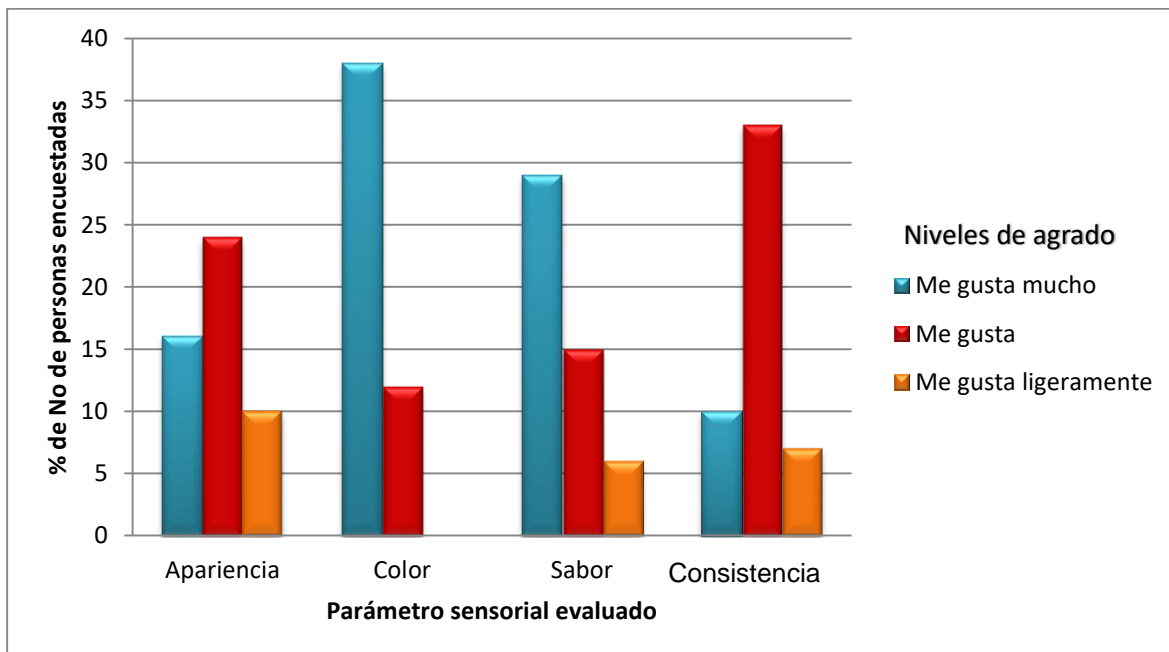


Figura 27. Resultados de la prueba afectiva del panqué

9.3 Análisis químico proximal del panqué

En el Cuadro 20 se muestran los resultados obtenidos por el análisis proximal para el panqué. En datos registrados por tablas nutrimentales de Starbucks, declaran el porcentaje de componentes en sus productos de panadería, de los cuales destacan los mencionados en el Cuadro 21. De acuerdo con estos datos, la humedad se presentó mayor en el panqué de calabaza, debido a la adición de la pulpa, ya que en los demás productos se adicionan los ingredientes en presentación de polvo, en cuanto al contenido de grasas, se redujo, sin embargo en un panque integral el contenido de grasa se presenta más bajo, mientras que el contenido de proteína en todos los productos es similar y en promedio resulta 6.2% en este tipo de alimentos de panificación.

Cuadro 20 Análisis químico proximal del panqué con pulpa de calabaza

Determinaciones	Resultado (g/100 g)
Humedad	35.11±0.94
Proteína	7.27
Extracto Etéreo	17.35±0.94
Cenizas	0.30±0.07

Cuadro 21 Valores nutrimentales de panques declarados por Starbucks

Tipo de pan	Humedad (g/100 g)	Proteína (g/100 g)	Carbohidra- tos (g/100 g)	Azúcares (g/100 g)	Grasas Totales (g/100 g)
Pan de chocolate	31	5	34	12	18
Panque integral de linaza	11	7	46	22	14
Panque de naranja	26	6	43	20	25
Panque marmoleado	30	6	41	21	23

De acuerdo a Badui (2013), la actividad de agua para productos de panificación debe de ser aproximadamente de 0.94, para el panque elaborado con pulpa de calabaza se obtuvo una A_w de 0.88, Cuadro 22, cumpliendo con la actividad acuosa estándar declarada en productos comerciales.

