



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**TESIS**

**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA PIÑA (*Ananas  
comosus* L. Merr) Y ADICIÓN DE QUITOSANO COMO AGENTE GELIFICANTE EN LA  
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS IMITACIÓN MERMELADA**

**PRESENTA**

**IAI. BRIAN GARCÍA NAVARRO**

**Para optar por el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**En el área de**

**PRODUCCIÓN E INOCUIDAD AGROALIMENTARIA**

**Tutor**

**DRA. LAURA EUGENIA PÉREZ CABRERA**

**COMITÉ TUTORAL**

**DR. ALBERTO TECANTE CORONEL**

**DR. ANTONIO DE JESÚS MERAZ JIMÉNEZ**

**AGUASCALIENTES, AGS, JUNIO 2020**

**DR. RAUL ORTIZ MARTÍNEZ**  
**DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PRESENTE**

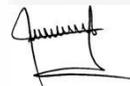
Por medio del presente como **Miembros del Comité Tutorial** designado del estudiante **BRIAN GARCÍA NAVARRO** con ID 106074 quien realizó la tesis titulada: **EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA PIÑA (Ananas comosus L. Merr) Y ADICIÓN DE QUITOSANO COMO AGENTE GELIFICANTE EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS IMITACIÓN MERMELADA**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia damos nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirlo así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**“Se Lumen Proferre”**  
**Aguascalientes, Ags., a 30 de junio de 2021.**



**Dra. Laura Eugenia Pérez Cabrera**  
**Tutor de tesis**



**Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez**  
**Asesor de tesis**

**Dr. Alberto Tecante Coronel**  
**Asesor de tesis**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

## DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO



POSGRADOS  
uaa

Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 30/06/2021

**NOMBRE:** BRÍAN GARCÍA NAVARRO **ID** 106074

**PROGRAMA:** Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias **LGAC (del posgrado):** Producción e inocuidad alimentaria

**TIPO DE TRABAJO:** (  ) Tesis (  ) Trabajo Práctico

**TÍTULO:** EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA PIÑA (Ananas comosus L. Merr) Y ADICIÓN DE QUITOSANO COMO AGENTE GELIFICANTE EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS IMITACIÓN MERMELADA

**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):** Los resultados de este estudio plantean una forma de aprovechamiento de sub productos de una fruta, lo que permitirá bajar costos en la elaboración de alimentos similares a la mermelada.

**INDICAR SI NO N.A. (NO APLICA) SEGÚN CORRESPONDA:**

<i>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</i>	
SI	El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI	La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI	Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI	Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI	Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI	El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI	Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
N.A.	Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI	Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
<i>El egresado cumple con lo siguiente:</i>	
SI	Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI	Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI	Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
NA	Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
SI	Coincide con el título y objetivo registrado
NA	SI
SI	Tiene el CVU del Conacyt actualizado
NA	Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
<i>En caso de Tesis por artículos científicos publicados</i>	
NA	Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
NA	El estudiante es el primer autor
NA	El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
NA	En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
NA	Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
NA	La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado:

Sí   X  

No           

### FIRMAS

**Elaboró:**

\* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN:

DR. ALBERTO MARGARITO GARCÍA MUNGUÍA

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO:

DR. ANTONIO DE JESÚS MERAZ JIMÉNEZ

\* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

**Revisó:**

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

DR. ANTONIO DE JESÚS MERAZ JIMÉNEZ

**Autorizó:**

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ

**Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado**

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: .... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

Elaborado por: D. Apoyo al Posg.  
Revisado por: D. Control Escolar/D. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: D. Control Escolar/ D. Apoyo al Posg.

Código: DO-SEE-FO-15  
Actualización: 01  
Emisión: 28/04/20

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de este postgrado.

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes por todos los servicios brindados y la oportunidad de cursar la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias.

Quiero agradecer al apoyo que me dieron mis padres, mi novia, mis amigos, que siempre estuvieron para mí.

A mi tutora, Dra. Laura Eugenia Pérez Cabrera por su apoyo, ayuda, instrucción y enseñanzas, así como a mis asesores en el Comité Tutoral, Dr. Alberto Tecante Coronel, Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez, y mi evaluador externo M. en C. Rafael Peñuelas por su apoyo, sus consejos y sobre todo la paciencia que me tuvieron durante este postgrado.

Agradezco al personal del Centro de Ciencias Agropecuarias tanto como docentes, así como al cuerpo técnico del Departamento de Ciencias de los Alimentos, los cuales estuvieron brindándome su apoyo y consejos en la realización de esta investigación.

A la empresa Jugos y Chocos Tony, por su amabilidad y disposición al donar la materia prima para la investigación.

Y gracias a Dios por todas las enseñanzas que obtuve durante este periodo de mi vida, ya que gracias a la fortaleza, paciencia y serenidad que me brindo se pudo lograr este reto más en mi vida.

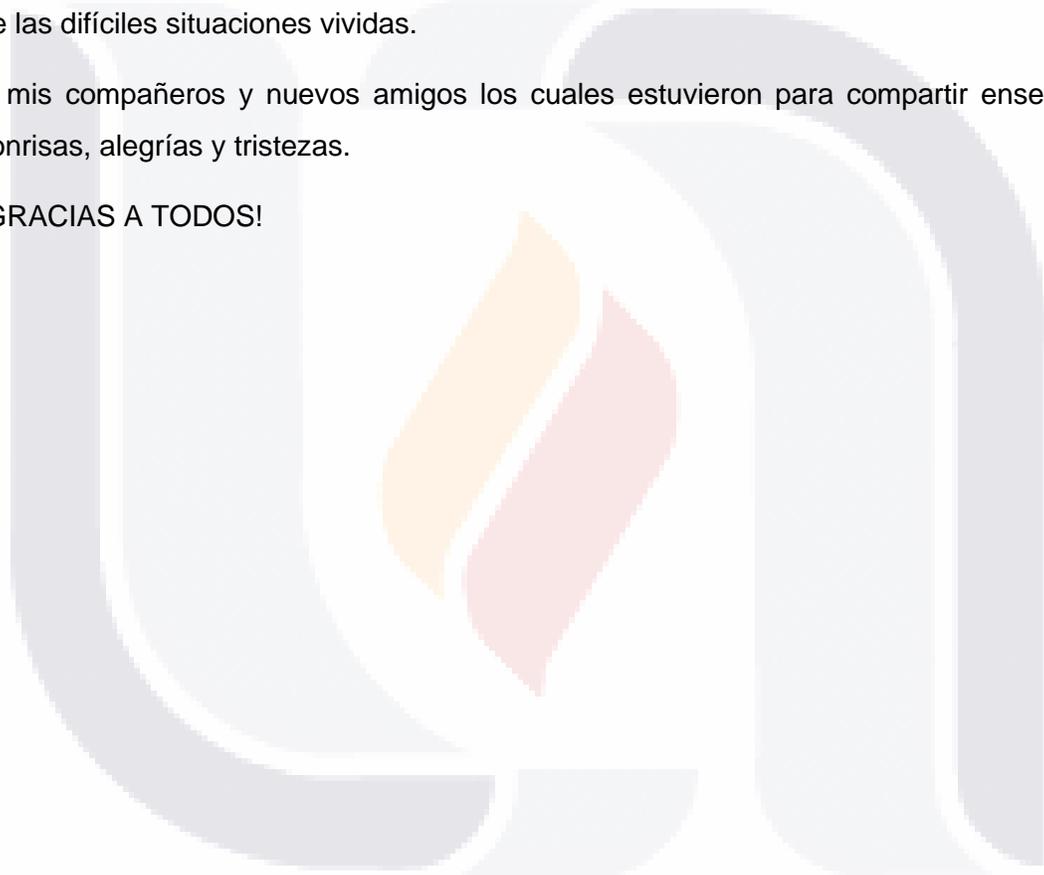
## DEDICATORIA

Mi tesis la quiero dedicar a mi novia la cual desde el inicio de este proyecto estuvo conmigo apoyándome en todo, esperando lo mejor para mí y para nosotros. Por su paciencia y sus ganas de salir adelante juntos.

A mis padres que creyeron en mí y que siempre han estado para cualquier cosa, a pesar de las difíciles situaciones vividas.

A mis compañeros y nuevos amigos los cuales estuvieron para compartir enseñanzas, sonrisas, alegrías y tristezas.

¡GRACIAS A TODOS!



## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>8</b>
<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>9</b>
<b>PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS IMITACIÓN MERMELADA CON SUBPRODUCTOS DE PIÑA (CÁSCARAS) Y CAMARÓN (EXOESQUELOETOS).....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 OBEJTIVO ESPECÍFICO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
1.3.1 <i>Residuos agroindustriales .....</i>	<i>11</i>
1.3.2 <i>Impacto ambiental.....</i>	<i>11</i>
1.3.3 <i>Valorización de residuos agroindustriales .....</i>	<i>12</i>
1.3.4 <i>Piña (Ananas comosus L. Merr).....</i>	<i>13</i>
1.3.5 <i>Residuos de la piña.....</i>	<i>13</i>
1.3.6 <i>Usos de la cáscara de piña .....</i>	<i>14</i>
1.3.7 <i>Quitosano.....</i>	<i>15</i>
1.3.8 <i>Usos del quitosano como agente gelificante .....</i>	<i>16</i>
1.3.9 <i>Características nutricionales de la cáscara de piña .....</i>	<i>14</i>
1.3.10 <i>Mermeladas.....</i>	<i>17</i>
<b>1.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
1.4.1 <i>Materiales.....</i>	<i>18</i>
1.4.2 <i>Métodos.....</i>	<i>21</i>
1.4.3 <i>Análisis Estadístico .....</i>	<i>24</i>
<b>1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
1.5.1 <i>Análisis Microbiológico (Cáscaras Frescas).....</i>	<i>25</i>
1.5.2 <i>Análisis Químico Proximal.....</i>	<i>26</i>
1.5.3 <i>Análisis Fisicoquímicos .....</i>	<i>29</i>
<b>1.6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>

<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>36</b>
<b>COMPUESTOS BIOACTIVOS EN PRODUCTOS IMITACIÓN MERMELADA ELABORADOS CON SUBPRODUCTOS DE LA PIÑA (CÁSCARAS) .....</b>	
<b>2.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>37</b>
2.3.1 <i>Importancia de los compuestos bioactivos.....</i>	37
2.3.2 <i>Fibra dietética.....</i>	39
2.3.3 <i>Bromelina .....</i>	40
<b>2.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
2.4.1 <i>Materiales.....</i>	40
2.4.2 <i>Métodos.....</i>	41
2.4.3 <i>Análisis Estadístico .....</i>	41
<b>2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
2.5.1 <i>Compuestos bioactivos presentes en los productos imitación mermelada.....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....</b>	<b>44</b>
<b>3.3 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>44</b>
3.3.1 <i>Importancia del análisis sensorial.....</i>	44
3.3.2 <i>Bases psicofisiológicas del análisis sensorial.....</i>	45
3.3.3 <i>Aplicación del análisis sensorial .....</i>	45
<b>3.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>
3.4.1 <i>Materiales.....</i>	47
3.4.2 <i>Métodos.....</i>	47
<b>3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>3.6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

*Tabla 1 Formulación de Tratamientos para la elaboración de mermeladas ..... 19*

*Tabla 2 Especificaciones Microbiológicas para Mermelada ..... 24*

*Tabla 3 Cronograma de actividades ..... ¡Error! Marcador no definido.*



## RESUMEN

Los subproductos que se generan por el procesamiento de alimentos es una de las grandes problemáticas a las que se enfrenta el sector agroindustrial, ya que en grandes cantidades se convierten en un contaminante y generan muchos gastos económicos.

Después de la revisión de literatura y los resultados obtenidos en investigaciones anteriores sobre subproductos de la piña, la cáscara de piña se ha reconocido que tiene una alta calidad en sus propiedades y un gran potencial para la elaboración de productos con valor agregado. Por lo cual se optó, en esta investigación hacer una evaluación y caracterización (análisis químico proximal, fisicoquímico, sensorial, microbiológico) de la cáscara de piña como materia prima en la elaboración de productos imitación mermelada.

El quitosano, es un polisacárido con gran cantidad de propiedades, tales como su potencial uso como agente gelificante, los resultados de diversas investigaciones sobre su adición como agente gelificante, apuntan que aumenta el índice de gelificación en los productos. Y por esto se seleccionó como una alternativa obtenida de un residuo para la sustitución de pectina en la elaboración de mermeladas.

**PALABRAS CLAVE: Cáscara, Mermelada, Piña, Subproductos, Quitosano.**

## **ABSTRACT**

The by-products generated by food processing is one of the major problems facing the agro-industrial sector, since in large quantities they become a pollutant and generate many economic expenses.

After reviewing the literature and the results obtained in previous research on pineapple by-products, pineapple peel has been recognized as having high quality in its properties and a great potential to produce value-added products. Therefore, it was decided in this investigation to make an evaluation and characterization of the pineapple peel as raw material in the elaboration of jams.

Chitosan is a polysaccharide with many properties such as its potential use as a gelling agent, the results of various investigations on its addition as a gelling agent, suggest that it increases the rate of gelling in the products. And for this reason, it was selected as an alternative obtained from a residue for the substitution of pectin in the elaboration of jams.

**KEYWORDS: By-products, Chitosan, Jam, Peel, Pineapple.**

## INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de aprovechar los subproductos agroindustriales y de contribuir a la disminución de la contaminación medio ambiental, así como de crear alimentos procesados, el presente trabajo tuvo como objetivo el desarrollar y caracterizar fisicoquímicamente productos imitación mermelada utilizando como ingredientes cáscaras de piña y quitosano, ambos obtenidos de residuos provenientes de procesadoras locales del Estado de Aguascalientes. Se formularon cuatro productos imitación de mermelada utilizando dos diferentes métodos de deshidratación: secado por aire caliente (MAC) o liofilización (MLIO) para las cáscaras de piña y con dos diferentes tipos de coadyuvantes para promover la gelificación del producto: pectina (MACP y MLIO P) y quitosano (MACQ y MLIO Q). Se determinaron las características fisicoquímicas: contenido de sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), pH, aW, consistencia Bostwick, acidez titulable, color CIE-L\*a\*b\* y propiedades mecánicas (la fuerza de gel y fuerza de ruptura). Los resultados indican que es posible el desarrollo de un producto mermelada a base de polvos de cáscaras de piña, teniendo características fisicoquímicas propias de un producto original (mermelada) de calidad. Se registran diferencias significativas el parámetro de color, debido al tipo de deshidratación (AC/LIO) y en los parámetros de pH, humedad, acidez, consistencia y propiedades mecánicas debido al tipo de coadyuvante gelificante pectina / espesante quitosano utilizado.

## JUSTIFICACIÓN

En estos tiempos donde una de las prioridades, es el cuidado al medio ambiente es importante la reducción de residuos contaminantes. El manejo de residuos agroindustriales representa un gran costo para las empresas en cuanto a transporte y la disponibilidad limitada en los rellenos sanitarios. (Rivera, 2009)

Se ha demostrado que los residuos agroindustriales tienen un gran potencial para ser utilizados como materia prima para la generación de productos con valor agregado, siendo esto una oportunidad para las empresas de generar ingresos y aportar al cuidado del medio ambiente. (Vargas Corredor & Pérez Pérez, 2018)

La piña es una de las frutas más utilizadas en la industria de jugos y néctares, después de la naranja y la manzana, de esta fruta se genera como desecho aproximadamente el 44.36% de su peso total. Aumentando la contaminación ambiental ya que su producción en México supera las novecientas mil toneladas. (Upadhyay et al., 2010)

Los residuos de piña tienen un alto nivel de demanda bioquímica y química de oxígeno siendo un gran problema de eliminación de estos residuos (Upadhyay et al., 2010).

