



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“USO DE PECTINA Y ALGINATO DE SODIO COMO  
AGENTES GELIFICANTES EN LA ELABORACIÓN  
DE MERMELADA DE JAMAICA Y EVALUACIÓN  
DE SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE  
CALIDAD”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADA EN BIOTECNOLOGÍA**

**PRESENTA**

**ITZEL GUADALUPE NÚÑEZ ANDRADE**

**ASESORA:**

**DRA. MA. DEL CARMEN HERNÁNDEZ JAIMES**

**COASESOR:**

**MTRO. EDGAR JAVIER MORALES MORALES**



## Índice

Resumen .....	9
1. Introducción.....	10
2. Marco Teórico .....	13
2.1. Mermelada .....	13
2.1.1. Gelificantes.....	14
2.1.1.1. Pectinas.....	14
2.1.1.1.1. Pectinas de alto metoxilo. ....	15
2.1.1.1.2. Pectinas de bajo metoxilo. ....	16
2.1.1.2. Alginatos.....	17
2.1.2. Conservantes en las mermeladas.....	18
2.1.2.1. Benzoato de sodio.....	19
2.1.2.2. Ácido cítrico .....	20
2.1.3. Parámetros de Calidad de las Mermeladas.....	21
2.1.3.1. Sólidos Solubles Totales (SST) .....	21
2.1.3.2. Textura.....	21
2.1.3.3. pH .....	22
2.1.3.4. Acidez Titulable (AT) .....	23

2.1.3.5. Análisis Microbiológico .....	23
2.1.3.6. Análisis Sensorial .....	24
2.1.3.6.1. Escala hedónica .....	24
2.1.3.6.2. Prueba hedónica .....	25
2.2. Alimentos Funcionales .....	26
2.3. Flor de jamaica ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) .....	27
2.3.1. Generalidades de la flor de jamaica .....	27
2.3.2. Origen y distribución de <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. ....	27
2.3.3. Taxonomía.....	28
2.3.4. Características botánicas .....	28
2.3.4.1. Requerimientos agronómicos .....	29
2.3.5. Contenido nutrimental.....	29
2.3.6. Propiedades funcionales .....	30
2.3.7. Ácidos fenólicos .....	32
2.3.8. Principales ácidos fenólicos presentes en la flor de jamaica.....	33
2.3.8.1. Ácido Oxálico.....	33
2.3.8.2. Ácido clorogénico.....	34
2.3.8.3. Ácido protocatéquico.....	34
2.3.9. Actividad antioxidante .....	35

3. Justificación .....	36
4. Hipótesis .....	38
5. Objetivos.....	39
Objetivo general.....	39
Objetivos específicos. ....	39
6. Materiales y métodos.....	40
6.1. Materiales.....	40
6.1.1. Material .....	40
6.1.2. Material vegetal.....	40
6.2. Métodos .....	40
6.2.1. Procesamiento de la muestra vegetal .....	40
6.2.2. Formulación de la mermelada de jamaica.....	40
6.2.2.1. Elaboración de la mermelada de jamaica .....	41
6.2.2.2. Esterilización .....	43
6.2.2.3. Llenado y envasado .....	43
6.2.2.4. Etiquetado.....	43
6.2.2.5. Almacenado .....	43
6.2.3. Determinación de las pruebas de calidad .....	44
6.2.3.1. Prueba hedónica de mermelada de jamaica.....	44

6.2.3.2. Prueba de sólidos solubles.....	45
6.2.3.3. Prueba de consistencia.....	46
6.2.3.4. Prueba de incidencia microbiológica.....	47
6.2.3.5. Prueba de pH .....	47
6.2.3.6. Prueba de acidez titulable.....	47
6.2.3.7. Análisis estadístico .....	47
7. Resultados y discusión .....	48
7.1. Pruebas de calidad. ....	48
7.1.1. Sólidos Solubles Totales. ....	48
7.1.2. Acidez titulable .....	52
7.1.3. pH.....	54
7.1.4. Incidencia microbiológica.....	55
7.1.5. Textura .....	57
7.1.6. Análisis Sensorial.....	62
7.1.6.1 Tratamientos EJ017- IJ016 (pectina).....	63
7.1.6.2 Tratamientos EJ013- IJ012 (alginato). ....	65
7.1.6.3 Tratamientos EJ016-IJ015 (alginato-pectina) .....	67
Conclusiones.....	69
Perspectivas .....	70

Bibliografía.....	71
Anexos.....	83
Anexo 1. Cálculos teóricos previos a la realización de la mermelada.....	83
Anexo 2. Cálculos prácticos realizados durante la elaboración del experimento.....	85

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición proximal de cálices de Jamaica (g/100 g base seca) .....	30
Tabla 2. Compuestos presentes en los cálices de jamaica.....	31
Tabla 3. Fenoles simples presentes en los cálices de jamaica .....	32
Tabla 4. Concentraciones de componentes por tratamiento .....	41
Tabla 5. Análisis de medias en la determinación de SST.....	48
Tabla 6. Comparación de mermeladas comerciales y la elaborada en este trabajo.....	51
Tabla 7. Análisis de medias en la determinación de acidez titulable .....	52
Tabla 8. Comparativa de acidez titulable de distintos trabajos .....	53
Tabla 9. Análisis de medias en la determinación de pH.....	54
Tabla 10. Análisis de medias en la determinación de viscosidad.....	58

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura de pectina de alto metoxilo (Silvateam, 2001). .....	16
Figura 2. Estructura de pectina de bajo metoxilo (Silvateam, 2001). .....	17
Figura 3. Modelo “caja de huevo” (Avendaño-Romero et al., 2013 y Méndez-Reyes et al., 2015). .....	18
Figura 4. Estructura Benzoato de sodio (IUPAC, 2020). .....	20
Figura 5. Estructura del ácido cítrico (Neurotiker, 2007). .....	20
Figura 6. Estructura del ácido clorogénico (López- Gallegos, 2013). .....	34
<i>Figura 12.</i> Cantidad de pH establecida en NMX-F-131-1982 (Diario Oficial de la Federación). .....	55
<i>Figura 13.</i> Incidencia microbiológica encontrada en el tratamiento EJ013. ....	56
Figura 14. Perfil sensorial de la prueba hedónica en mermeladas de jamaica elaboradas con pectina, con y sin conservador evaluada al día 5 y 45. ....	63
Figura 15. Perfil sensorial de la prueba hedónica en mermeladas de jamaica elaboradas con alginato, con y sin conservador; evaluadas al día 5 y día 45. ....	65
Figura 16. Perfil sensorial de la prueba hedónica en mermeladas de jamaica elaboradas con pectina-alginato, con y sin conservador, al día 5 y 45. ....	67



## Resumen

El cuidado de la salud ha sido una constante preocupación en los últimos años, por lo que se ha optado por la inclusión de ingredientes tradicionales de la gastronomía mexicana que cuenten a su vez con propiedades funcionales. Tal es el caso de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) que tiene propiedades benéficas a la salud entre las que destacan antimicóticos, bactericidas, hipocolesterolémicos, diuréticos y actividad antioxidante. Por otro lado, durante los últimos años el mercado de las mermeladas ha ido innovándose respecto a sus características tecnológicas, siendo uno de los elementos más importantes el uso de gelificantes así como la adición de conservadores.

En este trabajo se evaluaron seis tratamientos con dos gelificantes distintos (pectina y alginato de sodio) y una mezcla de ambos así como la adición o no de benzoato de sodio como conservador; todos los tratamientos fueron sometidos a las pruebas de calidad entre los que se encontraron pH, acidez titulable, incidencia microbiológica, textura, sólidos solubles totales y una prueba hedónica. Realizando dos mediciones a los 5 y 45 días de elaboración de los tratamientos, evaluando así los distintos gelificantes y la adición o no de benzoato de sodio como conservador.

Obteniendo así resultados donde se indica que a mermelada de jamaica elaborada en este proyecto de investigación, de acuerdo con las pruebas realizadas se encuentra dentro de los parámetros de calidad esperados regulados por la normatividad mexicana, las dos variables a evaluar fueron: el benzoato de sodio como conservador y el tipo de gelificante para la elaboración de la mermelada; en donde todos los tratamientos elaborados en este proyecto adquirieron una gelificación homogénea; sin embargo, si hubo diferencia entre pectina, alginato de sodio y la combinación de ambos.

## 1. Introducción

El concepto de “conservación de alimentos” ha cambiado gradualmente a lo largo de los años: en primera instancia, su propósito era la obtención de productos seguros y de larga duración; sin embargo, hoy en día, las características frescas, con alto contenido en nutrientes y antioxidantes, son algunas de las más solicitadas por los consumidores, sin descuidar la seguridad alimentaria (Morales *et al.*, 2019).

Así mismo, las conservas que se presentan en latas o frascos de vidrio son productos frescos los cuales son cocinados, esterilizados y guardados en envases herméticamente cerrados para que, como su nombre mismo explica, puedan ser almacenados durante mucho tiempo; las características más notorias de éstas son: conserva de propiedades nutritivas, mayor tiempo de vida útil y menor cantidad de bacterias responsables del deterioro de alimentos (Zudaire, 2013).

Algunos métodos de conservación de alimentos son:

- **Encurtidos:** consiste en la conservación de un vegetal por medio de salmuera, donde pueden ocurrir procesos de fermentación. Común para chiles, pepinillos, entre otros.
- **Fermentados:** radica en la transformación de los carbohidratos: se obtiene un alimento fermentado cuando bacterias vivas o levaduras modifican un alimento o bebida (Loyola, 2012).
- **Enlatados:** consta del lavado y drenado de material, rellenando la lata con agua a 75°C para ser sellado de forma automática; finalmente se esteriliza en autoclave (Schoeninger *et al.*, 2017); es una práctica común en muchos países donde existe un hábito consolidado para el consumo de productos, tales como: legumbres, atún, etc. (White-Howard, 2013).
- **Deshidratados:** consiste en la sumersión de la materia prima en solución hipertónica para la eliminación parcial del agua, misma que se produce por diferencias de presión osmótica (Nowacka, 2014).

De igual manera, otro método de conservación son las mermeladas que, de acuerdo con el Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad (SINEC) y retomando

su actualización más reciente en 1982, se describen como: “alimentos dulces que se emplean habitualmente como complemento untado de otros alimentos”. Una definición más reciente es la de Curi y colaboradores (2017), quienes explican: “se establece que la mermelada de fruta es el producto que se obtiene de la cocción de frutas enteras o en trozos o jugo de frutas con azúcar y agua”.

Dentro de las características tecnológicas relevantes para el procesamiento de mermelada se encuentran azúcares, pigmentos, acidez y aroma (Orozco, 2011); sin embargo, uno de los elementos más importantes son los gelificantes, siendo el más común la pectina debido a sus propiedades, tales como: control de textura y sabor; también está el alginato de sodio; mismo que ha adquirido mayor trascendencia en los últimos años por sus capacidades como gelificante, pero también por una de sus características más importantes: es incoloro (Adornato, 2020).

Conviene subrayar que, a causa la alta demanda mundial de mermeladas, su producción se lleva a cabo a nivel industrial, empleando las Normas Mexicanas (NMX) destinadas para ello; no obstante, el comercio mundial de alimentos que promueve la salud con altos valores nutricionales y nutraceuticos, ha aumentado (Martyntenko *et al.*, 2015), logrando que se busquen nuevas variantes; sirva de ejemplo el caso del mercado artesanal, donde existe gran variedad de mermeladas artesanales de distintos frutos.

Con respecto a las mermeladas, que en su mayoría son frutales, en los últimos años incrementó la ingesta floral, lo que hace progresar hacia un emporio de mermelada más amplio. Teniendo en cuenta este mercado, *Hibiscus sabdariffa* L., denominada comúnmente “flor de jamaica”, resulta idónea para este uso debido a la gran aceptación que tiene en México.

La jamaica se cultiva para obtener cáliz frescos que son deshidratados y que se utilizan, principalmente, para la preparación de bebidas frescas e infusiones, mismas que, de acuerdo con varios reportes, tienen diversos efectos benéficos para la salud, entre los cuales destacan: antimicrobianos, bactericidas, hipocolesterolémicos, diuréticos, antiinflamatorios, antihipertensivos, entre otros (Sumaya *et al.*, 2014).

Con base en lo anterior, en este proyecto se usaron pectina y alginato de sodio como agentes gelificantes en la elaboración de mermeladas florales de jamaica, y se evaluó el efecto de dichos gelificantes en los parámetros de calidad de las mermeladas.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Mermelada

De acuerdo con la *Food and Drug Administration* (FDA, 2011), cada año, en todo el mundo, se pierden cantidades masivas de alimentos, consecuencia del deterioro e infestación de la comida en el transporte hacia el consumidor; estas pérdidas representan un desperdicio de recursos usados en la producción, como son: tierra, agua, energía y maquinaria. Por lo tanto, la reducción de esas pérdidas conlleva a una mejora en la productividad alimenticia (Kiaya, 2014).

Entre esta problemática de alimentos se encuentra el desperdicio de frutas y verduras; las mermeladas son una buena alternativa para evitar el derroche, ya que se utiliza fruta en trozos, logrando quitar imperfecciones que tenga y evitando la infestación (Stenmark *et al.*, 2016).

Por consiguiente, la mermelada es una alternativa importante para el procesamiento, uso y consumo de frutas; se establece y se define que la mermelada de frutas es el producto obtenido de la cocción de frutas, ya sea enteras o en trozos, de la pulpa o jugo de frutas, más azúcar y agua, concentrándolas hasta que tengan una consistencia gelatinosa (Villa *et al.*, 2021). Puede añadirse glucosa o azúcar invertido para aclarar el producto, tolerándose, entonces, la adición de acidulantes y pectina para compensar cualquier deficiencia en el contenido de pectina natural o acidez de la fruta, esto último debido a que las frutas maduras suelen tener menos pectina que las inmaduras (Curi *et al.*, 2017).

En particular, la mermelada se utiliza para acompañar pan, pasteles, galletas o demás alimentos de repostería. Aunado a ello, el uso de tecnología alimentaria para la fabricación de nuevos productos, como mermelada, puede ser una alternativa viable para el proceso, aprovechamiento y consumo de frutas exóticas, generando mayor oferta e incremento de la vida útil, además de que puede contribuir con el valor, agregación de la fruta y generación de ingresos (Oancea, 2016).

### 2.1.1. Gelificantes

Los gelificantes deben ser de calidad alimentaria y biodegradable; entre todos los materiales, los más utilizados para la encapsulación y con aplicaciones alimentarias son las proteínas, lípidos y polisacáridos; dentro de éstos últimos destacan por su uso mayor: exudados y extractos vegetales, como la pectina, y extractos marinos como alginatos (Nedovic *et al.*, 2011).

Badui (2012) define los gelificantes como:

Polisacáridos y proteínas, también llamados hidrocoloides, cuya principal característica es contar con muchos grupos hidrofílicos, sobre todo hidroxilos ( $\text{—OH}$ ), a través de los cuales se hidratan y retienen mucha agua por puentes de hidrógeno; en estos aditivos se incluye las gomas y otros polímeros que desarrollan propiedades funcionales como de espesante (a baja concentración), gelificante (a mayor concentración), emulsionante, estabilizante y de espumante.

Los gelificantes provienen de exudados de plantas, semillas, algas marinas, microorganismos y de otras fuentes; a excepción de las proteínas (como la clara de huevo y grenetina) y de ciertos almidones metabolizables; los demás son parte de la fibra dietética, es decir, no producen calorías y su índice glucémico es nulo. Los almidones modificados no son metabolizables y actúan como fibra (Badui, 2012).

#### 2.1.1.1. Pectinas

Las pectinas se encuentran presentes como polisacáridos estructurales en los frutos de las plantas, y están compuestas por bloques de homogalacturano y rammnogalacturanos. Las pectinas son utilizadas comúnmente como estabilizadores, gelificantes y agentes emulsificantes en la industria alimenticia (Martínez, 2013).

De acuerdo con el grado de metoxilacetoxilación (presencia de metil ésteres) en las cadenas biopoliméricas, las pectinas pueden ser clasificadas de acuerdo con su contenido de esterificación; esterificación en bajo, medio o alto grado de metoxilo. Las pectinas poseen la capacidad de gelificar en presencia de cationes mediante un proceso denominado gelación

ionotrópica; sin embargo, las condiciones de gelificación son diferentes según el grado de metoxilación (Martínez, 2013).

Según Castañón y colaboradores (2020), los polisacáridos péptidos, o pectinas, tienen una estructura química extremadamente distinta, pero comparten algunas características comunes, en particular es la presencia de ácido galacturónico y, en general son tres tipos de polisacáridos reconocidos como: homogalacturonanos (HG), ramnogalacturonano-I (RG I) y ramnogalacturonano-II (RG II); las pectinas constituyen alrededor del 35 % (p/p) de las paredes celulares primarias de las dicotiledóneas y monocotiledóneas no gramíneas, poseen propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes, brindan estabilidad y viscosidad por su función emulgente; además, en combinación con aceites comestibles, dan lugar a la elaboración de aceites esenciales que se utilizan para producir sabores.

Los recubrimientos de pectina son utilizados debido a sus propiedades mecánicas de adherencia y flexibilidad en la superficie; actualmente, este polisacárido está atrayendo una mayor atención por los efectos de salud prometedores que muestra, tales como la disminución de los niveles de colesterol, de glucemia y actividad anticancerígena (Castañón *et al.*, 2020).

Al ser un grupo extenso, los polisacáridos péptidos tienen división; Ferreira (2007) explica que, en términos generales y teóricamente, “una pectina puede contener un 16% de metoxilo, pero en la práctica se ha encontrado que contiene alrededor del 14%. Por esta razón se ha fijado el 7% de metoxilo (50% de esterificación con metanol) como la línea divisoria para diferenciar las categorías de pectina sobre la base del contenido de metoxilo”.

#### **2.1.1.1.1. Pectinas de alto metoxilo.**

Son aquellas en las cuales más del 50% de los grupos carboxilo del ácido galacturónico del polímero se encuentra esterificado con metanol; éstas son capaces de formar geles en condiciones de pH entre 2.8 y 3.5 y un contenido de sólidos solubles (azúcar) entre 60% y 70%, en promedio 65% (Ferreira, 2007). En la Figura 1 se muestra la estructura general de las pectinas de alto metoxilo.

La formación del gel con pectinas de alto metoxilo requiere de un pH de 3.5 o más ácido y un mínimo de 55% y hasta 85% de sólidos solubles; si no se dan estas condiciones no se podrá formar un gel, sin importar cuánta pectina se agregue al medio. Por otro lado, si la pectina se usa en condiciones diferentes, no se comportará como agente gelificante sino como viscosante. Se puede decir que, de acuerdo con Ferreira (2007), la presencia o ausencia de iones calcio no afecta el proceso de gelificación de pectinas de alto metoxilo, excepto en casos especiales.