Cuadro 22 Determinación de actividad de agua en el panqué

Muestra	Temperatura	Aw
Panque	26.01	0.88

9.4 Determinación de color

El color de los alimentos se debe a los pigmentos de origen vegetal, sin embargo otras coloraciones pueden aparecer durante la fabricación, estos colores van de amarillo ligero a café oscuro, en el Cuadro 23 se muestran los resultados del cambio de color de un panque testigo y con pulpa de calabaza, la miga del panqué con pulpa tuvo aumento en cada una de las tonalidades, ya que la calabaza contiene compuestos carotenoides y un contenido de carbohidratos de 10.40 g/100 g de pulpa, de acuerdo a Badui (2013), este aumento de color se pudo presentar por reacciones no enzimáticas ocurridas durante el horneado.

Cuadro 23. Parámetros de color de la pulpa cocida y del panqué.

Muestra	Color		
	L	a	b
Pulpa de Calabaza	45.2±2.02	15.95±1.9	34.37±1.53
Panqué con pulpa			
Corteza	60.1±2.4	17.7±1.52	43.2±2.3
Miga	72.5±2.35	5.5±1.4	38.23±1.24
Panqué sin pulpa			
Miga	62.14±2.25	2±1.20	25.28±1.35

**“L” luminosidad blanco-negro, “a” tonalidades rojo-verde, “b” tonalidades amarillo-azul.

10 ELABORACIÓN DE GOMITAS CON PULPA COCIDA DE CALABAZA.

Se realizaron tres diferentes formulaciones y un testigo, como se ve en el Cuadro 24, se varió la concentración de pulpa de calabaza para conocer el efecto que

está tuvo sobre las características físicas del producto. Para fines sensoriales, en este producto, se utilizó un saborizante dado que en pruebas preliminares el sabor de la pulpa de calabaza predominó y no fue agradable sensorialmente.

Cuadro 24. Formulaciones de las gomitas

<i>Compuesto</i>	<i>Testigo</i> (g/ 100 g)	<i>Formulación G</i> (g/100 g)	<i>Formulación H</i> (g/100 g)	<i>Formulación J</i> (g/100 g)
Pulpa de calabaza	0	125	50	75
Sacarosa	120	95	46	46
Grenetina	45	35	20	20
Glucosa	110	100	40	40
Ácido cítrico	0.25	1	2	2
Benzoato de sodio	0.25	0.25	0.25	0.25
Agua	230 ml	200 ml	100 ml	100 ml

Conforme se fue variando la concentración de calabaza añadida a las gomitas, la textura, color y sabor cambiaban de manera sensorial, es decir, al aumentar la concentración de pulpa de calabaza, la consistencia de la gomita al tacto y a la masticación era más inestable, así mismo el color de la gomita se apreciaba más intenso, como en el caso de la formulación G respecto a la formulación H y J, como se ilustra en la Figura 28.

La formulación J, fue la que presentó una concentración de pulpa mayor respecto a la H viéndose la primera más opaca que la segunda, como se ve en la Figura 29, así mismo presentó menor resistencia a la masticación y menor consistencia. Respecto al sabor, las formulaciones J y H no tuvieron una diferencia apreciable, presentaron sabor dulce, ácido y característico de la calabaza.



Figura 28 Apariencia de las gomitas. Lado izquierdo formulación G, lado derecho formulación H

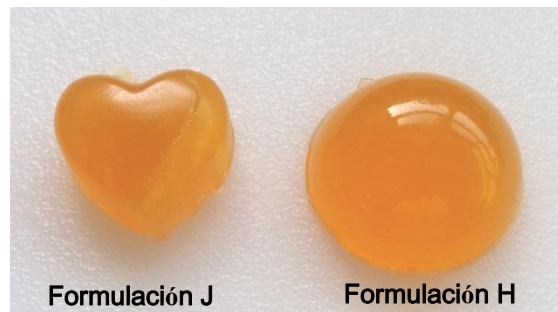


Figura 29 Apariencia de gomitas con diferente proporción de pulpa

10.1 Evaluación sensorial de las gomitas

En este caso se realizó únicamente una evaluación afectiva de preferencia comparando las últimas formulaciones, dado que fueron las más adecuadas al producto. En la Figura 30, se muestra mediante una gráfica que el 25% del total de los encuestadores les agrado mayormente la formulación J por tener menor resistencia a la hora de masticar y un sabor más apreciable de la pulpa de calabaza respecto a la formulación H.

Posteriormente a la formulación J se le realizaron las determinaciones físico-químicas correspondientes.