La industria de procesado de productos de la pesca, especialmente crustáceos (camarones, langostas, langostinos, jaiba entre otros) genera una gran cantidad de residuos creando un gran problema ambiental. Aproximadamente el 40-80% del peso de los crustáceos pertenece al exoesqueleto el cual es considerado como un residuo. (Pérez Cabrera, 2014)

El quitosano es un polisacárido que se puede obtener de los residuos de los crustáceos, tiene un gran potencial como aditivo ya que tiene propiedades antimicrobianas, antifúngicas, floculantes, gelificantes entre otras. (Bautista et al., 2017)

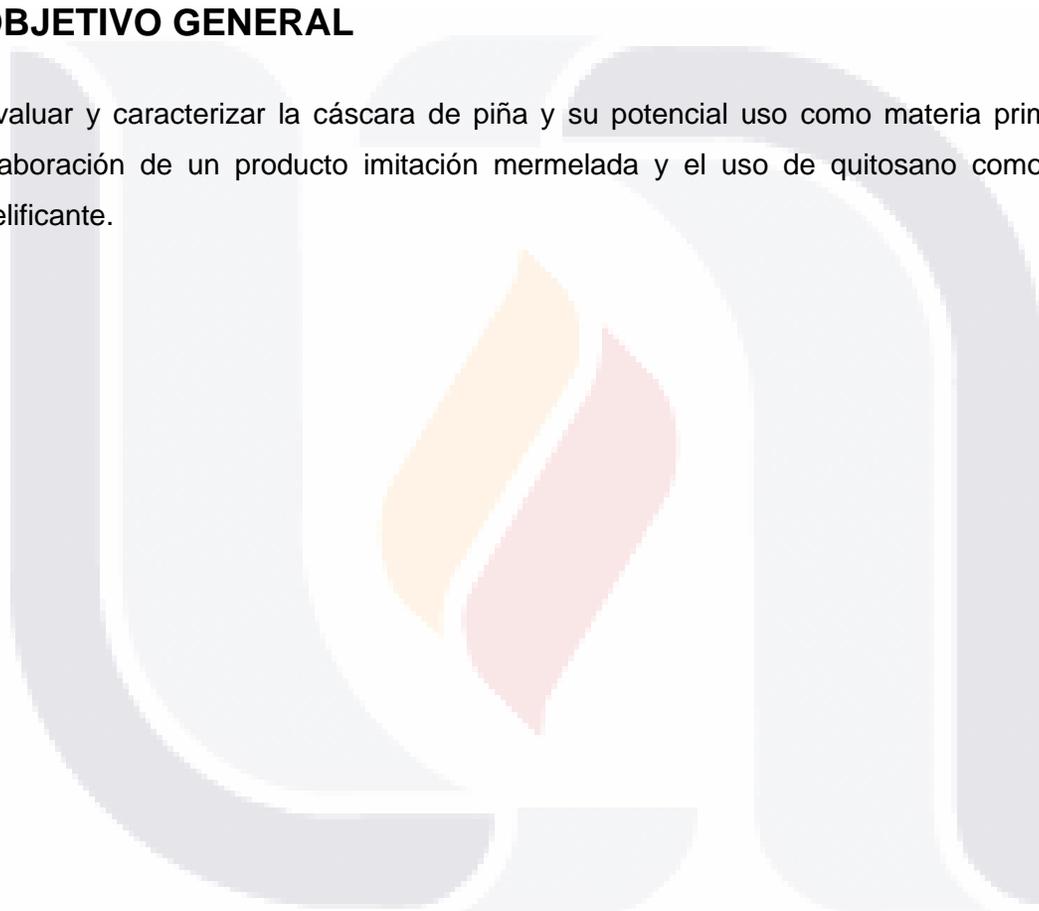
Por lo tanto, en esta investigación se utilizará los residuos obtenidos de la piña únicamente cáscara y residuos obtenidos de camarón, para la obtención de quitosano y su uso como agente gelificante en la elaboración de mermeladas.

## **HIPÓTESIS**

Las características microbiológicas, fisicoquímicas y químico-proximalas de la cáscara de piña (polvos deshidratados) y el uso de quitosano como agente gelificante aportaran las características deseadas para la elaboración de un producto imitación mermelada.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar y caracterizar la cáscara de piña y su potencial uso como materia prima en la elaboración de un producto imitación mermelada y el uso de quitosano como agente gelificante.



# TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## CAPÍTULO I

### PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS IMITACIÓN MERMELADA CON SUBPRODUCTOS DE PIÑA (CÁSCARAS) Y CAMARÓN (EXOESQUELOETOS).

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

El manejo de residuos a nivel industrial es una de las más grandes problemáticas que existen, ya que afectan al medio ambiente contaminándolo y la economía generando más gastos (disposición de residuos, transporte, generación de plagas) a la industria (Ocicka & Razniewska, 2018).

Con el crecimiento económico y social a nivel mundial, las problemáticas que existen con el modelo de producción y consumo, se ha propuesto un modelo de producción que es respetuoso con el medio ambiente, lo que llamamos desarrollo sustentable (Ávila, 2018).

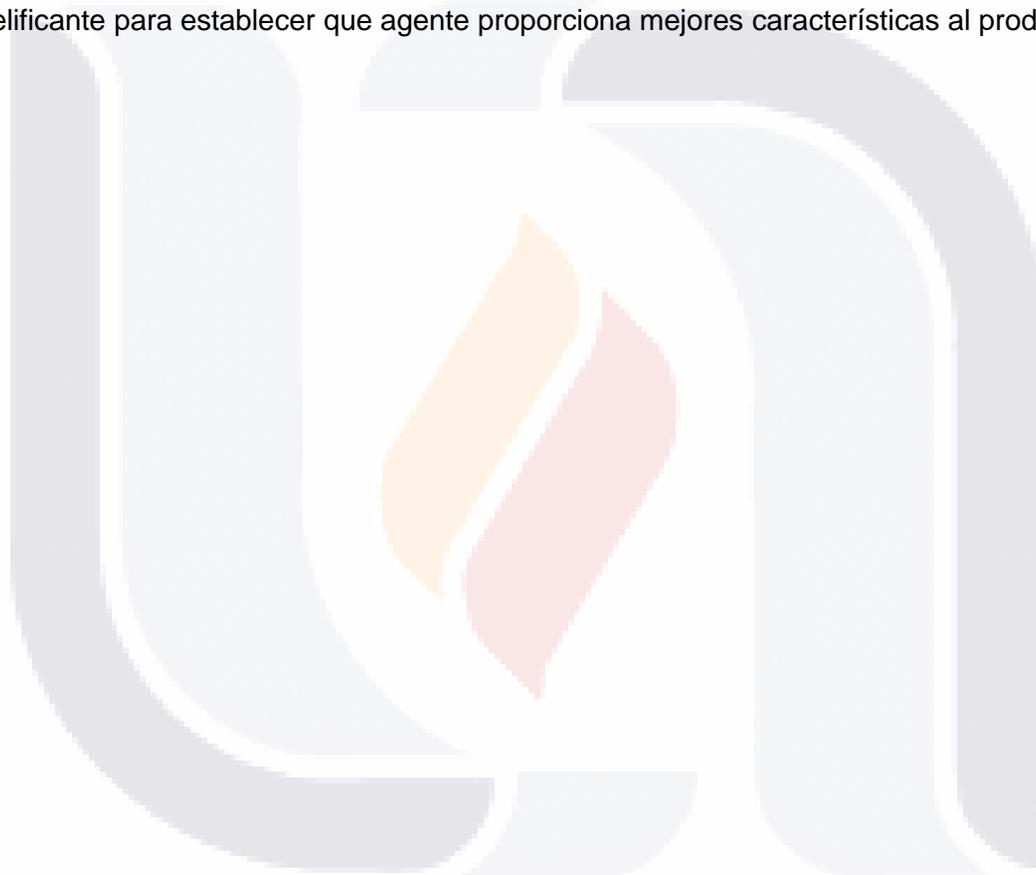
Los productos de piña incluyen un 44.36% de cáscara con respecto al total de la materia prima, la cual termina siendo descartada debido a que este producto tiene un valor comercial bajo por lo que se convierte en un residuo, y en algunos casos se devuelve a los campos como enmienda para suelo en la agricultura o se procesa para obtener salvado para alimentar ganado y lechones en periodos de escasez (Upadhyay et al., 2010).

La actividad industrial de procesado de los productos de la pesca, mayormente de crustáceos como langosta (Palinuridae), langostino (Palaemonidae), camarón (Penaeidae), buey de mar (Cancridae), centolla (Majidae), jaiba (Portunidae) entre otros, genera actualmente una gran cantidad de residuos, que suponen a nivel mundial, un grave problema medioambiental. Del 40% al 80% de peso del crustáceo pertenece al exoesqueleto (Pérez Cabrera, 2014).

El uso eficiente de subproductos de piña y de camarón, puede ser una gran alternativa para el cuidado del medio ambiente y para la generación de ingresos obteniendo materias primas de buena calidad para crear productos con valor agregado (Cury et al., 2017).

## **1.2 OBEJTIVO ESPECÍFICO**

Evaluar las propiedades microbiológicas, fisicoquímicas, químico-proximales de un producto imitación mermelada elaborado con cáscaras de piña y quitosano como agente gelificante para establecer que agente proporciona mejores características al producto.



## 1.3 MARCO TEÓRICO

### 1.3.1 Residuos agroindustriales

En la agroindustria mexicana los productos que se industrializan son: frutas, verduras, tubérculos y vainas, semillas, raíces, hojas; algunos comercializados en fresco y otros son transformados en harinas, aceites, néctares, jugos, vinos, mermeladas, ensaladas, concentrados en polvo, entre otros, por lo que es notable la generación de residuos, desde la cosecha misma, pasando por los centros de concentración y distribución y finalizando en la industrialización, comercialización y consumo (Mejías et al., 2016).

Las industrias de producción vegetal generan una elevada cantidad de residuos como tallos, hojas o frutos con calidad no comercial como resultado de las operaciones de poda, corte, clasificación y renovación de cultivos durante la cosecha y postcosecha (Gavilanes Teran, 2016).

### 1.3.2 Impacto ambiental

Los efectos ambientales más sobresalientes causados por la generación de residuos son:

- Incremento en la contaminación que genera problemas en la salud, degradación de patrimonio natural, destrucción de ecosistemas esenciales, degradación y degeneración de funciones críticas de la biosfera. Actuando en el aire, por medio de contaminantes atmosféricos; en el suelo, a través de residuos sólidos; en el agua, por químicos y aguas residuales generados en la agroindustria.
- En cuanto a salud las localidades cercanas a los rellenos sanitarios donde se depositan los residuos agroindustriales se alientan a la proliferación de vectores epidémicos, afectados por enfermedades infectocontagiosas (como el cólera). La acumulación de desechos sin tratamiento provoca la proliferación de plagas como ratas, cucarachas, mosquitos, moscas siendo estos portadores de graves enfermedades. Un metro cuadrado de basura expuesta al medio ambiente genera aproximadamente 2,500,000 moscas a la semana (Mejías et al., 2016).
- Generación de gases de efecto invernadero a causa de la descomposición de los residuos agroindustriales y por el uso de productos químicos en el procesamiento de alimentos (Mejías et al., 2016).

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Problemas de erosión y desertificación con la quema de los residuos (se sabe que al quemar no aporta mayor cantidad de nutrientes al suelo) (Mejías et al., 2016).

### **1.3.3 Valorización de residuos agroindustriales**

La industrialización de alimentos en el mundo aparte de generar alimentos procesados genera muchos desechos, hay industrias las cuales han aprovechado estos residuos para alimentación humana y animal, trayendo beneficios económicos para las mismas empresas.

Sin embargo, la mayoría de las empresas no cuenta con estos procesos de reutilización de residuos ya que conlleva un alto costo, siendo más fácil para ellos ubicarlos junto con basura en los rellenos sanitarios (Milena et al., 2008).

Los residuos agroindustriales, son ideales para un gran número de procesos del mismo sector, sin embargo, es necesario la caracterización de estos para conocer la cantidad generada, composición química, cantidad y calidad de sus componentes, esto con el objetivo de seleccionar un proceso en el cual puede ser aprovechado para desarrollar un producto con un alto valor agregado o la disposición como un desecho orgánico del mismo por no tener un valor comercial (Mejías et al., 2016).

Los criterios para la valorización de un residuo tienen que ver con:

- Disponibilidad local
- La estabilidad del residuo
- No requerir pretratamiento
- Disposición en cantidad

En cuanto a las propuestas de aprovechamiento de residuos lo deseable es que en el proceso no se generen otros residuos, sino que se usen tecnologías limpias para la reducción en el impacto ambiental (Rivera, 2009).

#### **1.3.3.1 Valorización biotecnológica**

A través de la biotecnología, es posible la bioconversión de residuos agroindustriales para la creación de productos con valor agregado, con el fin de mejorar la calidad ambiental a

través de tecnologías enfocadas a un desarrollo sustentable de los recursos naturales (Mejías et al., 2016).

#### **1.3.3.2 Valorización energética**

Los residuos provenientes de la agroindustria contienen cantidades importantes en biomasa rica en celulosa, hemicelulosa, lignina, glucósidos y ácidos grasos, estos sustratos son potencialmente útiles para la generación de biocombustibles (Mejías et al., 2016).

#### **1.3.4 Piña (*Ananas comosus* L. Merr)**

La piña (*A. comosus*), es una planta perenne nativa de América del sur, pertenece a la familia de las bromeliáceas y crece en climas tropicales y subtropicales (Montoya, 2016).

Según datos de la FAO en el año 2017 se produjeron 27,402,956 toneladas de piña, los países que más piña produjeron en ese año fueron Costa Rica, Filipinas, Brasil, Tailandia, India, Indonesia, Nigeria, China, Colombia y México.

En México el año 2017, se produjo una cantidad de 945,210.8 toneladas de piña, teniendo un consumo per cápita anual de 6.9kg. El mismo año México fue el 9° productor mundial de este fruto aportando el 3.4% de producción mundial (SIAP, 2018).

La piña (*A. comosus*) a nivel mundial es una de las frutas más importantes, el jugo de esta fruta es el tercero más preferido después del de naranja y manzana (Kogagoda & Maraoana, 2017).

#### **1.3.5 Residuos de la piña**

La cáscara de la piña es el mayor desperdicio generado en el procesamiento de la fruta, en esta se encuentra una gran cantidad de azúcares por lo cual la cáscara es utilizada para procesos de fermentación y también para generación de metano etanol e hidrogeno (Quirós, 2013). En segundo lugar, quedaría el núcleo de la piña el cual es utilizado para la producción de jugos concentrados, producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, y en la producción de vinagre (Kogagoda & Maraoana, 2017).

El procesamiento de piña ha crecido a nivel mundial, generando como consecuencia altas cantidades de residuos, esto debido a que hay componentes del fruto que son considerados no aptos para el consumo humano como lo es la cáscara, de este fruto (Upadhyay et al., 2010).

Según análisis de Bardiya y colaboradores, la cáscara de piña contiene una humedad del 92,2%, una cantidad de sólidos totales del 7.8%, sólidos volátiles 89.4%, 10.6% de cenizas y el porcentaje en materia seca de celulosa siendo 19.8% y de hemicelulosa 11.7% (Bardiya et al., 1996).

Los residuos de la piña se han usado para la producción de bromelina, etanol, fenoles, ácidos orgánicos, ácido cítrico, ácido láctico, ácido ferúlico, fuentes de energía y carbón, agentes anti-teñido, fuente de fibra, la remoción de metales pesados, como alimentación animal (Upadhyay et al., 2010), por lo tanto, los subproductos de la piña contienen sustancias de un alto valor. Teniendo perspectivas prometedoras para la utilización de estos subproductos convirtiéndolos en productos con un valor agregado y reduciendo la contaminación ambiental de estos (Vargas Corredor & Pérez Pérez, 2018).

### **1.3.6 Características nutricionales de la cáscara de piña**

Los subproductos de la piña se caracterizan por su alto contenido de energía en términos de nutrientes digeribles teniendo más del 59% pero teniendo un bajo contenido de materia seca siendo menor al 11% y proteína cruda con menos del 7.5% (López et al., 2009).