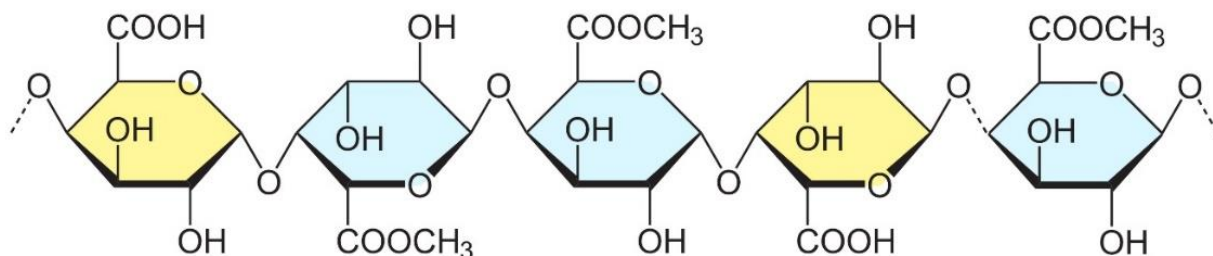


Figura 1. Estructura de pectina de alto metoxilo (Silvateam, 2001).

#### 2.1.1.1.2. Pectinas de bajo metoxilo.

Ferreira (2007) describe a las pectinas de bajo metoxilo como: aquellas en las cuales menos del 50% de los grupos hidroxilo están esterificadas con metanol (Figura 2). Para la formación del gel requieren la presencia de cationes divalentes, generalmente se emplea calcio. En este caso la formación del gel ocurre por la formación de enlaces de dichos cationes con moléculas de pectina adyacentes, formando una red tridimensional con los grupos carboxilo de la pectina.

Los geles se pueden obtener entre pH 1.0 a pH 7.0 o aún superior; el pH no afecta la textura del gel ni el intervalo de sólidos solubles y puede fluctuar entre 0% y 80%, pero la presencia de calcio (40-100 mg) es el factor predominante en la formación del gel (Ferreira, 2007).

Aunque se pueden obtener buenos geles con un 30% a 32% de sólidos solubles, la presencia de azúcar entre 10% y 20% disminuye la sinéresis y, por lo tanto, además de permitir la formación de un gel, alarga la vida de la mermelada o jalea (Ferreira, 2007).



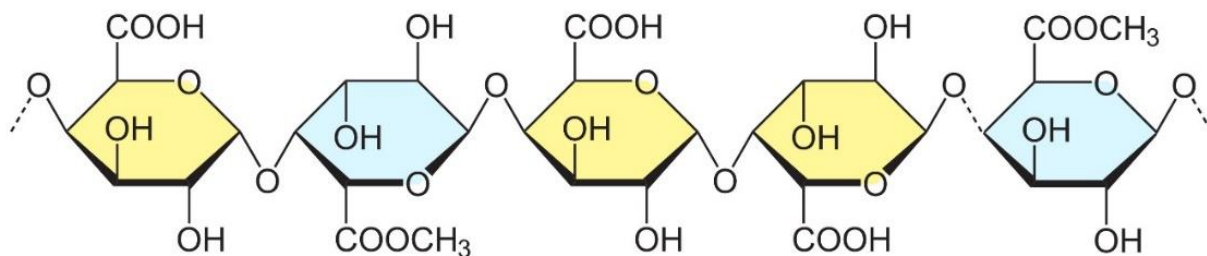


Figura 2. Estructura de pectina de bajo metoxilo (Silvateam, 2001).

#### 2.1.1.2. Alginatos

Por otra parte, el alginato de sodio se utiliza, principalmente, como componente de la membrana y se emplea la combinación de calcio y bario (iones divalentes) para dar paso a la gelificación; por tanto, su aplicación más atractiva es la gelificación inducida por calcio, resultando en interacciones específicas y fuertes, entre iones de calcio y residuos de guluronatos presentes en el alginato; el tamaño de las partículas no puede ser bien controlado y las partículas tienden a coagularse en grandes masas, antes de adquirir la consistencia apropiada, obteniendo partículas de tamaño, entre 400  $\mu\text{m}$  y 1 mm (Krasaekoopt *et al.*, 2003; Agulhon *et al.*, 2014; Sandoval *et al.*, 2016).

Cabe señalar que el alginato de sodio ha adquirido gran importancia en los últimos años, ya que tiene la capacidad de actuar como agente formador de películas comestibles, aplicado a frutas mínimamente procesadas con el fin de mantener los atributos de frescura por un mayor tiempo.

Los alginatos son uno de los polímeros más utilizados en la microencapsulación, estos compuestos son extraídos primariamente de tres especies de algas marrones.

Los alginatos son una familia de polisacáridos lineales, conteniendo cantidades variables de ácido  $\beta$ -D manurónico (M) y ácido  $\alpha$ -L gulurónico (G). Éstos se agrupan en secciones constituyendo homopolímeros tipo bloques G (-GGGG-), bloques M (-MMMM-) o bloques de heteropolímeros alternados (-MGMG-) (Avendaño-Romero *et al.*, 2015), como se muestra en la Figura 3.

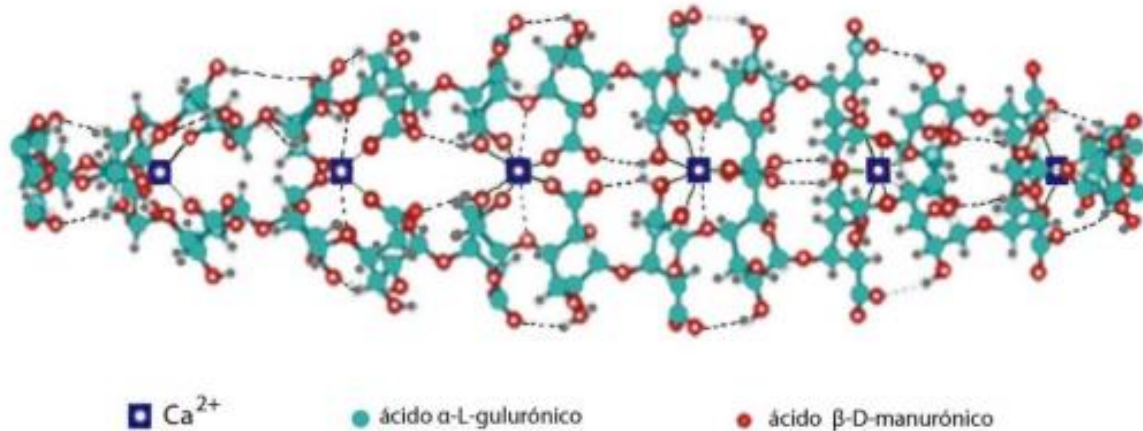


Figura 3. Modelo “caja de huevo” (Avendaño-Romero *et al.*, 2013 y Méndez-Reyes *et al.*, 2015).

La aplicación de alginatos se basa en cuatro propiedades principales: la primera concierne a su habilidad como espesantes al ser disueltos en agua, generando un aumento en la viscosidad de la solución en la que se disuelven. La segunda a su capacidad de retener agua. La tercera se debe a su habilidad para formar un gel a partir de una serie de reacciones químicas de intercambio iónico que dan lugar a la formación de enlaces entre las cadenas adyacentes del polímero del alginato; particularmente se realiza un intercambio de iones sodio por cationes divalentes o trivalentes. La cuarta se basa en la propiedad de formar películas (Funami *et al.*, 2009).

### 2.1.2. Conservantes en las mermeladas

En la actualidad, la mayor producción de mermeladas se lleva a cabo de manera industrial, es decir, el uso de aditivos químicos está presente, entre ellos los conservantes. Dentro de éstos últimos están los de tipo químico, entendidos como una clase de aditivos alimentarios que se pueden aplicar para mantener la calidad y estabilidad, proporcionando como resultado efectos satisfactorios durante todo el periodo de comercialización; dadas las condiciones del mercado y ofreciendo seguridad al consumidor, estos compuestos presentan una gran importancia tecnológica durante el procesamiento de alimentos, actuando como inhibidores de la contaminación microbiana en alimentos (Vieira, 2016).

Entre los conservantes más utilizados en alimentos, de acuerdo con la legislación de bebidas no alcohólicas, se encuentran el ácido benzoico y derivados de sodio, calcio y potasio (concentración máxima permisible  $0.05\text{g } 100\text{ ml}^{-1}$ ), el ácido ascórbico y sus derivados de sodio, potasio y calcio (concentración máxima permisible de  $0.08\text{g } 100\text{ ml}^{-1}$ ) y dióxido de azufre (concentración máxima permisible de  $0.004\text{g } 100\text{ ml}^{-1}$ ) (Da Silva *et al.*, 2021).

#### 2.1.2.1. Benzoato de sodio

El benzoato de sodio fue el primer conservante químico aprobado para su uso en los alimentos por la FDA. Su acción conservante parece haber sido descrita por primera vez en 1875, cuando se estableció una relación entre la acción del ácido benzoico y del fenol. Puesto que el ácido benzoico no se podía, inicialmente, producir de forma sintética en grandes cantidades, no se introdujo para la conservación de alimentos hasta alrededor de 1900.

Las ventajas de comenzar a utilizar el ácido benzoico fueron: bajo costo, facilidad de incorporación en los productos, falta de color y, relativamente, baja toxicidad para que se convirtiera en uno de los conservantes más utilizados en el mundo (León, 2017).

El benzoato de sodio, también conocido como benzoato de sosa, es un inhibidor de la actividad de los microorganismos tales como levaduras, bacterias y mohos. Esta sal del ácido benzoico, es blanca, cristalina o granulada, de fórmula  $\text{NaC}_6\text{H}_5\text{CO}_2$ ; soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol (Figura 4) La sal es antiséptica y en cantidades elevadas es tóxica. Puede ser producido por reacción de hidróxido sódico con ácido benzoico (León, 2017).

Se ha comprobado que, tanto el ácido benzoico como sus sales no tienen efectos nocivos para las personas cuando se utiliza en pequeñas cantidades, ya que se elimina rápidamente del organismo después de conjugarse con la glicina para formar ácido hipúrico (benzoglicina) evitando su acumulación (León, 2017).

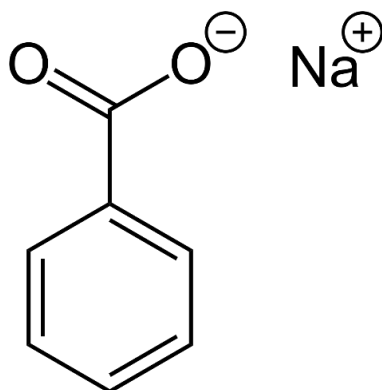


Figura 4. Estructura Benzoato de sodio (IUPAC, 2020).

#### 2.1.2.2. Ácido cítrico

El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarboxílico (Figura 5), presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón, la naranja y la mandarina. Su fórmula molecular es  $C_6H_8O_7$  con un peso molecular de  $192.12 \text{ g/mol}^{-1}$  en forma anhídrida de  $210.14 \text{ g/mol}^{-1}$  en forma hidratada. Forma cristales translúcidos, ligeramente higroscópicos, de muy alta solubilidad en el agua y fuerte sabor ácido.

Es un producto de la fermentación que puede formarse por acción de varias especies de hongos pertenecientes a diferentes géneros, bajo condiciones apropiadas, especialmente a partir de los carbohidratos como glucosa, fructosa, sacarosa y otros. Su principal uso en los alimentos consiste en la acidificación de estos (Torres, 2006).

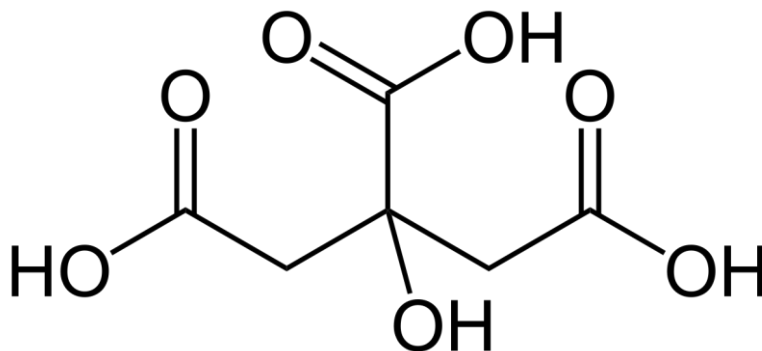


Figura 5. Estructura del ácido cítrico (Neurotiker, 2007).

### **2.1.3. Parámetros de Calidad de las Mermeladas**

El CODEX STAN 296 (2009), especifica que el producto final deberá tener una consistencia gelatinosa adecuada, con color y sabor apropiados para el tipo o clase de fruta utilizada como ingrediente en la preparación de la mezcla, tomando en cuenta cualquier sabor impartido por ingredientes facultativos o por cualquier colorante permitido utilizado.

A continuación se menciona las principales pruebas que definen la calidad en mermeladas.

#### **2.1.3.1. Sólidos Solubles Totales (SST)**

La concentración de sólidos solubles se mide por refractometría, la desviación del ángulo luminoso está relacionada con el contenido de elementos solubles presentes dentro de una muestra (azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, pigmentos). Los azúcares se relacionan directamente con el índice refractométrico, el cual depende de la cantidad de estos en el medio (Torres, 2006).

El contenido de sólidos solubles para los productos terminados definidos deberá estar, en todos los casos, entre el 45 al 65% dependiendo del tipo de materia prima utilizada, viendo siempre la consistencia del producto final y la preferencia del consumidor (Aguilar, 2017).

#### **2.1.3.2. Textura**

El análisis del perfil de textura se emplea ampliamente en la investigación y la industria por su practicidad; sin embargo, esta propiedad es demasiado complicada para ser descrita por una sola propiedad física: la textura es un atributo de calidad crítico en la selección de alimentos frescos.

La manipulación, el procesado de frutas, vegetales y demás alimentos involucran problemas especiales, ya que el consumidor ha formado opiniones con respecto a la textura apropiada de estos productos. La entrega de productos aceptables requiere de cuidados con respecto a los cambios de textura, y esto es fácilmente aplicado cuando se conocen los factores que influyen esta cualidad (Torres *et al.*, 2014).

La medida instrumental de la textura fue propuesta como una alternativa a la evaluación sensorial, con el fin de superar los principales inconvenientes de esta debido a la gran variabilidad en los resultados, la dificultad de la ejecución de las pruebas y a las peculiaridades de la interpretación de los resultados. No obstante, es necesario que las medidas obtenidas con métodos instrumentales, puedan correlacionarse con las respuestas de jueces de análisis sensorial, con el fin de validar la técnica instrumental utilizada (Torres *et al.*, 2014).

La textura describe la habilidad del material en permanecer junto o uniforme; usada típicamente para describir las propiedades de los sólidos, semisólidos y líquidos; la textura en el alimento es definida como el grupo de propiedades físicas derivadas de la estructura del alimento mismo que puede ser detectada por el tacto (Ayala-Guardado, 2019).

#### 2.1.3.3. pH

Determina muchas características notables de la estructura y la actividad de las macromoléculas biológicas y, por lo tanto, de la conducta de las células y los organismos. El patrón primario para la medida de las concentraciones del ion hidrógeno es el electrodo de hidrógeno: este electrodo de platino es tratado especialmente y se sumerge en la disolución, cuyo pH se va a medir.

La disolución se encuentra en equilibrio con el hidrógeno gaseoso a una presión y temperatura conocidas; la fuerza electromotriz en el electrodo responde al equilibrio. Se mide la diferencia del potencial entre el electrodo de hidrógeno y un electrodo de referencia (Torres, 2006).

El instrumento utilizado para determinar el pH es el potenciómetro o pH-metro electrónico, el cual se utiliza para establecer la acidez o alcalinidad que posee cada sustancia. Este equipo usa electrodo para medir el “pH exacto” de una solución.

El Potenciómetro mide dos variables: “pH” y temperatura a la cual se realiza la lectura; el Electrodo no se ve afectado por gases disueltos, agentes oxidantes o reductores, materia orgánica, etc. (Ayala-Guardado, 2019).

#### 2.1.3.4. Acidez Titulable (AT)

La acidez titulable se determina midiendo la cantidad de iones hidróxidos necesarios para neutralizar una cantidad de cationes de ácidos orgánicos presentes en una solución; esta puede ser expresada independientemente en miliequivalentes por 100g de muestra o en gramos del ácido representativo por 100g de muestra. La conversión es efectuada tomando en cuenta la masa molar del ácido representativo (Torres, 2006).

La determinación se basa en una reacción ácido-base, para la cual la muestra se coloca en una solución acuosa y se titula con una solución de NaOH, en presencia de indicador fenolftaleína (Ayala-Guardado, 2019).

#### 2.1.3.5. Análisis Microbiológico

Muchos de los alimentos que se consumen pueden estar contaminados y ser un riesgo para la salud, por esta razón, es indispensable que las empresas productoras y distribuidoras de alimentos realicen análisis microbiológicos a los productos.

El análisis microbiológico no mejora la calidad del alimento, más bien permite valorar la carga microbiana, señalando los posibles puntos de riesgo de contaminación o multiplicación microbiana (Ayala- Guardado, 2019).

Los análisis microbiológicos se usan principalmente para:

- Seguridad higiénica del producto o alimento.
- Ejecución de prácticas adecuadas de producción.
- Generar calidad comercial y mantenerla en los productos.
- Establecer la utilidad del alimento o producto para un propósito determinado.

Los riesgos de no realizar un análisis microbiológico pueden ocasionar enfermedades como:

- Salmonelosis (*Salmonella*).
- Infección por *Staphylococcus aureus* o dorado.
- Enteritis necrótica o gangrena gaseosa (*Clostridium perfringes*).

- Gastroenteritis (*Vibrio parahaemolyticus*).

De acuerdo con las especificaciones microbiológicas, la mermelada debe estar exenta de microorganismos y de parásitos en cantidades que puedan constituir un peligro para la salud (Ayala-Guardado, 2019).

#### 2.1.3.6. Análisis Sensorial

Cabe señalar que cuando se trata de la preferencia de alimentos y la aceptación por parte del consumidor se denota una relación entre los dos, pero no equivalentes. La selección incluye una preferencia de un producto u otro, es decir, no está necesariamente vinculada a la aceptación o a una actitud positiva hacia ella. Por otro lado, la aceptación es una experiencia hedonista que se caracteriza por una actitud positiva permanente hacia el objeto en cuestión, por lo tanto, visto como una prueba afectiva (Stone-Sidel, 1999).

Para el consumidor, los atributos más importantes de los alimentos los constituyen sus características organolépticas (textura, olor, sabor y color); son estas quienes determinan las preferencias individuales por determinados productos. Pequeñas diferencias entre las características organolépticas de productos semejantes son, a veces, determinantes de su grado de aceptación (Ayala-Guardado, 2019).

##### **2.1.3.6.1. Escala hedónica**

Con respecto a la escala hedónica, Lawless y Heymann (1999) se refieren a ella como el método afectivo más utilizado en las pruebas sensoriales por sus resultados informativos. Fue desarrollado en 1957 como una manera de medir la aceptación de un producto y, en los últimos años, se ha adaptado acorde con el público objetivo.

Para poder evaluar los alimentos se llevan a cabo varias pruebas según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen 3 tipos de pruebas: las afectivas, las discriminativas y las descriptivas. El objetivo que se busca es conformar un panel de análisis sensorial. Las pruebas afectivas son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y



preferencia de un producto alimenticio; se utilizan escalas de calificación de las muestras, dentro de las cuales se encuentra la escala hedónica (Sturion *et al.*, 2005).

#### **2.1.3.6.2. Prueba hedónica**

Para realizar la prueba hedónica se debe contar con una sala de panel, la cual consta de cubículos individuales a fin de aislar a los catadores para que no influyan unos a otros por medio de comentarios o expresiones del rostro. Los cubículos pueden estar equipados con luces de colores cuando esto se considere conveniente; el catador recibe la muestra del alimento a una temperatura y tamaño uniforme, debidamente identificado por medio de un código de letras o números a través de una ventanilla, para que no pueda ver cómo ha sido preparada y no sea influenciado en su decisión (Cunha *et al.*, 2013).