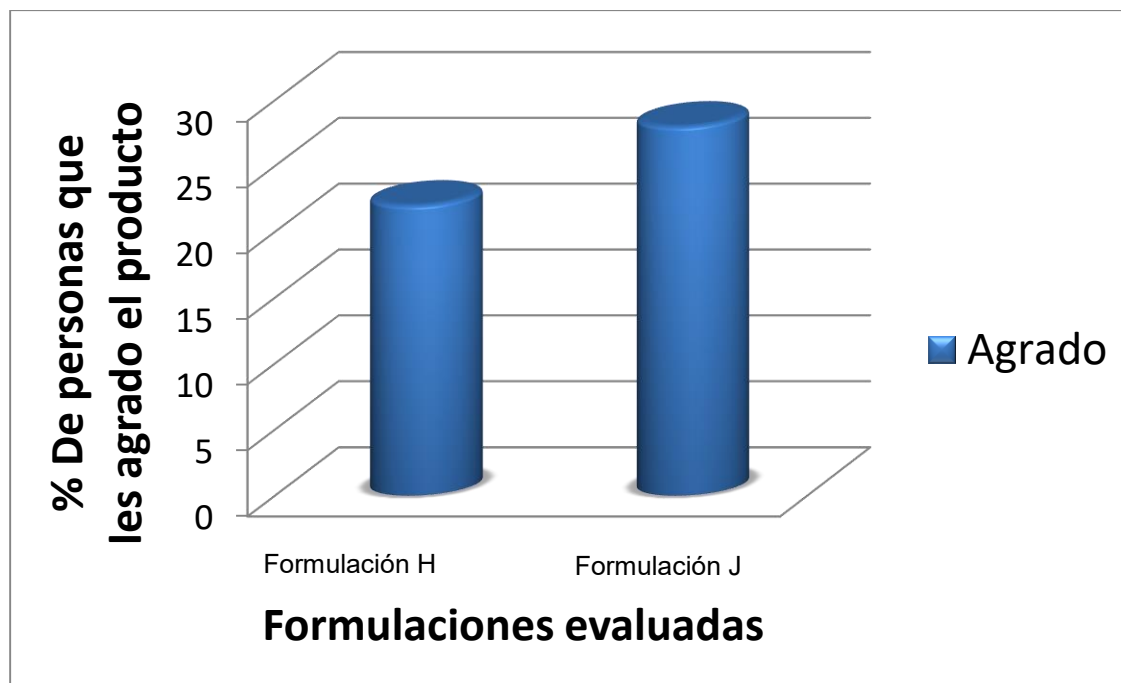


Figura 30 Resultados de la prueba afectiva de preferencia de las gomitas

10.2 Análisis químico proximal

De acuerdo con Amagua (2015), las gomitas deben de ser de una textura suave, esponjosa, masticable y no se debe pegar en los dientes, presentando una humedad de 10 a 20% y el porcentaje de azúcar debe ser de un 50%. En el caso del producto obtenido, el porcentaje de humedad se presentó adecuado de 16.50% como se puede observar en el Cuadro 25. Respecto al contenido de proteína se observa mayor respecto a productos comerciales, como se ve nota en el Cuadro 26, debido a la adición de la calabaza y a la calidad proteínica de la grenetina utilizada en su elaboración, mientras que las cenizas se observan de 0.29 para este caso. La Aw dio de 0.92 debido a la absorción de agua por parte de la grenetina, como se nota en el Cuadro 27.

Cuadro 25 Análisis químico proximal de las gomitas con pulpa de calabaza

Determinaciones	Resultado (g/100 g)
Humedad	16.50±0.94
Proteína	7.27
Cenizas	0.2966±0.07

Cuadro 26 Promedio de valores nutrimentales de gomitas comerciales

Determinaciones	Resultado (g/100 g)
Carbohidratos	89.4
Azúcares	72.71
Proteína	4.97

Cuadro 27 Determinación de actividad de agua en las gomitas con pulpa de calabaza

Muestra	Temperatura	Aw
Gomitas	25.90	0.921

10.3 Determinación de color para las gomitas

Como se muestra en el Cuadro 28, si se compara el color de la pulpa de calabaza respecto a las gomitas, se nota que hay disminución de casi el doble en cada tonalidad, sin embargo cabe mencionar que este producto no fue totalmente opaco y presentó brillantez, además de que la concentración de pulpa añadida fue la máxima requerida para no afectar las cualidades físicas para este tipo de productos.