### **1.3.7 Usos de la cáscara de piña**

Dado a que se ha encontrado que este subproducto tiene gran potencial de reutilización, se han realizado diversos estudios con la intención de aprovecharlos en diferentes industrias (Peñaranda et al., 2017).

La cáscara de piña se utiliza como suplemento alimenticio. En un estudio de Damasceno et al. (2016), donde se evaluó el uso de harina hecha con cáscara de piña en diferentes concentraciones en barras de cereales, concluyeron que este material rico en fibra es una buena alternativa para ser introducido en la dieta humana mientras se minimiza el impacto ambiental.

Otros estudios han involucrado la biometanización (Aworanti et al., 2017) y producción de bioetanol usando cáscaras de piña como uno de los sustratos (Conesa et al., 2016; Venkateswarulu et al., 2015; Shamsul et al., 2017), lo que ha contribuido como una alternativa biotecnológica al uso de combustibles fósiles de segunda generación (Lima et al., 2018).

Por otro lado, se ha evaluado su capacidad de eliminar metales pesados como plomo, cadmio y cromo presentes en aguas contaminadas (Solidum, 2013; Shifera et al., 2017). Según Solidum (2013), el uso de este residuo en la absorción de los metales presenta una rentabilidad viable y considerable. De igual manera, Gandhi et al. (2012), analizaron la eliminación del fluoruro del agua utilizando cáscara de piña y los resultados mostraron que el uso de este residuo como absorbente tiene una capacidad de eliminación significativa y de bajo costo.

Se ha estudiado la purificación de bromelina (Bresolin et al., 2013) y extracción de proteasas (Silvestre et al., 2012) a partir de la cáscara de piña para su uso en bases dermatológicas para aplicaciones terapéuticas, y así influir en la reducción de la coagulación sanguínea y la inflamación.

Se ha utilizado como fuente de carbono para el crecimiento de *Cupriavidus necator*, una bacteria gram negativa que produce naturalmente Polihidroxitirato (PHB); polímero que se emplea en la fabricación de plásticos biodegradables (Sukruansuwan & Napathorn, 2018).

### **1.3.8 Quitosano**

El quitosano es el único polisacárido catiónico natural; ello le confiere características especiales que lo hacen útil en numerosas aplicaciones (del Campo et al., 2007). Si bien las técnicas a aplicar para la obtención de quitina y quitosano son contaminantes, debido a que se utilizan soluciones de hidróxido de sodio y de ácido clorhídrico que generan residuos corrosivos, un manejo adecuado y responsable de las mismas permiten una explotación económica del residuo, ya que se le aporta valor agregado y además “se disminuye el riesgo de la contaminación del medio ambiente”. El aprovechamiento de estos desechos constituye una oportunidad de desarrollo industrial, y a la vez, una solución inteligente para el problema ambiental que los mismos generan (Yen et al., 2009).

El quitosano, poli [ $\beta$ -(1-4)-2-amino-2-deoxi-D-glucopiranos], es un polisacárido que se encuentra como un elemento estructural en el exoesqueleto de crustáceos, así como de insectos, y de forma natural en las paredes celulares de algas y hongos. La principal fuente de producción se obtiene a través de la desalacetilación de la quitina proveniente los desechos de la industria camaronera, el proceso consiste en someter a la quitina a un medio alcalino con una concentración de 20 – 50% con una temperatura de 100°C. Al generarse esta reacción se pierde un resto acetilo perteneciente al grupo acetoamido del carbono 2, dejando solo al grupo amino obteniendo como producto final al quitosano (Lárez Velásquez, 2006).

El quitosano desde un punto de vista fisicoquímico es un biopolímero hidrosoluble con el que se pueden producir películas, hidrogeles, andamios porosos, fibras, micro y nanopartículas en condiciones y medio ácido suaves (Romo et al., 2014). Además, el carácter poli catiónico le confiere al quitosano alta afinidad para asociar macromoléculas aunado a que el quitosano es un biopolímero catiónico que presenta actividad antimicrobiana y una excelente capacidad de formar recubrimientos (Ortiz Duarte, 2018).

### **1.3.9 Usos del quitosano como agente gelificante**

Entre muchos aditivos el quitosano ha sido considerado como un poderosos antimicrobiano, conservante, aglutinante texturizador en la industria alimentaria (Hauzoukim et al., 2018; NO et al., 2002; Tayel, 2016).

El quitosano se usado en emulsiones alimentarias como estabilizante, también apporto un valor agregado a las emulsiones por sus propiedades fisiológicas. En la elaboración de emulsiones su tarea ha sido aumentar la viscosidad y reforzando la actividad emulsificante cuando se combina con una proteína. Como resultado, las emulsiones formuladas con aceite de girasol alto oleico y proteína de patata estabilizada con quitosano muestran propiedades viscoelásticas tipo gel a medida que el pH aumenta (Calero et al., 2010).

En la elaboración de emulsiones salchichas de pescado se observó que al hacer un análisis del perfil de textura (TPA) las salchichas a las cuales se les añadió quitosano en su formulación presentaron mayor fuerza de compresión (Kasturi et al., 2019).

También el quitosano se ha utilizado en la elaboración de helados ya que tiene una gran capacidad de formar geles con excelentes propiedades, esto debido a su capacidad de retención de agua y sus propiedades espesantes, emulsificantes y estabilizantes (Almaguer et al., 2019).

Se ha usado en la elaboración de un aderezo tipo mayonesa donde se utilizó como agente emulsificante sin afectar las propiedades del producto y a la vez contribuyendo a su mejoramiento, aportando en la reducción de colesterol y alargando su vida de anaquel (Romo et al., 2016).

### **1.3.10 Mermeladas**

La elaboración de mermeladas es uno de los aprovechamientos más conocidos de la fruta que no presenta características adecuadas (mala calidad, mal aspecto, defectuosa presentación) para otros usos. Las mermeladas es el resultado de convertir fruta en pulpa por la aplicación de calor, por medio de una cocción, adicionando proporciones de azúcar, ácido cítrico y en ocasiones coagulantes como la pectina y colorantes orgánicos (Briz Vilanova, 1969).

El uso de aditivos en las mermeladas se hace para complementar la falta de características en los frutos utilizados. Si las frutas tuvieran siempre las mismas características la elaboración de mermelada sería una tarea sencilla y simple (Briz Vilanova, 1969).

En la elaboración de mermelada al alcanzar 65° Brix y una acidez de 1% con un contenido de 1% de pectina se empieza a formar el gel (Gaetano & Figueroa, 1997).

Las mermeladas son un producto que casi siempre están presente en los hogares, teniendo cerca de un 75% de estar presente en la cocina del hogar (Ortega Carranza & Parra Cazarez, 2012).

## 1.4 MATERIALES Y MÉTODOS

La elaboración de los productos imitación mermelada se llevó a cabo en los laboratorios del Departamento de Ciencia de los Alimentos del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, los subproductos de piña fueron donados por la empresa Jugos y Chocos Tony del estado de Aguascalientes, desde el mes de Abril del 2019 hasta el mes de Febrero de 2020.

### 1.4.1 Materiales

#### 1.4.1.1 *Recolección de cáscara de piña*

Se recolecto la cáscara de piña de frutas frescas, se seleccionó las cáscaras con características físicas similares, los desechos de piña se obtuvieron principalmente de la empresa Jugos y Chocos Tony productora de jugos local en el municipio de Aguascalientes. Se utilizo contenedores plásticos para la recolección de la cáscara y se procesó el mismo día de recolección.

#### 1.4.1.2 *Sanitización de cáscara de piña*

La cáscara de piña se colocó en un recipiente con una solución de NICON-PQ a una concentración de 2ml por cada 10L de agua cubriendo en su totalidad las cáscaras, durante 5 minutos.

#### 1.4.1.3 *Deshidratado de cáscara de piña*

##### *Deshidratado por aire caliente*

Se colocaron en las charolas del deshidratador, el deshidratado se llevó a cabo durante 48 horas a una temperatura de 60° C en un deshidratador Excalibur Paralex.

##### *Deshidratado por liofilización*

Se colocaron las cáscaras en charolas plásticas, las charolas se colocaron en un congelador durante un día previamente (esto para reducir tiempos en el liofilizador) y después se colocaron en el liofilizador (LABCONCO Outside U.S 816-335) se dejaron en el equipo por 48 horas, el cual deshidrato las muestras por medio de sublimación del agua

de la cáscara de piña mediante un vacío y aplicación de calor alrededor de 550 Kcal/Kg, a una temperatura de 0.0099 °C y una presión de 610.5 Pa.

#### 1.4.1.4 Molienda

Las cáscaras deshidratadas por los dos métodos mencionados se tomarán y se triturarán en un procesador de la marca Osterizer Blender Classic de 2 velocidades, utilizando la velocidad rápida, durante 2 minutos aproximadamente.

#### 1.4.1.5 Tamizado

Se realizó un tamizado durante 30 minutos con una malla de .500 mm obteniendo partículas menores a este tamaño para la elaboración del producto imitación mermelada.

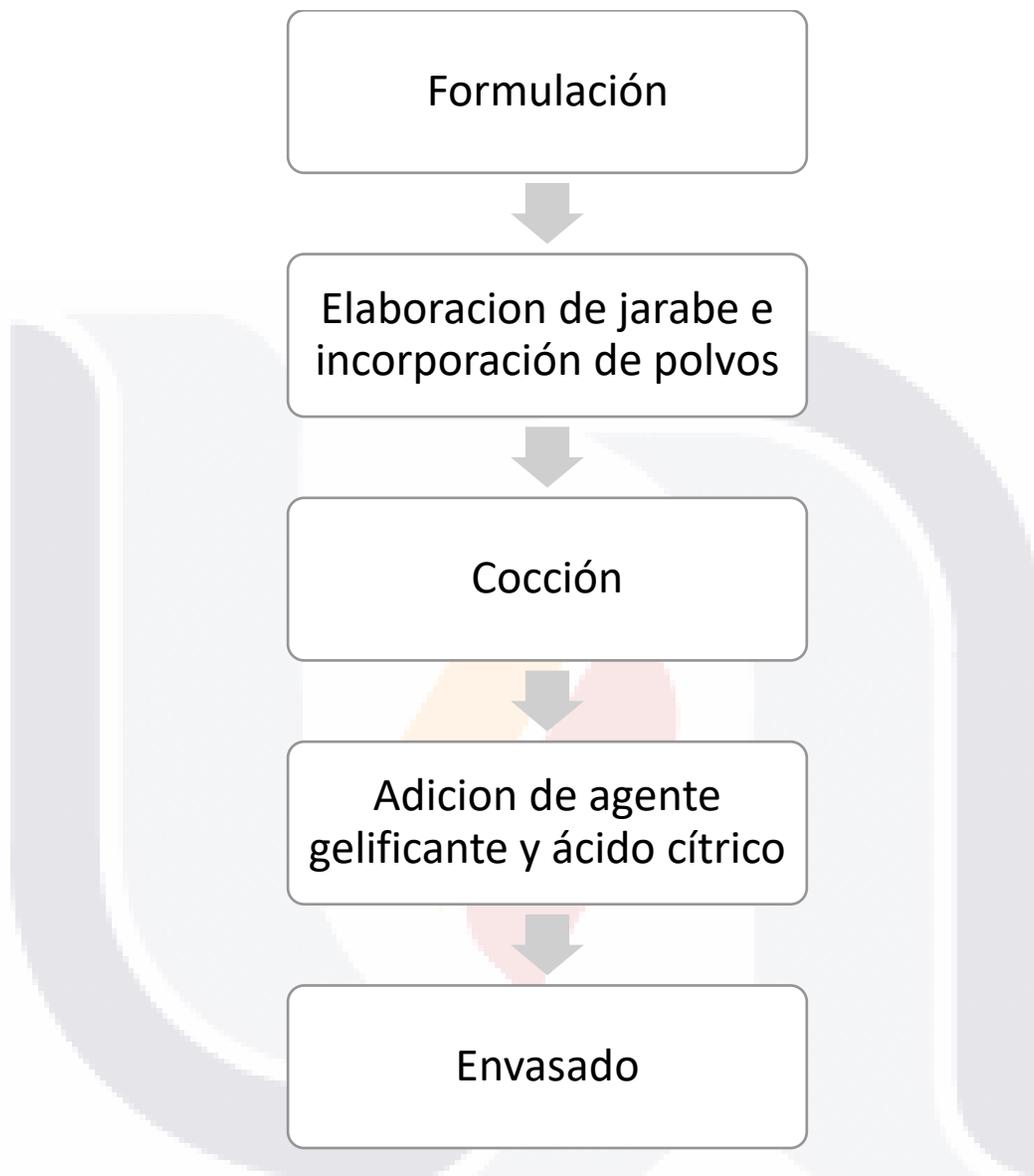
#### 1.4.1.6 Formulación

La formulación se partió de la elaboración de un jarabe con una concentración de 60°Brix.

Tabla 1 Formulación de Tratamientos para la elaboración de mermeladas

Tratamientos	Cáscara deshidratada aire caliente	Cáscara deshidratada liofilización	Concentración polvos 5%	Pectina 0.5%	Quitosano 1%
MACP	X		X	X	
MLIOP		X	X	X	
MACQ	X		X		X
MLIOQ		X	X		X

1.4.1.7 Etapas de proceso de elaboración de mermelada



Formulación

La formulación partió de la elaboración de un jarabe (58 ml agua purificada y 42 g de azúcar), se pesó 5% de polvos obtenidos de la deshidratación de cáscaras por aire caliente y por liofilización, en el caso del agente gelificante siendo pectina se utilizó el 0.5% y en el caso de quitosano fue el 1%, como activador para el agente gelificante se utilizó el 0.6% de ácido cítrico.

### Elaboración de jarabe e incorporación de polvos

El jarabe se formuló para obtener una concentración de 60°Brix, se pesó 42 g de azúcar y se midieron 58 ml de agua purificada, se colocaron en una olla y se pusieron a fuego lento, al disolverse el azúcar en el agua y llegar a los 60°Brix se incorporaron los polvos.

### Cocción

La cocción se llevó a cabo a una temperatura de 70° C y 85° C para evitar la hidrólisis del azúcar y el oscurecimiento de los polvos, se mantuvo un movimiento constante y se monitoreo la concentración de °Brix.

### Adición de agente gelificante y ácido cítrico

El agente gelificante y el ácido cítrico se incorporaron a la olla de cocción evitando crear grumos. Se mantuvo movimiento constante y se siguió monitoreando los °Brix hasta llegar a una concentración de 60-65°Brix

### Envasado

El envasado se llevó a cabo a una temperatura mayor a los 70° C, en recipientes de vidrio previamente lavados y desinfectados.

## **1.4.2 Métodos**

### *1.4.2.1 Análisis Químico Proximal*

#### Contenido de Humedad

Se utilizo el Método gravimétrico de secado en estufa (Felisa 120 UAC) Método AOAC 44-15.02 15ta Ed. 1990 con el objetivo de conocer su contenido de humedad.

#### Determinación extracto etéreo

Se determino con la extracción continua con éter de petróleo Método Goldfish (AOAC, 1995). Se pesaron 3 g de muestra previamente secados en los cartuchos de extracción (Whatman, 2800258, UK). Las mediciones se realizaron por triplicado.

### Proteína

La determinación de proteína se realizó un análisis de nitrógeno proteico a las muestras (Método 46-16.01; AOAC, 1984); usando la metodología de Dumas (LECO FP-528, 601-500-300, USA), en la cual existe una liberación de nitrógeno por pirolisis por una combustión en una atmosfera libre de oxígeno. Se realizo la medición por triplicado.

### Cenizas

Se desecaron las muestras a 60°C y después se calcinaron en una mufla (Felisa, FE-340, MEX) a 550°C, las cenizas se pesaron en una balanza digital de 0.0001g (AE ADAM, AE438616, USA). Usando la metodología AACC 13.009 se realizaron las mediciones por triplicado.