A los catadores se les ofrece un impreso de evaluación que puede ser de muchos tipos. Uno de ellos posee columnas para las muestras, con términos descriptivos como: “gusta mucho”, “gusta poco”, “ni gusta, ni disgusta”, “disgusta poco”, “disgusta mucho”. El catador elige un término para cada muestra y escribe comentarios adicionales. El coordinador de la cata asigna un valor numérico a cada término, por ejemplo: desde un 5 equivalente a “gusta mucho”, hasta un 1 equivalente a “disgusta mucho”, y cuando los impresos se han completado, el coordinador calcula y obtiene la medida de los resultados alcanzados (Cunha *et al.*, 2013).

El número de muestras que los catadores pueden juzgar eficientemente en una sesión sin que sus facultades pierdan su agudeza, es limitado y depende del tipo de producto; generalmente, no deben juzgarse más de cuatro o cinco muestras cada vez.

Los compartimientos de la sala de cata normalmente poseen un dispositivo para enjuagarse la boca entre cada muestra, aunque con la ingestión de galletitas o soda se consigue el mismo efecto o pueden usarse ambas (Cunha *et al.*, 2013).

El catador y/o consumidor final emite un juicio espontáneo de lo que siente hacia una materia prima, producto en proceso o terminado, luego expresa la cualidad percibida y por último la intensidad. Entonces, si la sensación percibida es buena de agrado, o si por el

contrario, la sensación es mala, el producto no será aceptado, provocando una sensación de desagrado (Cunha *et al.*, 2013).

## **2.2. Alimentos Funcionales**

El constante interés del hombre por la relación existente entre la alimentación y nutrición con la salud ha hecho que, a lo largo de la historia, la búsqueda de estrategias que contribuyan al mejoramiento de la salud y la calidad de vida de la población sea una necesidad. Por esta razón, el desarrollo y mercadeo de alimentos funcionales se ha convertido en una tendencia mundial de gran interés para la industria, la academia y los mismos consumidores.

Se define, entonces, a los alimentos funcionales como alimentos o bebidas que contienen, de manera natural o a través de procesos tecnológicos, cantidades suficientes de compuestos bioactivos con potenciales efectos positivos en la salud (Arye-Boye, 2015). Dichos beneficios pueden conducir a la modulación del estrés oxidativo, respuesta inflamatoria e inmune, regulación de procesos metabólicos, disminución de riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles y el mejoramiento del rendimiento mental, cognitivo, físico y deportivo, entre otros (Visoli-Strata, 2014).

Estos alimentos deben consumirse dentro de la dieta habitual para conseguir efectos benéficos que van más allá de los requerimientos nutricionales tradicionales. Entre los componentes que se sustituyen se encuentran macronutrientes (ej. grasas), por otro (proteínas) o cuando se añade un componente que no está presente de forma natural en el alimento y que no es, necesariamente, un macronutriente o un micronutriente, pero cuyos efectos beneficiosos son reconocidos (ej. prebióticos, antioxidantes no vitamínicos), como la adición de sustancias ricas en antioxidantes en las bebidas como las vitaminas (Granados *et al.*, 2016).

En Europa, América y Asia, la demanda de alimentos funcionales se encuentra entre el 5% y el 28% por parte de la población adulta; por otro lado, en Croacia existe una gran aceptación frente al consumo de este tipo de insumos: el 75% de la población compra alimentos categorizados como funcionales y de este porcentaje, el 27% lo hace de forma

regular; además el 60% de los alimentos funcionales, que adquieren y usan, pertenecen al grupo de la leche y derivados lácteos (Villamil, 2020).

Además, algunas plantas también son fuentes de compuestos bioactivos que pueden adicionarse para la elaboración de alimentos funcionales; un ejemplo de ello es la flor de Jamaica, ya que se ha reportado que contiene estos compuestos químicos que cumplen una función antioxidante (Sumaya *et al.*, 2014).

## **2.3. Flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)**

### **2.3.1. Generalidades de la flor de jamaica**

Conocida también como “rosa de Abisinia”, la jamaica es una flor de color rojo, originaria de África, que se utiliza principalmente en la gastronomía. La flor de jamaica pertenece a la amplia familia de las Malváceas (que incluye al algodón, al kenaf, la okra y la malva arbórea) y responde al nombre científico de *Hibiscus sabdariffa* L. (SIAP, 2016).

La jamaica es una pequeña planta que puede crecer como arbusto de, aproximadamente, 3 metros de altura. Es una flor cardosa que tiene, al menos, siete pétalos y la planta posee largas espinas que rodean a la flor y tallo; la flor es de color rojo, de 3 a 4 cm de largo (SIAP, 2016).

Sus flores (cálices) son la parte de mayor utilidad e importancia socioeconómica, ya que a partir de estas se elaboran bebidas, por ejemplo: el agua de jamaica, dulces, diferentes tipos de salsas, mermeladas, concentrados, té y licores. Son además una fuente potencial de colorantes, saborizantes de alimentos, productos cosméticos y farmacéuticos (SIAP, 2016).

### **2.3.2. Origen y distribución de *Hibiscus sabdariffa* L.**

Es considerada originaria de la India e introducida al continente por los jamaicanos, motivo por el cual se nombra como “rosa de jamaica”. Se cultiva para aprovechar de ella sus frutos y sus cálices carnosos de color rojo que son muy ricos en antioxidantes (Urbina, 2009).

A continuación se presenta su clasificación taxonómica:

### 2.3.3. Taxonomía

Reino Vegetal

División: Antophytas

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Hibiscus*

Especie: *Sabdariffa*

Nombre Científico: *Hibiscus Sabdariffa*

Nombre v. Jamaica

### 2.3.4. Características botánicas

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es una planta de siembra anual, erecta, arbustiva, cubierta de ramas, con tallos que, generalmente, pueden alcanzar hasta 2.4 m. de alto (Carvajal *et al.*, 2006).

Sus hojas son verdes aserradas y agudas con venas rojizas y peciolas de 7.5 a 12.5 cm de longitud (Del Vaz-Díaz, 2009); sus flores son de un color amarillo con centro color rosa a rojo marrón, mismo que cambia a rosado a medida que llega la tarde hasta marchitarse (Meza-Chavarria, 2012); se sostienen por separado en la parte alterna de las hojas y pueden llegar a medir hasta 12.5 cm de largo y 4 cm de ancho; el cáliz, típicamente de color rojo, consta de 4 a 5 pétalos; este crece hasta la madurez y el fruto se vuelve carnosos (Da-Costa-Rocha *et al.*, 2014).

La reproducción de la planta es por autofecundación, cada válvula contiene de 3 a 4 semillas afelpadas de color ligeramente café y en forma de riñón que miden de 3 a 4 mm de

longitud. Cuando la cápsula está madura y seca, cambia a un color café rojizo y se separa (Carvajal *et al.*, 2006).

#### 2.3.4.1. Requerimientos agronómicos

El cultivo de la flor de jamaica no posee requerimientos difíciles o poco convencionales, razón por la cual es una práctica económica que puede verse favorecida y podría adoptarse, a gran escala, en regiones donde aún no ha incursionado. El cultivo de *Hibiscus sabdariffa* L se produce en un tiempo corto en comparación con otros cultivos, por lo cual la inversión puede recuperarse rápidamente y reinvertirse en los procesos de poscosecha y comercialización. A continuación se presenta el proceso de cultivo de la flor de jamaica (Nichols-Posada, 2014).

La flor de jamaica puede sembrarse en regiones con una altitud de 300 a 1000 msnm, de clima seco tropical o subtropical con una temperatura de 22° a 25°C y con un régimen pluvial de entre 400 a 500 mm por año (Cano, 2004). La planta requiere de un fotoperiodo de doce horas luz. Durante el periodo de reproducción requiere de un ciclo de oscuridad mínimo de 11.5 horas y para la época de floración una fase de 12,5 a 13,5 horas luz por día (Cano, 2004).

De acuerdo con la literatura concerniente al manejo agronómico de la flor de jamaica, en regiones áridas y semiáridas la siembra puede iniciarse en mayo o en junio para cosechar en octubre. Las fechas de secado de los cálices recolectados después de la cosecha coinciden con el cese de las lluvias y el advenimiento de las épocas de verano (Urbina, 2009). Para obtener plantas robustas, con abundantes ramas y mayor cantidad de frutos, se recomienda seguir las fechas de cultivo indicadas, ya que siembras tardías dan como resultado plantas pequeñas, de poco follaje y producción (Meza, 2012).

#### 2.3.5. Contenido nutrimental

La composición proximal en cálices de jamaica puede diferir dependiendo de la variedad, tipo de suelo en el que son cultivados y factores climáticos, por lo que los valores

reportados por diversos artículos no son del todo similares, lo que hace necesario caracterizar analíticamente los cálices a utilizar en cada experimentación (Sáyago-Ayerdi y Goñi, 2007).

En investigaciones anteriores, se reportan variaciones en la composición de los cálices de jamaica (Babalola *et al.*, 2001; Sáyago-Ayerdi *et al.*, 2007; Mahadevan, 2009). En la Tabla 1 se presenta una comparación de los datos reportados, mostrándose una apreciable concentración de proteína y principalmente fibra dietética. Los minerales potasio y calcio son los que se encuentran en mayor concentración en esta categoría, seguido de hierro y magnesio (Babalola *et al.*, 2001). En la categoría de vitaminas, se encuentran presentes tiamina, niacina y principalmente vitamina C (Mahadevan, 2009).

Tabla 1. *Composición proximal de cálices de Jamaica (g/100 g base seca)*

Nutriente	Babalola <i>et al.</i> , 2001	Sáyago-Ayerdi <i>et al.</i> , 2007	Mahadevan, 2009
Proteína	8.6	9.87	9.2
Lípidos	2.9	0.59	2.61
Cenizas	6.8	9.75	6.9
Fibra dietética total	-----	33.9	39.5-42.6
Fibra insoluble	-----	29.04	----
Fibra soluble	-----	4.9	----
Calcio	1602	-----	12.63
Potasio	2320	-----	----
Hierro	34.6	-----	8.98
Magnesio	340	-----	----
Zinc	6.3	-----	----
Ácido ascórbico	54.8	-----	----
Niacina	-----	-----	3.765
Tiamina	-----	-----	0.117
Riboflavina	-----	-----	0.277

Esta tabla ha sido adaptada de “Alimentos vegetales autóctonos iberoamericanos”, de Sáyago y Álvarez, 2018.

### 2.3.6. Propiedades funcionales

La flor de jamaica presenta propiedades funcionales, además de la adaptabilidad del paladar mexicano hacia ella; su producción es de 4,294.66 toneladas por año con un valor de

producción de 164,121.99 de pesos (SIAP, 2019), por lo cual en México es muy consumida, sobre todo en agua natural.

Estudios realizados con extractos de cálices de flor de jamaica han determinado que, en los tejidos de estas estructuras existe una alta concentración de antioxidantes fenólicos de tipo no flavonoide y flavonoides simples o polimerizados (Da-costa *et al.*, 2014).

Entre los compuestos polifenólicos flavonoides presentes en los cálices y hojas de flor de jamaica se encuentra la naringenina que pertenece a la clase de las flavonas, la catequina, galato de galocatequina, galato de epicatequina, la galocatequina de los flavanoles y la luteolina, tilirosido, sabdaritrin hidroxiflavona de la clase de flavonas (Chen *et al.*, 2013; Da-Costa *et al.*, 2014; Galicia *et al.*, 2008 y Sindi *et al.*, 2014).

Así mismo, los cálices han demostrado contener un alto porcentaje de antocianinas en sus tejidos estructurales, identificando a la denominada crisanteina y cianidina-3-sambubiosido o gosisipianina (Da-Costa *et al.*, 2014).

Tabla 2. *Compuestos presentes en los cálices de jamaica*

Compuesto	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
Fenoles solubles (mg/ 100g)	5.08-5.10
Taninos (mg/ 100g)	713.2-745.8
Antocianinas	19.99-21.21

Tomada de “Hibiscus sabdariffa L–A phytochemical and pharmacological review” por Da-Costa *et al.*, 2014.

Tabla 3. *Fenoles simples presentes en los cálices de jamaica*

Fenólico simple	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
A. Gálico	15.98-17.18
A. Benzoico	33.04-34.36
A. Caféico	-----
A. Clororganico	77.42-80.2
A. Cumárico	26.95-29.31
A. Ferulico	82.06-90.8
A. 4- hidroxilbenzoico	-----
A. 4-hidroxi-3- benzoico	540.8-606.6
A. Salicílico	28.54-31.18
A. Siringico	+-
A. Protocatecuico	16.17-17.93
A. Vanillico	-----
Vainillina	9.24-11.22

Tomada de “*Hibiscus sabdariffa* L–A phytochemical and pharmacological review” por Da-Costa *et al.*, 2014.

### 2.3.7. Ácidos fenólicos

Los ácidos fenólicos son otro grupo importante de compuestos en los cálices de la jamaica y se encuentran en forma libre o conjugada; en frutas y hortalizas están principalmente en forma libre (Shahidi y Naczki, 2004), y en los cereales predominan en forma conjugada o ligada (Liu, 2007).

Los compuestos fenólicos son conocidos por su capacidad antioxidante; la presencia de estos como taninos, flavonoides, antocianinas y fenoles del extracto del cáliz de la jamaica, pueden dar credibilidad en el uso focalizado para el manejo del estrés oxidativo inducido por alimentos. Los taninos se han usado para el tratamiento de diarreas, hemorragias y desintoxicación (Afolayan y Mahebie, 2010).

La actividad antioxidante de las antocianinas indica ser 50 veces mayor que la vitamina C y 20 veces más que la vitamina E (Majo *et al.*, 2008); las antocianinas han demostrado que ayudan a proteger daños a los tejidos, previenen riesgos de cáncer y taponamientos de la circulación sanguínea en los vasos capilares, arterias y venas (Letelier *et al.*, 2011). Por lo tanto, la concentración de estos compuestos contribuye, sinérgicamente,



a potenciar la capacidad antioxidante de esta planta para los tratamientos y usos locales relacionados con las enfermedades (Ariza *et al.*, 2017).

En extractos acuosos de jamaica se identificó el ácido clorogénico y sus isómeros I y II como los ácidos fenólicos principales (Fernández-Arroyo *et al.*, 2011 y Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2011), junto con los derivados de los ácidos protocatéquico y gálico (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2011) y el ácido cafeico (Huang *et al.*, 2009). Otros fenoles del tipo flavonoide, como quercetina y sus glucósidos, y los glucósidos de miricetina (Fernández-Arroyo *et al.*, 2011 y Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2011) y proantocianidinas (Sáyago-Ayerdi *et al.*, 2007), del tipo catequina, epigalocatequina y epigalocatequin-galato (Huang *et al.*, 2009) también están identificados en la flor de jamaica (Reyes *et al.*, 2015).

La acidez de los extractos está directamente relacionada con la cantidad de ácidos presentes, y en jamaica los dominantes son el oxálico y el succínico (Fasoyiro *et al.*, 2005), aunque pueden encontrarse también cítrico, ascórbico, málico y esteárico (Hirunpanich *et al.*, 2005). En trabajos recientes se menciona la presencia importante del ácido *hibiscus* en sus formas libre y glucosilada (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2011).

### **2.3.8. Principales ácidos fenólicos presentes en la flor de jamaica**

#### **2.3.8.1. Ácido Oxálico**

El ácido oxálico o ácido etanodioico (también denominado “sal de limón” o “sal amarga”) es un ácido dicarboxílico con dos átomos de carbono (Figura 5). Su nombre deriva del género de plantas *Oxalis*, por su presencia natural en ellas. De hecho, sus sales las identificó en las acederas, en 1745, el químico y botánico neerlandés Herman Boerhaave y, en 1776, las aisló el químico alemán Johann Christian Wiegleb. Posteriormente, se encontró también en una amplia gama de otros vegetales; entre ellos, algunos consumidos como alimento, como el ruibarbo o las espinacas.

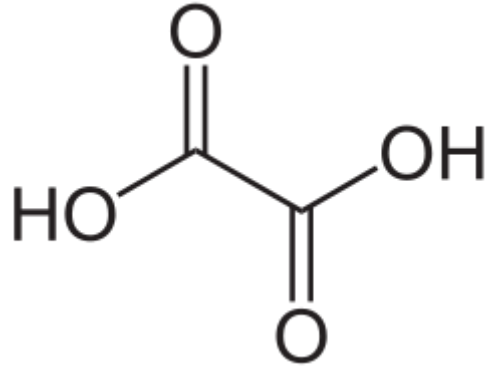


Figura 5. Estructura del ácido oxálico (IUPAC, 2020).

#### 2.3.8.2. Ácido clorogénico

El ácido clorogénico pertenece a los ácidos fenólicos, derivado del ácido cinámico, el cual forma éster con el ácido quínico (Figura 6). Al ácido clorogénico se le atribuyen numerosas propiedades farmacológicas, tales como antioxidantes, analgésicas, antipiréticas y actividad quimio-protectora (López-Gallegos, 2013).

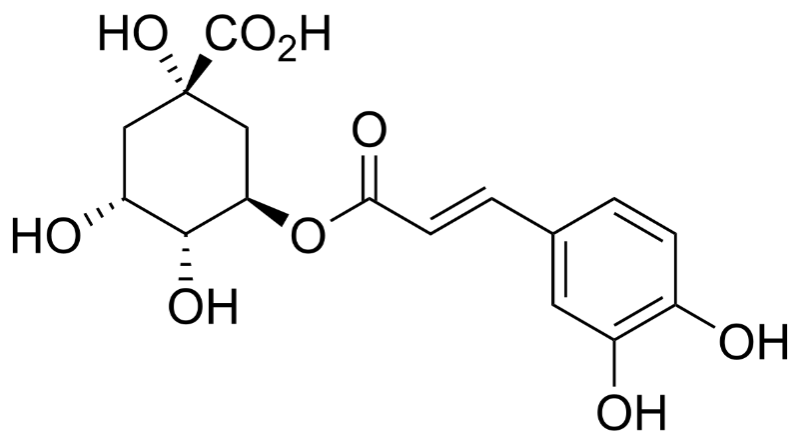


Figura 6. Estructura del ácido clorogénico (López- Gallegos, 2013).

#### 2.3.8.3. Ácido protocatéquico

Es un ácido dihidroxibenzoico, un tipo de ácido fenólico. Es un metabolito principal de los polifenoles antioxidantes que se encuentran en el té verde; tiene efectos mixtos sobre células normales y cancerosas en estudios *in vitro* e *in vivo* (Quiñones *et al.*, 2012).

### **2.3.9. Actividad antioxidante**

El estrés oxidativo es el proceso resultante de un desequilibrio entre la generación de radicales libres y las defensas antioxidantes; este puede inducir daño celular y desencadenar alteraciones fisiológicas involucradas en el origen de procesos patológicos como envejecimiento, inflamación, carcinogénesis, diabetes, enfermedades neurodegenerativas y autoinmunes entre otras, de tal forma que, cuando el sistema antioxidante endógeno no puede proteger al organismo del daño causado por los radicales libres, es necesario un aporte externo de antioxidantes.

Por tanto, el uso de antioxidantes naturales puede contribuir a la prevención de varias enfermedades y aplicarse como agentes terapéuticos prometedores (Contreras *et al.*, 2021).