Cuadro 28. Parámetros de color de la pulpa cocida y las gomitas

Muestra	Color		
	L	a	b
Pulpa de calabaza	45±2.02	15.95±1.9	34.37±1.53
Gomitas	36.4±2.32	8.4±1.92	18.14±2.30

**“L” luminosidad blanco-negro, “a” tonalidades rojo-verde, “b” tonalidades amarillo-azul.

A pesar de no haber realizado experimentos formales, en ensayos preliminares, la vida de anaquel de los productos se consideró estable en un periodo determinado de tiempo. En el caso de la mermelada se almacenó en un recipiente de vidrio previamente esterilizado y en refrigeración, observando que durante 5 meses el producto no presentó cambios físicos ni sensoriales, sin embargo después de 6 meses ya se presentaba una disminución de color y sin presencia visible de moho.

En cuanto al panqué se visualizó estable durante una semana, almacenado en un domo y a temperatura ambiente, sin embargo después de una semana ya presentaba moho.

En el caso de las gomitas se almacenaron en bolsas de celofán, conservaron sus características físicas durante 2 semanas, después de este tiempo hubo disminución de color sin cambio de sabor ni consistencia, sin embargo después de 3 semanas ya se apreciaba presencia de moho.

Por lo tanto se requeriría de algún agente conservador para aumentar la vida de anaquel de los productos.

CONCLUSIONES

La calabaza de castilla es una materia prima apropiada debido a sus propiedades físicas y químicas para elaborar mermelada, panqué y gomitas.

Para obtener pulpa de calabaza de castilla, se determinó que el tratamiento térmico aplicado es adecuado para que la pulpa se desprenda fácilmente del pericarpio, así como la placenta y semillas.

La pulpa de calabaza de castilla da color y sabor característico a los productos que se elaboren con ella.

La adición de la pulpa de calabaza a la formulación de gomitas, no influyó en la formación de los cristales para obtener la textura adecuada del confitado.

De acuerdo a la evaluación sensorial, el nivel de aceptación de los productos fue adecuado para considerar que la pulpa de calabaza se puede incorporar en la formulación de estos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anzaldúa M. A., (1994), La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, Acribia, España.
2. Badui S. D., (2013), Química de los alimentos, quinta edición, editorial Pearson, México.
3. Blancard D., (1991), Enfermedades de las Cucurbitaceas, ediciones Mundi-prensa Madrid España, p.p. 279-281.
4. Blancas N.A., (2012), Aprovechamiento del polvo de bagazo de zanahoria en un producto de panificación, Tesis, Instituto Politécnico Nacional, México.
5. Cordero H. L. S., Flores C. G. A. (1996). Tablas de valor nutritivo de los alimentos, tercera reimpresión, INNSZ, Editorial Pax, México D.F., P.P. 64
6. Delia B., Rodríguez-Amaya, Ph D., (1999), Carotenoides y preparación de alimentos. La retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenado, primera impresión, Brasil.
7. Ibáñez F.C. y Barcina, (2001), Análisis sensorial de alimentos, métodos y aplicaciones, Springer, Barcelona.
8. Francisca M., (2006), Procesamiento y optimización del aprovechamiento industrial de la calabacita *Cucurbita moschata duchesne*, tesis doctoral, universidad de buenos aires.
9. Gaspera D.P., (2013), Manual del cultivo del zapallo anquito (*Cucurbita moschata Duch.*), Argentina, P.P 11-15.
10. Illescas L.J., Bacho O., Ferrer S, (2008), Frutas y hortalizas, guía práctica. primera edición, Madrid España, p.p. 130,152.

11. Jiménez P., (2013), Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3, Universidad de Chile, Chile.
12. Manfugás E., (2007), Evaluación sensorial, editorial Universitaria, Ciudad de la Habana, Cuba.
13. Messiaen C.M., (1979), Las hortalizas, Primera edición mexicana, BLUME distribuidora s.a., México, p.p.230, 205-209.
14. Peña-Basurto F., Castro-Lara D., Martínez-Moreno D., Rodríguez-Ramírez T., Peralta-Rodríguez L., (2013), Usos y manejo de las calabazas cultivadas (Cucúrbita spp.) en el estado de Puebla, Puebla.
15. Perera B. M., (2001), La calabaza y la calabacita mexicanas en el mercado norteamericano, Revista claridades agropecuarias, México D.F. p.p 4, 5.
16. Quintero J. J., (1981), Cultivo de calabazas, Núm 11-12, Publicaciones de extensión agraria, Madrid España, p.p. 3.
17. Readon J. (2011), Calabazas. North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services, North Carolina.
18. Rodríguez G.V.J., Moreno M.Y., Arroyo C.J., Peñaloza R.P., Lezama S.P.A., (2013), Estrategias de integración de la cadena agroalimentaria en Tlaxcala a partir de la calabaza de castilla, España.
19. Rodríguez-Amaya D. B., (1999), Carotenoides y preparación de alimentos: La retención de los carotenoides, provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados, Brasil.
20. Rullán F., (2012), Conjunto tecnológico para la producción de calabaza, Estación experimental agrícola, Puerto Rico.