#### *1.4.2.2 Análisis Fisicoquímico*

### Solidos Solubles (°Bx)

Para llevar a cabo la medición de grados brix se calibro con agua destilada a 20°C, después de esto se tomó una muestra liquida a 20°C, la medición la realiza el equipo en 2 segundos aproximadamente, esto se repitió 3 veces para la obtener resultados más confiables (HANNA HI 96801).

### Determinación de pH

Se determino el pH de cada producto imitación mermelada con un pH metro pre-estandarizado (HANNA pHep® 4).

### Actividad de agua ( $a_w$ )

Se determino con un equipo AQUA LAB series 3 Decagon Devices, Inc.

### Color

Se realizo una evaluación de color con un Colorímetro Minotla CR-400 obteniéndose las coordenadas CIE-L\*a\*b\* a.

### Propiedades Mecánicas

Se evaluaron las propiedades mecánicas de los productos imitación mermelada utilizando el protocolo Marmelade Test (P/0.5R) obteniéndose la fuerza de gel y fuerza de ruptura se determinaron en un analizador de textura (Texture Analyzer TA-XT2).

### Consistencia

Se realizó la medición de consistencia adecuando la metodología de Castillo (2003) con un consistómetro Bostwick de acero inoxidable con escala graduada de 24 cm (ZXCON), se niveló el equipo y llenó el compartimento con 100 mL de muestra a una temperatura de 25°C, el recorrido de la muestra se midió por un lapso de un minuto.

### Acidez Titulable

El porcentaje de acidez titulable en los productos imitación mermelada se determinó adecuando una metodología según los parámetros NMX-F-102-S-1978 para productos espesos y de difícil filtración. Se mezcló el producto para asegurar una muestra uniforme, se pesó 30 g de la muestra y se colocó en un matraz de 200 mL y se disolvieron con agua caliente a 45°C, se filtró con papel para filtrado. Del filtrado y las aguas de lavado se transfirieron 25 mL a un matraz aforado de 50 mL diluyendo hasta aforar con agua recientemente hervida, las soluciones se titularon con NaOH 0.1 N y se registraron los mL que se gastaron hasta alcanzar un pH 8.3, las mediciones se realizaron por triplicado y se expresaron como miliequivalentes ácido cítrico anhidro (1 mL de NaOH 0.1N = 0.006404 g de ácido cítrico anhidro),

#### *1.4.2.3 Análisis Microbiológico*

Se llevará a cabo un análisis microbiológico con el método para tomar muestra de la NOM-110-SSA1-1994 con el objetivo de investigar contenido de coliformes, hongos, levaduras y mesofílicos aerobios y basado en el límite permitido de la NOM-130-SSA1-1995.

Tabla 2 Especificaciones Microbiológicas para Mermelada

MICROORGANISMO	LIMITE UFC/g
Mesofílicos aerobios	50
Coliformes totales	Menos de 10
Mohos y levaduras	Menos de 10

### 1.4.3. Análisis Estadístico

Los resultados se analizarán utilizando el paquete estadístico GraphPadPrism para Windows, donde, fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar (n=3). Se aplicó prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

## 1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La elaboración de productos imitación mermelada se logró, al aprovechar las cáscaras de piña, utilizando polvos que se obtuvieron por la deshidratación de las cáscaras por medio de liofilización y de deshidratación por aire caliente (12% materia seca),

### 1.5.1. Análisis Microbiológico (Cáscaras Frescas)

En Tabla 1. 3, se pueden observar los resultados obtenidos del recuento en placa de coliformes totales, mesófilos aerobios, hongos y levaduras, de las cáscaras de piña sanitizadas y no sanitizadas. Se realizaron 5 diluciones para poder llevar a cabo el conteo de unidades formadoras de colonias, utilizando la dilución -4 en la cual fue posible el conteo.

*Tabla 1. 1. Calidad microbiológica en cáscara de piña*

<b>Muestra</b>	<b>Coliformes totales (UFC)</b>	<b>Mesófilos aerobios (UFC)</b>	<b>Hongos y levaduras (UFC)</b>
<b>Sanitizada 1</b>	$1.0 \times 10^4$	$1.0 \times 10^4$	$2.0 \times 10^4$
<b>Sanitizada 2</b>	$1.0 \times 10^4$	-	$1.0 \times 10^4$
<b>No Sanitizada 1</b>	$4.0 \times 10^4$	$4.0 \times 10^3$	$4.0 \times 10^4$
<b>No Sanitizada 2</b>	$5.0 \times 10^4$	$5.0 \times 10^3$	$6.0 \times 10^4$

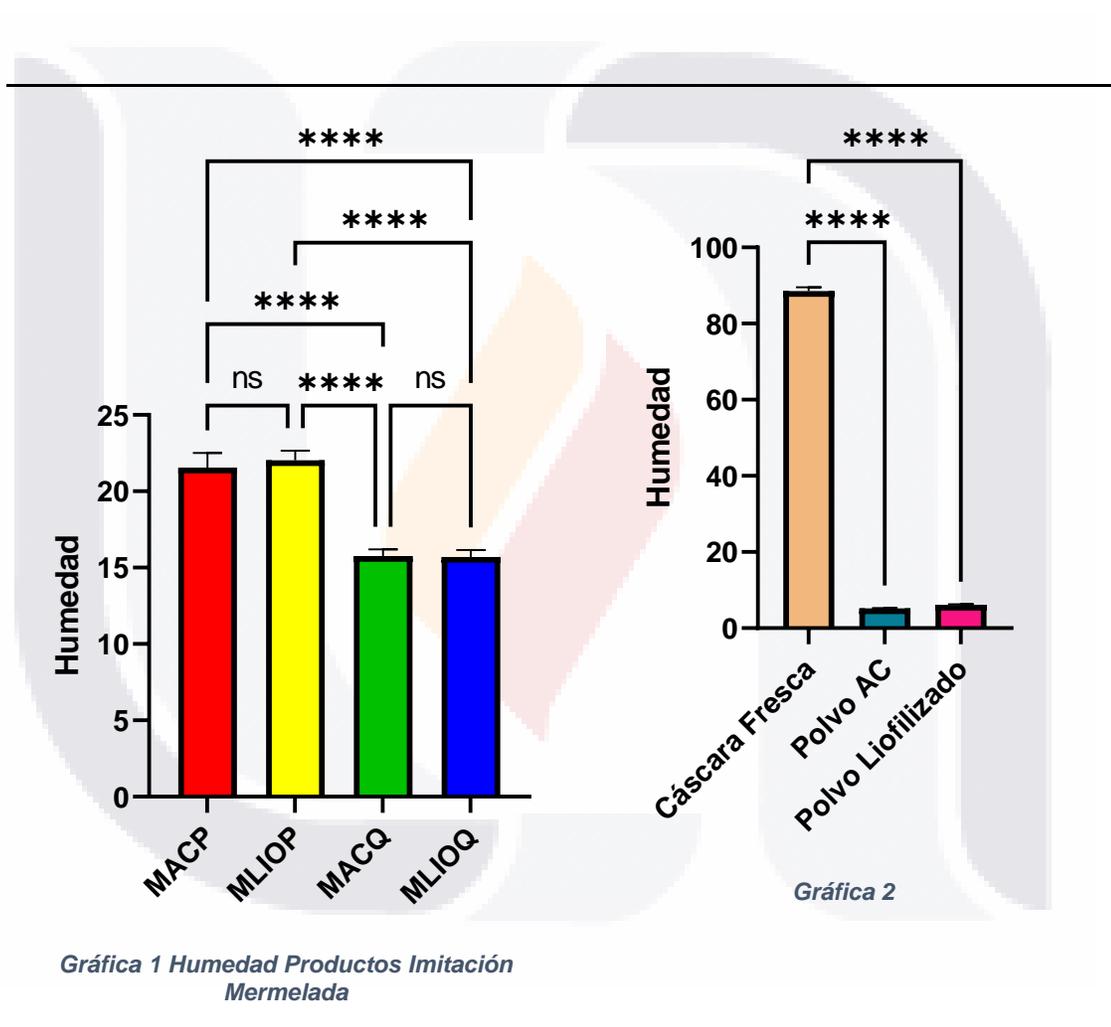
UFC, Unidades formadoras de colonia.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede observar que las cáscaras a las que se les aplicó el sanitizado después de la recolección (a pesar de que en la industria se llevó a cabo un lavado y sanitizado previo al procesamiento de la fruta) tuvieron un menor número de UFC en todos los casos (coliformes, mesófilos, hongos y levaduras) obteniendo una mejor calidad de materia prima para el procesamiento de los productos imitación mermelada.

### 1.5.2. Análisis Químico Proximal

#### 1.5.2.1 Humedad

El análisis de contenido de humedad fue realizado a las cáscaras de piña en fresco, a los polvos obtenidos por liofilización y deshidratado por aire caliente y estos se muestran en los gráficos 1

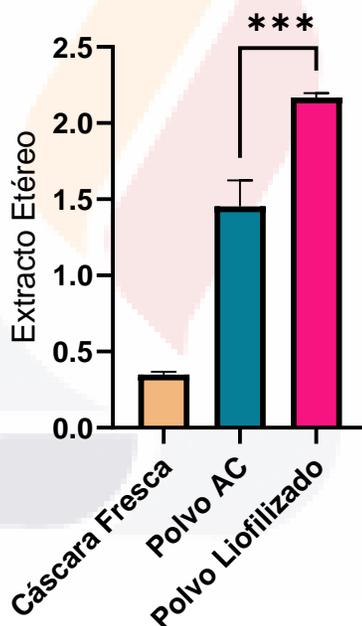


Podemos observar que la humedad en los productos imitación mermelada elaborados con pectina tienen una mayor retención de agua en comparación con los productos elaborados con quitosano.

### 1.5.2.2 Extracto etéreo

En la determinación de extracto etéreo, se puede observar que en fresco el porcentaje de grasa obtenido tiene una media de  $0.3481 \pm 0.02$ , en los polvos obtenidos por los 2 tipos de deshidratación se puede observar que los polvos obtenidos por liofilización tienen un mayor porcentaje de extracto etéreo, esto se debe posiblemente a que los polvos obtenidos por liofilización son más finos que los obtenidos por deshidratado por aire caliente, a pesar del uso de un mismo tamiz (.500 mm), y como menciona Cardona (2006) en partículas más pequeñas existe un mejor contacto con el solvente y una mayor disponibilidad del extracto.

Tabla 1.5. Extracto Etéreo

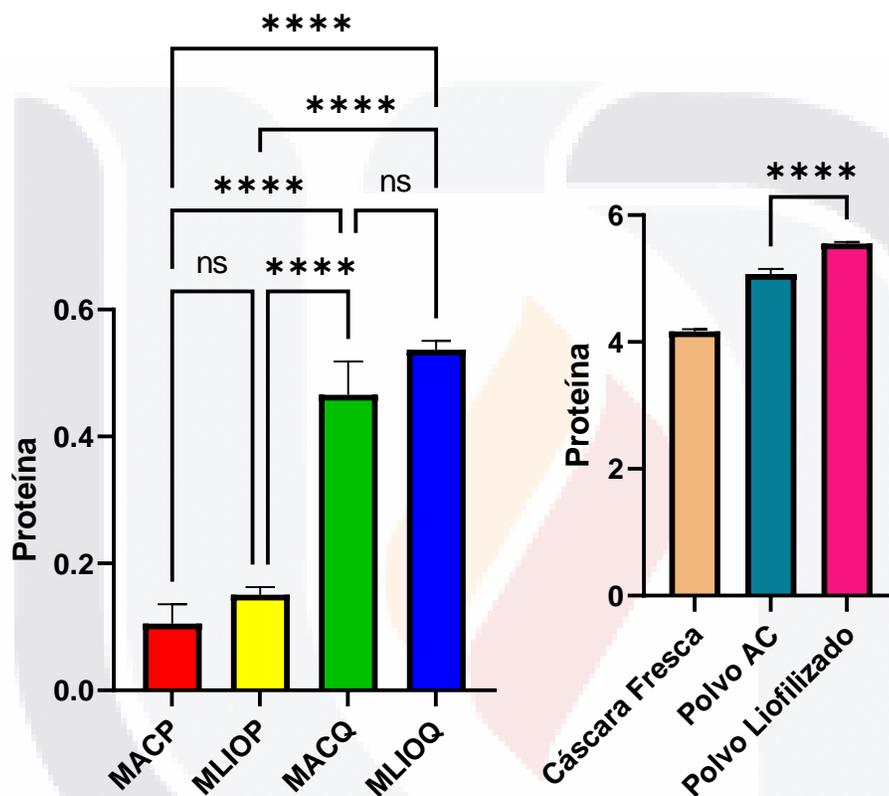


### 1.5.2.3 Proteína

El contenido de proteína en las cáscaras frescas obtuvimos una media del  $4.17 \pm 0.36$ , coincidiendo con los resultados obtenidos por Aruna (2019) que obtuvo un porcentaje de

4.53 ± 0.27. En polvos podemos observar resultados diferencias significativas (P<0.0001). Donde podemos observar diferencias significativas son en los resultados de proteína en los productos imitación mermelada elaborados con pectina y con quitosano, donde los elaborados con quitosano tienen un porcentaje mayor de proteína.

Tabla 1.6. Proteína



#### 1.5.2.4. Cenizas

El porcentaje de cenizas que contiene un alimento nos da una relación con el contenido de minerales presentes. En los tratamientos de polvos podemos observar un mayor contenido de minerales en los que fueron liofilizados, comparado con los resultados de Selani et al., (2014) podemos observar que hay diferencias significativas, pero ahí mismo menciona que el contenido de minerales depende de la variedad de piña y de los compuestos utilizados en el cultivo del fruto.

Tabla 1.7. Cenizas

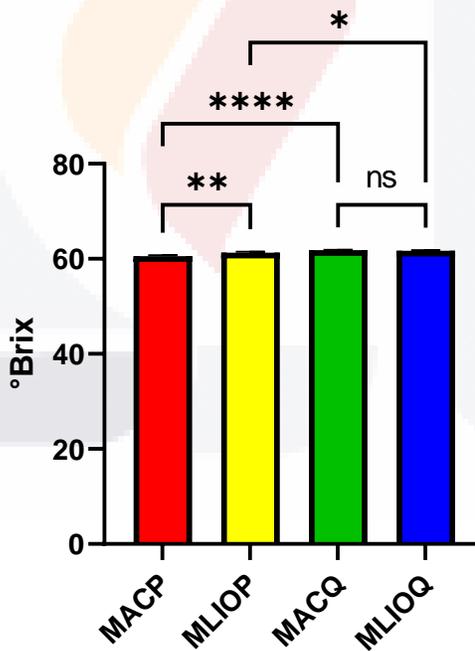
Muestra	Cenizas (%)
Fresca	0.42 ± 0.08
PAC	4.46 ± 0.02
PLIO	5.19 ± 0.18

### 1.5.3. Análisis Fisicoquímicos

#### 1.5.3.1 Sólidos Solubles (°Brix)

Los resultados obtenidos de sólidos solubles en los productos imitación mermelada se encuentran en el rango mencionado en (CODEX STAN 296-2009) 60 – 65%.