Se atribuye a los fenoles que contienen y destacan las antocianinas (Sáyago-Ayerdi *et al.*, 2007) y los ácidos fenólicos. De estos últimos, el ácido clorogénico y sus derivados son los más importantes (Fernández-Arroyo *et al.*, 2011).

### 3. Justificación

El uso de los agentes gelificantes en la industria alimentaria está en constante cambio para poder satisfacer el mercado actual, en este caso, la pectina es el más común y se utiliza mayormente para la fabricación de mermeladas debido a su gran estabilidad, adherencia y flexibilidad; además, este gelificante aporta grandes beneficios a la salud como: agente anticancerígeno y reducción de los niveles de colesterol (Castañón *et al.*, 2020). Conviene subrayar que se usan, sobretodo, las pectinas de bajo metoxilo.

Por otro lado, el alginato presenta habilidad para formar un gel a partir de una serie de reacciones químicas de intercambio iónico que dan lugar a la formación de enlaces entre las cadenas adyacentes (Funami *et al.*, 2009); por consiguiente, el alginato de sodio se convierte en una opción viable como gelificante en las mermeladas. Cabe mencionar que, a pesar de las características antes mencionadas, el alginato aún no ha sido explotado de manera importante en la elaboración de mermeladas; otras propiedades destacables del alginato son: biodegradabilidad, biocompatibilidad, baja persistencia en el ambiente, y grado de compatibilidad con diferentes sustancias.

De acuerdo con la Food and Drug Administration de Estados Unidos (FDA), los alginatos de sodio, potasio, calcio y amonio son aditivos alimenticios reconocidos como inocuos y seguros; los límites de ingesta diaria de ácido algínico y de sus sales derivadas es de 50 mg/Kg de peso corporal (Gustavsson *et al.*, 2011).

En los últimos años, la tendencia hacia un mercado más natural ha crecido, esto se debe a que se ha observado un incremento en la demanda de alimentos con declaraciones de propiedades y beneficios para la salud por parte de los consumidores, quienes a su vez están más conscientes sobre algunos compuestos que promueven esa sanidad, tales como probióticos, prebióticos, vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados, por ejemplo: omega-3; por ello, ha aumentado la producción de alimentos funcionales (Sindi *et al.*, 2014).

De igual forma, el acrecentamiento de la ingesta de frutos y flores ha ido en auge actualmente; cabe mencionar que estos productos vegetales son atractivos ya que presentan

altas cantidades de compuestos bioactivos. Estos motivos han abierto un mercado de alimentos amplio, entre ellos las mermeladas (Sumaya *et al.*, 2014).

Sin embargo, existen documentos que comprueban la florifagia en México desde la época prehispánica, explicando que antiguos pobladores mesoamericanos ya tenían conocimiento sobre una variedad de flores que podían incluir en su dieta; asimismo, sabían utilizar muy bien los colores que aportan para la atracción visual de los platillos, haciéndolos más apetitosos (Martínez, 2019). Una de estas flores es la jamaica, la cual contiene una gran cantidad de antocianinas que le aportan propiedades antioxidantes, además de la tonalidad característica de la flor.

Con base en lo anterior, en este trabajo se propuso la flor de jamaica como el ingrediente principal en la elaboración de una mermelada floral artesanal, donde se pudieran evaluar las propiedades gelificantes del alginato de sodio en comparación con el uso de pectina, y así analizar la viabilidad de este producto en el mercado. Otra de las razones de su uso es la adaptabilidad que tiene en la sociedad mexicana, ya que la jamaica ha estado presente en la dieta base de los mexicanos durante muchos años, teniendo como resultado una de las aguas frescas características de México.

#### **4. Hipótesis**

La mermelada floral de jamaica, usando pectina y alginato de sodio como gelificantes, cumplirá con los parámetros de calidad establecidos para las mermeladas; así mismo, la adición de benzoato de sodio permitirá extender la vida útil de la mermelada floral, haciéndola comparable con mermeladas comerciales.

## 5. Objetivos

### **Objetivo general.**

Usar pectina y alginato de sodio como agentes gelificantes en la elaboración de mermelada de jamaica y evaluar su efecto en los parámetros de calidad.

### **Objetivos específicos.**

- Realizar las pruebas de: sólidos solubles, pH, acidez titulable, consistencia, incidencia microbiológica para el aseguramiento de calidad en la mermelada floral.
- Comparar estadísticamente los parámetros de calidad entre los tratamientos (agente gelificante y uso de conservador).
- Realizar una prueba de análisis sensorial con un panel no entrenado de 20 personas para medir la aceptación de la mermelada floral.

## **6. Materiales y métodos**

### **6.1. Materiales**

#### **6.1.1. Material**

Alcohol etílico (al 70%), sacarosa, ácido cítrico, benzoato de sodio, pectina, alginato de sodio, fenolftaleína, solución 0.1N de NaOH: todos los reactivos se obtuvieron de Botica Moderna sucesores S.A. de C.V.

#### **6.1.2. Material vegetal**

Cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) recolectados de un mercado local en la ciudad de Toluca de Lerdo, Estado de México.

### **6.2. Métodos**

#### **6.2.1. Procesamiento de la muestra vegetal**

Los cálices de jamaica se lavaron y seleccionaron manualmente para evitar cálices en deterioro (sin mal formaciones, incidencia microbiológica o deterioros); posteriormente, fueron despepitados y enjuagados nuevamente para, finalmente, ser escurridos, cortados y pesados en una balanza.

#### **6.2.2. Formulación de la mermelada de jamaica**

Para la formulación de la mermelada se realizaron los cálculos que se muestran en el anexo 2, variando el agente gelificante (pectina, alginato de sodio, pectina-alginato de sodio (1:1)); la Tabla 4 muestra las composiciones exactas de los diferentes tratamientos:



Tabla 4. *Concentraciones de componentes por tratamiento*

Compuesto	Tratamiento 1 IJ016	Tratamiento 2 EJ017	Tratamiento 3 IJ012	Tratamiento 4 EJ013	Tratamiento 5 IJ015	Tratamiento 6 EJ016
<b>Cálices</b>	173.25mg	173.25mg	173.25mg	173.25mg	173.25mg	173.25mg
<b>Sacarosa</b>	700mg	700mg	700mg	700mg	700mg	700mg
<b>Pectina</b>	2.5mg	2.5mg	---	---	1.25mg	2.5mg
<b>Ácido cítrico</b>	2.5mg	2.5mg	2.5mg	2.5mg	1.25mg	2.5mg
<b>Benzoato de sodio</b>	2.5mg	---	2.5mg	---	1.25mg	---
<b>Alginato de sodio</b>	---	---	2.5mg	2.5mg	1.25mg	2.5mg
<b>Agua</b>	1333 mg	1333 mg	1333 mg	1333 mg	1333 mg	1333 mg

#### 6.2.2.1. Elaboración de la mermelada de jamaica

La mermelada de jamaica se preparó según la metodología descrita por Castelli (2018) y Paltrineli (1997) con algunas modificaciones. Se colocaron 173.25g de los cálices y 1333 mg de agua destilada en una olla de acero inoxidable de 5l y se calentaron en una parrilla a 90°C por 10 minutos; posteriormente, se trituraron los cálices en pequeños trozos y se volvieron a colocar en la olla.

A su vez, en otro vaso de precipitado se mezclaron los 700g de sacarosa, ácido cítrico, benzoato de sodio y agente gelificante, dicha mezcla se agregó a la olla con los cálices y se dejó hervir hasta llegar a punto de cocción; la mermelada resultante fue envasada y pasteurizada (Figura 7).

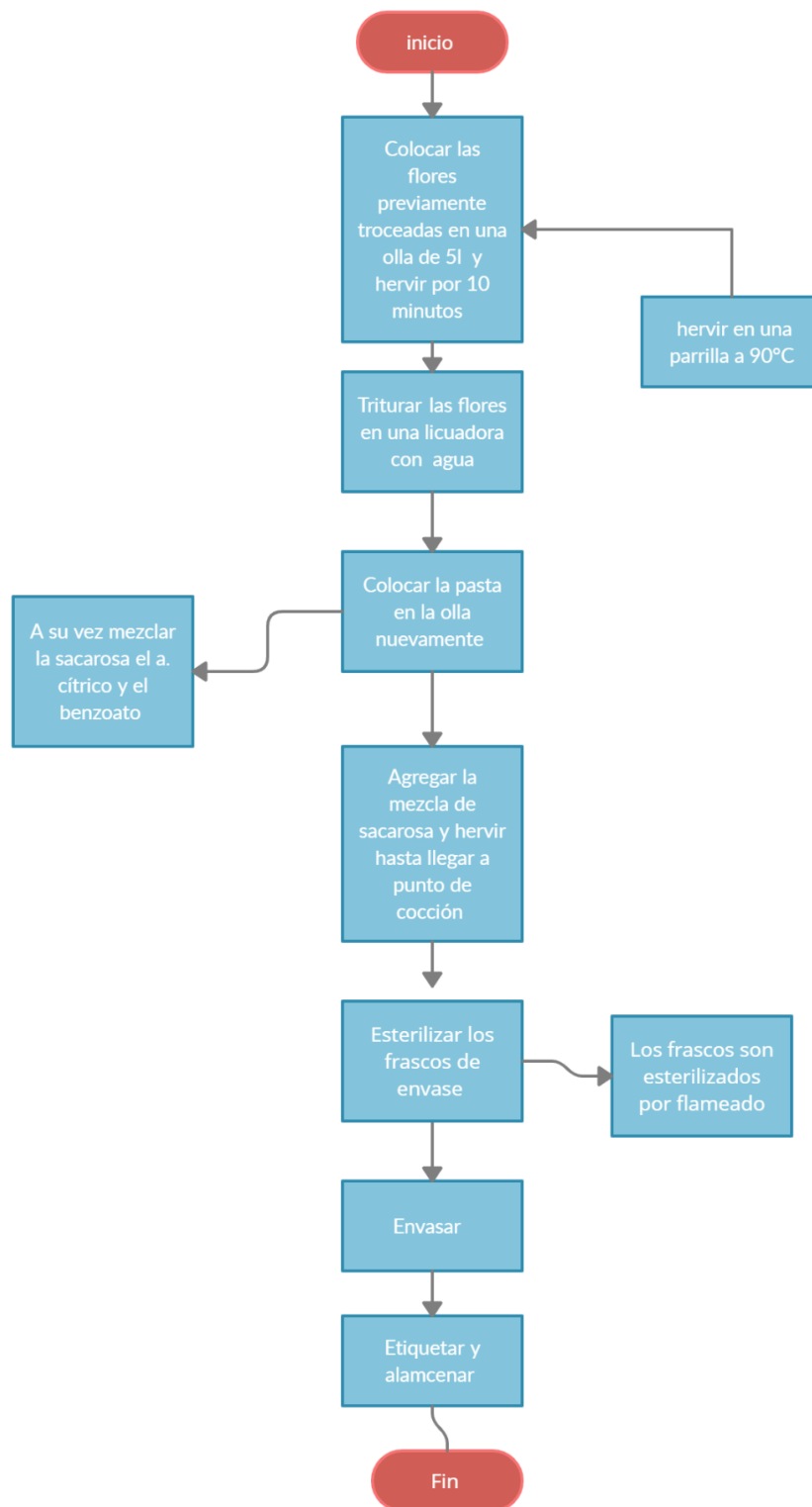


Figura 7: Diagrama de flujo de la elaboración de mermelada de jamaica.

#### 6.2.2.2. Esterilización

El proceso de esterilización de los frascos fue mediante el flameado de los mismos, se utilizaron 36 frascos con capacidad de 4 onzas (oz); para realizar el flameado se vertió alcohol etílico en cada frasco y tapa, se procedió a prender fuego durante aproximadamente 10 segundos o hasta que alcohol se evaporara (Alvarado *et al.*, 2009).

#### 6.2.2.3. Llenado y envasado

El proceso de llenado se llevó a cabo utilizando una cuchara de cocina, la mermelada fue adicionada en los frascos y se presionó para evitar la formación de burbujas, esto se repitió con cada frasco. Finalmente, los frascos fueron tapados en condiciones asépticas para evitar contaminación.

#### 6.2.2.4. Etiquetado

Los frascos con mermelada fueron etiquetados para identificar cada tratamiento; en cada etiqueta se colocaron los datos siguientes: tratamiento, número de tratamiento, gelificante y conservador (en caso de tener conservador) y, finalmente, el número de repetición (Figura 8).



Figura 8. Formato de etiqueta utilizada para identificar cada tratamiento.

#### 6.2.2.5. Almacenado

Todo el proceso de elaboración se realizó en un solo día (24 de agosto de 2021), con la finalidad de que todas tuvieran la misma fecha de inicio y almacenado; el almacenado se

realizó dejando las mermeladas a temperatura ambiente en un lugar con poca presencia de luz.

### **6.2.3. Determinación de las pruebas de calidad**

Todas las pruebas de calidad fueron realizadas por triplicado, con dos muestreos, el primer muestreo cuando la mermelada estuvo recién elaborada y el segundo se realizó 2 meses después de su elaboración.

#### **6.2.3.1. Prueba hedónica de mermelada de jamaica**

La evaluación de las características sensoriales de la mermelada se realizó a través de un análisis sensorial. Debido a la pandemia derivada por el virus SARS-CoV-2, se optó por una prueba espaciada con un horario de 10 am a 6:30 pm y diferencias horarias, en donde los asistentes fueran personas que convivieran o, en su defecto, pasaran individualmente para evitar aglomeraciones; de igual forma se tuvieron distancias de 1.5 m. entre asistentes, se ofreció gel antibacterial y se realizó una desinfección cada vez que un grupo o persona salía.

Se trabajó con un panel no entrenado de 20 personas, en un rango de edad entre 18 y 82 años. Se hizo una prueba hedónica empleando escalas categorizadas de 1 a 9 puntos, donde los atributos a evaluar fueron olor, color, sabor y textura. En la Figura 9 se presenta la valoración de cada puntuación en la escala hedónica.

En esta prueba se analizaron las mermeladas adicionadas con alginato de sodio y conservador con código IJ012, alginato de sodio sin conservador con código EJ013, pectina y conservador con código IJ016, pectina sin conservador con código EJ017, alginato de sodio y pectina con conservador con código IJ015 o alginato de sodio y pectina sin conservador con código EJ016.

Prueba sensorial

Edad \_\_\_\_\_ Genero \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Instrucciones:

Frente a usted se presentan seis muestras de mermelada de jamaica. Por favor observe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en el que le gusta o disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/ categoría escribiendo el número correspondiente en la línea de código de la muestra

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

Código	Olor	Color	Sabor	Textura
IJ016				
EJ017				
IJ012				
EJ013				
IJ015				
EJ016				

Figura 9. Boleta prueba hedónica de 9 puntos utilizada para evaluar atributos sensoriales en mermeladas de jamaica con diferentes gelificantes.

#### 6.2.3.2. Prueba de sólidos solubles

La evaluación de sólidos solubles totales se realizó por triplicado en el laboratorio de textura de alimentos en la Facultad de Ciencias Agrícolas, edificio de Posgrado, según la metodología reportada por Ruíz-Campos (2020).

En esta prueba se analizaron los seis tratamientos estudiados que se mencionaron anteriormente. El refractómetro utilizado fue un refractómetro analógico TOPINCN. Se preparó la muestra tomando mermelada, a temperatura ambiente, con una espátula y esparciendo cantidad suficiente en el lector, cerrando la tapa para que fuese repartido homogéneamente. Posteriormente, se procedió a su lectura sosteniendo el refractómetro a contraluz para observar la escala a través del ocular y, así, visualizar la escala. El valor se visualizó entre el límite claro-oscuro. Finalmente, se procedió al lavado de lector. Esto se repitió para cada tratamiento.

### 6.2.3.3. Prueba de consistencia

La evaluación de consistencia se realizó por triplicado en el laboratorio de textura de alimentos en la Facultad de Ciencias Agrícolas, edificio de Posgrado. Siguiendo la metodología establecida por Hernández (2016).

El viscosímetro utilizado fue un viscosímetro analógico Brookfield modelo RVT, con una aguja RV-2 a distintas velocidades y factores.

Previo a la realización de evaluación de la consistencia, se llevó a cabo una prueba con agua, con el fin de tener una referencia. Se preparó la muestra tomando mermelada a temperatura ambiente con una espátula y se colocó en un vaso de precipitado de 100 ml, se llenó el vaso hasta su máxima capacidad. Posteriormente, se seleccionó la aguja, en este caso fue la aguja RV-2 por su tamaño.

El rotor del viscosímetro se elevó para colocar el recipiente (vaso precipitado) con la muestra en este. Entonces, descendió de manera que se sumergió en el fluido de forma lenta y constante, evitando que durante el proceso se formaran burbujas en la muestra.

Se pulsó el interruptor *ON/OFF*: el viscosímetro comenzó a funcionar y el rotor a dar vueltas. Se dejó en funcionamiento unos segundos antes de apagarlo. Se detuvo el disco que indica las medidas y se visualizó el valor obtenido, se levantó la palanca de fijación. Se prestó atención al disco y se observó la posición dónde ha quedado la aguja. El procedimiento se repitió por cada tratamiento. Este resultado no es el definitivo ya que se realizaron algunos cálculos para obtener las unidades en centipoise (cP) (milipascales por segundo) (Hernández, 2016).

Para tener el valor de la consistencia se debe utilizar una formula dada por el fabricante, es la misma para todas las agujas pero varía el factor de cada aguja. A continuación, se muestra la fórmula:

$$\text{Lectura de marcación} \times \text{Factor} = \text{Viscosidad en cP}$$

Donde:

Lectura de marcación: obtenida del viscosímetro

Factor: Depende de la aguja utilizada

cP: resultado en centipoise ( $\text{mPas s}^{-1}$ )

#### 6.2.3.4. Prueba de incidencia microbiológica

La evaluación de incidencia microbiológica se realizó diariamente en cada tratamiento a lo largo de un mes, en el transcurso de agosto-octubre 2021.

La evaluación de incidencia microbiológica consistió en observar diariamente cada frasco de mermelada y, así, encontrar presencia de indicios de descomposición y hongos.

#### 6.2.3.5. Prueba de pH

La medición del potencial de hidrógeno de cada muestra se llevó a cabo por triplicado mediante tiras reactivas medidoras de pH, colocando la tira reactiva en cada muestra y tomando lectura del valor mediante la escala de colores ya establecida.

#### 6.2.3.6. Prueba de acidez titulable

La medición de acidez titulable de cada muestra se realizó por triplicado, se determinó de manera volumétrica y con un equipo de titulación y reactivos proporcionados por la Facultad de Ciencias Agrícolas. Se colocó el agente titulante en la bureta y la muestra diluida en el vaso de precipitado con unas gotas de indicador de fenolftaleína, hasta obtener un ligero vire a rosa constante (Salinas *et al.*, 2012).

#### 6.2.3.7. Análisis estadístico

Los experimentos se llevaron a cabo por triplicado y los resultados se analizaron con el software estadístico IBM SPSS, en el cual se efectuó un análisis de varianza y una comparación de medias con prueba de Tukey.

## 7. Resultados y discusión

### 7.1. Pruebas de calidad.

La toma de datos se llevó a cabo por triplicado durante los días 5 y 45 del experimento, teniendo así dos muestreos entre los meses de agosto-octubre 2021.