21. Saade L. R., (2000), Calabazas de México, Del Herbario, Instituto de Biología, UNAM, México.
22. Saade L. R., (2009), Proyecto Recopilación y análisis de la información existente de las especies de los géneros Cucúrbita y Sechium que crecen y/o se cultivan en México, UNAM, México, p.p. 9.
23. Salgado C.M., (2014), Chía sedes: A new nutraceutical option, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México.
24. Salunkhe D.K., Kadam S.S., (2004), Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas, Acribia, Zaragoza España, p.p. 277-283.
25. Vela E., (2010), La calabaza, el tomate y el frijol. Arqueología mexicana. Editorial Raíces, Edición especial 36, México, p.p. 14-30.
26. Verduzco V. C., (2007), Calabazas cultivadas, Identificación de especies, caracterización y descripción varietal. Universidad Autónoma Chapingo, primera edición, Edo. De México.
27. NMX-F-131-1982. ALIMENTOS PARA HUMANOS. FRUTAS Y DERIVADOS. MERMELADA DE FRESA. FOODS FOR HUMANS. FRUITS AND DERIVATIVES STRAWBERRY MARMALADE. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
28. NORMA DEL CODEX para las confituras, jaleas y mermeladas (CODEX STAN 296-2009).

REFERENCIA ELECTRÓNICA

1. Amagua A., Casco G., (2015), Desarrollo de una formulación para gomitas con miel de abeja, Honduras, <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4536/1/AGI-2015-006.pdf>
2. Cala C., (2017), Aspectos farmacológicos de la lecitina de soya y sus posibles aplicaciones médicas, Santiago de Cuba, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000100010
3. Farela L., 2017, Extracción y caracterización del mucílago de la semilla de chan (*Salvia hispanica L.*) para la determinación de los parámetros de aplicación como aditivo espesante en función a la concentración en mermelada de fresa, tesis de grado, Guatemala. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/02/07/Farela-Lesly.pdf>
4. Fideicomiso para la construcción y operación de la central de abasto de la ciudad de México, Boletín No.097, fecha publicación 20 de octubre del 2014, http://ficeda.com.mx/ficeda/app/webroot/_archivos/097%20CONSUMA%20CALABAZA%20DE%20CASTILLA.pdf
5. Hernández A.E, (2005), Evaluación sensorial, Universidad nacional abierta y a distancia (UNAD), facultad de ciencias básicas e ingeniería, Bogotá, pg 11 y 12, <http://es.slideshare.net/JOANESNAIDER/4902-evaluacion-sensorial>.
6. Hunter Associates Laboratory Inc., 2011 <https://www.hunterlab.com/es/m%C3%A9todos-de-medici%C3%B3n-instrucciones-para-medir-color-y-calidad-de-una-muestra.html>

7. Pineda C.D., (2012), Usos alternativos gastronómicos del zapallo en la elaboración de sopas y cremas, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2043/1/UNIVERSIDAD%20%20%20CNICA%20DEL%20NORT2%20%20%20trabajo%20para%20empastado.pdf>
8. Porras-Loaiza A.P. y López-Malo A., (2009), Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos, Universidad de las Américas, Puebla México. [https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf](https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Porras-Loaiza-et-al-2009.pdf)
9. Revista del consumidor, (2016), Mermelada de fresa y cajeta https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100341/RC470_Laboratorio_Profeco_Mermelada_y_Cajeta.pdf
10. Starbucks coffee company, (2016), Tablas nutrimentales de productos, México. http://www.starbucks.com.mx/media/InformacionNutrimental_tcm54-13826.pdf
11. Vibrans H., (2009), Cucurbitaceae, *Cucurbita ficifolia* Bouché, www.conabio.gob.mx.
12. Villanueva-Verduzco C., Sánchez-Hernández M., Sánchez-Cabrera I., Sahagún-Castellanos J., Parra-Benavides G., Villanueva-Sánchez E., (2013), Respuesta a la selección masal participativa en calabaza de dulce (*Cucurbita moschata* DUCH.), revista chapingo, serie horticultura, vol. 19, núm. 2, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. <http://www.redalyc.org/pdf/609/60927902009.pdf>