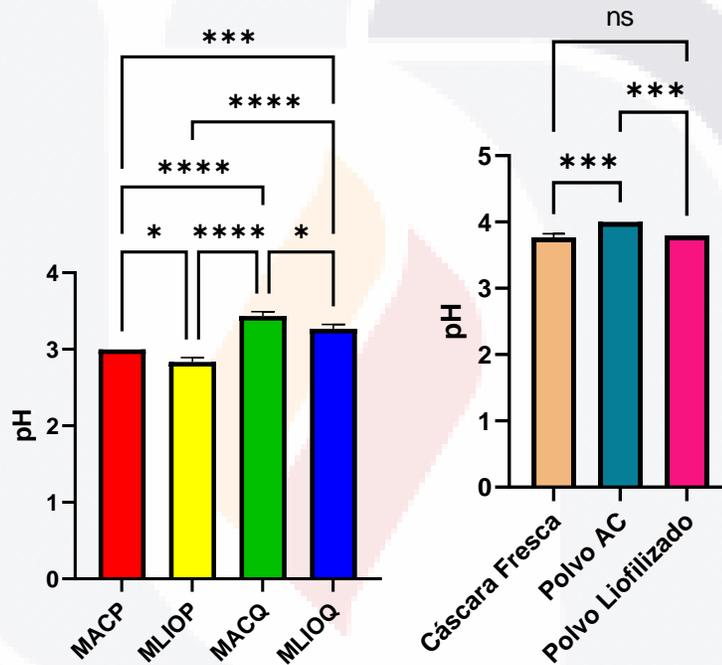
Tabla 1.6. °Brix



### 1.5.3.2 pH

Los resultados obtenidos de pH en fresco coinciden con el resultado obtenido por Selani et al., (2014) (pH  $3.86 \pm 0.07$ ). Los tratamientos de polvos, así como en los productos imitación mermelada podemos observar que en los 2 casos de liofilización el pH es menor que en los deshidratados por aire caliente. Estos resultados nos dan una seguridad de que el riesgo de deterioro del producto es menor.

Tabla 1.7. pH



### 1.5.3.3 Actividad de agua ( $a_w$ )

El análisis de actividad de agua es de alta importancia ya que nos puede asegurar una mejor conservación de los alimentos con resultados lejanos a 1.0 como lo menciona Arévalo (2017), los alimentos con una menor actividad de agua son más estables a temperatura ambiente y se pueden conservar sin necesidad de refrigeración.

Tabla 1.8.  $a_w$

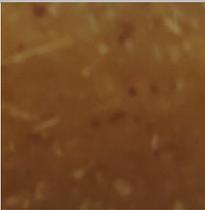
Muestra	$a_w$
Fresca	$0.98 \pm 0.003$

<b>PAC</b>	0.27 ± 0.002
<b>PLIO</b>	0.35 ± 0.005
<b>MACP</b>	0.86 ± 0.001
<b>MLIOP</b>	0.86 ± 0.005
<b>MACQ</b>	0.86 ± 0.004
<b>MLIOQ</b>	0.87 ± 0.004

### 1.5.3.4 Color

El color es un parámetro el cual la mayoría de las veces no se le da la importancia que tiene al desarrollar un alimento, ya que como menciona Cabrera (2016) la percepción de las personas del color de los alimentos interviene en la motivación para elegir un alimento (colores verdes percibidos como saludables y negros como no saludables). Los productos elaborados con polvos liofilizados obtuvieron una coloración más clara a comparación de los deshidratados por aire caliente. En la figura 1.1 podemos observar que los colores obtenidos en los tratamientos de deshidratado por aire caliente en los casos de pectina y quitosano existen diferencia significativa, en cuanto a los colores obtenidos en los productos elaborados con polvos liofilizados tenemos resultados similares.

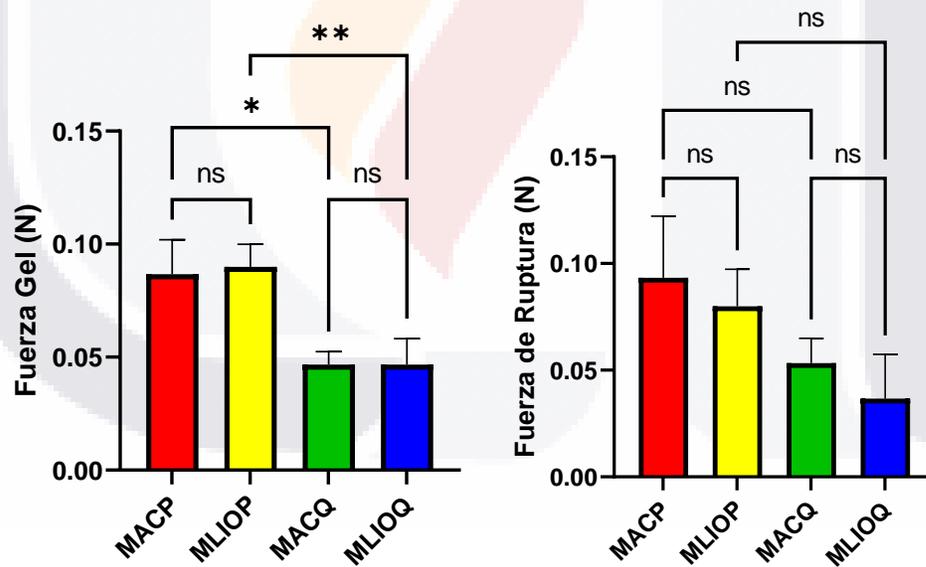
Figura 1.1. Color

Muestra	L*	h°	C*	Imagen de muestra
<b>MACP</b>	25.89 ± 0.30	79.06 ± 0.47	9.59 ± 0.05	
<b>MLIOP</b>	34.10 ± 0.09	88.18 ± 1.62	2.66 ± 0.03	

	24.23 ± 0.01	86.56 ± 0.55	6.52 ± 0.03	
<b>MACQ</b>				
	34.04 ± 0.07	88.85 ± 1.48	2.66 ± 0.05	
<b>MLIOQ</b>				

### 1.5.3.5 Propiedades Mecánicas

Con los resultados obtenidos con el protocolo Marmelade Test (P/0.5R) podemos conocer que existen diferencias significativas entre la fuerza de gel de los productos imitación mermelada elaborados con pectina y los elaborados con quitosano.

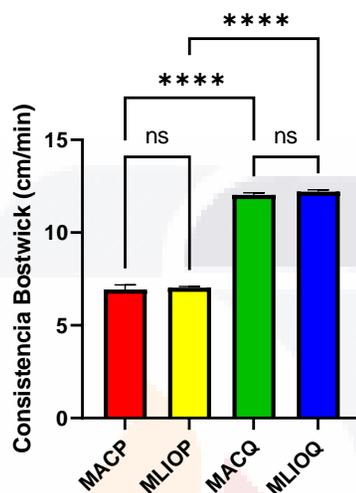


### 1.5.3.6 Consistencia

Por los resultados obtenidos podemos observar que en los productos imitación mermelada elaborados con pectina existe una diferencia significativa en comparación con los productos elaborados con quitosano teniendo estos un mayor recorrido en la escala

del consistómetro, dándonos esto como resultado que los productos elaborados con pectina tienen una consistencia más espesa a los elaborados con quitosano.

Tabla 1.8. Consistencia

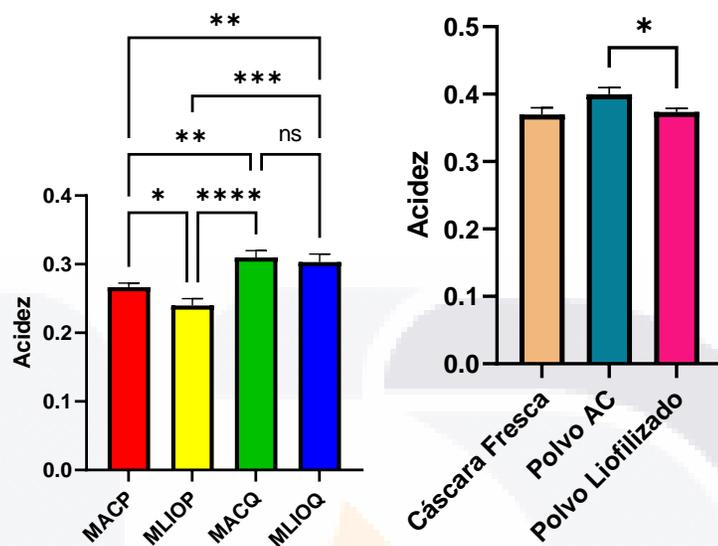


Resultados de la distancia en centímetros recorrida en el consistómetro Bostwick durante 1 minuto.

### 1.5.3.7 Acidez Titulable

La acidez en los alimentos representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres, estos pueden afectar el sabor, color, la estabilidad y la calidad en conservación de estos. Podemos encontrar diferencias significativas en todos los productos imitación mermelada excepto en los que fueron elaborados con quitosano entre sí.

Tabla 1.9. Acidez Titulable



## 1.6 CONCLUSIONES

Se puede concluir que los polvos de cascaras de piña obtenidos por deshidratación aire caliente y liofilización son aptos para la elaboración de un producto imitación mermelada, en cuanto a la acción gelificante del quitosano no se obtuvo un resultado similar comprada con la acción de la pectina, pero si existe un resultado aceptable en cuanto a las propiedades que obtiene el producto final.



## **CAPÍTULO II**

### **COMPUESTOS BIOACTIVOS EN PRODUCTOS IMITACIÓN MERMELADA ELABORADOS CON SUBPRODUCTOS DE LA PIÑA (CÁSCARAS)**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

Los consumidores tienen gran interés en los alimentos de origen vegetal, ya que aportan nutrientes y micronutrientes, pero también contienen compuestos bioactivos también llamados fitoquímicos o fitonutrientes las cuales pueden tener impacto significativo en la salud del consumidor (Martínez-Navarrete et al, 2008).

La actividad de los compuestos bioactivos, junto con los nutrientes que contienen los alimentos les da la denominación a los alimentos funcionales. La popularidad de los alimentos funcionales se debe a que el consumidor cada vez muestra más interés por mantener una buena salud mejorando sus hábitos alimenticios. Dentro del grupo de alimentos funcionales son considerados los alimentos contenientes de compuestos que tienen efectos beneficiosos en las funciones del organismo del consumidor (Martínez-Navarrete et al, 2008).

La fibra dietética esta presente en los residuos de varios frutos y vegetales, siendo la cáscara de piña un subproducto muy rico en fibra dietética (Rasgado et al, 2016).

Estudios epidemiológicos indican que la ingesta de fibra dietética en jóvenes y adultos mayores reduce considerablemente el riesgo de alteraciones cardíacas. También el consumo de fibra dietética mejora la concentración de colesterol en la sangre y ayuda a reducir el colesterol en ésta (Hernández et al, 2010).

Otro compuesto presente en la cáscara de piña es la bromelina, esta biomolécula se le han atribuido beneficios en tratamientos de desórdenes digestivos, enfermedades virales y se ha utilizado en la formulación de vacunas (Gallardo et al, 2008).

El objetivo de esta investigación fue evaluar las cantidades presentes de fibra dietética y bromelina en los diferentes productos imitación mermelada y determinar si existe algún aporte benéfico de estos compuestos para el consumidor.

## **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Caracterizar funcionalmente los productos imitación mermelada elaborados con polvos de cáscara de piña y quitosano, para determinar la efectividad de los subproductos como ingredientes funcionales.

## **2.3 MARCO TEÓRICO**

### **2.3.1 Importancia de los compuestos bioactivos**

Los alimentos están compuestos por un gran número de sustancias que se clasifican principalmente en tres tipos: nutrientes, compuestos indeseables o antinutricionales y compuestos bioactivos (Urango Marchena et al., 2009). Los compuestos bioactivos son coloquialmente conocidos como nutraceuticos y se definen por ser compuestos esenciales y no esenciales (como las vitaminas) que se desarrollan en la naturaleza como parte de la cadena alimenticia, y generan efectos sobre la salud del humano (Biesalski et al., 2009).

Se caracterizan por aportar beneficios a un nivel más alto que los considerados como nutrición básica (Herrera-Chalé et al., 2014). No se niega que el efecto de estos compuestos dentro de un ser vivo puede tener efectos negativos, casi fatales dependiendo de la sustancia, la dosis o la bioviabilidad (Guaadaoui et al., 2014); sin embargo, algunos de estos compuestos son utilizados para mejorar la dieta de pacientes con sobrepeso, y se cree que puede mejorar el estado de salud y previenen el desarrollo de otras enfermedades como cáncer, enfermedades cerebrovasculares y cardiovasculares, e incluso Alzheimer (Martínez-Navarrete et al., 2012; Herrera-Chalé et al., 2014).

Por lo anterior, los desarrollos científicos y tecnológicos están aumentando la posibilidad de modificar la comida tradicional para generar fuentes nuevas de alimento que cumplan con los requisitos dietéticos para cada situación. En la actualidad se usa la genética, la química y la biología molecular para poder lograr esto. Ahora la comunidad científica puede fabricar alimentos con características específicas, lo que sugiere que hoy en día se tiene una mejor comprensión de la salud nutricional (Biesalski et al., 2009).

### 2.3.1.1 Clasificación de compuestos bioactivos

Los compuestos bioactivos se encuentran generalmente en pequeñas cantidades en productos de origen vegetal y alimentos ricos en lípidos (Herrera-Chalé et al., 2014).

Los alimentos de origen vegetal, como frutas, cereales, hortalizas y derivados, son productos de gran interés porque aportan macronutrientes y micronutrientes y, además, contienen una serie de sustancias bioactivas denominadas fitoquímicos cuya función tiene impactos significativos para nuestra salud (Martínez-Navarrete et al., 2008). En algunos casos son antioxidantes, ayudan a bajar el colesterol o forman parte del complejo conocido como fibra. De igual manera son compuestos que intervienen en el metabolismo secundario de las plantas y son los que brindan pigmentos y sustancias aromáticas, regulan su crecimiento, aunque también están presentes como protectores naturales ante parásitos o en la atracción de polinizadores (García Mayordomo, 2016).

Son cuatro grandes grupos de compuestos bioactivos que podemos encontrar en el reino vegetal, entre ellas se incluyen sustancias nitrogenadas, las azufradas, terpénicas y fenólicas (Martínez-Navarrete et al., 2008; Capriotti et al., 2018):

- Sustancias nitrogenadas: Son biomoléculas que contienen nitrógeno como las macromoléculas (como ácidos nucleicos y proteínas) o productos de desecho. Las porfirinas, que se encuentran en la hemoglobina, mioglobina, citocromos y catalasa, entre otras moléculas (Sánchez-Enríquez et al., 2014).
- Sustancias azufradas: Predominan en algunas verduras de la familia de la col (Brassicaceae), cebollas y ajos (Amaryllidaceae; Martínez-Navarrete et al., 2008).
- Sustancias terpénicas: Entre los terpenos se encuentran el d-limoneno, los carotenoides y los fitosteroles. Algunas sustancias con estructura terpénica que se utilizan en medicamentos son alcanfor, cineol, eucalipto, mentol, pino, terpina, tomillo y trementina (Martínez-Navarrete et al., 2008; Gámez-Lechuga, 2011).
- Sustancias fenólicas: Se encuentran principalmente en frutas rojas, moradas, en cítricos y manzana. Se clasifican en flavonoides, fenilpropanoides, estilbenoides, y derivados del ácido benzoico (Martínez-Navarrete et al., 2008).

Los alimentos de origen animal también aportan sustancias bioactivas como AGO n-3 de pescados, CLA en carne de rumiantes, luteína de huevo, péptidos de lácteos (Collantes, 2018). Los animales marinos tienen un buen potencial como ingredientes alimentarios

funcionales porque tienen efectos fisiológicos ventajosos para la salud, debido a que son anticancerígenos y antiinflamatorios. Entre otros compuestos de origen marino son el quitosano y florotaninos (que se encuentra en algas marrones; Santos Fernandes et al., 2019). Además de los potenciales nutricionales y médicos, algunos bioactivos derivados de animales tienen amplias aplicaciones en los campos de la alimentación, biotecnología y agricultura (Zhang et al., 2013).

### **2.3.2 Fibra dietética**

La definición que dio Hipsley en 1953 a la “fibra dietética” es el constituyente no digerible de las paredes celulares de los vegetales (Hipsley, 1953).