#### 7.1.1. Sólidos Solubles Totales.

Los SST están intrínsecamente relacionados con la cantidad de azúcares y espesantes presente en el producto. Los SST en la mermelada se expresan como °Brix, (g de soluto por cada 100 g de producto) (Ávila, 2015).

En la tabla 5 se presenta el análisis de comparación de medias en la determinación de SST de las diferentes formulaciones de mermeladas, variando el gelificante utilizado y el uso o no de conservador (benzoato de sodio).

Tabla 5. *Análisis de medias en la determinación de SST*

<b>Sólidos Solubles Totales</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Formulación</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Día 5 °Brix</b>	<b>Día 45 °Brix</b>
<b>1</b>	Pectina sin benzoato	EJ017	33.5±2.09	32 ±2.09
<b>2</b>	Pectina con benzoato	IJ016	33.5±2.09	30±2.09
<b>3</b>	Alginato sin benzoato	EJ013	30±2.09	32 ±2.09
<b>4</b>	Alginato con benzoato	IJ012	30±2.09	30 ±2.09
<b>5</b>	Pectina con alginato sin benzoato	EJ016	29±2.09	31 ±2.09
<b>6</b>	Pectina con alginato con benzoato	IJ015	34 ±2.09	32 ±2.09

Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa con un nivel del 95% de confianza. Los datos son expresados como la media ± desviación estándar n=3.



No se encontraron diferencias significativas en los tratamientos en ninguno de los dos muestreos realizados. Esto quiere decir que después de 45 días no hubo factores físicos ni biológicos que modificaran la composición química de la mermelada.

Algunos de los elementos físicos que pudieran modificar la composición química y estructural de la conserva son: la actividad del agua o la formación de cristales por los azúcares, así como la presencia de microorganismos que pudieran comprometer al producto bajo procesos de fermentación o pudrición (Badui, 2019).

Lo anterior no ocurrió gracias al correcto envasado del producto que evitó cambios en la humedad relativa del mismo, así como la presencia de azúcares y espesantes que elevaron la presión osmótica y disminuyeron la actividad del agua de la mermelada.


En el ámbito normativo nacional, no existe una Norma Oficial Mexicana para mermeladas que nos indiquen las características sensoriales y fisicoquímicas esperadas, sino más bien un conjunto de Normas Mexicanas diferenciadas según la fruta que confiere el sabor a la mermelada (ejemplo: mermelada de durazno, mermelada de fresa, etc.).

De acuerdo con las especificaciones incluidas en la Norma Oficial Mexicana NMX-F-131-1982, de Alimentos para humanos -frutas y derivados- mermelada de fresa, en la que se incluyen frutas y sus derivados, una mermelada sólo puede ostentar este nombre cuando contenga: “una proporción de fruta de 40% : 60%, teniendo una cantidad mínima de SST del 60%. Sin embargo, esta norma solo está indicada para las mermeladas elaboradas con fruta y omite las flores comestibles en su elaboración.

Por otro lado, Aguilar (2017) menciona que, el contenido de sólidos solubles para los productos terminados definidos deberá estar entre el 45 al 65% dependiendo del tipo de materia prima utilizada, cuidando siempre la consistencia del producto final y la preferencia del consumidor.

No obstante, las mermeladas elaboradas en este trabajo fluctuaron entre los 29 y 34 °Brix, debido a la cantidad y tipo de espesante utilizados para lograr una consistencia similar en comparación con mermeladas industrializadas.

Ya que no existe una comparativa floral en el ámbito normativo nacional, se hizo una comparativa con una mermelada comercial estándar frutal (fresa) que se muestra en la Figura 10.



MARCA	GOLDEN HILLS
DENOMINACIÓN	Mermelada de Fresa
PAÍS DE ORIGEN	México
PRESENTACIÓN	500 g
Información al consumidor	Completa
% Fresa	43.3%
Proteína (g/100 g)	0.47
Grasa (g/100 g)	1.07
Azúcares (g/100 g)	49.0

Figura 10 etiqueta de una mermelada comercial marca Golden Hills, Revista del consumidor (PROFECO, 2016).

Según la Revista del consumidor (PROFECO, 2016), esta mermelada contiene un porcentaje de 49.0% de SST, por lo que presenta una cantidad mayor de azúcar que la elaborada en este trabajo, la cual obtuvo un promedio de 31.66% de SST presentes.

Dada la cantidad de SST que se encontró en la mermelada elaborada en este trabajo, es posible hacer una comparación con una mermelada reducida en azúcar (Figura 11).



MARCA	MCCORMICK
DENOMINACIÓN	Mermelada Fresa 50% reducida en azúcar
PAÍS DE ORIGEN	México
PRESENTACIÓN	235 g
Información al consumidor	Completa
% Fresa	40.6%
Proteína (g/100 g)	0.67
Grasa (g/100 g)	0.21
Azúcares (g/100 g)	20.9

Figura 11 Etiqueta de una mermelada reducida en azúcar marca McCormick, Revista del consumidor (PROFECO, 2016).

De acuerdo con la revista del consumidor (PROFECO, 2016), la mermelada de fresa comparada, cuya etiqueta es reducida en azúcar, tiene un porcentaje de SST de 20.9%.

A continuación, se muestra el porcentaje de SST en ambas mermeladas comerciales y en la elaborada en este trabajo:

Tabla 6. *Comparación de mermeladas comerciales y la elaborada en este trabajo*

<b>Sólidos Solubles Totales</b>		
<b>Mermelada</b>	<b>Fórmula</b>	<b>°Brix</b>
<b>Convencional</b>	Fresa sacarosa	50%
<b>Reducida en azúcar</b>	Fresa reducida en sacarosa	20%
<b>Muestra</b>	Cálices de jamaica y sacarosa	31%

En la tabla 6 se puede apreciar que, la cantidad de SST de la mermelada obtenida en este trabajo es más cercana a una mermelada reducida en azúcar, en comparación con una mermelada convencional.

Según la NOM-086, los productos con menor contenido de azúcar son aquellos a los que se les redujo parcial o totalmente el azúcar, denominándose de acuerdo con lo siguiente: producto reducido en azúcar: el contenido de azúcar se ha reducido por lo menos en un 25% del contenido del alimento original o de su similar.

Pese a que en el normativo nacional no existe una Normativa Oficial Mexicana para las características fisicoquímicas de mermeladas florales, por sus propiedades, con base en la NOM-086, el producto elaborado se podría catalogar como una mermelada reducida en azúcares.

### 7.1.2. Acidez titulable

La acidez titulable se relaciona intrínsecamente con el contenido de ácidos libres presentes en el producto; se expresa como g/100ml o porcentaje del ácido predominante (Frizzy, 2018).

En la tabla 7 se presenta el análisis de comparación de medias en la determinación de acidez titulable.

Tabla 7. *Análisis de medias en la determinación de acidez titulable*

Acidez titulable (% de ácido cítrico)				
Tratamiento	Formulación	Etiqueta	Día 5	Día 45
1	Pectina sin benzoato	EJ017	2.416±0.0a	2.403±0.04a
2	Pectina con benzoato	IJ016	2.373±0.0a	2.356±0.04a
3	Alginato sin benzoato	EJ013	2.433±0.0a	2.420±0.04a
4	Alginato con benzoato	IJ012	2.356±0.0a	2.333±0.04a
5	Pectina con alginato sin benzoato	EJ016	2.320±0.0a	2.370±0.04a
6	Pectina con alginato con benzoato	IJ015	2.343±0.0a	2.320±0.04a

Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa con un nivel del 95% de confianza. Los datos son expresados como la media  $\pm$  desviación estándar n=3.

No se encontraron diferencias significativas en los tratamientos, esto quiere decir que durante el periodo establecido, no hubo cambios en la composición de la mermelada.

Uno de los procesos físico-químicos importantes en la conservación de mermeladas es el proceso de acidificación: la principal función de la acidificación es bajar los valores de pH de la conserva y, por tanto, incrementar su acidez, logrando así mejorar su conservación y evitando la formación de microorganismos (Famiani *et al.*, 2015).

Gracias a un buen proceso de acidificación es posible que el producto final se conserve por un mayor tiempo, evitando la contaminación en la conserva. Lo anterior ocurrió debido a un correcto manejo del producto y la calidad de la materia prima utilizada, obteniendo así un proceso idóneo de acidificación.

En el ámbito normativo nacional no existe una norma que confiera características específicas sobre la acidez titulable en mermeladas, sino una norma que engloba a la determinación de la acidez titulable en los productos elaborados a partir de frutas y hortalizas NMX-F-102-S-1978. A su vez, esta norma regula la metodología que se debe realizar para garantizar la calidad del producto; sin embargo, esta no considera un margen de cantidades de ácidos orgánicos para las mermeladas.

Al no existir una comparación normativa es posible hacer un comparativo con otros trabajos de investigación. El trabajo realizado por Cardozo *et al.* (2018), muestra un resultado en su producto final (mermelada artesanal elaborada con *Solanum quitoense* de 3.50% de ácido cítrico, mientras que Guanoquiza (2018) presenta una mermelada de *anacardum occidentale* con 2.5% de ácido cítrico.

A continuación se muestra la comparativa de las dos mermeladas comparadas y la establecida en este trabajo:

Tabla 8. *Comparativa de acidez titulable de distintos trabajos*

<b>Acidez titulable % ácido cítrico</b>		
<b>Mermelada</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Ácido cítrico</b>
<b>Artesanal solanum</b>	Anacardum occidentale	3.50
<b>Convencional anacardum</b>	Solanum quitoense	2.50
<b>Hibiscus</b>	Hibiscus Sabdariffa	2.37

En la tabla 8 se puede observar que la mermelada elaborada en este trabajo tiene valores medios de acidez semejantes a las presentadas con Guanoquiza (2017) y Cardozo et al. (2018).

### 7.1.3. pH

El pH, al igual que la acidez titulable, se encuentra fuertemente relacionado con la cantidad de ácidos presentes en la mermelada (Badui, 2012).

En la Tabla 9 se presenta el análisis de medias en la determinación de pH.

Tabla 9. *Análisis de medias en la determinación de pH*

pH				
Tratamiento	Formulación	Etiqueta	Día 5	Día 45
1	Pectina sin benzoato	EJ017	3.626±0.0a	3.440±0.10a
2	Pectina con benzoato	IJ016	3.626±0.0a	3.645±0.10a
3	Alginato sin benzoato	EJ013	3.560±0.0a	3.466±0.10a
4	Alginato con benzoato	IJ012	3.623±0.0a	3.540±0.10a
5	Pectina con alginato sin benzoato	EJ016	3.463±0.0a	3.610±0.10a
6	Pectina con alginato con benzoato	IJ015	3.630±0.0a	3.453±0.10a

Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa con un nivel del 95% de confianza. Los datos son expresados como la media  $\pm$  desviación estándar n=3.

No se encontraron diferencias significativas en los tratamientos durante todo el periodo experimental por lo cual se infiere que no hubo cambios en la composición química de la mermelada.

La acidez titulable y el pH están relacionados. Entre los factores físicos que determinan los valores de pH se encuentran la acidificación excesiva y la alcalinización, mientras que en los parámetros biológicos se encuentra las características fito-químicas de los cálices.

Una correcta acidificación garantiza que el producto final se logre conservar por un mayor tiempo. La acción conservadora del azúcar es complementada por niveles altos de acidez, determinando valores de pH entre 3.0 y 3.5 en el producto terminado, impidiendo la proliferación de los microorganismos (Usca, 2011; Villar, 1998).

La norma oficial NMX-F-131-1982 alimentos para humanos frutas y derivados mermelada de fresa establece que el pH indicado para una mermelada deberá estar entre 3.0 y 3.5 (Figura 12). Todos los tratamientos se encuentran entre 3.0 y 3.5, por lo cual la acción conservadora del producto final fue alcanzada, logrando así el propósito de una conserva.

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO
% de sólido solubles totales	64.0	
Valor del pH	3.0	3.5
Vacío (en KPa)	23.700	
(será proporcional al tamaño del envase)		

Figura 72. Cantidad de pH establecida en NMX-F-131-1982 (Diario Oficial de la Federación).

En el ámbito normativo nacional no existe una regulación para las características físico-químicas de mermeladas florales, sin embargo de acuerdo a la NMX-f-131-1982 el producto final cumple con los estándares de pH establecidos.

#### **7.1.4. Incidencia microbiológica**

La incidencia microbiológica en mermeladas es un reflejo de descomposición, que a su vez se relaciona con distintos parámetros de calidad (Martín-Bayona, 2009).

Los muestreos se realizaron mediante observaciones programadas, logrando un proceso de vigilancia continua. Este proceso se llevó a cabo diariamente durante el periodo establecido del experimento. Se encontró incidencia microbiología en el tratamiento EJ013 (alginato sin conservador) al día 33 (Figura 13); siendo así el único tratamiento contaminado a lo largo del experimento.



*Figura 83.* Incidencia microbiológica encontrada en el tratamiento EJ013

La contaminación de los alimentos es una consecuencia directa de las deficiencias sanitarias durante su proceso de elaboración, manipulación, transporte, almacenamiento y las condiciones en que son suministrados al consumidor. Los microorganismos provenientes de diferentes fuentes de contaminación son transferidos a la superficie de los alimentos donde encuentran los nutrientes necesarios para proliferar (Blanco *et al.*, 2011).

La incidencia microbiológica en mermeladas depende de parámetros físicos como la humedad, temperatura, actividad del agua; y parámetros químicos como el pH, acidez y contenido de azúcares específicos para poder proliferar. Debido a esto, dichos parámetros deben ser controlados para poder garantizar la calidad e inocuidad del alimento. Entre los principales microorganismos que ocasionan contaminación de las mermeladas, se encuentran bacterias esporuladas, no esporuladas, levaduras y mohos (Badui, 2011).



Una de las bacterias comúnmente presentes en conservas dulces es *Clostridium botulinum*, una bacteria anaeróbica causante de intoxicaciones alimenticias y la enfermedad del botulismo; sin embargo, *C. botulinum* no se desarrolla en condiciones de acidez (pH inferior a 4.6) y, por lo tanto, la toxina no se generará en alimentos ácidos (Ray, 2004).

No ocurrió incidencia microbiológica en la mayoría de los tratamientos dado el correcto envasado del producto, mismo que evitó cambios en la humedad relativa, así como la presencia de azúcares y espesantes que elevaron la presión osmótica y disminuyeron la actividad del agua de la mermelada.

Las combinaciones de temperatura no mayor a 25°C de almacenamiento y el pH se utilizan también para prevenir el crecimiento de microorganismos. Ambos factores se cumplieron en la elaboración del producto final.

#### **7.1.5. Textura**

La textura es un importante atributo que debe ser analizado en el manejo de los alimentos, ya que afecta el proceso de producción y la manipulación, e influye en la vida media de los productos, así como en la aceptación de estos por parte de los consumidores (Castro, 1999).

La determinación de textura está aunada a las propiedades físicas del alimento como: reología y color, influenciando también en las propiedades sensoriales (Yufer, 1997).

En la tabla 10 se muestra el análisis de medias realizadas en la prueba de viscosidad

Tabla 10. *Análisis de medias en la determinación de viscosidad*

<b>Viscosidad (cP.)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Formulación</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Día 5</b>	<b>Día 45</b>
<b>1</b>	Pectina sin benzoato	EJ017	40050±11053a	36550±9028a
<b>2</b>	Pectina con benzoato	IJ016	19850±11053d	22150±9028b
<b>3</b>	Alginato sin benzoato	EJ013	15500±11053e	18500±9028d
<b>4</b>	Alginato con benzoato	IJ012	20600±11053c	16850±9028e
<b>5</b>	Pectina con alginato sin benzoato	EJ016	40050±11053a	36550±9028a
<b>6</b>	Pectina con alginato con benzoato	IJ015	34650±11053b	20100±9028c

Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa con un nivel del 95% de confianza. Los datos son expresados como la media  $\pm$  desviación estándar n=3.

Los tratamientos presentaron diferencias significativas en ambos muestreos realizados. Esto se debió a que, en la elaboración de los tratamientos, se utilizaron distintos gelificantes, modificando así la composición química y física de las mermeladas.

Todas las mermeladas obtuvieron un alto grado de viscosidad; los tratamientos que presentaron mayor viscosidad son aquellos que contienen pectina en su composición o una mezcla de ambos gelificantes, mientras que los que presentaron menor viscosidad son los elaborados únicamente con alginato.

El gelificante define la viscosidad ya que, en este caso, se utilizó pectina y alginato: estos gelificantes presentan propiedades físico-químicas distintas, por lo que el producto final presentará a su vez diferentes características (mayor o menor viscosidad).

En los tratamientos IJ016 y EJ017 se utilizó pectina como gelificante, ya que este es el más utilizado en la elaboración de mermeladas porque es el principal componente de sus

características texturales. Entre las propiedades de las pectinas destaca la formación de geles homogéneos, dando como resultado productos más estables, siempre y cuando se controlen factores como temperatura, composición molecular, pH, presencia de azúcares y otros solutos (Hulme, 1970). En este trabajo se obtuvieron mermeladas homogéneas y estables por lo que podemos asumir que los factores, antes mencionados, fueron controlados de la manera adecuada.

Los tratamientos elaborados con pectina presentaron un valor de pH promedio de 3.5 logrando así la estabilidad del gel. Esto se debió a que el aumento de la relación de grupos disociados y no disociados vuelve a la pectina más hidrofílica, y la tendencia a formar geles aumenta enormemente al disminuir el pH alrededor de 3.5 (Hercules Inc., 2000).

La viscosidad de la pectina ronda entre los 77.600 y 31 000 cp. (Ching-Ming *et al.*, 2005), manteniendo un tratamiento térmico y pH adecuados (condiciones de temperatura y pH), lo cual concuerda con los valores promedio obtenidos en este trabajo (33,975 Cp).

Los tratamientos que contienen alginato en su composición presentaron una alta viscosidad. El alginato es utilizado en diferentes aplicaciones, ya que puede ser maleable con distintos estímulos.

Los tratamientos IJ012 y EJ013 se elaboraron con alginato como gelificante debido a sus propiedades, entre las que destacan que es insabor, inodoro, incoloro y tiene la capacidad de formar geles; la viscosidad de las soluciones de alginatos depende de la longitud de las moléculas: cuanta mayor sea la longitud de las cadenas, más alta será la viscosidad (Avedaño Romero *et al.*, 2013). En una solución ácida el alginato de sodio hidratado formará un gel de alta viscosidad por la disminución de la solubilidad del ácido algínico libre precipitando en forma de gel (Gurikov y Smirnova, 2018). En este trabajo se obtuvieron mermeladas homogéneas de alta viscosidad gracias a que el pH estuvo controlado de manera adecuada y se formaron cadenas largas.

El alginato de sodio forma polisacáridos lineales, conteniendo cantidades variables de ácido  $\beta$ -D manurónico (M) y ácido  $\alpha$ -L gulurónico (G). Estos se agrupan en secciones constituyendo homopolímeros tipo bloques G (-GGGG-), bloques M (-MMMM-) o bloques

de heteropolímeros alternados (-MGMG-) (Avendaño-Romero *et al.*, 2015). A su vez, estos están influenciados por el pH, ya que la disminución de pH a valores 3.4 para bloques M o 3.6 para bloques G, logra la formación de geles de alta viscosidad (Gurikov y Smirnova 2018). Los tratamientos elaborados con alginato de sodio como gelificante presentaron un pH promedio de 3.5, logrando así la alta viscosidad en las mermeladas elaboradas con alginato de sodio.