En cuanto a las definiciones más recientes, la “fibra dietética” está conformada por polímeros de carbohidratos y polisacáridos no amiláceos que principalmente se encuentran en las paredes de células vegetales. En estos se encuentra celulosa, hemicelulosas, hemiglucanos y pectinas, como también polisacáridos que provienen de algas, como gomas y mucilagos. También se incluyen polisacáridos de reserva no digeribles como inulina y almidón resistente. Definiciones actuales agregan a los carbohidratos análogos no digeribles que pasan a través del intestino delgado sin cambios. Además, se incluyen sustancias como la lignina. Como última propuesta del Codex Alimentarius incluye polímeros de carbohidratos con un grado de polimerización no menor a 3. El debate en cuanto a la definición de “fibra dietética” continúa y las opiniones favorecen a que se regrese a la definición original “la fibra dietética consiste intrínsecamente de polisacáridos de pared celular vegetal” (Gray, 2006).

Según estudios en humanos se ha demostrado que consumir 15g al día de fibra dietética reduce significativamente las probabilidades de desarrollar diabetes (Slavin, 2013).

Los subproductos de piña contienen grandes cantidades de fibra, sobre todo fibra dietética insoluble siendo esta de una calidad muy buena, esta fibra puede usarse en el desarrollo de alimentos con bajo contenido de calorías y alimentos enriquecidos con fibra dietética (Kogagoda & Maraoana, 2017).

### **2.3.3 Bromelina**

La bromelina es una mezcla de encimas que se encuentran en las hojas y el tallo del fruto de la piña (*Ananas comosus*). Su presencia en la piña se detectó en 1891 por Marcano, y tiempo después se conoció su actividad (López et al., 1996). Sus efectos son principalmente un producto de su actividad proteolítica, que estimula la fibrinólisis al aumentar la plasmina. También se ha demostrado que previene la producción de cinina e inhibe la agregación de plaquetaria (Zengion et al., 2011).

En el área de alimentos la bromelina ha sido utilizada en las industrias cervezeras (clarificación de cerveza), en la industria de cereales (solubilización de proteína), en la industria cárnica (ablandamiento de carnes), así como en la producción de galletas y la producción de proteína hidrolizada (Walsh et al., 2002).

Debido a que su mecanismo de acción es generalmente antiinflamatorio, es usada por la medicina del deporte para tratar una variedad de condiciones inflamatorias y que presentan mucho dolor (Zengion et al., 2011; Mohan et al., 2016); de igual manera es utilizada en la industria cosmética y farmacéutica (Mohan et al., 2016).

## **2.4 MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente Capítulo del estudio se llevó a cabo en los laboratorios del Departamento de Ciencia de los Alimentos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

### **2.4.1 Materiales**

Se utilizará los polvos de cáscara de piña, obtenidos por deshidratación por aire caliente y liofilización, y los productos imitación mermelada: MACP=Mermelada de polvos aire caliente con pectina, MLIOP= Mermelada polvos liofilizados con pectina, MACQ= Mermelada de polvos aire caliente con quitosano, MLIOQ= Mermelada polvos liofilizados con quitosano; elaborados como se mencionó en el Capítulo I de este documento.

## **2.4.2 Métodos**

### *2.4.2.1. Extracción de Bromelina*

A partir de la metodología de Dalgo (2012) se partió de la cáscara de piña, la cual se licuo y se filtró para obtener su jugo, se midieron 10 mL de jugo y se agregó 15 mL de etanol al 96% los cuales se almacenaron en tubos Falcón de 50 mL un congelador (-10°C) durante 7 días.

Para los polvos se hizo una adaptación de la metodología ya mencionada, pesando 1 g de polvos deshidratados por aire caliente y por liofilización, se diluyeron con 9 mL de agua destilada a 40°C y se dejaron enfriar, a la solución se le agregaron 15 mL de etanol al 96% y se almaceno en tubos Falcón de 50 mL en un congelador (-10°C) durante 7 días. Se centrifugaron las muestras en tubos Falcón de 15 mL a 4500 rpm por 20 minutos y se eliminó el sobrenadante de las muestras.

### *2.4.2.2. Concentración de Bromelina*

Se pesaron crisoles de porcelana en una balanza analítica, se les coloco el concentrado de bromelina y se registró su peso, se pusieron a secar las muestras a 40°C en la estufa, durante 48 horas. Se sacaron de la estufa y se enfriaron en un desecador hasta obtener un peso constante y se registró el peso.

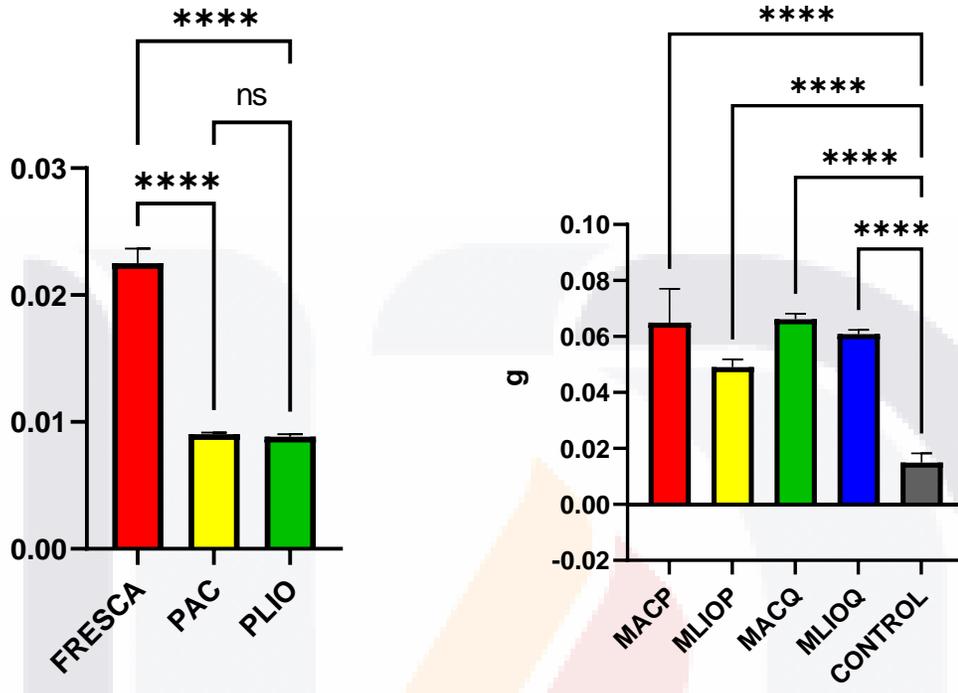
### *2.4.2.3. Fibra dietética*

El contenido de fibra dietética se determinará por medio del método enzimático gravimétrico (AOAC 991.43 y AACC 32-07.01), mediante adaptaciones a las especificaciones del Kit de determinación de Fibra Dietética Total (soluble e insoluble) K-TDFR-200A (MEGAZYM, IRL).

## **2.4.3 Análisis Estadístico**

Los resultados se analizarán utilizando el paquete estadístico GraphPadPrism para Windows, donde, fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar (n=3). Se aplico prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

### 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN



## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS SENSORIAL DE PRODUCTOS IMITACIÓN MERMELADA**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Actualmente, el esfuerzo para desarrollar nuevos productos en la industria alimentaria cada vez es más exigente (Rábade y Alfaro, 2008). Por lo que, para llegar a un mejor desempeño en la investigación de nuevos productos se han desarrollado diferentes herramientas que determinan las preferencias del consumidor en cuanto a características física y químicas de los alimentos; de igual manera se aplican diferentes técnicas combinadas de investigación de mercado (Ramírez-Nava, 2012).

El análisis sensorial es una disciplina científica que evalúa las propiedades organolépticas mediante el uso de los sentidos para establecer estándares de calidad, aunado a esto se evalúa el contenido de nutrientes y la inocuidad de éste, pero estos análisis no son necesariamente determinantes en la aceptación o rechazo del alimento, por lo que dependerá totalmente de la preferencia de color, aroma, sabor y textura, por mencionar algunos (Osorio-Oviedo, 2020).

Estas propiedades se convierten en el criterio más importante que determinan y generan resultados fiables sobre las respuestas que da el consumidor sobre el alimento a evaluar (Rodríguez et al., 2015). En la industria de alimentos es de suma importancia porque se toman decisiones sobre la sustitución o formulación de un alimento para obtener uno que tenga una mejor aceptación para el mercado al que va dirigido.

Son varias las disciplinas que intervienen en el proceso de análisis, pero las principales son la psicofisiología y la estadística; la primera busca explicar cómo nuestro cerebro interpreta las señales y responde a ciertos estímulos; mientras que la estadística pretende obtener de manera concisa las conclusiones a partir de la información recopilada (Ibáñez y Barcina, 2001).

En el presente trabajo se muestra cómo se obtuvo información acerca de las preferencias del consumidor hacia cierto tipo de productos imitación mermelada. Se utilizó una prueba de aceptación con escala hedónica de 5 puntos, evaluando aroma, color, sabor y textura de los productos imitación mermelada.

## 3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar la aceptación del producto imitación mermelada mediante un análisis sensorial en una población de jóvenes universitarios.

## 3.3 MARCO TEÓRICO

### 3.3.1 Análisis sensorial

El análisis sensorial Deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido y es una disciplina científica que se enfoca en analizar, evaluar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos u otros materiales y sustancias que son percibidas por medio de los sentidos de la vista, gusto, olfato, oído y tacto (Olivas-Gastelum et al., 2009; Jiménez-Navas, 2012). Este tipo de evaluación tiene fundamento científico ya que engloba un conjunto de técnicas para la medición más precisa de las respuestas humanas a los alimentos para aportar información útil e influir en el desarrollo de productos, control durante la elaboración de estos, por mencionar algunos beneficios (Jiménez-Navas, 2012).

La aceptación de los alimentos por los consumidores está relacionada con la percepción sensorial de los mismos, y es común que existan alimentos altamente nutritivos, pero que no son aceptados por los consumidores debido a que se enfocan en otros atributos como en el grado de satisfacción al consumirlos; es decir, se orientan cada vez más por aspectos cualitativos que cuantitativos (Sancho et al., 1999; Picallo, 2009).

Debido a estas exigencias, la industria agroalimentaria ha tenido que explorar nuevas tecnologías para el desarrollo de productos y la comprensión de comportamiento del consumidor (Sharif et al., 2017). De aquí parte la importancia del proceso de evaluación sensorial en los alimentos, siendo ésta una técnica de medición tan importante, como los métodos químicos, físicos y microbiológicos (Olivas-Gastelum et al., 2009).

La selección de alimentos se basa en la calidad del producto, donde interviene la aceptación del consumidor y del punto de vista de los expertos, por lo que la necesidad de adaptarse a los gustos del consumidor obliga a que, de una manera u otra, se intente

descifrar cuál será el criterio del consumidor en la valoración sensorial que realizará el producto comestible (Sidel y Stone, 1993; Sáncho et al., 1999).

### **3.3.2 Bases psicofisiológicas del análisis sensorial**

La evolución sensorial es una función que el ser humano desarrolla desde su infancia de una manera consciente, donde aprende a aceptar y rechazar los alimentos de acuerdo a lo que experimenta al consumirlos. Es aquí donde se crean criterios para su selección, que a su vez van a definir el rumbo de la calidad global de los alimentos en la industria (Ibáñez y Barcina, 2001).

En este sentido, hay tres disciplinas propias del ser humano que estudian este tipo de análisis: La psicofisiología, psicología y la sociología. La primera explica la forma por la que nuestros sentidos se impresionan, así como su interpretación y respuesta del cerebro; la psicología propone la forma de transformar las técnicas subjetivas de evaluación en herramientas objetivas; y, la sociología pretende interpretar los resultados, ya depurados, de usos y costumbres de los consumidores para crear productos de su agrado. En este punto interviene la estadística porque extrae información y datos que los desarrolladores de productos pueden interpretar para mejorar sus servicios (Ibáñez y Barcina, 2001).

### **3.3.3 Aplicación del análisis sensorial**

La industria alimentaria colecciona pequeñas manufacturas (procesamiento de carne, frutas y verduras, confitería, lácteos, salchichas, vino y panadería) que producen una variedad alta de comida donde se involucra la agricultura, producción, procesamiento y conservación de los alimentos, envasado, distribución y venta (Sadiku et al., 2019).

El análisis sensorial es de especial interés para la industria alimentaria porque interviene en características específicas para cada producto. Los atributos que se buscan mejorar van a ser distintos en cada área de la industria alimentaria; por ejemplo, en la industria cárnica se busca que los productos conserven un buen olor y color (Pérez-Álvarez et al., 1998), mientras que en la industria panificadora es mejor obtener un producto más suave. Para esto, el análisis implica la exploración de un producto por los sentidos para determinar varios atributos de calidad como la vista, que describe la apariencia; el sabor y olfato, que describen la sensación que producen los alimentos; o el tacto, que arroja la forma, el tamaño, la rugosidad, la dureza o la temperatura de los materiales.

Las características más buscadas de un producto alimenticio se describen brevemente a continuación (Sharif et al., 2017):

- **Apariencia:** Se considera que la apariencia es la primera característica percibida por los sentidos humanos que juega un papel importante en la identificación y selección final de alimentos. Las propiedades de apariencia de un producto comprenden varios elementos visuales, que incluyen color, tamaño, forma, brillo, opacidad y transparencia (Hutchings, 1977; Hutchings, 2003), las cuales producen diversas sensaciones que conducen a diversos grados de aceptación o rechazo de la comida (Kildegaard, 2011).
- **Sabor:** Es particularmente difícil de medir por cualquier instrumento humano que no sea de manera subjetiva (Kramer, 2017). Además, los productos químicos que impulsan las preferencias de los consumidores todavía no se entienden en su totalidad, y se necesita más investigación al respecto (Sirangelo, 2019). El sabor es un fenómeno sensorial cuyo rol es denotar la percepción de olor y sensación en la boca, sea este dulce, salado, agrio u amargo, resultante de la estimulación de las terminaciones sensoriales que están agrupadas en la entrada del tracto alimenticio y respiratorio (Ramírez-Martínez, 2011). Las sustancias aromatizantes son la combinación de sabor y olor, que son percibidos por la nariz y la boca, y el gusto ayuda a identificar, aceptar y apreciar los alimentos (Sharif, 2017).
- **Aroma:** Se conforma por compuestos volátiles que son captados por los receptores de olor de los tejidos olfativos de la cavidad nasal. Estos compuestos se liberan durante el proceso de masticación. El olor es un parámetro fundamental que alora la calidad de los alimentos y diferencia los tipos de alimentos y, si este es agradable, hace que la comida sea apetecible (Bogacz-Radomska et al., 2008; Sharif, 2017).
- **Textura:** Se trata de una mezcla de sentidos, como el tacto, sensación en la boca, vista y oído (Torres et al., 2015). También incluye la consistencia, grosor, fragilidad, masticabilidad, y el tamaño y forma de las partículas en los alimentos, que en contacto con los sentidos fisiológicos del humano se puede discernir entre qué alimento es más apetecible que otro (Torres et al., 2015; Sharif et al., 2017).

### 3.4 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.4.1 Materiales

Se utilizará los productos imitación mermelada: MACP=Mermelada de polvos aire caliente con pectina, MLIOP= Mermelada polvos liofilizados con pectina, MACQ= Mermelada de polvos aire caliente con quitosano, MLIOQ= Mermelada polvos liofilizados con quitosano; elaborados como se mencionó en el Capítulo I de este documento.

#### 3.4.2 Métodos

##### 3.4.2.1 Análisis sensorial

Los métodos de clasificación para productos de alimentos y bebidas tradicionalmente involucraban a uno o dos expertos capacitados que calificaban puntajes en la apariencia, sabor y textura de los productos, pero estos métodos de evaluación tradicionales no pueden predecir la aceptación del consumidor (Singh-Ackbarali y Maharaj, 2014).

La única manera de evaluar la calidad sensorial o algunos de sus atributos es solicitando la opinión del consumidor, dado que el análisis sensorial no es una característica propia de los alimentos, sino el resultado de la interacción entre el humano y los alimentos (Castell, 2005). Por lo que para este trabajo se realizará un análisis sensorial por medio de una prueba afectiva de preferencia (Jiménez-Navas, 2012).

Las pruebas afectivas son aquellas en las que un juez o un grupo de jueces expresan su reacción subjetiva de cierto producto, el fin es indicar si es de su agrado o si prefieren otro (Cárdenas-Mazón et al., 2018).

El análisis sensorial se llevó a cabo con 15 jueces los cuales fueron de sexo femenino y masculino de una edad entre 25 y 55 años, que fueron elegidos y son residentes del estado de Aguascalientes. Se construyó una boleta para prueba hedónica de 7 puntos, la cual fue utilizada para evaluar los atributos sensoriales de los productos imitación mermelada, enfocándose en color, sabor, aroma y textura (**Figura 3**).

*Tabla 3 Boleta de prueba afectiva con una escala hedónica de 9 puntos.*

<b>Fecha:</b>		<b>Lugar:</b>	
<b>Nombre:</b>		<b>Edad:</b>	

**Instrucciones:** Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
1	Me gusta levemente		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
<b>M1</b>				
<b>M2</b>				
<b>M3</b>				
<b>M4</b>				

Donde: M1=Mermelada de polvos aire caliente con pectina; M2= Mermelada polvos liofilizados con pectina; M3= Mermelada de polvos aire caliente con quitosano; M4= Mermelada polvos liofilizados con quitosano.

**3.4.3. Análisis estadístico**

**3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Figura podemos observar los resultados obtenidos de las pruebas afectivas realizadas a los productos imitación mermelada utilizando una escala hedónica de 5 puntos. De la evaluación de color y textura, con base al análisis estadístico se puede observar que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los productos elaborados con polvos obtenidos por deshidratación por aire caliente y los elaborados con polvos obtenidos de liofilización teniendo una mejor aceptación los elaborados con polvos obtenidos por liofilización.

En cuanto al aroma, el análisis estadístico nos muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre todos los diferentes productos imitación mermelada, teniendo una mejor aceptación los productos MLIOP (Mermelada polvos liofilizados y pectina).

De los resultados obtenidos por el análisis de sabor, el análisis estadístico nos muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los 4 diferentes productos, teniendo una mejor aceptación los productos MLIOP (Mermelada polvos liofilizados y pectina).

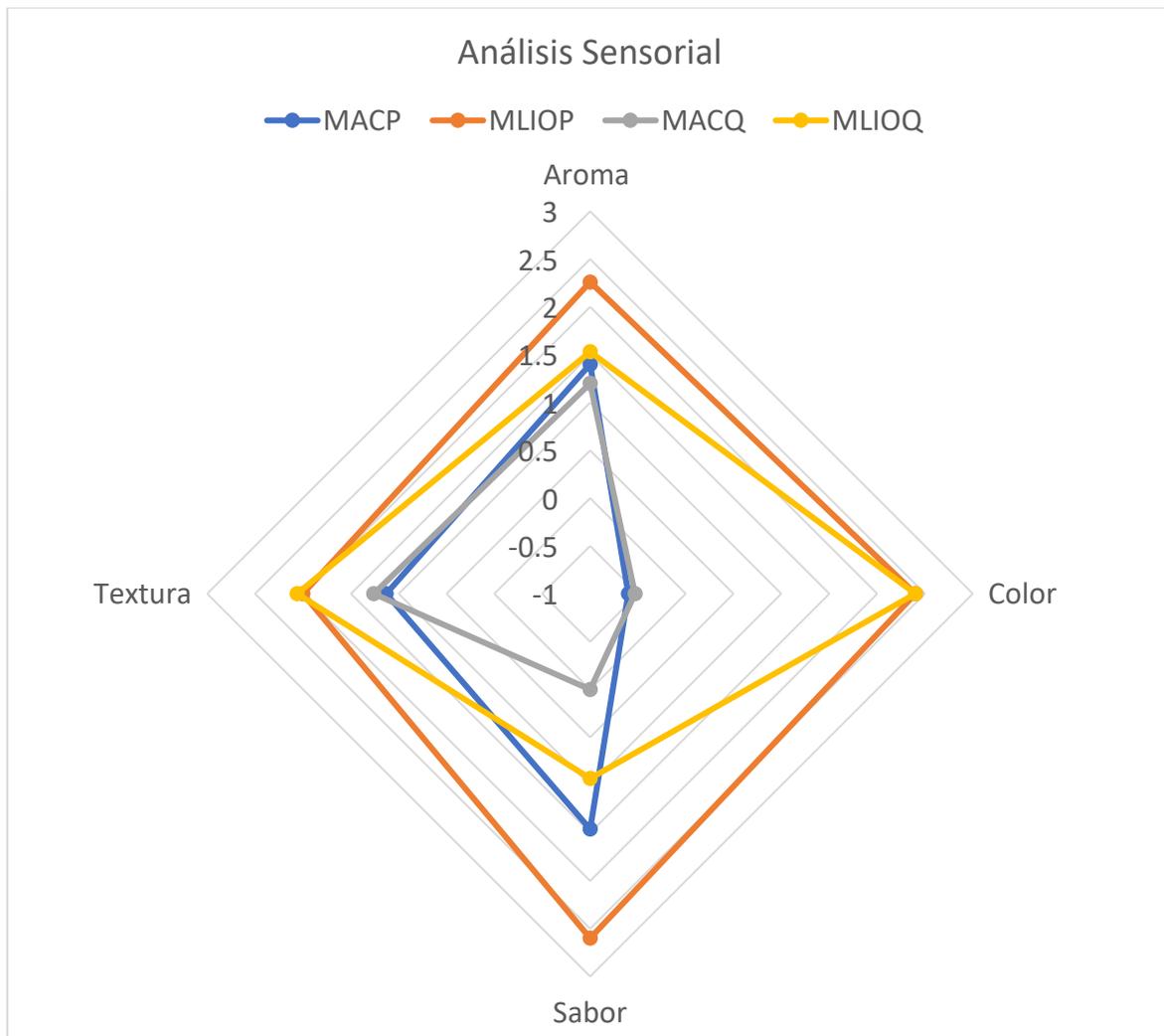


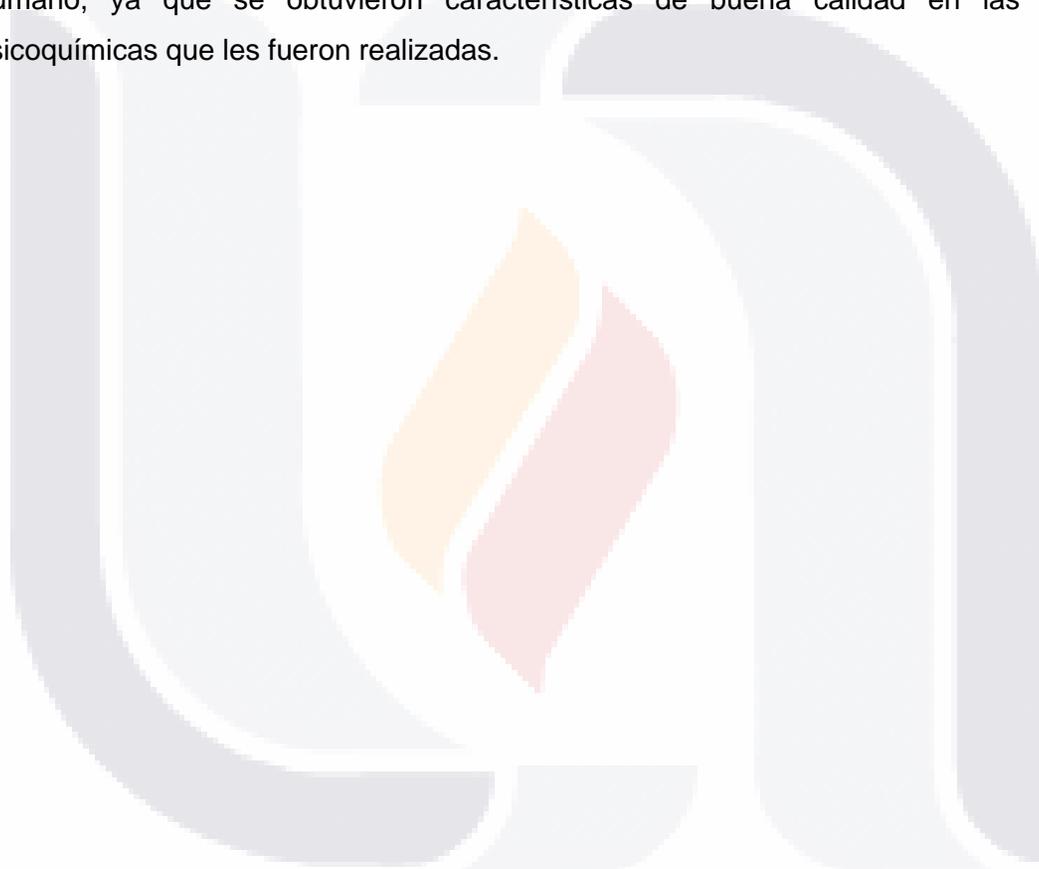
Figura 1 Análisis sensorial de productos imitación mermelada utilizando escala hedónica

### 3.6 CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se pudo conocer la aceptación de los productos imitación mermelada, se puede concluir que los productos con mayor aceptación son los

elaborados con polvos liofilizados y utilizando pectina como gelificante, esto debido a la diferencias obtenidas en sabor y textura, esto se puede deber a que los polvos obtenidos por liofilización tienen un tamaño más fino a los obtenidos por aire caliente a pesar de haber sido tamizados con el mismo tamaño de malla; y también a que los polvos obtenidos por liofilización no pierden tantas características como los obtenidos por aire caliente, siendo el deshidratado por aire caliente más agresivo que la liofilización.

Sin embargo, todos los productos imitación mermelada son aptos para el consumo humano, ya que se obtuvieron características de buena calidad en las pruebas fisicoquímicas que les fueron realizadas.



## REFERENCIAS

- Almaguer Lira, S., Díaz Narváez, G., Ramírez Carrillo, R., & Pérez Cabrera, L. (2019). Adición de Quitosano en helado de leche: agente emulsionante y estabilizante. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*.
- Arévalo Saenz, S. T. (2017). Agua en los alimentos. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.
- Aruna, T. E. (2019). Production of value-added product from pineapple peels using solid state fermentation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102193>.
- Ávila, P. Z. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*.
- Aworanti, O., Agarry, S., & Ogunleye, O. (2017). Biomethanization of the mixture of cattle manure, pig manure and poultry manure in co-digestion with waste peels of pineapple fruit and cotent of chicken-gizzard - part II: Optimization of process variables. *The Open Biotechnology Journal*, 54-71.
- Bardiya, N., Somayaji, D., & Khanna, S. (1996). Biomethanation of banana peel and pineapple waste. *Bioresource Technology*, 73-76.
- Bautista Baños, S., Ventura Aguilar, R., Correa Pacheco, Z., & Corona Rangel, M. (2017). Quitosano: un polisacárido antimicrobiano versátil para frutas y hortalizas en poscosecha. *Revista Chapingo*, 19.
- Biesalski, H.-K., Dragsted, L., Elmadfa, I., Grossklaus, R., Müller, M., Schrenk, D., . . . Weber, P. (2009). Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. *NUTRITION*, 1-4. doi:10.1016/j.nut.2009.04.023
- Bogacz-Radomska, L., & Pietkiewicz, J. (2008). *Aroma Production and Application in Food Products*. Bratislava, Eslovaquia: Ed. Markoš J. Bratislava: Slovak University of Technology.

- Bresolin, I. R., Lazzarotto , I. T., Silveira , E., Tambourgi, E. B., & Gava Mazzola, P. (2013). Isolation and Purification of Bromelain from Waste Peel of Pineapple for Therapeutic Application. *Brazilian archives of biology and technology*, 971-979.
- Briz Vilanova, F. H. (1969). Mermeladas de Frutas. *Hojas Divulgadoras*.
- Cabrera de Armas, M. (2016). La influencia del color en la percepción saludable de los alimentos. *Facultad de Psicología*.
- Calero, N., Muñoz, J., Ramírez, P., & Guerrero, A. (2010). Flow behaviour, linear viscoelasticity and curface properties of chitosan aqueous solutions. *Food Hydrocoloids*, 659-666.
- Capriotti, A. L., Cavaliere, C., & Lagana, A. (2018). Discovery of bioactive compounds. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 410, 3405-3406. doi:<https://doi.org/10.1007/s00216-018-1024-8>
- Cárdenas-Mazón, N., Cevallos-Hermida, C. E., Salazar-Yacelga, J., Romero-Machado, E., Gallegos-Murillo, P. L., & Cáceres-Mena, M. E. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 4(3), 253-263. Obtenido de URL:<http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>
- Cardona, E. M., Ríos, L. A., & Restrepo V, G. M. (2006). Extracción del carotenoide licopeno del tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*). *Revista de la facultad de Química Farmacéutica*, 44-53.
- Castell, E. (2005). El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad de los alimentos: una posibilidad real. *CTC Alimentación*, 23, 10-17. doi:ISSN: 1577-5917
- Castillo, M. J. (2003). Elaboración y caracterización de masa cocida a partir de siete variedades de plátano banano verde sometidas a diferentes tiempos y temperaturas de cocción. *Tesis de licenciatura*. Universidad Tecnica Particular de Loja, Quito.
- Collantes Miranda, A. (s.f.). *Compuestos bioactivos en alimentos fermentados a partir de sustratos naturales*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos.

- Conesa, C., Seguí, L., Laguarda Miró, N., & Fito, P. (2016). Microwaves as a pretreatment for enhancing enzymatic hydrolysis of pineapple industrial waste of bioethanol production. *Food and Bioproducts Processing*, 203-213.
- Cury R, K., Aguas M, Y., Martinez M, A., Olivero V, R., & Chams Ch, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11.
- Damasceno, K., Gonçalves, C., Pereira, G., Costa, L., Campagnol, P., Almeida, P., & Arantes Pereira, L. (2016). Development of cereal bars containing pineapple peel flour (*Ananas comosus* L. Merrill). *Journal of Food Quality*, 417-424.
- del Campo Portales, D., Fernández Cervera, M., Nieto Acosta, O. M., Fernández Núñez, E. G., & Delgado Díaz, L. (2007). Estudio de la quitosana cubana como agente aglutinante. *Revista Cubana de Farmacia*.
- Dutta, P., Dutta, J., & Tripathi, V. (2004). Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 20-31.
- Gaetano, P., & Figueroa, F. (1997). *Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas* (Fanny de la Torre ed.). Roma, Italia.
- Gámez Lechuga, M. (2011). Terpenos en supositorios infantiles. *Revista Farmacéutica*, 30(6), 73. doi:<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-terpenos-supositorios-infantiles-X0212047X11622858>
- Gandhi, N., Sirisha, D., Chandra Shekar, K. B., & Asthana, S. (2012). Removal of fluoride from water and waste water by using low cost adsorbents. *International Journal of ChemTech Research*, 1646-1653.
- García Mayordomo, P. (2016). *Compuestos Bioactivos en Alimentos de Origen Vegetal*. Universidad Complutense - Facultad de Farmacia, Madrid, España.
- Gavilanes Teran, I. (2016). Sostenibilidad del sector agroindustrial de Ecuador mediante compostaje de sus residuos y el uso agrícola de los materiales obtenidos. *Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche*.
- Gray, J. (2006). FIBRA DIETÉTICA DEFINICIÓN, ANÁLISIS, FISIOLOGÍA Y SALUD. *International Life Sciences Institute*.