El alginato de sodio tiene distintas viscosidades: la viscosidad baja ronda los 20 cp., la viscosidad media 240-3500 Cp., y una viscosidad alta presenta valores por encima de 3500 (Reyes-Tisnado, 2004). De acuerdo con los resultados obtenidos (viscosidad promedio de 22,619cp) es posible decir que, las mermeladas elaboradas con alginato de sodio como gelificante presentaron una viscosidad alta.

Los últimos dos tratamientos (EJ016, IJ015) se elaboraron usando una mezcla de ambos gelificantes (pectina y alginato de sodio). Castañón *et al.*, (2020) sugiere en su trabajo de investigación que, los materiales pectina y alginato de sodio combinados forman geles estables, cuidando parámetros como temperatura y pH, ya que un tratamiento térmico prolongado, a bajo o alto pH, desestabiliza los geles debido a una tasa de reacción incrementada de procesos de despolimerización; siendo más estables con un pH de 2.5 a 4.5 y una temperatura menor a 25 °C.

En este trabajo de investigación ambos parámetros se mantuvieron en los estándares señalados por Castañón *et al.* (2020), por lo que se logró la formación de geles estables de alta viscosidad.

Otro factor para considerar en todos los tratamientos es el benzoato de sodio, el cual actúa como conservador; sin embargo, también se infiere que interviene en la viscosidad de las mermeladas ya que las que no cuentan con el conservante presentaron una mayor viscosidad. Por lo que se deduce una relación inversa entre el benzoato de sodio como conservador y la viscosidad de la mermelada.

Las mermeladas que obtuvieron una mayor viscosidad fueron las que contenían pectina en su composición, mientras que las elaboradas con alginato presentaron menor

viscosidad y, finalmente, las que contenían ambos gelificantes presentaron valores intermedios.

Pese a que las mermeladas elaboradas con alginato presentaron menor viscosidad en comparación con las elaboradas con pectina, aún se consideran mermeladas de alta viscosidad, por lo que todas las mermeladas elaboradas en este trabajo de investigación presentaron viscosidad alta y estable.

### **7.1.6. Análisis Sensorial**

Se define el análisis sensorial como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos del gusto, vista, olfato, oído y tacto (González *et al.*, 2014).

En la realización de una prueba hedónica, se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala que proporcionará el analista (Cañelas, 2006).

Los parámetros evaluados en el análisis sensorial en la mermelada fueron: olor, color, sabor y textura, con una escala de 1 a 9, siendo uno: “me disgusta extremadamente” y nueve: “me gusta extremadamente”. Para una mejor visualización de los resultados obtenidos se utilizó un gráfico de dispersión poligonal en cada tratamiento.

### 7.1.6.1 Tratamientos EJ017- IJ016 (pectina).

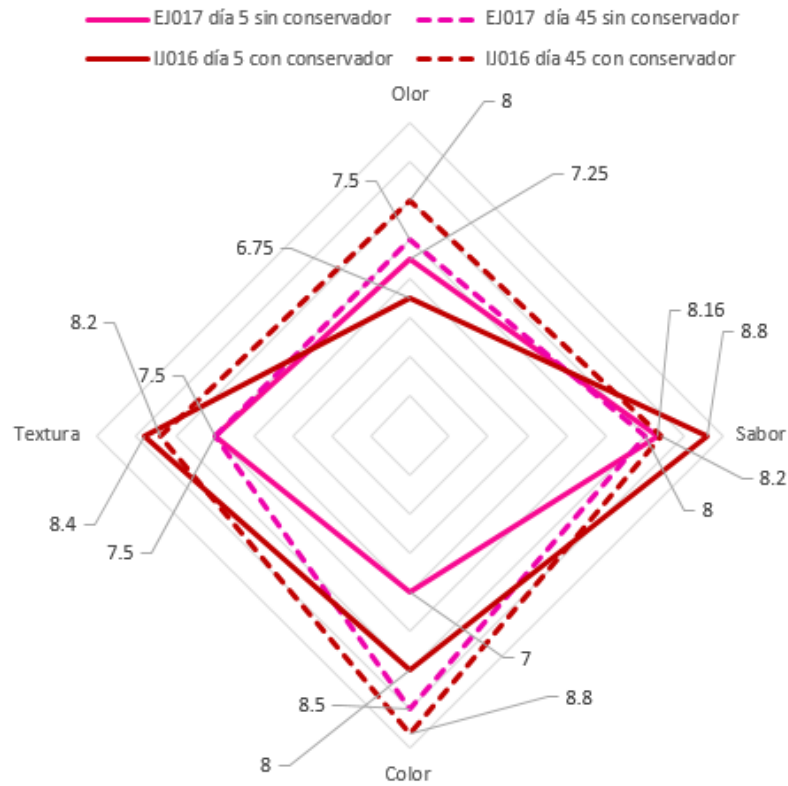


Figura 94. Perfil sensorial de la prueba hedónica en mermeladas de jamaica elaboradas con pectina, con y sin conservador evaluada al día 5 y 45.

En la Figura 14 que corresponde a la gráfica de pectina se muestran ambos tratamientos con sus respectivas mediciones.

En el tratamiento EJ017 los parámetros de textura (7.5 en ambas mediciones), olor (7.25 y 7.5) y sabor (8 y 8.16), al día 5 y 45, tuvieron una aceptación similar; sin embargo, en el parámetro de color hubo diferencias en la percepción en mediciones, teniendo un valor más bajo en la primer medición (7), en relación con la segunda (8.5); esto puede deberse a distintos motivos.

El color es una cualidad organoléptica de los alimentos y se aprecia por medio del sentido físico de la vista. También suele ser considerado un factor psicológico de apreciación y un criterio para elegir un producto alimenticio (Badui, 2006).

De acuerdo con Figura y Teixeira (2007), el color es el resultado de la evaluación de la energía radiante (una magnitud física), en términos de una correlación visual (psicológica), y está basada en las propiedades del ojo humano (fisiológicas). Por lo que la diferencia de percepción de color puede deberse a una correlación visual o psicológica; todos los valores tuvieron un promedio de 7.6 que corresponden a “me gusta moderadamente”, por lo que se interpreta que el valor de aceptación en esta mermelada es moderado.

En el gráfico del tratamiento IJ016 se muestran las dos mediciones, teniendo una aceptación similar en color (8-8.8), sabor (8.2-8.8) y textura (8.2-8.4) para la primera y segunda medición respectivamente; sin embargo, en el parámetro de olor hubo diferencias en la percepción de las pruebas, obteniendo un valor más bajo en el día 5 (6.75), en relación con el día 45 (8). Esto es debido a la concentración del aroma característico de la jamaica, que se conforma por más de 37 compuestos diferentes agrupados en derivados de: fenoles, azúcares, algunos terpenoides y ácidos grasos (Chen *et al.*, 2013). La mayoría de los parámetros tuvieron una aceptación promedio de 8.1 que corresponde a “me gusta mucho”.

El tratamiento EJ017 tuvo un valor promedio de 7.5 en textura, 7.3 en olor, 8.08 en sabor y 7.75 en color, consiguiendo en el promedio de todos los parámetros el valor general de 7.6.

Por otro lado, el tratamiento IJ016 tuvo un valor promedio de 8.3 en textura, 7.3 en olor, 8.4 en sabor y 8.4 en color; alcanzando como promedio de todos los parámetros, el valor general de 8.1. Por tanto, se concluye que de los dos tratamientos elaborados con pectina el IJ016 obtuvo una mayor aceptación que el EJ017.



### 7.1.6.2 Tratamientos EJ013- IJ012 (alginato).

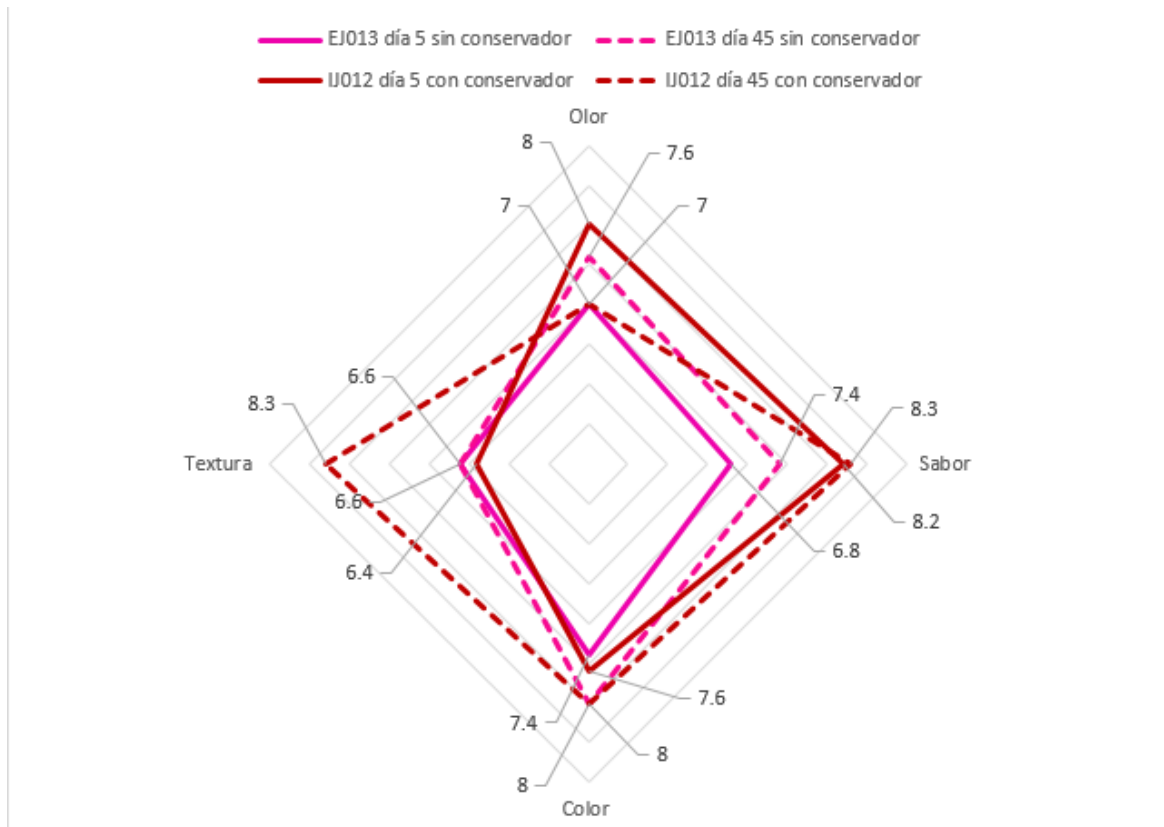


Figura 105. Perfil sensorial de la prueba hedónica en mermeladas de jamaica elaboradas con alginato, con y sin conservador; evaluadas al día 5 y día 45.

En la Figura 15 correspondiente a la gráfica de las mermeladas elaboradas con alginato se muestran los tratamientos IJ012 y EJ013.

El tratamiento EJ013 tuvo una aceptación similar en olor que corresponde a 7.8 en la primera medición y 8 en la segunda medición, sabor de 6.8 al día 5 y 7.4 al día 45, color de 7.4 en la primera medición y 8 en la segunda medición y, finalmente, textura tuvo una aceptación de 6.6 en ambas mediciones.

Los parámetros más bajos fueron sabor y textura: esto se debe a que, el sabor de un alimento en su conjunto no está determinado únicamente por sensaciones químicas detectadas por el gusto en la lengua, sino que la textura también tendrá influencia en la percepción del sabor (Venturi, 2018). En esta mermelada la aceptación promedio fue 7.3 que

corresponde a “me gusta moderadamente”, por lo que se interpreta que la aceptación de esta mermelada fue moderada.

El tratamiento IJ012 obtuvo una aceptación similar en sabor en la primera medición 8.2 y 8.3 en la segunda medición, color 7.6 al día 5 y 8 al día 45; sin embargo, los parámetros donde hubo diferencias en la percepción de la prueba fueron: olor, con 8 en la primer medición y 7 en la segunda, y textura con 6.4 al día 5 y 8.3 al día 45, teniendo una mayor aceptación en el día 45.

Como se ha mencionado anteriormente, la percepción de olor pudo verse afectada por la concentración de aroma característico, el cual se conforma por más de 37 compuestos diferentes; dado que la textura es un atributo multiparamétrico, su descripción completa debe abordar la identificación, degustación, cualificación y cuantificación (Szczesniak, 2002); no obstante, se infiere que la viscosidad, así como la presencia de trozos y pequeñas nervaduras, afectó la elección de ambos paneles. La mayoría de los parámetros tuvieron una aceptación (7.7) que corresponde a “me gusta moderadamente”, por tanto, se interpreta que la aceptación de esta mermelada fue moderada.

El tratamiento EJ013 tuvo un valor promedio de 6.6 en textura, 7.9 en olor, 7 en sabor y 7.7 en color, obteniendo en el promedio de todos los parámetros el valor general de 7.3.

Por otro lado, el tratamiento IJ012 tuvo un valor promedio de 7.3 en textura, 7.8 en olor, 8.25 en sabor y 7.8 en color; consiguiendo en el promedio de todos los parámetros el valor general de 7.7. De esta manera se concluye que, pese a que ambos tratamientos se aceptaron con moderación, el EJ013 obtuvo una mejor aceptación que el IJ012.

### 7.1.6.3 Tratamientos EJ016-IJ015 (alginato-pectina)

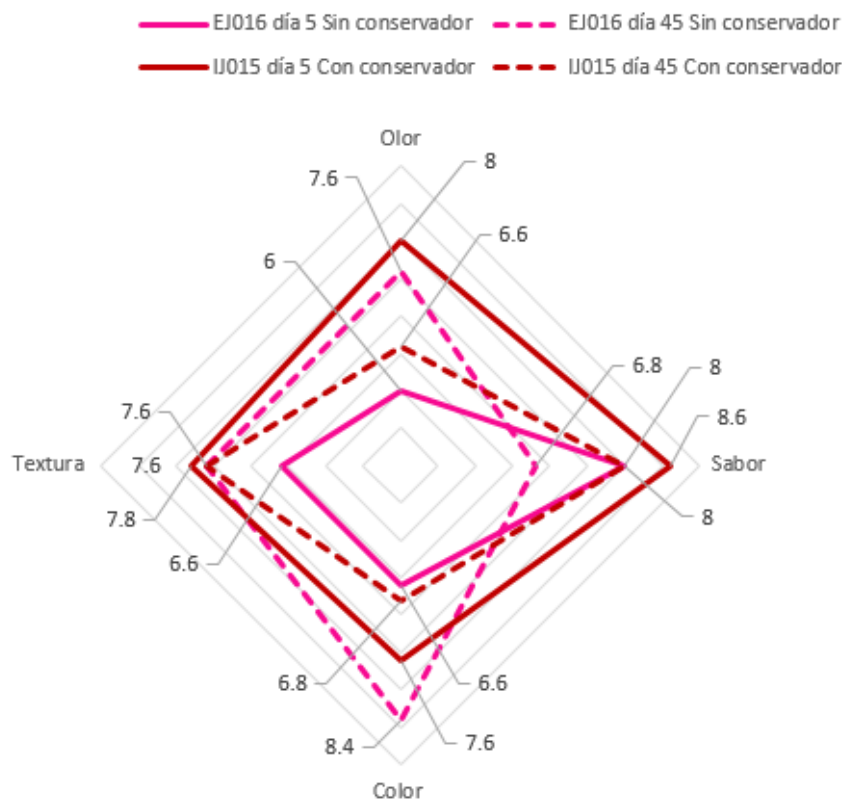


Figura 116. Perfil sensorial de la prueba hedónica en mermeladas de jamaica elaboradas con pectina-alginato, con y sin conservador, al día 5 y 45.

En la Figura 16 se muestra la gráfica que corresponde a los tratamientos elaborados con alginato y pectina, con sus respectivas mediciones.

El tratamiento EJ016 obtuvo una aceptación distinta en ambas mediciones ya que, en olor la primera medición corresponde a 6, mientras la segunda corresponde a 7.6; color de 6.6 al día 5 y 8.4 al día 45; sabor de 8 al día 5 y 6.8 al día 45; finalmente, en textura se tiene una medición de 6.6 en la primera medición y 7.6 en la segunda, se adquiere así una mayor aceptación en la segunda medición en los parámetros de color, olor y textura.

Respecto al olor destaca la concentración de más de 37 compuestos diferentes, así como en la textura se infiere una percepción de nervaduras y viscosidad; últimamente, la percepción de color se puede ver afectada por distintos factores, entre los que se encuentran las rutas fisiológicas, pero también existen constituyentes que pueden modificar la

percepción del color sin que estén relacionados directamente con las rutas fisiológicas, por ejemplo: la distancia a la imagen, la forma de los objetos, la edad y el sexo del observador; estos elementos afectan la intensidad con la cual se aprecian los colores (Correa *et al.*, 2007).

La mayoría de los parámetros tuvieron una aceptación de 7.2 que corresponde a “me gusta moderadamente” por lo que se interpreta que la aceptación de esta mermelada fue moderada.

El tratamiento IJ015 tuvo una aceptación similar en textura y sabor teniendo una medición de 7.8 al día 5 y 7.6 al día 45; en textura y 8.6 al día 5 y 8 al día 45; por otro lado, los parámetros de color y olor tuvieron diferencias en las mediciones, teniendo 6.8 al día 5 y 7.6 al día 45 respecto a color, olor 6.6 al día 5 y 8 al día 45, siendo los parámetros en los que se notaron diferencias. Esto se puede deber a la concentración de compuestos respecto al olor, mientras que en cuanto a color los factores que pueden modificar la percepción de color se encuentran las rutas fisiológicas: la distancia a la imagen, forma, edad y sexo de los participantes. La mayoría de los parámetros tuvieron una aceptación de 7.6 que corresponde a “me gusta moderadamente”, por lo que se interpreta que la aceptación de esta mermelada fue moderada.

El tratamiento EJ016 tuvo un valor promedio de 7.1 en textura, 6.8 en olor, 7.4 en sabor y 7.5 en color, alcanzando, en el promedio de todos los parámetros, el valor general de 7.2. Por otra parte, el tratamiento IJ015 tuvo un valor promedio de 8.3 en textura, 7.3 en olor, 7.7 en sabor y 7.2 en color, consiguiendo, en el promedio de todos los parámetros, el valor general de 7.6. Por lo que se concluye que pese a que ambos tratamientos se aceptaron con moderación el IJ015 obtuvo una mejor aceptación que el EJ016.

Los parámetros evaluados se vieron afectados respecto al tiempo, ya que en la mayoría de los tratamientos hubo una concentración de olor conforme pasaba el tiempo, hecho que los hizo más agradables para los panelistas, presentando también una mayor aceptación los tratamientos elaborados con pectina; a su vez, dos de las tres mermeladas que contenían benzoato de sodio en su elaboración tuvieron mayor aceptación que las que no contenían conservador.

## Conclusiones

De acuerdo con las pruebas elaboradas a las mermeladas en este trabajo de investigación, y comparando con los parámetros establecidos en la normatividad mexicana, estas se encuentran dentro de los rangos de calidad.

Las dos variables a evaluar fueron: el benzoato de sodio como conservador y el tipo de gelificante para la elaboración de la mermelada; todas las mermeladas adquirieron una gelificación homogénea; sin embargo, si hubo diferencia entre pectina, alginato de sodio y la combinación de ambos, por lo que es una variable importante respecto a la viscosidad.