- Guaadaoui, A., Benaicha, S., Elmajdoub, N., Bellaout, M., & Hamal, A. (2014). What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(3), 174-179. doi:doi:10.11648/j.ijnfs.20140303.16
- Hauzoukim, X., Nagalakshmi, K., Balange, A., & Gudipati, V. (2018). Development of enrobed fish products: Improvement of functionality of coated materials by added aquatic polymers. *Journal of Food Process Engineering*.
- Herrera Chalé, F., Betancur Ancona, D., & Segura Campos, M. (2014). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad; péptidos biológicamente activos. 29(1), 10-20. doi:ISSN 0212-1611
- Hipsley, H. (1953). Dietary "Fibre" and pregnancy Toxaemia. *British Medical Journal*, 420-422.
- Hutchings, J. (1977). The importance of visual appearance of foods to the food processor and the consumer. *Journal of Food Quality*, 1, 267-278.
- Hutchings, J. B. (2003). *Expectations and the food industry: The impact of color and appearance*. Springer US. doi:ISBN: 0306472910, 9780306472916
- Ibáñez Moya, F., & Barcina Angulo, Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica.
- Kamran Sharif, M., Sadiq Butt, M., Rizwan Sharif, H., & Nasir, M. (2016). Sensory Evaluation and Consumer Acceptability. En R. Jeantet, T. Croguennec, P. Schuck, & G. Brulé, *Handbook of Food Science and Technology 1: Food Alteration and Food Quality* (pág. 264). Romain Jeantet, Thomas Croguennec, Pierre Schuck, Gérard Brulé: John Wiley & Sons.
- Kasturi Chattopadhyay, K. A., Martin, X., Amjad, B., Porayil, L., & Binaya Bhusan, N. (2019). Chitosan gel addition in pre-emulsified fish mince - Effect on quality parameters of sausages under refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, 283-291.

- Kildegaard, H., Olsen, A., Gabrielsen, G., Moller, P., & Thybo, A. K. (2011). A method to measure the effect of food appearance factors on children's visual preferences. *Food Quality and Preference*, 22, 763-771. doi:10.1016/j.foodqual.2011.06.009
- Kogagoda, K., & Maraoana, R. (2017). Utilization of fruit processing by-products for industrial applications: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 24-30.
- Kramer, A. (1969). Sensory Evaluation of Food Flavor. Flavor Chemistry. *Advances in Chemistry; American Chemical Society*, 54, 64-69. doi:10.1021/ba-1966-0056.ch004
- Lárez Velásquez, C. (2006). Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. *Avances en Química*, 15-21.
- Lima, F., Simões, A., Vieira, I., Silva, D., & Ruzene, D. (2018). An overview of applications in pineapple agroindustrial residues. *Acta agriculturae Slovenica*, 445-462.
- López Herrera, M., WingChing Jones, R., & Rojas Bourrillon, A. (2009). Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*). *Agronomía Costarricense*, 1-15.
- López Lago, I., Diaz Varela, J., & Merino de Caceres, F. (1996). La bromelina: una proteasa de interés comercial. *Journal of Food*, 17-22. doi: <https://doi.org/10.1080/11358129609487552>
- Martínez-Navarrete, N., Camacho Vidal, M., & Martínez Lahuerta, J. (2008). Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad dietética*, 12(2), 64-8.
- Mejías Brizuela, N., Orozco Guillen, E., & Galáan Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 27-41.
- Milena Yepes, S., Montoya Naranjo, L. J., & Orozco Sánchez, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales-frutas-en Medellín y el sur del valle Aburrá, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*.

- Mohan, R., Sivakuma, V., Rangasam, T., & Muralidharan, C. (2016). Optimisation of Bromelain Enzyme Extraction from Pineapple (*Ananas comosus*) and Application in Process Industry. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 12(3), 188-195. doi:10.3844/ajbbbsp.2016.188.19
- Montoya, J. L. (2016). Determinación de los requerimientos nutricionales de la Piña variedad MD-2 en suelos ácidos del municipio de Santander de Quilicaho. *Tesis de investigación*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- NO, H. K., Park, N. Y., Lee, S. H., & Meyers, S. P. (2002). Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights. *International Journal of Food Microbiology*, 65-72.
- Ocicka, B., & Razniewska, M. (2018). Food waste reduction as a challenge in supply chains management. *Logforum*, 14.
- Olivas-Gastelum, R., Nevárez-Moorillón, V., & Gastelum-Franco, M. (2009). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnociencia*, III(1), 1-7.
- Ortega Carranza, D., & Parra Cazarez, K. G. (2012). *Mermeladas Orgánicas*. Recuperado el 11 de Junio de 2019
- Ortiz Duarte, G. (2018). Inclusión de nanocompositos en recubrimientos comestibles y su capacidad antifúngica a hongos fitopatógenos en poscosecha. *Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- Peñaranda Gonzalez, L. V., Montenegro Gómez, S. P., & Giraldo Abad, P. A. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 141-150.
- Pérez Cabrera, L. E. (2014). Recursos Potenciales de Desechos de Crustáceos: Obtención Biomoléculas.
- Pérez-Álvarez, J., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, M., & Cartagena-Graciá, R. (1998). Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica. *Eurocarne*, 63, 115-122.
- Picallo, A. (2009). Análisis sensorial de los alimentos: El imperio de los sentidos. *Encrucijada*(46), 1-9.

- Portero Mira, Z. (2018). *El Napping, una técnica sensorial aplicada en diferentes productos*. Universidad Miguel Hernández de el Che, Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Alicante, España.
- Quirós, B. A. (2013). Producción de bioetanol a partir del corazón y la cáscara de la piña utilizando la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*. *Tesis de Licenciatura*. Universidad de Costa Rica.
- Ramírez-Martínez, J. J. (2011). *Evaluación sensorial de productos cárnicos frescos con recubrimientos comestibles antimicrobianos*. Universidad Pública de Navarra, Navarra.
- Ramírez-Navas, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *ReCiTeIA*, 12(1), 84-102.
- Rivera, N. L. (2009). Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en plaza de mercado de certe. *Trabajo para optar para el título de Magistra en Gestión ambiental*. Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá.
- Romo Zamarrón, K. F., Pérez Cabrera, L. E., & Ramírez Carrillo, R. E. (2014). QUITOSANOS DE *Cherax quadricarinatus* UTILIZADOS COMO RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES SOBRE FRUTOS DE FRESAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria México*, 36-43.
- Romo Zamarrón, K. F., Ramírez Carrillo, R. E., Pérez Cabrera, L. E., & Guerrero García, N. A. (2016). Propiedades funcionales de quitosano y su efecto en la formación y estabilización de emulsiones de aderezos tipo mayonesa. *Universidad Autónoma de Aguascalientes*.
- Sadiku, M. N., Musa, S. M., & Ashalou, T. J. (2019). Food Industry: And Introduction. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, 3(4), 128-130. doi:ISSN:2456-6470
- Sánchez Enríquez, S., Flores Alvarado, L., Gurrola Díaz, C., & Heredia Chávez, H. (2014). *Manual de prácticas de laboratorio de bioquímica* (3ra ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. doi:ISBN: 978-1-4562-2012-9

- Sancho, J., Bota, E., & Castro, J. J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Santos-Fernandes, S., Silveira Coelho, M., & Salas-Mellado, M. (2019). Chapter 7 - Bioactive Compounds as Ingredients of Functional Foods: Polyphenols, Carotenoids, Peptides From Animal and Plant Sources New. En M. R. Campos, *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications* (1ra ed., pág. 308). Woodhead Publishing. doi:ISBN (online): 978-0-12-814775-7
- Selani, M. M., Canniatti Brazaca, S. G., Dos Santos Dias, C. T., Ratniyake, W. S., Flores, R. A., & Bianchini, A. (2014). Characterisation and potential application of pineapple pomace in an extruded product for fibre enhancement. *Food Chemistry*, 23-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.076>.
- Shamsul, N. S., Kamarudin, S. K., Kofli, N. T., & Rahman, N. A. (2017). Optimization of biomethanol production from goat manure in single stage bio-reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 9031-9043.
- Shifera, L., Siraj, K., & Yifru, A. (2017). Adsorption of lead (II) and chromium (VI) onto activated carbon prepared from pineapple peel: Kinetics and thermodynamic study. *Indian Journal of Chemical Technology*, 145-152.
- SIAP, S. D. (2018). *Atlas Agroalimentario 2012-2018*. Ciudad de México.
- Sidel, J., & Stone, H. (1993). The role of sensory evaluation in the food industry. *Food Quality and Preference*, 4(1-2), 65-73. doi:10.1016/0950-3293(93)90314-v
- Silvestre, M. P., Carreira, R. L., Silva, M. R., Corgosinho, F. C., Monteiro, M. R., & Morais, H. A. (2012). Effect of pH and Temperature on the Activity of Enzymatic Extracts from Pineapple Peel. *Food Bioprocess Technology*, 1824-1831.
- Singh-Ackbarali, D., & R. M. (2014). Sensory Evaluation as a Tool in Determining Acceptability of Innovative Products Developed by Undergraduate Students in Food Science and Technology at The University of Trinidad and Tobago. *Journal of Curriculum and Teaching*, 3(1). doi:10.5430/jct.v3n1p10
- Sirangelo, T. M. (2019). Sensory Descriptive Evaluation of Food Products. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2(4), 354-363.

- Slavin, J. (2013). Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 1417-1435.
- Solidum, J. N. (2013). Peel wastes of *Annanas comosus* (L.) Merr., *Sandoricum koetjape* Merr., *Citrus nobilis* Lour. as lead and cadmium biosorbent in Manila tap water. *Journal of Enviromental Science and Management*, 28-35.
- Sukruansuwan, V., & Napathorn, S. C. (2018). Use of agroindustrial residue from the canned pineapple industry for polyhydroxybutrate production by *Cupriavidus necator* strain A-04. *Biotechnol Biofuels*, 1-15.
- Tayel, A. A. (2016). Microbial chitosan as a biopreservative for fish sausages. *International Journal of Biological Macromolecules*, 41-46.
- Torres-González, J. D., González-Morelos, K. J., & Acevedo-Correa, D. (2015). Análisis del Perfil de Textura en Frutas, Productos Cárnicos y Quesos. *ReCiTeIA*, 14(2), 63-75.
- Upadhyay, A., Prava Lama, J., & Tawata, S. (2010). Utilization of Pineapple Waste: A Review. *Journal of Food Science and Technology Nepal*, 10-18.
- Urango Marchena, L., Montoya Parra, G., Cuadros Quiroz, M., Henao, D., Zapata, P., López Mira, L., . . . Gómez, B. D. (2009). Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11(1), 27-38. doi:ISSN 0124-4108
- Vargas Corredor, Y., & Pérez Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Facultad de Ciencias Básicas*, 14.
- Venkateswarulu, T. C., Bodaiah, B., John Babu, D., Venkata Naraya, A., & Evangelin, Y. (2015). Bioethanol production by yeast fermentation using pomace waste. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 841-844.
- Walsh, G. (2002). *Biochemistry and Biotechnology*. London, Chichester: John Wiley and Sons.
- Yen, M., Yang, J., & Mau, J. (2009). Physicochemical characterization of chitin and chitosan from crab shells . *Carbohydrate Polymers*, 15-21.

Zengion, A., & Yarnell, E. (2011). Chapter 20 - Herbal and Nutritional Supplements for Painful Conditions. En T. Lennard, A. Singla, S. Walkowski, D. G. Vivian, & E. Inc. (Ed.), *Pain Procedures in Clinical Practice* (3ra ed., págs. 656 (187-204)). doi:<https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-3779-8.10020-X>

Zhang, X., Chen, F., & Wang, M. (2014). *Bioactive Substances of Animal Origin*. doi:10.1007/978-3-642-41609-5\_14-1.

Zuluaga Arroyave, N. (2017). *El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.



## ANEXOS

<b>Fecha:</b>	4 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Alan Obed Reyes Zarate	<b>Edad:</b> 28 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	3	0	2	1
M2	3	3	3	3
M3	3	0	0	1
M4	3	3	1	3

<b>Fecha:</b>	4 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Omar Alejandro Galván Padilla	<b>Edad:</b> 28 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo

	Aroma	Color	Sabor	Textura
<b>M1</b>	2	-1	1	0
<b>M2</b>	3	3	3	3
<b>M3</b>	0	-1	0	0
<b>M4</b>	0	3	0	3

<b>Fecha:</b>	4 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	José Isaac Días Reyes	<b>Edad:</b> 28 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
<b>M1</b>	1	-1	0	0
<b>M2</b>	3	3	3	0
<b>M3</b>	2	-1	-1	0
<b>M4</b>	3	3	0	0

<b>Fecha:</b>	4 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Luis Felipe Gaspar Rangel	<b>Edad:</b> 28 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		

0	No me gusta ni me disgusta	
5	No me gusta ni me disgusta	

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	0	-1	0	0
M2	1	2	1	1
M3	0	-1	-2	0
M4	1	2	1	1

<b>Fecha:</b>	2 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Kali García Navarro	<b>Edad:</b> 22 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	2	-1	2	2
M2	3	2	3	3
M3	2	-1	-1	2
M4	2	2	1	3

<b>Fecha:</b>	2 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Federico García Delgado	<b>Edad:</b> 54 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente

-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	1	0	1	2
M2	3	2	3	2
M3	1	0	-0	2
M4	2	2	2	2

<b>Fecha:</b>	2 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Claudia Magali Navarro Parpam	<b>Edad:</b> 53 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	3	-1	2	3
M2	3	3	3	3
M3	2	-1	1	3
M4	2	3	2	3

<b>Fecha:</b>	2 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Stephanie Olivares Rivera	<b>Edad:</b> 28 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	1	-1	2	1
M2	3	2	3	2
M3	1	-1	0	1
M4	2	2	1	3

<b>Fecha:</b>	<b>2 noviembre 2020</b>	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	<b>Javier Olivares Rivera</b>	<b>Edad:</b> 31 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	2	1	2	2
M2	2	2	2	3
M3	2	1	1	2
M4	2	2	1	3
<b>Fecha:</b>	<b>26 noviembre 2020</b>	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags		
<b>Nombre:</b>	<b>José Fernando Guerra Escobedo</b>		<b>Edad:</b> 29 años	
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra			

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	2	0	2	1
M2	3	2	3	2
M3	1	0	0	2
M4	2	2	0	2

<b>Fecha:</b>	26 noviembre 2020	<b>Lugar:</b>	Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Omar Antonio Espinoza Peña	<b>Edad:</b>	31 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra		

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	0	-1	2	0
M2	1	3	3	2
M3	0	-1	1	0
M4	0	3	2	2

<b>Fecha:</b>	26 noviembre 2020	<b>Lugar:</b>	Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Jesús Emigdio Martínez Espinoza	<b>Edad:</b>	30 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código		

	de la muestra
--	---------------

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	1	0	2	1
M2	2	2	3	2
M3	1	0	0	2
M4	1	2	0	2

<b>Fecha:</b>	26 noviembre 2020	<b>Lugar:</b>	Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Alejandro Álvarez Luevanos		<b>Edad:</b> 27 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra		

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
M1	0	-2	1	1
M2	1	2	2	1
M3	1	-1	1	1
M4	1	2	1	1

<b>Fecha:</b>	26 noviembre 2020	<b>Lugar:</b>	Aguascalientes, Ags
---------------	-------------------	---------------	---------------------

<b>Nombre:</b>	José Manuel Serna Martínez	<b>Edad:</b> 30 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
<b>M1</b>	2	0	2	2
<b>M2</b>	2	3	3	2
<b>M3</b>	2	0	1	2
<b>M4</b>	2	3	1	2

<b>Fecha:</b>	26 noviembre 2020	<b>Lugar:</b> Aguascalientes, Ags
<b>Nombre:</b>	Emmanuel Aguayo Galarza	<b>Edad:</b> 29 años
<b>Instrucciones:</b>	Frente a usted se presentan 4 muestras de productos imitación mermelada. Por favor, observe y pruebe cada atributo de cada muestra, de acuerdo de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra	

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
-3	Me disgusta mucho	2	Me gusta moderadamente
-2	Me disgusta moderadamente	3	Me gusta mucho
-1	Me disgusta levemente		
0	No me gusta ni me disgusta		
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Aroma	Color	Sabor	Textura
<b>M1</b>	1	-1	1	1
<b>M2</b>	1	2	2	1
<b>M3</b>	0	-1	-1	1
<b>M4</b>	0	2	1	1