Todos los tratamientos obtuvieron una viscosidad alta y homogénea. No obstante, los tratamientos que presentaron mayor viscosidad fueron los que contenían pectina en su composición (pectina y pectina-alginato de sodio), mientras que los que presentaron una menor viscosidad fueron los elaborados solo con alginato de sodio.

En 5 de las 6 pruebas de calidad realizadas no se encontró efecto de la adición de benzoato de sodio como conservador, ya que no hubo una diferencia significativa en la mayoría de pruebas realizadas, exceptuando la prueba de viscosidad.

Debido a que la cantidad de sólidos solubles totales promedio encontrados en todos los tratamientos (34%), y con base en la NOM-086, el producto elaborado se puede catalogar como una “mermelada reducida en azúcares”.

No aconteció incidencia microbiológica en la mayoría de los tratamientos, ya que se evitaron cambios en la humedad relativa del producto; esto fue gracias a la presencia de azúcares y espesantes, así como un correcto envasado.

La prueba hedónica sí se vio afectada respecto al tiempo, ya que se presentó una mayor aceptación en la segunda medición. Con base en la prueba hedónica, la mermelada que tuvo valores más altos de aceptación fue el tratamiento IJ016, elaborado con pectina y benzoato de sodio.

## **Perspectivas**

Evaluar cómo afecta el uso de benzoato de sodio en la reología de los alimentos.

Evaluar el uso de alginato de sodio, pectina y la mezcla de ambos como gelificantes en diferentes alimentos.

Evaluar la aceptación comercial, mediante un estudio de mercado, de la mermelada floral elaborada en este trabajo de investigación.

## Bibliografía

- Adornato, L., Califano, A., y Andrés, S. (2020). Impact of processing conditions and gelling agent on physical and sensorial properties of pecan oil- dulce de leche gummy candies. *Food technology*, 23(1). Campinas: Brasil.
- Afolayan, A. J., y Mahebie, B. O. (2010). Ethnobotanical study of medicinal plants used as anti-obesity remedies in Nkonkobe Municipality of South Africa. *Pharmacogn J*, 2(11), 368-373.
- Aguilar, M. (2017). *Producción de mermelada antioxidante a partir de rosas* (tesis de licenciatura). Universidad mayor de San Andrés. San Andrés: Bolivia.
- Agulhon, P., Robitzer, M., Habas, J.-P., y Quignard, F. (2014). Influence of Both Cation and Alginate Nature on the Rheological Behavior of Transition Metal Alginate Gels. *Carbohydrate Polymers*. *PubMed*. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.05.097
- Alvarado, J., Martínez, G., Navarrete J., Botello, E., Calderón M., y Jiménez, H. (2009). Fenomenología de la esterilización. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (50), 87-98.
- Ariza, R., Serrano, V., Michel, S, Barrios, A., Otero, M., Avedaño, C., y Noriega, D. (2017). Biochemical characteristics and quality nutraceutical five varieties of jamaica grown in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agropecuarias*, 8(2), 269-280.
- Aryee, A. y Boye, J. (2015). Current and Emerging Trends in the Formulation and Manufacture of Nutraceuticals and Functional Food Products. Boye, JI. Editor. *Nutraceutical and Functional Food Processing Technology*. 1st. ed. Chichester, UK.
- Atiencia, D. (2015). *Estudio de los sistemas de envasado de mermeladas de frutas en frascos de vidrio para incrementar la producción en la fábrica Carlita*. Bolívar, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Avendaño-Romero, G., López-Malo, A., y Palou, E. (2013). Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de alimentos*, 7(1), 87-96.

- Ávila, E. (2015). *Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de comercio empresarial*. Bogotá, Colombia: Cámara de comercio de Bogotá, 10-19.
- Ayala, S., y Guardado, T. (2019). *Propuesta de elaboración de mermeladas con edulcorantes artificiales para personas con diabetes* (tesis de licenciatura). Universidad del Salvador. San Salvador: Salvador.
- Babalola, A. O., Babalola, S. O. y Aworth, O. C. (2001). Composition attributes of the calyces of Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.). *The Journal of Food Technology*, 6, 133–134.
- Badui, S., Pedroza, R., Rodríguez, E., Curiel, J., y Díaz, K. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. Pearson (1st. Ed.). Puebla, México. 160-162.
- Blanco, A., Casadiego, G., y Pacheco, A. (2011). Calidad microbiológica de alimentos remitidos a un laboratorio de salud pública en el año 2009. *Revista de salud pública*. Santander, Colombia.
- Cano Zepeda, J. (2004). El cultivo de jamaica orgánica (*Hibiscus sabdariffa*). *México. Agroproductos y Servicios Orgánicos*. Uruapan, Michoacan.
- Cañelas, E. (2006). *Evaluación hedónica de pan de molde por consumidores de distinto origen cultural: Estudio comparativo de dos escalas*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Cardozo, R., Faneite, A., y Ferrer, J. (2018). Elaboración de mermelada del pseudofruto de Cuajil. *Agricultura familiar*, (36), 48-49.
- Carvajal, O., Waliszewski, S., e Infanzón, R. M. (2006). Los usos y maravillas de la Jamaica. *La Ciencia y el Hombre*. 19(2), 37-40.
- Castañón, J., Soto, M., y Uresti-Martín, R. (2020). *Evaluación de la estabilidad de cápsulas de jugo de naranja obtenidas mediante gelificación iónica*. Ciencia, UAT.
- Castro, E. (1999). *Textura de Alimentos: Universidad de Chile*. Santiago, Chile, 50-65.



- Casteli, J. (2018). Manual de conservas: recetas caseras para elaborar. *Agencia de extensión rural*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 15-16.
- Chen, J., Wang, C., Sheu, J., Lin, C., y Lin, H. (2013). Hibiscus sabdariffa leaf polyphenolic extract inhibits LDL oxidation and foam cell formation involving up-regulation of LXR $\alpha$ /ABCA1 pathway. *Food Chemistry*, 397-406.
- Chii-Ming, J., Shih-Chuan, L., Min-Chuang, W., Wei-Hsein, Ch., y Hung-Min, Ch., (2005). Determination of the degree of esterification of alkaline de-esterified pectins by capillary zone electrophoresis, *Food Chemistry*, 91(3), 551-555.
- Cobos, O. (1992). *Estudio preliminar de obtención y caracterización de pectina a partir de desechos de limón* (tesis de Posgrado, Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Contreras, I., Guevara, R., Feregrino, A., Reinoso, R., Pérez, I., Ocampo, R.,... Tovar, E. (2021). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos metanólicos de hojas y flores de chilcuague (*heliopsis longipes*, *asteraceae*). *Ciencias botánicas*, 99(1). Santiago de Querétaro, México, 3-5.
- Correa, V., Estupiñán, L., García, Z., Jiménez, O., Prada, L., Rojas, A., Cristancho S. (2007). Percepción visual del rango de color: diferencias entre género y edad. *Colombia Revista Med.*, 15(1), 7-14.
- Cunha D., Assunção, R., Ribeiro, R., Oliveria, L., y Stedefeld, K. (2013). Methods for applying the tests of acceptability for school feeding: the validation of playful cards. *Revista chilena de nutrición*, 40(4), 357-363.
- Curi, P., Nogueira, P., Almeida, A., Carvalho, C., Pio, R., Pasqual, M., y Souza, V. (2017). Processing potential of jellies from subtropical loquat cultivars. *Food Science and Technology*, 37.
- Da-Costa, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., y Heinrich, M. (2014). Hibiscus sabdariffa L— A phytochemical and pharmacological review. *Food Chemistry*, 165. 424-443.

- Del Vaz-Díaz, R., López-Muraira, I., y Gómez-Leyva, J. (2009). Variedades de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) cultivadas en México. *Jamaica Avances Científicos y Tecnológicos del Cultivo de la Jamaica*, (1 Ed.), Jalisco, México, 9-16
- Famiani, F., Battistelli, A., Moscatello, S., Cruz-Castillo, J., y Walker, R. (2015). The organic acids that are accumulated in the flesh of fruits; occurrence metabolism and factors affecting their contents. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 21(2). DOI: 10.5154/r.rchsh.2015.01.004
- Fasoyiro, S. B., Ashaye, O. A., Adeola, A., y Samuel, F. O. (2005). Chemical and storability of fruit-flavoured (*Hibiscus sabdariffa*) drinks. *World Journal of Agricultural Sciences*, 1(2). 165-168.
- Ferreira, S., Andrade, D., Mantilla, I., y Ortiz, J. (2007). *Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial*. Universidad Nacional de Colombia (1st. Ed.). Bogotá, Colombia. 16-18.
- Fernández-Arroyo, S., Barrajon, E., Roldán, C., Guillén, E., Domingo, A., y Segura-Carretero, V. (2011). A systematic study of the polyphenolic composition of aqueous extracts deriving from several *Cistus* genus species: evolutionary relationship. *Phytochemical analysis*, 22(4). 303-312.
- Figura, O., y Teixeira, A. (2007). *Food Physics: Physical Properties, Measurement and Applications*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg and New York.
- Frizzy, S. (2018). *Evaluación de una mermelada artesanal a base de manzana (Golden delicus) y chayote (Sechium edule) y su disponibilidad a pagar del consumidor*, (tesis de Posgrado). Institución De Enseñanza E Investigación En Ciencias Agrícolas, Veracruz, México.
- Funami, T., Nakauma, M., Noda, S., e Ishihara, S. (2009). Molecular structures of gellan gum imaged with atomic force microscopy (AFM) in relation to rheological behavior in aqueous systems in the presence of sodium chloridre. *Food hydrocolloids*, 23 (2). 548-554.

- Galicia, L., Salinas, Y., Espinoza, B., y Sánchez, C. (2008). Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. *Chapingo serie horticultura*, 14(2), 121-129.
- Gómez, B., Monrroy, M., Palacios, M., Trejo, M., Valdez, M., y Zavala, E. (2001). *Obtención de pectina a través de cascara de limón deshidrata*. Universidad Autónoma metropolitana. D.F, México.
- Gómez-Díaz, D., y Navaza, J. (2002). Caracterización Reológica de dispersiones agua-alginato sódico con aplicación en la industria alimentaria. *Journal of Food*, 3(5). 302-306.
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., y Vila, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial estudio hedónico del pan en el IES Mugardo*. SGAPEIO. Galicia, España.
- Guanokuiza, A. (2018). *Elaboración de mermelada de naranjilla (Solanum Quitoense) con la inclusión de camote morado (ipomea batata) como agente espesante* Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonneson, U., y Otterdijk, R. (2011). *Global food losses and waste: Extent, Causes and Prevention. Reducing Losses and Extending Availability of Fruits and Vegetables*. The U.S. Government's Global Hunger and Food Security Initiative. California: United States of America.
- Gurikov, P., y Smirnova, I. (2018). Non-conventional methods for gelation of alginate. *Gels*, 4(14). Hamburg, Germany.
- Hercules Incorporated Lt. (2000). *Food Gums Products Description, General Properties of Pectin*.
- Huang, C. N., Chan, K. C., Lin, W. T., Su, S. L., Wang, C. J., y Peng, C. H. (2009). Hibiscus sabdariffa inhibits vascular smooth muscle cell proliferation and migration induced by high glucose - A mechanism involves connective tissue growth factor signals. *Food Chem.* 3073-3079.
- Hulme, A. C. (1970). *The biochemistry of food and their products*. Academic Press, London, 1-53.

- Kiaya, V. (2014). *Post-harvest losses and strategies to reduce them*. Action against hunger, international. *Scientific & technical departament*. United States of America. 3-22.
- King, K. (1994). Changes in the functional properties and molecular weight of sodium alginate following g irradiation. *Food Hydrocolloids*, 8, 83-96.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., y Deeth, H. (2003). Evaluation of encapsulation techniques of probiotic for yoghurt. *International Dairy Journal*. Queensland, Australia. 3-13.
- Lawless, H. T., y Heymann, H. (1999). Sensory evaluation of food: principles and practices. Acceptance and preference testing. *Aspen Publishers*. 430-479.
- Letelier, M. E., Rodríguez, R. C., Sánchez, J. S., y Aracena, P. P. (2011). Surfactant and antioxidant properties of an extract from *Chenopodium quinoa* wild seed coat. *J. Cereal Sci.*, 53(2). 239-243.
- León, M. (2017). *Evaluación de eficiencia de dos marcas diferentes de benzoato de sodio en zumo de naranja sobre pruebas microbiológicas*. Lima, Perú. 10-15
- Liu, H. R. (2007). Whole grain phytochemicals and health. *J. Cereal Sci.*, 46, 207-219.
- López, I., y Gallegos, R. (2014). *Determinación del contenido de ácido Clorogénico por espectroscopía UV-VIS en hojas secas y verdes de cecropia peltata (guramo) en árboles silvestres de 10, 15 Y 20 M de altura, en la reserva natural laguna de apoyo*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua. 28-29.
- Loyola, N., Duarte, O., y Acuña, C. (2012). Preparation and evaluation of pickles made from asparagus waste stems. *Ciencia e investigación agraria*. 39. 361-368.
- Martínez, N. (2013). *Desarrollo de matrices biopólimericas en polivinil alcohol para la liberación controlada de antibióticos y biomoléculas*. Centro de biotecnología aplicada. La plata, Argentina.

- Meza-Chavarría, P. (2012). Guía: flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) e (*Hibiscus cruentus Bertol*). Asociación para el Desarrollo Eco-Sostenible (ADEES). Chinandega, Nicaragua.
- Mahadevan N., y Kamboj P. (2009). Hibiscus sabdariffa Linn.—An overview Natural product. *Radiance*, 8 (1). 77-83.
- Majo, D. D., La Guardia, S., Giammance, M., La Neve, I. y Giammanco, M. (2008). The antioxidant capacity of red wine in relationship with its polyphenolic constituents. *Food Chem.* 111. 45-49.
- Martin, A., y Bayona, R. (2009). Evaluación microbiológica de alimentos adquiridos en la vía pública en un sector del norte de Bogotá. *Rev. Universidad De Ciencias Aplicadas*, 12 (2), 9-17.
- Martynenko, A., Astatkie, T., y Satanina, V. (2015). Novel hydrothermodynamic food processing technology. *Journal of Food Engineering*. Dalhousie, Canada, 8-16.
- Morales de la Peña, M., Chanes, W., y Martin-Belloso, O. (2019). Novel technologies to improve food safety and quality. *Current Opinion. Food Science*, 30 (1). 1-9.
- Nedovic, V., Kalusevik, A., Manojlovic, V., Levic, S., y Bugarski, B. (2012). An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Science*. Belgarde, Serbia.
- Nicholls, J. E., y Ramírez-García, J. A. (2014). *Usos y aplicaciones medicinales e industriales de la flor de Jamaica*.
- NMX-F-131-1982. (1982). Norma Mexicana NMX-F-131-1982, Alimentos para frutas y derivados mermelada de fresa. Diario Oficial de la Federación, Normas mexicanas Dirección General de Normas.
- NMX-F-102-S-1978. (1978) Norma Mexicana NMX-F-102-S-1978, Determinación de acidez titulable en los productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Diario Oficial de la Federación, Normas mexicanas, Dirección General De Normas.

- NOM-086-SSA1-1994. (1994) Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición, especificaciones nutrimentales. Diario Oficial de la Federación, Normas mexicanas, dirección general de normas
- Nowacka, M., Tylewicz, U., Laghi, L., Dalla Rosa, M., y Witrowa-Rajchert. (2014). Effect of ultrasound treatment on the water state in kiwifruit during osmotic dehydration. *Food Chemistry*. 18-25.
- Orozco, M., Martínez, G., y Mercado, J. (2011). *Formulación de una mermelada a partir de pulpa y cáscara de tunas*. Acta universitaria. San Salvador, El Salvador. 31-36.
- Oancea, S., y Felicia, C. (2016). Changes in total phenolics and anthocyanins during blackberry, raspberry and cherry Jam. *Processing and Storage*, 21. Sibiu: Rumania. 232-236.
- Olugbami, J. O., Gbadegesin, M. A., y Odunola, O. A. (2014). Evaluación *in vitro* del potencial antioxidante, contenido fenólico y flavonoide del extracto etanólico de corteza de tallo de *Anogeissus leiocarpus*. *Revista Africana de Medicina y Ciencias Médicas*, 43(1), 101-109.
- Paltrinieri, G. (1997). *Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas*. Ameritian Printers, Brasil. 146-157
- Pardo, O., y Rojas, R. (2014). *Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una empresa productora y comercializadora de mermeladas en lima metropolitana*.
- Pichardo, F. (2019). *Obtención de pigmentos bioactivos a partir de col morada (Brassica oleracea var. Capitata) y evaluación de su aplicación en un producto alimenticio* (tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, 45-46.
- Procuraduría Federal del Consumidor (2016). *Mermelada de fresa y cajeta la más dulce compañía*, *Revista del consumidor*. 470, 50-61.
- Quiñones, M., Miguel, M., y Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr. Hosp.*, 27(1).

- Ramírez-Rodríguez, M. M., Plaza, M. L., Azeredo, A., Balaban, M. O., y Marshall, M. R. (2011). Physicochemical and phytochemical properties of cold and hot water extraction from *Hibiscus sabdariffa*. *J. Food Sci.* 76(3). 428-435.
- Ray, B. (2004) *Fundamental Food Microbiology*. Boca Raton, Florida: CRC Press, 608-630.
- Reyes A., Salinas, Y., Ovando, M., Arteaga, R., y Martínez, M. (2015). Analysis of phenolic acids and antioxidant activity of aqueous extracts of jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) varieties with calyxes of different colors. *Agrociencia*, 49(3) Ciudad de México, México.
- Reyes-Tisnado, R. (2004). Sodium and potassium alginates extracted from *Macrocystis pyrifera* algae for use in dental impression materials. *Ciencias Marinas*, 30(1), 189-199.
- Ruiz, J., y Campos, M. (2020). Desarrollo de mermelada de piña-nopal formulada con extracto acuoso de estevia, efecto sobre las propiedades fisicoquímicas inhibición de la  $\alpha$  amilasa y respuesta glucémica. *Nutrición hospitalaria*, 36(5). Mérida: Yucatán. 1-9.
- Sabaté, J. (2016). Como reconocer un alimento en mal estado. *El diario*. Madrid, España, 1-3.
- Sandoval, M., Cu, T., Peraza-Mercado, G., y Acereto, E. (2017). “Introducción en los procesos de encapsulación de moléculas nutraceuticas” en *Alimentos Funcionales de Hoy*. 181-218.
- Sáyago, G., y Goñi, S. (2007). *Hibiscus Sabdariffa* L: source of antioxidant dietary fiber. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 79-84
- Salinas, Y., Zúñiga, A., Jiménez, L., Serrano, V., Sánchez C. (2012). Color en cálices de jamaica (*hibiscus Sabdariffa* L.) y su relación con características fisicoquímicas de sus extractos acuosos. *Revista de Chapingo. Serie Horticultura*, 18(3).
- Salvador, A., Souza, I., Vasconcelos, C., Dantas, M., Rocha, S., Nery-Enes, B., Nelson, J., y Duarte, H. (2012). Desarrollo de jalea de Yacón de bajo nivel calórico: caracterización físico-química, microbiológica y sensorial. *Revista chilena de nutrición*, 39(3).

- Salvador, A. (2014). *Evaluación reológica de la mermelada de mango (manguifera indica L.) variedad kent y estabilidad en el almacenamiento*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 20-25.
- Shahidi, F., y Naczk, M. (2004). "Phenolic compounds in fruits and vegetables". En Shahidi, F., y M. Naczk (eds). *Phenolics in Foods and Nutraceuticals*. CRC Press. 131-239.
- Schoeninger, V., Machado, S., y Zaczuk, P. (2017). Industrial processing of canned beans. *Ciencia Rural*, 47(5).
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SIAP, SIACON, SAGARPA. (2019). Consulta de Indicadores de producción Nacional y comercialización de la jamaica.
- Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad (SINEC) conforme a la NMX-F-131-1982.
- Sindi, H., Marshall, L., y Morgan, M. (2014). Comparative Chemical and Biochemical Analysis of Extracts of *Hibiscus Sabdariffa*. *Food Chemistry*, 164, 23-29.
- Stenmarck, A., Jensen, C., Quedstedt, T., y Moates, G. (2016). *Estimates of European food waste levels. European Commission (FP7)*. Coordination and Support Action, 3-10. ISBN 978-91-88319-01-2.
- Stone, H., y Sidel, J. L. (1999). *Affective tests. Sensory Evaluation Practices*. Elsevier Academic Press (3 Ed.). 247-277.
- Sturion, G. L., Silva, M. V., Ometto, A. H., Furtoso, C. M., y Pipitone, M. P. (2005). Factores condicionantes da adesão ao Programa de Alimentação Escolar no Brasil. *Rev Nutr.*, 18(2).
- Sumaya, M., Medina, C., Raquel, E., Machuca, M., Jiménez, E., Balois, R., y Sánchez, L. (2014). Potencial de la jamaica (*hibiscus Sabdariffa L.*) en la elaboración de alimentos funcionales con actividad antioxidante. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 82-88.
- Szczesniak, A. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215-225.



- Torres, J., González, K., y Acevedo, D. (2014). Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *Revista ReCiTeIa*, Colombia. 1-5.
- Torres, N. (2006). *Determinación del potencial nutritivo y nutracéutico de cuatro cultivares de tomate de árbol*. Riomba, Ecuador. 1-18.
- Urbina, F. (2009). Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola: Cultivo de Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) e (*Hibiscus Cruentus Bertol*). MCA, Nicaragua.
- Usca, J. (2011). *Evaluación del potencial nutritivo de mermelada elaborada a base de remolacha (Beta bulgaris)*. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba. 1-40
- Velazco, V., Bernal, A., Ordoñez, L. y Hleap, J. (s/f). Caracterización del epicarpio de guayaba como alternativa natural para uso en productos alimenticios procesados. *Bioagro*, 18(2), 1-9.
- Venturi, M. (2018). *Alimentando los sentidos enziende de la ciencia, programa de cineforum científico*. Universidad De Zaragoza. Zaragoza, España.
- Vieira, S. (2016). Efeito dos conservantes alimentares sobre as propriedades antioxidantes e qualidade microbiológica de suco de *goiaba vermelha*. *Ciencia Agronómica*, 47, 77-85.
- Villa, F., Da Silva, D., Rosanelli, S., Costa, G., y Eberling, T. (2021). Nutraceutical fruit characterization, nutritional aspects and sensory analysis of dovyalis jams. *Ciencia Rural*, 51.
- Villar, L. (1998). *El libro de las conservas*. España: Editorial Integral.
- Villamil, R., Robelto, G., Mendoza, M., Guzmán, M., Cortés, L., Méndez, C., y Giha, V. (2020). Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud. *Revista chilena de nutrición*, 47. Santiago, Chile.
- Visoli, F., y Strata, A. (2014). Milk, Dairy Products, and Their Functional Effects in Humans: A Narrative Review of Recent Evidence. *Advances in Nutrition*. Parma, Italia.

White, B., y Howard, L. (2013). *Canned whole dry beans and bean products*. Uebersax, M. A. DOI:10.1002/9781118448298.ch7

WWF, Holt, K. (2017). Effect of climate change on vegetable, *WWF*. Washington, DC, United States.

Yufer, E., y Carrasco, J. (1997). *Química agrícola tomo tres alimentos*. Madrid, España: Alhambra. 160- 165.

Zudaire, M. (2013). De la lata al plato las conservas de pescado más sanas para toda la familia. *Eroski Consumer*, 4.

## Anexos

### Anexo 1. Cálculos teóricos previos a la realización de la mermelada

Una mermelada tiene un punto de término cuando la concentración de azúcar de la mezcla alcanza los 65 °Brix. Esto significa que si se mezclan partes iguales de fruta y de azúcar, parte del agua de la fruta deberá ser evaporada durante el proceso y el producto será de un peso un poco menor que la mezcla original. Lo importante es calcular de antemano el peso final.

Se tiene que:

BF: °Brix de la fruta

BA: °Brix del azúcar = 100

XAF: Fracción de azúcar de la fruta

PF: Peso de fruta

PA: Peso de azúcar = peso de fruta inicial

PAF: Peso de azúcar aportado por la fruta

PTA: Peso total de azúcar en el producto

BP: °Brix de la mermelada terminada

XAP: Fracción de azúcar en el producto

XAA: Fracción de azúcar en el azúcar = 1

PTP: Peso total de mermelada

Y que:

BF: 100 = XAF

PF (XAF) = PAF

BP: 100 = XAP

PTA: XAP / PTP

Por lo tanto tenemos:

Se desea preparar una mermelada a partir de jamaica que contiene 12° de concentración de azúcar. El rendimiento industrial de la jamaica es de peso concentrado en relación de cáliz 1:1 y se desea preparar la mermelada con un kilogramo de jamaica, disponible en frascos de 120g. La mermelada debe tener 65 °Brix.

Se cuenta con 1.5 kg de flores con un rendimiento de 1:1 lo que significa que la flor disponible será de 1kg. Por tanto se requiere 1kg de azúcar.

BF: 12°

BA: 100%

XAF: 0.12kg

PAF: (1kg) (0.12kg) =0.12kg

PA: 1kg

PTA: (1kg) + (1kg) =2kg

BA: 65°

XAP: 65°Brix: 100 = 0.65

PTA: XAP / PTA = 2/ 0.65=3.07kg

De este modo, si se mezclan 1kg de flores de jamaica troceadas con 12 °Brix y 1kg de sacarosa, se lleva la mezcla a 65 °Brix. El peso final de la mermelada será de 3.07 kg.

## **Anexo 2. Cálculos prácticos realizados durante la elaboración del experimento**

Una mermelada tiene un punto de término cuando la concentración de azúcar de la mezcla alcanza los 65 °Brix. Esto significa que, si se mezclan partes iguales de fruta y de azúcar, parte del agua de la fruta deberá ser evaporada durante el proceso, por lo tanto el producto será de un peso un poco menor que la mezcla original.

Lo importante es calcular de antemano el peso final. Sin embargo, al tratarse de la flor de jamaica, la acidez y la fibra juegan un papel importante en la elaboración de la misma, por lo que se tiene lo siguiente.

Debido a que los cálculos son ácidos, se procede a modificar la concentración de la flor respecto a la sacarosa por lo que las adecuaciones quedan de la siguiente manera:

Se cuenta con 1 kg de flores con un rendimiento de 1:3, lo que significa que la flor disponible será de 1kg. Sin embargo, al ser una flor demasiado ácida se requiere mayor cantidad de azúcar por lo que se ocuparán 1.5kg de azúcar.

BF: 12°

BA: 100%

XAF: 0.12kg

PAF: (1kg) (0.12kg) =0.12kg

PA: 1kg

PTA: (1kg) + (1.5kg) =2.5kg

BA: 65°

XAP: 65°Brix: 100 = 0.65

PTA: XAP / PTA = 2.5/ 0.65=3.84kg

De este modo, si se mezclan 1kg de flores de jamaica troceadas con 12 °Brix y 1.5kg de sacarosa, se lleva la mezcla a 65°brix. El peso final de la mermelada será de 3.84 kg. De igual forma, los cálculos para el agua gelificante y conservadores son los siguientes:

Para la pasta de jamaica se utiliza:

1 frasco: 300ml

6 frascos: x

$6(300) / 1 = 1.800$  ml de agua por tratamiento

1 tratamiento: 1,800

6 tratamientos: x

$6(1,800\text{ml}) / 1 = 10.800$  ml de agua en total

Para la pasta de jamaica se utilizan 1.8 litros de agua y 173.25 g de jamaica por tratamiento, obteniendo en total 10.8 litros de agua y 1 kg de jamaica.

Se tienen 720ml del primer tratamiento. Por lo tanto tendremos  $1/3$  de la flor, el resto de sacarosa y 1% de aditivos:

Peso Total: 720ml

Porcentaje: 100%

Porcentaje requerido: 1%

Peso requerido:  $(720\text{ml}) (1\%)/100\%$

Peso requerido: 7.2ml.

Se tiene entonces que 7.2ml es la cantidad que deberá tener en total de aditamentos en cada tratamiento.

Peso total: 720ml.

Porcentaje: 100%

Porcentaje requerido: 49.5%

Peso requerido:  $(720\text{ml}) (49.5\%)/100\%$

Peso requerido: 350ml.

350ml es al 49.5%, por lo tanto se tiene que: 350 ml es lo requerido de flor de jamaica y sacarosa.



Toluca, México; a 2 de Junio de 20 22

**Carta de autorización para la incorporación de  
objetos digitales en el Repositorio Institucional de  
la Universidad Autónoma del Estado de México.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**P R E S E N T E**

El/la/los que suscribe/n Itzel Guadalupe Núñez Andrade, con fundamento en los artículos 13 fracción I, 18, 21 22, 27, 30 y demás aplicables de la Ley Federal del Derecho de Autor y su Reglamento vigentes, firmo/mamos la presente Licencia de Uso Gratuita, No Exclusiva y No remunerada para la incorporación al Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México de la obra literaria (artículo, capítulo de libro, libro, tesis de posgrado, entre otros.) que lleva por título Uso de pectina y alginato de sodio como agentes gelificantes en la elaboración de mermelada de jamaica y evaluación de su efecto en los parámetros de calidad

Asimismo, declaro/ramos bajo protesta de decir verdad ser el/la/los autor/a/res y/o legítimo/a/s titular/es de la obra literaria y sus derivados visuales; y que responderé/remos de la autoría/titularidad, originalidad y nivel de acceso de la obra de mérito y del ejercicio pacífico de los derechos que se licencian en este acto, manifestando que no existe ninguna otra persona física o moral a la que le pertenezcan; por lo cual libero/ramos en este acto de toda responsabilidad a la Universidad Autónoma del Estado de México, así como de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que considere vulnerados sus derechos o que se suponga con derecho sobre la obra mencionada, asumiendo todas las consecuencias legales y económicas a que hubiera lugar.

Por lo anterior, autorizo que la Oficina de Conocimiento Abierto perteneciente a esta Máxima Casa de Estudios, realice lo propio para el almacenamiento, preservación y difusión de la obra, con fines académicos y culturales en formato de acceso abierto y sin fines de lucro en los términos siguientes:

**1. De los Derechos de Autor.**

Reconozco la importancia de protección de mi obra y el movimiento de Acceso Abierto del cual forma parte la Universidad Autónoma del Estado de México, por lo tanto conozco y acepto que mi obra esté protegida



bajo una de las Licencia Creative Commons que a continuación se listan, marcando con una "X" del lado izquierdo la que será aplicable a mi obra:

	<i>Licencia</i>	<i>icono</i>
<input type="checkbox"/>	<b>Reconocimiento (BY):</b> El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, realizar obras derivadas (traducción, adaptación, etc.) y hacer de ella un uso comercial, siempre y cuando se cite y reconozca al autor original.	
<input type="checkbox"/>	<b>Reconocimiento - Sin obra derivada (BY-ND):</b> El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, y hacer de ella un uso comercial siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. No permite generar obra derivada.	
<input type="checkbox"/>	<b>Reconocimiento - No comercial- Sin obra derivada (BY-NC-ND):</b> El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. No permite generar obra derivada ni utilizarla con finalidades comerciales.	
<input type="checkbox"/>	<b>Reconocimiento - No comercial (BY-NC):</b> El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, y generar obras derivadas siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. No se permite utilizar la obra con fines comerciales.	
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Reconocimiento - No comercial - Compartir igual (BY-NC-SA):</b> El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, y generar obras derivadas siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. La distribución de las obras derivadas deberá hacerse bajo una licencia del mismo tipo. No se permite utilizar la obra con fines comerciales.	
<input type="checkbox"/>	<b>Reconocimiento - Compartir igual (BY-SA):</b> El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, generar obras derivadas y hacer de ellas un uso comercial, siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. Se permite la distribución de las obras derivadas, pero única y exclusivamente con una licencia del mismo tipo.	

## 2. De la Difusión del producto

El nivel de acceso en mi obra definirá la parcialidad o totalidad de acceso a los datos y documento a texto completo para su visibilidad en el Repositorio Institucional, por lo que la aplicable a mi obra, es el señalada del lado izquierdo en esta sección:





### Nivel de acceso

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <p>a. <b>Abierto:</b> esta característica permite que los metadatos del depósito puedan ser visualizados en su totalidad, así como el acceso al documento a texto completo depositado para visualización y descarga, el documento es incluido en resultados de búsquedas. Las características de un archivo para publicación en abierto son:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>I. Es posible acceder a su contenido de manera libre y universal, sin costo alguno para el lector, a través de cualquier dispositivo que cuente con acceso a Internet;</li><li>II. El autor o titular de los derechos de propiedad intelectual otorga al usuario el derecho de utilizar, copiar o reproducir el contenido, con la única condición de que se dé el debido crédito de autoría.</li><li>III. El documento ya cumplió su periodo de exclusividad con alguna editorial o tercera persona y está disponible para su libre publicación.</li></ul> |
| <input type="checkbox"/>            | <p>b. <b>Restringido:</b> esta característica se utiliza cuando se desea que el documento no se muestre al público, únicamente podrán visualizarse los metadatos del depósito a petición del depositante o autor, en caso de que algún visitante o usuario desee el acceso al contenido completo del documento se enviará un mensaje al depositante del documento a texto completo solicitando su acceso, el depósito será incluido en los resultados de búsqueda</p>   |
| <input type="checkbox"/>            | <p>c. <b>Embargado:</b> esta característica permite ocultar el documento por un periodo de tiempo definido por el autor, únicamente podrán visualizarse los metadatos del depósito a petición del depositante o autor, llegada la fecha de finalización de embargo el acceso al documento será modificado a "acceso abierto", mientras el documento se encuentre oculto los metadatos serán visibles y quedará incluido en los resultados de búsqueda.</p>  |
| <input type="checkbox"/>            | <p>d. <b>Cerrado:</b> en este caso el depósito no será incluido en los resultados de búsquedas, el documento y los metadatos de depósito NO serán visibles para los usuarios.</p>   |

Para el caso de nivel de acceso Restringido, Cerrado o Embargo, se deberá contar con un motivo y fecha de término por el nivel de acceso elegido.


Así mismo, conozco y acepto los términos del aviso de privacidad de la UAEMex, mismo que puede ser consultado en [http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso\\_Privacidad.pdf](http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso_Privacidad.pdf); en este mismo acto otorgo mi consentimiento, para que la Universidad Autónoma del Estado de México, haga públicos mis datos personales referentes a nombres, espacio



académico, opiniones y/o conclusiones vertidas en el presente trabajo de investigación (tesis de grado y posgrado, artículos, libros, capítulos y cualquier trabajo académico) derivado de las obligaciones comunes y específicas que se tiene como Sujeto Obligado en materia de Transparencia y en cumplimiento a la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados

En pos a la protección de datos personales de terceros, y en cumplimiento a la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, estoy de acuerdo para que la tesis de mi autoría no contenga documentos donde se visualicen datos personales sensibles que puedan afectar a terceros; tales documentos como voto aprobatorio, aceptación de tesis, dedicatorias, agradecimientos, mismos que, de no ocultarlos, serán visibles en el Repositorio Institucional de la Universidad autónoma Del Estado de México, haciéndome responsable de los mismos y sin previo permiso de los terceros

Firmo de Conformidad y bajo protesta de decir verdad

Nombre y Firma Itzel Guadalupe Núñez Andrade  \_\_\_\_\_

No. De Cuenta 1525749 \_\_\_\_\_

**NOTA:** Ésta carta, toda vez que el autor registre los campos de llenado y las firmas correspondientes, debe digitalizarse y adjuntarse en el depósito del Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México; misma que no será visible para consulta.

Conozco y acepto los términos de privacidad de la  
Universidad Autónoma del Estado de México  
[http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso\\_Privacidad.pdf](http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso_Privacidad.pdf)



Toluca, México a 2 de Junio de 2022

**Hoja de datos del autor**

Nombre: Itzel Guadalupe Núñez Andrade

Número de cuenta (en caso de aplicar):1525749

Grado académico: Licenciatura

Programa educativo de procedencia (aplica solo en tesis) Lic. en Biotecnología

Institución donde labora:N

Domicilio:N

Teléfono/Fax: N

Correo electrónico (preferentemente correo institucional):  
inuneza749@alumno.uaemex.mx

Itzel Guadalupe Núñez Andrade

Nombre y firma

**Nota:** para el caso de que sean más de un autor, se deberá imprimir esta última hoja de "datos del autor" en relación al número de autores.

Esta información es recabada con fines administrativos

Conozco y acepto los términos de privacidad de la  
Universidad Autónoma del Estado de México  
[http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso\\_Privacidad.pdf](http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso_Privacidad.pdf)



Toluca, México a 20 de Junio de 2022

### Hoja de datos del autor

Nombre: Ma. del Carmen Hernández Jaimes

Número de cuenta (en caso de aplicar): N/A

Grado académico: Doctora

Programa educativo de procedencia (aplica solo en tesis): Lic. en Biotecnología

Institución donde labora: Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México

Domicilio: Campus El Cerrillo, Carretera Toluca-Ixtlahuaca Km 15.5, Piedras Blancas, 50200 Toluca de Lerdo México.

Teléfono/Fax: 7222965556

Correo electrónico (preferentemente correo institucional):

mdhernandezj@uaemex.mx

Ma. del Carmen Hernández Jaimes

Nombre y firma

**Nota:** para el caso de que sean más de un autor, se deberá imprimir esta última hoja de "datos del autor" en relación al número de autores.

Esta información es recabada con fines administrativos

Conozco y acepto los términos de privacidad de la  
Universidad Autónoma del Estado de México  
[http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso\\_Privacidad.pdf](http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso_Privacidad.pdf)



Toluca, México a 20 de Junio de 2022

**Hoja de datos del autor**

Nombre: Edgar Javier Morales Morales

Número de cuenta (en caso de aplicar): N/A

Grado académico: Maestro

Programa educativo de procedencia (aplica solo en tesis): Lic. en Ing. Industrial

Institución donde labora: Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México

Domicilio: Campus El Cerrillo, Carretera Toluca-Ixtlahuaca Km 15.5, Piedras Blancas, 50280.

Toluca de Lerdo, México.

Teléfono/Fax:

Correo electrónico (preferentemente correo institucional):

emoralesm374@alumno.uaemex.mx

  
Edgar Javier Morales Morales

Nombre y firma

**Nota:** para el caso de que sean más de un autor, se deberá imprimir esta última hoja de "datos del autor" en relación al número de autores.

Esta información es recabada con fines administrativos

Conozco y acepto los términos de privacidad de la  
Universidad Autónoma del Estado de México  
[http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso\\_Privacidad.pdf](http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso_Privacidad.pdf)